

## ОЦІНКА ВИКОНАННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ В РОСЛИННИЦТВІ

Пастухов В. І.

### ВСТУП

Метою вирощування певної сільськогосподарської культури є отримання урожаю, точніше досягнення того потенціалу, який має та культура, що розміщується на конкретному полі.

За світовими даними потенціальні можливості сучасних сортів сільгоспкультур в середньому реалізується лише 15...30 %, досягаючи в окремих країнах, і по окремих культурах до 60...70 %. В Україні, наприклад, реалізація урожайності цукрових буряків, як і більшості основних культур вітчизняних сортів і гібридів, становить 40...60 %<sup>1</sup>. При цьому під потенціальним урожаєм розуміють продуктивність посівів, яка могла б бути досягнута в ідеальних ґрунтово-кліматичних умовах при дотриманні всієї системи агротехнічних прийомів. Кліматичним забезпеченням врожаю вважають продуктивність, яку можна досягти при ідеальній агротехніці за реальних кліматичних умов.

Звичайно, урожай залежить від низки факторів, серед яких виділяють п'ять основних: потенціал родючості ґрунту, фотосинтетичний потенціал рослин, метеорологічні умови, діяльність людини та термін вегетаційного періоду. Але, як відмічає Ю. А. Штинкас, жодних з цих факторів неможливо виключити чи замінити іншим<sup>2</sup>. Але вирішальний вплив на урожай має людина, яка може покращувати властивості ґрунту та створювати умови для найбільш повного використання сонячної енергії.

Одним з засобів впливу людини на формування урожаю є відповідне виконання технологічних операцій згідно до потреб сільгоспкультури та властивостей ґрунту, для чого потрібно раціонально використовувати матеріально-технічні ресурси, зокрема

---

<sup>1</sup> Орловский Н. И. Основы биологии сахарной свеклы – Киев : Госиздат с-х литературы, 1961. 323 с.

<sup>2</sup> Штинкас Ю. А. Потенциал урожайности полей. *Наука и техника*. 1986. № 11. С. 14 –15.

засоби механізації, мінеральні добрива та інші засоби інтенсифікації сільськогосподарського виробництва. Особливе значення у справі підвищення урожайності тієї чи іншої культури надається, головним чином, інтенсивним сортам.

Ю. І. Ковтун запропонував систему контролю якості роботи сільгоспмашин у виробничих умовах, за якої оцінка окремих технологічних операцій, якість роботи машин можна оцінювати за збереженням так званих ростових одиниць (схожих насінин, сходів, рослин) в процентах або в долях одиниці. При цьому такий показник запропоновано визначати як відношення кількості ростових одиниць на одиниці площі чи рядка в кінцевий період спостереження за роботою машин до їх кількості на початку спостереження. За допомогою показника збереження ростових одиниць можлива порівняльна оцінка ефективності технології відмінних сільгоспкультур, різних операцій і машин. Ю. І. Ковтун запропонував вважати потенційно можливою ту урожайність, яку отримують на дослідних станціях, або в передових господарствах, де наявний високий рівень агротехніки<sup>3</sup> В такому випадку величина реалізації біопотенціалу буде визначатися тільки якістю виконання технологічних операцій тобто якістю роботи машин, без врахування впливу ґрунтово-кліматичних факторів та якості технологічних матеріалів (насіння, добрив, засобів хімічного захисту рослин).

### **1. Виникнення передумов проблеми та формулювання проблеми**

Висока вартість механізованої технології, технологічних матеріалів окуповується тільки тоді, коли з одиниці орної землі, посівної площі збирається досить високий врожай, велика кількість рослинної продукції. Ця висока врожайність забезпечується завдяки трьох напрямків людської діяльності: перший – це виведення сортів культурних рослин з високим рівнем якості, зокрема з високим рівнем урожайності; другий – це розробка високого рівня технології на основі досягнень в агротехніці, в хімізації та в техніці; третій – забезпечення виконання технологічних операцій з високим рівнем якості роботи сільгоспмашин, знарядь.

О.А. Маковецький на основі статистичного матеріалу з випробування сільгосптехніки, виконавши аналіз факторів, які формують біопотенціал сільгоспкультур, визначив, що процентний внесок

---

<sup>3</sup> Ковтун Ю. И. Инженерная агрономия. Киев : Урожай, 1988. 152 с.

складових елементів технологій до загального значення показника біопотенціалу – є приблизно таким: сорт (гібрид) і якість насіння – 40...50 %, технологічні операції і відповідні технічні засоби – 20...30 %, ефект взаємодії зазначених складових – 20 %, випадкова складова – 10 %<sup>4</sup>.

А.В.Корнієнко та А. М. Парфенов високо оцінюють роль сорту в підвищенні урожайності сільгоспкультур, вважаючи, що він становить від 30 до 70 %<sup>5</sup>. При цьому вони відзначають, що чим гіршими є ґрунтово-кліматичні та погодні умови, техногенна оснащеність галузі, тим вищу роль відіграє сорт у формуванні кількості та якості урожаю.

На наявність певного співвідношення дії різних факторів на продуктивність сільгоспкультур вказує І. Марчук. За його даними в країнах Європи, в США та Україні внесок добрив становить від 30 до 50 %, насіння – 8...20 %, захисту рослин – від 15 до 33 %; значущість обробітку ґрунту становить від 15 до 30 %<sup>6</sup>. В Україні відзначається ще дії сівозмін (10 %). Але І. Марчук зовсім не згадує про дію агротехніки. За І. В. Веселовським та ін. авторами<sup>7</sup> підвищення урожайності від дії добрив можливе на величину від 16 до 38 %, маючи на увазі показники досягнуті на дослідних ділянках<sup>8</sup>. Н. Сторчак вважає, що добрива у вигляді підживлення можуть підвищити урожайність різних сільгоспкультур на величину від 6 до 19 % (в середньому на 13...15 %) <sup>9</sup>.

Аналіз факторів, які впливають на результативність рослинництва, їх узагальнення дають можливість виділити три основні групи факторів забезпечення високої врожайності, реалізації біопотенціалу сільгоспкультури.

---

<sup>4</sup>Маковецкий О. А. Проблема переоснащення сільського господарства України новітньою технікою. *Техніка АПК*. 1998. № 3. С. 9–11.

<sup>5</sup>Корниенко А. В., Парфенов А. М. Максимально использовать почвенный и биоклиматический потенциал. *Сахарная свекла*. 2001. № 9. С. 5–7.

<sup>6</sup>Марчук І. Залежність продуктивності сільгоспкультур від різних факторів. *Пропозиція*. 2002. № 3. С. 62–63.

<sup>7</sup>Веселовський І. В. та ін. Основи агрономії /І. В.Веселовський, В. П. Гудзь, В. М. Каліберда. 3-є вид. пер-роб. і доп. Київ : Урожай, 1991. 232 с.

<sup>8</sup>Харченко О. В. Основи програмування врожайів сільськогосподарських культур. Суми : Університетська книга, 1999. 244 с.

<sup>9</sup>Сторчак Н. Позакореневе підживлення рослин вуглемонійними солями. *Пропозиція*. 2002. № 4. С. 78–79.

Перша група, яка найбільш впливає на врожайність, це можливість, сортові властивості культури, її потенціал за врожайністю, за стійкістю до шкідників і хвороб, до несприятливих кліматичних, погодних умов. Сорт забезпечує в середньому 40 % врожаю.

Друга група факторів – добрива, які забезпечують п'яту частину врожаю, як органічні, так і мінеральні, їх оптимальне співвідношення за поживними речовинами. Третя група, яка забезпечує майже третину врожаю – це дотримання високої якості механізованих технологічних операцій, і нарешті, четверта група – це випадкові фактори, які складають до 10 % впливу на врожайність. Ось чому завдяки високоврожайному сорту, навіть за відсутності добрив, на основі високоякісної роботи техніки можна реалізувати до 0,8 біопотенціалу сільгоспкультури, в той час, як при низькій якості ця величина реалізації складає лише 0,50...0,60. Наприклад, по цукрових буряках, біопотенціал яких сягає до 500 ц/га можна отримати врожай до 400 ц/га, а при потенціальних можливостях пшениці 60 ц/га врожайність в господарстві може скласти 48 ц/га. Кожна технологічна операція, кожна машина, що її виконує впливає на реалізацію біопотенціалу культури. Тому знати, яким чином, завдяки якому показнику і в якій мірі здійснюється вплив якості робіт на врожайність. Це дасть змогу з одного боку знати прогноз врожайності на кожному етапі вирощування, а з другою – при необхідності, в залежності від можливостей, контролювано знижувати чи підвищувати рівень якості робіт. Наприклад, якщо немає можливості під картоплю провести оранку на 30 см, в разі недостатньої кількості пального, то знаючи, наскільки знижує врожайність зменшення глибини обробітку, можна зменшити її відповідно, прогнозуючи певний рівень врожаю. Або, наприклад, при вимушеному збільшенні глибини сівби при пересушеному верхньому шарі ґрунту, можна прогнозувати відповідне зниження врожайності.

Таким чином, володіючи прогностичними даними впливу якості механізованих робіт на біопотенціал сільгоспкультур, відповідно до умов та матеріально-технічних можливостей можна оптимізувати вибір певних технологічних операцій, машин і відповідних параметрів технологічного регулювання сільськогосподарських машин.

## **2. Реалізація біологічного потенціалу сільськогосподарських культур як показник якості механізованих робіт**

Названі автори майже не враховують значення впливу на урожайність якості механізованих робіт, хоча відомо, яка її суттєва роль в реалізації біопотенціалу сільгоспкультур. У більшості літературних джерел з програмування врожаїв, де враховується велика кількість факторів, що впливають на реалізацію біопотенціалу, тільки відзначається необхідність дотримання строків та якості робіт<sup>10</sup>.

В той же час низка робіт, присвячених якості механізованих робіт в сільському господарстві, не містять даних про вплив рівня їх якості на рівень урожайності<sup>11 12</sup>. Переважна більшість авторів пропонують в основному бальну оцінку якості від 1...3; 2...5 балів до 20...50 (і навіть до 100 балів)<sup>13</sup>.

Д. Н. Саакян, пропонуючи до застосування кількісні методи визначення якості механізованих робіт, рекомендує розробити інтегральні показники якості, які були б основані на співвідношенні якості і кількості врожаю<sup>14</sup>. Він запропонував ідею розв'язання проблеми якості в сільському господарстві в рамках науки «кваліметрія». При цьому окреслив основні методів кількісного визначення показників якості, визначення оптимальних значень цих показників, обґрунтування системи якість-врожай, розробка єдиних принципів та методів оцінки якості.

### **2.1. Фактори впливу на якість виконання механізованих операцій**

Для вирішення проблем кількісної оцінки якісних показників виконання механізованих технологічних операцій потрібен системний підхід, одночасне вирішення технічних, методичних,

---

<sup>10</sup>Каюмов М. К. Программирование урожаяв. Москва : Моск. рабочий, 1986. 182 с.

<sup>11</sup>Довідник по визначенню якості польових робіт. / за ред. В. Ф. Сайко. – Київ : Урожай, 1987. 120 с.

<sup>12</sup>Саакян Д. Н. Контроль качества механизированных работ в полеводстве. – Москва : Колос, 1973. 276 с.

<sup>13</sup>Правила производства механизированных работ под пропашные культуры. (Пособие для бригадиров и звеньевых). Изд. 2-е перераб. и допов. Москва : Россельхозиздат, 1986. 303 с.

<sup>14</sup>Саакян Д. Н. Система показателей комплексной оценки мобильных машин. Москва : Агрпроиздат, 1988. 267 с.

економічних, математичних, організаційних і багато інших задач, тому що якість залежить від багаточисленних факторів.

Всі фактори якості можна також розділити на об'єктивні і суб'єктивні. Об'єктивні фактори (опаді, вітер, стан рослин) ми можемо тільки враховувати, а суб'єктивні фактори залежать від людини (вибір машини, її наладка), і тому людина може впливати на ці фактори, змінюючи їх дію в напрямку підвищення чи зниження якості.

Не завжди можна виділити вплив одного фактору на якість в зв'язку з тим, що в більшості дія факторів сукупна. Тому у всіх випадках слід розглядати не всі фактори, а лише найбільш суттєві, які визначають основні показники якості. Необхідно також враховувати, що кожен фактор якості може змінюватися в залежності від умов, місця і часу дії, взаємодії з іншими факторами.

Виділимо чотири основних групи факторів якості. До природних факторів відносяться кліматичні і погодні умови, тобто сума опадів за рік, за сезон, їх розподіл по місяцям, інтенсивність і тривалість дощів, кількість сонячних днів, тривалість польового періоду робіт. Ці умови впливають на агротехнічні строки виконання технологічних процесів, на природні властивості ґрунту і рослин.

Ґрунт має складний комплекс властивостей які обумовлюють суттєво вибір технології виробництва сільськогосподарських культур, технологічні умови та показники якості роботи машин. Від природних факторів залежить тип ґрунту, глибина гумусного шару, ступінь його засміченості камінням, кущами. Природні фактори формують базові властивості ґрунту, від яких залежить і технологічні показники.

До природних факторів відноситься рельєф місцевості, який суттєво впливає на роботу машин, агрегатів. На рівнині машини рухаються прямолінійно з постійною швидкістю, з постійним технологічним режимом. При горбкуватому рельєфі, як правило, короткі гони, поля невеликі за розміром, що приведе до необхідності часті змін швидкості руху машин, до непостійності технологічних режимів, до сповзання агрегатів, до значної кількості огріхів в кінці коротких гонів.

Відрізняють кілька типів схилів в залежності від можливостей застосування машин: рівнина 1...2°, пологі схили 3...9°, помірні схили до 20° і круті 21...26°, особливо круті 27...35°, а більше 35° то вже обрив. Більшість сільськогосподарських машин забезпечують високоякісну роботу на схилах до 3°. При схилах 12–17 і більше необхідні спеціальні крутосхильні трактори, або ж проводиться

попереднє терасування схилів – перетворення поверхні схилів за допомогою спеціальної техніки на горизонтально вирівняні чи східцеподібні тераси.

Сукупність природних і антропогенних факторів формують природну екологічну ситуацію, від якої залежить вибір технологічних операцій, машин для їх виконання і, звичайно, технологічні умови і якість виконання механізованих операцій. Природні фактори, що впливають на якість механізованих робіт, формують і технологічні фактори, тому що технологія є функцією умов вирощування і властивостей рослин. Технологію розробляють і застосовують для кожної культури в залежності від кліматичних та погодних умов того чи іншого аграрного регіону. Від технології обробітку землі, від технології вирощування культур залежать зміни в природних властивостях ґрунту, рослин. Тому технологічні властивості і ґрунту і рослин є складовими дії природи і людини через технологію і техніку. Оранкою змінюємо щільність ґрунту, внесенням добрив його хімічний склад, способи вирощування рослин формують їх розміри, хімічні властивості тощо.

Таким чином, під технологічними властивостями сільськогосподарських матеріалів розуміють їх здатність чинити опір робочим органам машин, впливати на їх зношеність, а також на продуктивність і якість роботи. Від технологічних властивостей ґрунту і рослин залежить вибір технологічної операції, вибір її варіанту, оптимального для даних умов.

До технологічних властивостей ґрунту, які впливають на якість обробітку, вирощування рослин належать наступні показники: товщина орного шару, кількість гумусу, хімічний склад та фізико-механічні властивості – механічний і структурний склад, вологість, щільність, липкість, твердість.

До технологічних властивостей рослин, які впливають на технологічні умови і якість роботи машин належать, насамперед, показники, що характеризують насіннєвий чи садивний матеріал – життєздатність, схожість, вирівняність, чистота. Ці показники залежать від обробки, підготовки насіннєвого матеріалу і впливають на якість роботи сівалок, а потім визначають якість розміщення рослин, якість роботи машин по догляду і впливають на кінцевий результат – врожайність.

Розміри і вагові характеристики рослин (висота, діаметр стебел, розмір насіння, плодів, коренеплодів, бульб тощо) визначають регульовальні параметри машин, особливо при збиранні врожаю.

Вологість рослин та їх органів, кількість накопичених речовин в них визначають строки збирання врожаю і в значній мірі визначають технологічні умови та якість роботи збиральних машин.

На якість механізованих операцій впливають також міцність окремих органів і частин рослин, можливості їх деформації – розтягування і стискання, згинання і зношування, тертя і різання, відокремлення і відхилення. На якість робіт впливають сили зв'язку рослин з ґрунтом, можливості пошкодження чи втрат. Таким чином, частину із показників технологічних властивостей ґрунту і рослин можна вважати як ті, що визначають технологічні умови роботи машин, а інші, як ті, що визначають якість роботи. До технологічних факторів можна віднести агрострок виконання технологічної операції, що суттєво впливає на якість механізованих робіт і на кінцевий результат – врожайність.

До технічних факторів впливу на якість відносять фактори, що пов'язані з конструкцією і роботою техніки та способами налашки і контролю, з особливостями роботи сільськогосподарських машин. Треба враховувати, що переважна більшість цих машин працює під відкритим небом в середовищі, в якому живуть біологічні об'єкти. Технологічні операції в сільському господарстві виконуються в основному в результаті пересування машини по полю. Одна й та ж машина може застосовуватися в різний час на різних операціях. Час використання машин обмежений агростроками. Майже всі сільгоспмашини працюють в абразивному середовищі, що приводить до швидкої зношеності робочих органів. А це приводить до погіршення якості їх роботи.

Так, наприклад, при затупленості лемеху плуга змінюються в бік погіршення такі основні показники якості оранки, як середня глибина, рівномірність глибини обробітку. В залежності від ступеня зношення робочих органів сівалок змінюється розподіл насіння по глибині. При високому ступені зношеності сошника, понад 25 %, насіння може зароблятися за допустимими межами встановленої глибини посіву. Таким чином, при старінні сівалки якість сівби може знизитися до такого ступеня, що чверть висіяного насіння буде вважатися як брак в роботі сівалки.

Організаційні фактори впливають чи не найбільше на якість робіт, враховуючи різноманітність попередніх об'єктивних і суб'єктивних факторів. Якість механізованої операції залежить від форми господарювання, технологічного рівня господарства, від оптимального складу машинно-тракторного парку, від організації польових



сівозмін, а також від сортів сільгоспкультур, розмірів земельних ділянок, полів. На якість робіт впливають раціональний розподіл машин і тракторів по видах робіт, вибір машин, агрегатів, способу їх використання в полі за напрямком руху, по загонкам тощо. Важлива роль належить і умовам праці механізатора, спеціалістів, їх забезпеченість відповідними засобами контролю за якістю.

Звичайно, серед організаційних факторів найголовніше місце належить рівню кваліфікації механізаторів, спеціалістів, наскільки вони підготовлені і який мають досвід, щоб врахувати найбільшу кількість елементів, від яких залежить якість роботи. А від рівня кваліфікації працівників залежить загальний технологічний рівень господарств.

## **2.2. Методика визначення коефіцієнта реалізації біопотенціалу культурних рослин**

В сільському господарстві, як і в практиці багатьох галузей виробництва, застосовують бальну систему оцінки якості виконання робіт. Така система – одна з найбільш розповсюджених форм кількісної оцінки. Вона дозволяє простим методом визначити рівень якості навіть у тих випадках, коли ніякими іншими методами неможливо визначити якість. Діапазони бальної оцінки пропонуються різноманітні від 1...3, 2...5 балів до 20...50 і навіть 100 балів.

Загальний недолік бальної оцінки якості полягає в тому, що, навіть знаючи вагомість показників і операцій, неможливо визначити, наскільки збільшення чи зменшення якості вплине на врожай, наскільки збільшиться чи зменшиться врожайність у відносних і абсолютних величинах.

Характерно, що методологи планування, прогнозування врожаю, аналізуючи багаточисельні фактори врожайності, майже не враховують якість виконання технологічних операцій, технологічного процесу. Відмічається тільки те, що ці операції і процеси повинні виконуватися в агростроки і на високому агротехнічному рівні. Очевидно, існуюча методика визначення вагомості показників якості не дозволяє прогнозувати врожайність з врахуванням цих показників. Але ж спеціалісти, механізатори повинні наряду з плановою, прогнозованою врожайністю чітко знати як, в якій мірі на прогноз впливає якість кожної операції, кожного показнику якості.

Тому пропонується більш досконала оцінка якості технологічних операцій, процесів, роботи машин, яка базується на величині

біологічного потенціалу сільськогосподарської культури і ступені його реалізації в процесі підготовки ґрунту, вирощування і збирання врожаю. Для цього необхідно всі показники якості перераховувати в узагальнений показник – коефіцієнт реалізації біологічного потенціалу рослини, який визначається в долях одиниці, як відношення фактичної чи прогнозованої врожайності певної культури до найвищої можливої врожайності цієї культури.

Найвища можлива врожайність являється *біологічним потенціалом сільгоспкультури* і показує можливість сорту даної культури в певних ґрунтово-кліматичних умовах забезпечувати певну врожайність при виконанні всіх необхідних технологічних операцій на високому рівні якості.

Коефіцієнт реалізації біопотенціалу культури ( $K$ ) визначається за слідуючою формулою:

$$K = \frac{W}{B}, \quad (2.1)$$

де  $W$  – фактична чи прогнозована врожайність;  $B$  – найвища можлива врожайність (біопотенціал культури, сорту).

Визначення біологічного потенціалу можливе двома шляхами: 1) прогнозуванням за допомогою механізму розрахунків на основі вихідних даних; 2) на основі відомостей про врожайність даного сорту при сортовипробуванні.

Для реалізації першого шляху, тобто для прогнозування врожаю, необхідні складні розрахунки на основі даних про фотосинтетичну активну сонячну радіацію (ФАР), про забезпеченість поживними речовинами, про опади, суму температур тощо. І, звичайно, при цьому треба враховувати і можливості даного сорту, який будемо вирощувати.

Другий шлях визначення біопотенціалу культури простіший. Він оснований на тому, що в кожному сільськогосподарському регіоні з однаковими ґрунтово-кліматичними умовами розміщені сортовипробувальні станції, які випробовують кожен сорт, що поступає від селекціонерів чи по імпорту. Випробування проходять 3–5 років, при цьому визначають максимальні можливості сільськогосподарської культури в технологічних умовах, близьких до ідеальних – високий агрофон, дотримання всіх правил агротехніки при високому рівні якості технологічних операцій.

Слід відмітити, що сортовипробувальні станції вирощують нові сорти за механізованою технологією виробництва, що дає можливість виявляти сортові потенційні можливості сільгоспкультур за умов, близьких до індустріального рослинництва.

Середня врожайність за кілька років на сортовипробувальних станціях і є біологічним потенціалом сорту даної культури.

Так, наприклад, врожайність озимої пшениці сорту Веселоподолянська 867 на сортовипробувальних ділянках Веселоподолянської селекстанції на Полтавщині 1991-1993 року відповідно була 50; 48,3 і 56,8 ц/га, а середня за три роки дорівнювала 51,7 ц/га. В той же час по одному з господарств, що знаходиться в одному і тому ж регіоні, врожайність цього сорту відповідно була по рокам 36,1; 37,2; 37,6 ц/га, в середньому 37,0 ц/га. Отже в господарстві коефіцієнт реалізації біопотенціалу озимої пшениці сорту Веселоподолянська 867 дорівнює

$$37,0/51,7 = 0,72.$$

Таким чином, фактична врожайність в рядових господарствах залежить від реалізації біопотенціалу, наскільки в господарстві можуть реалізувати можливості даного сорту даної культури.

Отже, формула врожайності в господарстві буде слідує:

$$W = B \cdot K. \quad (2.2)$$

Якщо, наприклад, біологічний потенціал озимої пшениці сорту Харківська-2 дорівнює 50 ц/га, а в господарстві при вирощуванні і збиранні врожаю допущені втрати цього потенціалу до 30 %, тобто коефіцієнт  $K = 0,70$ , тоді врожайність складає  $W = 50 \cdot 0,70 = 35$  ц/га.

Коефіцієнт  $K$  залежить від кількості в ґрунті поживних речовин, від забезпеченості добривами, від повноти і якості їх внесення, від якості оранки, сівби, операцій по догляду, від повноти збирання врожаю, від строків виконання операцій а також від того, на скільки в даний рік маємо відхилення від середньорічної норми опадів, та інших погодних умов.

Головне в системі якості при застосуванні коефіцієнта реалізації біопотенціалу для визначення якості робіт полягає в тому, що на кожному етапі вирощування культури, при виконанні кожної операції, при роботі кожної машини – можна визначати, прогнозувати можливі втрати врожаю. Для цього необхідно мати дані

відносно того, як кожен із показників якості механізованих операцій впливає на коефіцієнт реалізації біопотенціалу.

Відомо, що кожна технологічна операція, кожна машина може оцінюватися за кількома показниками якості, тоді коефіцієнт реалізації біопотенціалу необхідно рахувати, як добуток із коефіцієнтів реалізації по кожному із показників:

$$K_n = (k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot \dots \cdot k_n) \cdot q, \quad (2.3)$$

де  $K_n$  – коефіцієнт реалізації біопотенціалу по одній операції чи машині;  $k_1$ ;  $k_2$ ;  $k_3$ ;  $k_n$  – коефіцієнти реалізації біопотенціалу по окремих показниках однієї операції чи машини;  $q$  – коефіцієнт відповідності оптимальним строкам.

Загальний коефіцієнт по процесу, по культурі, по комплексу машин з врахуванням погоди визначається слідуючим чином:

$$K_0 = (K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot \dots \cdot K_n) \cdot Q, \quad (2.4)$$

де  $K_0$  – загальний коефіцієнт реалізації біопотенціалу по процесу, по комплексу машин;  $K_1$ ;  $K_2$ ;  $K_3$ ;  $K_n$  – коефіцієнт реалізації біопотенціалу по кожній операції в процесі, по кожній машині в комплексі;  $Q$  – коефіцієнт відповідності погодних умов нормі (багаторічній середній).

При цьому коефіцієнт погодних умов, зокрема опадів, може підставлятися по одній операції, чи по групі операцій в залежності від того, як складаються ці умови в різні періоди росту рослин, роботи машин.

Переведення показника якості механізованих операцій в коефіцієнти реалізації біопотенціалу дає можливість поетапно, по мірі виконання операцій, передбачати, на скільки забезпечується реалізація цього потенціалу, на скільки буде знижена врожайність в результаті зниження якості.

Враховуючи те, що бальна оцінка по основних операціях і по видах машин більш-менш відпрацьована, приведемо приблизну відповідність 5 – бальної оцінки якості коефіцієнту  $K_n$  по кожній технологічній операції чи машині, а також визначимо загальний коефіцієнт  $K_0$  по 10 операціям (машинам) прийнявши умовно, що всі машини будуть працювати з однаковим рівнем якості (таблиця 2.1).

Як видно із таблиці, при високій відмінній оцінці по 10 машинах можна отримати більше 80 до 100 відсотків врожаю від можливостей даного сорту.

Таблиця 2.1

**Відповідність бальної оцінки якості механізованих операцій  
коефіцієнту реалізації біопотенціалу рослин**

Рівень оцінки	Бали	$K_n$	$K_o = K_n^{10}$
Відмінно	5	0,98...1,00	0,82...1,00
Добре	4	0,95...0,97	0,60...0,74
Задовільно	3	0,90...0,94	0,35...0,54
Погано але допустимо	2	0,80...0,89	0,11...0,31
Дуже погано – недопустимо	1	0,60...0,70	0,01...0,03
Операція не виконана, стихійне лихо	–	0,00...0,59	0,00...0,005

При добрій роботі техніки врожайність складе від 60 до 74 % біопотенціалу, при задовільній – від третини (35 %) до половини (54 %) можливого. При поганій але допустимій роботі врожайність буде від 11 до 31 % від можливої, а при дуже поганій – цей показник буде дорівнювати 1–3 %. Якщо ж передбачені технологією деякі операції не будуть виконані, то можемо отримати всього 0,5 % від біологічного потенціалу культури, або – нічого, тобто «нуль».

Є такі операції, невиконання яких буде дорівнювати нульовому коефіцієнту, який ще називають «коефіцієнтом вето», тому що він скасовує всі попередні величини. Такий коефіцієнт може бути у випадках, якщо не проведені такі операції, як сівба, садіння чи збирання врожаю. А також у випадках, коли була проведена згубна операція, чи відбулося стихійне явище, в результаті чого знищилися всі рослини культури. Наприклад, на практиці буває, що боронування проводять поперек рядків в стадії проростків, вносять не той, що потрібно гербіцид, чи дуже високу норму хімікату, пройшов град – все це може спричинити до повного знищення рослин.

Щоб проілюструвати механізм дії застосування коефіцієнту реалізації біопотенціалу при оцінці якості роботи машин, розглянемо кілька прикладів.

Один із них, коли в технологічному процесі із 10 операцій, які виконують відповідно 10 машин, робота по кожній із них оцінена задовільно з коефіцієнтом  $K_n = 0,90$ . Тоді при:

$$K_o = 0,90_1 \cdot 0,90_2 \cdot 0,90_3 \cdot \dots \cdot 0,90_{10} = 0,35$$

отримаємо лише третину врожаю від можливого. Якщо це озима пшениця з потенціалом 50 ц/га, то буде відповідно  $50 \cdot 0,35 = 17,5$  ц/га.

Коли по кожній операції будуть проведені відповідні регулювання машин, які підвищують якість  $K_n$  з 0,90 до 0,95, до оцінки «добре», то в результаті отримаємо:

$$K_0 = 0,95_1 \cdot 0,95_2 \cdot 0,95_3 \cdot \dots \cdot 0,95_{10} = 0,60,$$

а врожайність  $50 \cdot 0,60 = 30$  ц/га, тобто зростає в 1,7 раза.

Далі розглянемо приклад, коли всі операції виконано на «відмінно» з  $K_n = 1,00$ , крім однієї. Друга операція після підготовки ґрунту – сівба – була проведена погано при  $K_n = 0,80$ , тоді

$$K_0 = 1,00_1 \cdot 0,80_2 \cdot 1,00_3 \cdot \dots \cdot 1,00_{10} = 0,80.$$

Таким чином, ця друга операція з десяти і визначила загальний коефіцієнт біопотенціалу, тобто фактично вирішила долю всього врожаю.

Якщо всі попередні 9 операцій виконаємо на «відмінно», а останню – збирання врожаю – дуже погано, то вона і визначить загальний коефіцієнт біопотенціалу і кінцевий результат:

$$K_0 = 1,00_1 \cdot 1,00_2 \cdot 1,00_3 \cdot \dots \cdot 1,00_9 \cdot 0,60_{10} = 0,60.$$

Як бачимо, оцінка якості роботи машин за коефіцієнтом реалізації біопотенціалу культури має ряд переваг в порівнянні з бальною оцінкою.

Але, як і при бальній оцінці, неможливо врахувати всю різноманітність факторів, тому що немає ще достатньо статистичних даних відносно величин коефіцієнтів реалізації по окремих культурах, операціях, машинах, по окремих показниках якості тощо. Та можна вважати, що великий досвід, накопичений при дослідженнях, випробуваннях машин, в агрономічних дослідях, дозволяє за допомогою математичних методів та сучасної обчислювальної техніки розробити середньостатистичну градацію цих коефіцієнтів.

Створення подібних оціночних шкал для кожного господарства, для кожної механізованої роботи може стати об'єктом самостійних досліджень спеціалістів рослинницької галузі. При цьому максимально можлива врожайність в господарстві повинна бути критерієм оцінки якості, як окремих операцій, так і в цілому процесів вирощування і збирання врожаю.

Навіть в тому вигляді, який приведено в таблиці 2.1, та за наведеними прикладами можна вважати, що в умовах господарств

коефіцієнт реалізації біопотенціалу являється інтегрованим показником якості, який характеризує і окреме і загальне, який показує анатомію якості при виробництві рослинної продукції, дозволяє прогнозувати врожайність на всіх етапах її творення.

Крім того, на основі такого коефіцієнта, базуючись на різних варіантах в процесі оцінки технологічних операцій, можна зробити ряд теоретичних узагальнень, необхідних для застосування на практиці, зокрема сформулювати технологічні постулати якості та основні принципи системи якості.

### **3. Рекомендації з оцінки якості виконання механізованих операцій для реалізації біопотенціалу польових культур**

#### **3.1. Технологічні правила системи якості «поле – машина»**

На основі проведеного аналізу показників якості технології та математичного апарату кількісного їх визначення сформульовані основні технологічні правила якості та загальні положення стосовно кількісного визначення показників якості в рослинництві за коефіцієнтом реалізації біопотенціалу рослин. Ці правила можуть слугувати як базисні для практики, для подальшого вдосконалення певних методів і засобів оцінки якості і їх слід приймати і застосовувати як вихідні рубежі, для розробки доскональних методів, засобів оцінки якості механізованих робіт.

Сформуємо три основних технологічних правила якості для технології рослинництва.

Перше технологічне правило полягає в тому, що якість кожної технологічної операції формує загальну якість технологічного процесу та впливає на кінцевий результат – на якість, кількість і собівартість продукції.

Друге технологічне правило встановлює, що якість попередньої технологічної операції впливає на якість послідувочої, а відповідно якість послідувочої технологічної операції залежить від якості попередньої.

Третє технологічне правило трактує, що неякісно виконану технологічну операцію неможливо ні переробити, ні компенсувати, надолужити високою якістю послідувочих технологічних операцій.

Деталізуємо кожне із правил. Якщо та чи інша технологічна операція необхідна, то вона, природньо, впливає на врожайність, забезпечує певний рівень якості рослинної продукції. Інакше проведення операції було б не доцільним. А коли так, то і якість такої операції повинна бути високого рівня, щоб забезпечити повністю її

вплив на кінцевий результат. Високоякісні технологічні операції, високоякісний технологічний процес виробництва забезпечує високу врожайність, високоякісну продукцію, яка, в свою чергу, забезпечує низьку собівартість одиниці цієї продукції. Крім того, за високу якість можна встановити і більш високу ціну, отримати більшу оплату, як наслідок – високий прибуток, високий рівень рентабельності.

Про вплив попередньої технологічної операції на послідуочу можна привести багаточисленні факти по технологічних процесах усіх сільськогосподарських культур, починаючи від основного обробітку ґрунту, закінчуючи збиранням врожаю. Якісне лушення стерні, рівномірне якісне внесення добрив забезпечують якісну оранку, яка забезпечує якісну сівбу. Встановлено, що нерівномірна оранка, висока гребенястість навіть при ретельному весняному вирівнюванні поля, впливає негативно на глибину ходу сошника, на рівномірність загортання насіння. А незароблені звальні і розвальні борозни негативно впливають на якість роботи жаток, комбайнів. Якість формування густоти, наприклад, такої просапної культури як цукровий буряк, цілком знаходиться в залежності від якості сівби.

Неможливо низьку якість попередньої технологічної операції компенсувати високим рівнем якості послідуочих операцій, а також неможливо в сільському господарстві допущений брак переробити на високому рівні якості. Навіть, коли буває пересів тієї чи іншої культури, коли сходи або не з'явилися за якихось причин чи були знищені в результаті дії шкідників, стихійних явищ, неможливо знову посіяти на високоякісному рівні. Адже пересів проводиться вже поза агростроками, які відіграють дуже важливу роль в якості виконання технологічної операції.

Далі сформулюємо загальні положення стосовно кількісного визначення якості в процесі виробництва рослинної продукції. Якщо в рослинництві визначення показників якості технологічної операції виражати через коефіцієнт реалізації біопотенціалу культури, то ці загальні положення будуть наступні.

Зниження величини якості по технологічних операціях чи відсутність деяких операцій, передбачених технологічним процесом, знижує загальний коефіцієнт реалізації біопотенціалу культури, наближаючи його величину до нуля.

Відсутність таких технологічних операцій, як сівба чи посадка і збирання врожаю, або зниження до мінімуму основних, найбільш вагомих показників якості по цих операціях, дають так званий



«коефіцієнт вето», яким скасовуються всі попередні величини якості і встановлюється нульовий загальний показник реалізації біопотенціалу культури, інакше кажучи, технологічний процес стає безрезультатним.

Високу якість технологічного процесу формує система якості, яка передбачає забезпечення високої якості по кожному показнику кожної технологічної операції, наближаючи загальну величину коефіцієнту реалізації біопотенціалу культури до одиниці.

Правомірність сформульованих трьох положень підтверджується попередніми прикладами. Достатньо провести технологічні операції, знижуючи їх якість всього на величини кількох сотих одиниць коефіцієнту реалізації, як загальний коефіцієнт, тобто врожайність знижується в кілька разів. А неякісно проведена хоча б одна технологічна операція може звести нанівець всі попередні і послідуочі операції. Тому на практиці для забезпечення високого рівня якості всього технологічного процесу необхідний контроль за якістю по всіх операціях, по всіх ланках технологічного ланцюгу.

При цьому обов'язково слід виконувати всі технологічні операції, передбачені технологією виробництва сільськогосподарської культури, не кажучи вже про само собою зрозумілі, такі кардинальні операції, як сівба, збирання врожаю – без яких взагалі неможливо отримати рослинну продукцію.

По механізованих технологічних операціях необхідна система якості «поле-машина», яка передбачає обов'язкові наступні елементи:

- 1) визначення технологічної ситуації, технологічних умов роботи машини;
- 2) відповідно до умов вибір технології і техніки (машини, агрегату) для її виконання та відповідна технологічна наладка техніки;
- 3) контроль і визначення показників якості виконання технологічної операції, роботи машини.

Для впровадження системи необхідно оволодіти основними методами та засобами визначення показників якості та управління якістю механізованих робіт в рослинництві.

Дотримуючись основних елементів системи якості, необхідно також врахувати вплив якомога більше факторів, від яких залежить якість виконання технологічних операцій, якість механізованих операцій.

Для узагальнення, висновків та набуття досвіду з системи якості «поле-машина» слід ввести щорічний облік показників технологічних умов, застосованої техніки та показників якості, порівнюючи їх з минулорічними аналогічними операціями, машинами тощо.

Впровадження системи якості з одночасним визначенням режимів, умов роботи машин та оцінкою якості роботи у величинах, які показують вплив якості на врожайність, дозволяє спеціалістам здійснювати контрольоване управління якістю протягом всього технологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур.

Отже, підняти якість механізованих робіт одними організаційними заходами неможливо. Тут необхідний системний підхід, починаючи від організаційно-технологічних заходів, від розробки і вдосконалення технології виробництва сільгоспкультур до системи якості «поле-машина», яка дозволяє оптимізувати вибір технологічних операцій і техніки в залежності від технологічної ситуації, провести відповідну технологічну наладку машин та запровадити систему поточного та кінцевого контролю якості роботи з врахуванням її впливу на врожайність. Суттєву роль при цьому відіграють експлуатаційні прилади, встановлені на машинах, які можуть автоматизувати режими роботи в заданих межах, здійснювати автоматичний контроль за показниками якості, передаючи їх на пульт оператора в кабіні трактора.

### **3.2. Найвагомші показники якості при виробництві провідних польових культур**

Для виробництва кожної культури необхідне проведення десятків технологічних операцій з відповідними десятками машинно-тракторних агрегатів та декількома типами самохідної техніки. Наприклад, тільки для виробництва зернових колосових культур необхідно виконати до 30 технологічних операцій. При цьому застосовують багаточисельні типи техніки з різними варіантами робочих органів в залежності від ґрунтово-кліматичних та погодних умов, стану рослин. Для підготовки ґрунту, приміром, в Україні використовують понад 100 наборів комбінацій робочих органів. А по кожній операції, машині необхідно визначити кілька показників якості.

В результаті вибору культур для розробки рекомендацій по якості механізованих операцій обмежилися в першу чергу групою так званих польових культур, які вирощуються в польових сівозмінах і займають в Україні переважну кількість площ – понад 22 млн. га, що становить біля 80 % від всіх посівних площ. Серед польових

культур вибрани ті, які складають найбільшу частину, як за площею, так і за валовою рослинною продукцією та являються найбільш значимі за господарською ефективністю.

Таким чином було вибрано для розробки рекомендацій п'ять провідних польових культур – озима пшениця, цукрові буряки, кукурудза на зерно, соняшник. Ці культури можуть представляти чотири групи культурних рослин. Озима пшениця за технологією і технікою є представником групи зернових колосових, як озимих так і ярових, що вирощуються на площі біля 10 млн. га, або більше як на 40 % площ від всіх польових культур.

Кукурудза, крім на зерно, вирощується для силосу і зеленого корму – всього на площі до 6 млн. га., або займає більше чверті від всіх культур, що складають польові сівозміни.

Цукрові буряки і соняшники являються представниками технічних культур і займають відносно 2,9 і 1,0 млн. га, що в цілому становить 18 % площ під польовими культурами.

Отже вибрані польові культури можуть представляти майже 95 % площ в польових сівозмінах і являються провідними в більшості господарств.

Виходячи із закономірності рослинних (фітотехнологічних) систем, відповідно до якої для всіх рослин характерними є п'ять обов'язкових технологічних процесів (підготовка ґрунту, внесення добрив, сівба, догляд і збирання врожаю) – по кожному процесу були вибрані для розробки рекомендацій головні технологічні операції, основні типи машин і знарядь та найвагоміші показники якості.

Головними технологічними операціями є ті, які найсуттєвіше впливають на врожайність – це внесення добрив і глибокий обробіток, сівба, боронування озимих, формування густоти цукрових, міжрядний обробіток просапних культур (кукурудзи, соняшнику, буряків, збирання врожаю (зрізування і обмолот, викопування). Відповідно були вибрані і основні типи знарядь, машин: розкидачі міндобрив, плуги, сівалки, борони, культиватори, проріджувачі, комбайни зернові, кукурудзо- і корнезбиральні машини.

Є показники якості роботи сільгоспмашин які закладені в конструкції. І ці конструктивні показники оператор, механізатор повинен враховувати, але змінити їх він не в змозі. А є ряд показників які залежать від ґрунтово-погодних умов, від строків виконання робіт, і їх вибір, оптимальний для роботи машин і для росту рослин, залежить від майстерності, досвіду спеціаліста. Є також показники, на які можна впливати, змінюючи режими роботи машин

відповідними технологічними регулюваннями. Для розробки рекомендацій були вибрані типи машин і знарядь, показники якості їх роботи, на які може впливати оператор в полі. Це перш за все, розкидачі мінеральних добрив, до яких ставлять більш високі вимоги щодо рівномірності розкидання в порівнянні з розкидачами органіки і ця рівномірність залежить і від дій оператора. Далі – плуги, якими в основному проводиться глибокий обробіток ґрунту, глибину ходу якого можна регулювати.

При розробці рекомендацій щодо роботи посівних і садильних машин враховано такий показник, як глибина загортання насіння. Цей показник суттєво впливає на врожайність і він залежить від вибору спеціалістом чи фермером відповідного регулювання сівалки.

При догляді за рослинами найчастіше застосовують зчіпки борін для післяпосівного боронування, зокрема для ранневесняного боронування озимих, а також культиватори для міжрядного обробітку просапних культур – кукурудзи, соняшнику, буряків. Крім того, для формування густоти буряків застосовують як культиватори, так і спеціальні проріджувачі. Найважливіше при догляді сформувати і зберегти оптимальну густоту рослин.

На якість збирання врожаю найбільше впливають: по пшениці при прямому комбайнуванні – висота зрізування стебел (стерні); по кукурудзі на зерно, по соняшнику – швидкість руху відповідно кукуруддозбирального комбайну, зернового комбайну з приставкою для збирання насіння та картоплезбирального комбайну; по цукрових буряках – глибина ходу копачів корнезбиральної машини.

**3.2.1. Якість механізованих операцій внесення добрив.** До показників якості внесення добрив, перш за все, відносять повноту внесення. Цей показник показує, наскільки повно забезпечується дане поле добривами у відношенні до необхідної кількості, розрахованої при прогнозованій врожайності даної культури. Величина повноти внесення визначається в долях одиниці, якщо за одиницю прийняти повну необхідну дозу внесення. Цей показник залежить, в першу чергу, від наявності добрив в господарстві і від можливостей техніки забезпечити необхідну норму внесення.

Так, наприклад, якщо необхідно внести сумарно мінеральних добрив 300 кг/га, а маємо тільки по 210 кг/га. Отже, повнота внесення  $210/300$  дорівнює 0,70, тобто вже на початку основної підготовки ґрунту можна визначити коефіцієнт реалізації біопотенціалу даної культури, який в даному випадку буде дорівнювати 0,70.

Рівномірність внесення добрив по поверхні поля визначають за коефіцієнтом варіації. Чим вищий коефіцієнт варіації, тим гірша рівномірність внесення добрив, тим нижча буде врожайність. Крім рівномірності внесення, враховують фактичну норму. Відношення фактичної норми внесення до заданої буде складати показник забезпеченості заданої норми.

Головні вимоги до сучасних машин по внесенню добрив – це, перше, забезпечення повної і встановленої норми, допускаючи відхилення від встановленої до 10 %. Коефіцієнт варіації по рівномірності повинен бути для мінеральних добрив не більше 10...15 %, для органічних добрив до 20...25 %.

Рівномірність розкидання мінеральних добрив особливо має велике значення для зернових колосових культур при вузькорядних посівах, які при різній забезпеченості рослин поживними речовинами розвиваються нерівномірно не забезпечують оптимум умов для всіх рослин. Нерівномірність добрив в ґрунті пригнічує ті рослини, що ростуть за умов дефіциту хімічних елементів. В результаті нерівномірність розкидання до рівня величини коефіцієнту варіації у 80...100 %, може привести до 20...30 % втрат від можливого врожаю, наприклад, озимої пшениці, коефіцієнт реалізації біологічного потенціалу (КРБП) якої може знизитися до рівня 0,80...0,70.

Нерівномірність внесення добрив може привести до нерівномірності росту рослин, а це впливає і на якість робіт по догляду і на якість продукції, на якість збирання врожаю.

Нерівномірне внесення добрив по полю органічних може також вплинути на якість роботи послідувочої техніки: до неповного їх загортання при оранці; до забивання робочих органів сівалок, борін, культиваторів.

**3.2.2. Якість обробітку ґрунту орними агрегатами.** При обробітку ґрунту параметри технологічних умов роботи ґрунтообробних машин пов'язані в основному з технологічними властивостями ґрунту і погодними умовами, які варіюють в досить широких діапазонах, часто змінюються на протязі дня, протягом сезону робіт і кожного року неповторні.

Незважаючи на існування багаточисельних способів і засобів обробітку ґрунту, основним із них лишаються оранка і плуг. Перед оранкою обов'язково необхідно визначити глибину орного шару, яка обмежує максимально можливу глибину. Якщо ж гумусний шар

глибший від необхідної глибини оранки, то оранку з перевертанням пласта проводять на всю необхідну глибину.

На якість оранки впливають технологічні властивості ґрунту, зокрема в першу чергу, його вологість, механічний структурний склад, щільність, твердість, липкість. В залежності від величин цих показників визначають оптимальні строки. Із показників якості оранки найвагомійший – це глибина, яка найбільш суттєво впливає на реалізацію біопотенціалу сільгоспкультур. Розглянемо величини цього впливу спочатку на прикладі оранки під озиму пшеницю.

При достатній кількості вологи найвищий врожай озимої пшениці при глибині оранки 24...30 см, а найбільш різке падіння КРБП спостерігається при глибині менше 16 см. Таким чином при недостатній вологості ґрунту недоцільно орати під пшеницю глибше 16 см, а при достатній вологості можна обмежитися глибиною до 20 см. Втрати зерна від недотримання глибини можуть сягати, до 20...40 % (рівень КРБП 0,80...0,60). А відхилення від середньої глибини, навіть на 1...2 см, особливо небажане при недостатній вологості.

При виробництві кукурудзи на зерно оптимальна величина глибини оранки знаходиться в межах не менше 30 см. Зменшення глибини до 20...25 см веде до зниження врожайності на 20...25 % (КРБП 0,75...0,80).

По соняшнику глибина оранки суттєво не впливає на врожайність. Тільки при обробку на глибину до 7 см спостерігається, як видно, зниження КРБП до рівня 0,90.

Найбільш чутливі до глибини оранки цукрові буряки. Так зменшення глибини оранки під буряки з 30 см до 20...16 см може привести до втрати біопотенціалу цієї культури до 0,30 ч. од., тобто на 30 %. По картоплі повна реалізація біопотенціалу досягається при глибині оранки 30...35 см, зменшення глибини до 20 см може знизити КРБП до 0,80...0,90.

**3.2.3. Якість механізованого посіву та садіння.** Основні показники якості роботи сівалки – це забезпечення необхідної норми висіву насіння і глибина посіву. Особливу увагу слід звертати на глибину загортання насіння. Оптимальна глибина визначається культурою, яку висівають. Але для заробки насіння у вологий ґрунт часто збільшують глибину сіви. При цьому потрібно знати, що збільшення глибини веде до зниження польової схожості, що впливає на кінцевий результат – на врожайність і, відповідно, на КРБП. При

високій вологості ґрунту оптимальна глибини заробки насіння пшениці у ґрунт дорівнює 3 см, підвищення глибини до 8 см за експериментальними даними може привести до 10 % втрат врожаю (КРБП = 0,90). При достатній вологості величина оптимальної глибини сягає до 8...12 см, а зниження глибини до 5 см знижує КРБП до 0,90. З глибини 18 см насіння пшениці не дає сходів, таким чином, озима пшениця може бути загорнута при роботі сівалок до 12 см, подальше заглиблення веде до різкого зниження врожайності. Можна вважати, що при глибині загортання насіння 5...8 см відхилення від середньої на 1...2 см немає суттєвого значення. А при меншій, або більшій глибині, відповідне відхилення від середньої в бік зменшення глибини чи в бік її зменшення може суттєво відбиватися на кінцевому результаті виробництва, тобто на врожайності. У всякому разі при збільшенні глибини загортання насіння необхідно врахувати зменшення польової схожості, що веде до необхідності збільшення норми висіву, витрат насінневого матеріалу, до зменшення продуктивності окремих рослин.

Глибина загортання насіння кукурудзи має різкі оптимальні величини в залежності від ступеня зволоження ґрунту. При достатньому зволоженні оптимальна глибини для кукурудзи 5...7 см, при помірному зволоженні – 7...9 см, а в посушливих умовах – 9...11 см. Вплив глибини сівби на КРБП кукурудзи на зерно: при відхиленні від оптимальної в бік зменшення (мілке загортання) маємо різке зниження врожайності, при збільшенні глибини загортання зниження врожайності йде поступово. Таким чином при сівбі кукурудзи краще мати більш глибоке загортання насіння до 14...16 см, що гарантує високий врожай, хоч дещо і нижчий від потенціальних можливостей.

По глибині загортання насіння соняшнику оптимум знаходиться теж в залежності від зволоження ґрунту: при достатньому 5...6 см, при сівбі сухий ґрунт 9...11 см. Як збільшення, так і зменшення глибини веде до різкого зниження КРБП до 0,20 і більше.

Дуже високі вимоги до глибини загортання насіння у цукрових буряків – вони вимагають високої точності за глибиною сівби, тому що оптимум знаходиться у вузьких межах 3...5 см. І збільшення і зменшення глибини на 1...2 см веде до різкого зниження КРБП. Збільшення глибини до 7...9 см зменшує врожайність на 0,40...0,50, а з глибини 10 см насіння взагалі може не дати сходів.

Отже при сівбі найвужчий оптимальний діапазон по глибині загортання належить цукровим бурякам (3...5см), далі соняшнику 5...11 см, а найширший у озимій пшениці від 3...16 см.

3.2.4. Якість механізованих робіт по догляду за рослинами. Вибір і застосування технологічних операцій і відповідної техніки по догляду залежить, в першу чергу, від самої сільськогосподарської культури, фаз її росту і розвитку, від ґрунтово-кліматичних і погодних умов, від стану ґрунту, а також від флористичної, фітопатологічної та ентомологічної ситуації, тобто від наявності бур'янів, хвороб, шкідників.

Одна із важливих технологічних операцій, особливо при вирощуванні просапних культур, це формування оптимальної густоти рослин. Передумови для цієї операції створюються при сівбі. Якщо в результаті більш-менш точної прогнозованої польової схожості насіння і в результаті встановленої норми висіву отримано необхідну кількість рослин на одиниці площі, то таку сівбу називають сівбою на кінцеву густоту, тому що при цьому немає необхідності в проведенні спеціальних операцій по формуванню густоти. Коли прогноз польової схожості був завищеним, а фактично отримали сходів менше необхідних, то в такому випадку теж немає потреби проводити формування густоти, але при цьому будуть втрати врожаю із-за недобору густоти до оптимальної величини. І коли в результаті завищеної норми висіву отримують сходів більше, ніж потрібно для забезпечення оптимальної густоти, то обов'язково проводиться проріджування рослин, тобто зменшення їх кількості до необхідної, з відповідним рівномірним розміщенням по площі.

При застосуванні борони до появи сходів обов'язково необхідно перевірити глибину загортання. І глибина боронування повинна бути меншою за глибину розташування насіння і проростків.

Але треба завжди пам'ятати, що боронування з метою формування густоти рослин спосіб досить не досконалий і часто може приводити до зрідження рослин, до розтягування проростків і рослин поперек рядків, що особливо шкідливо при широкорядній сівбі просапних культур, тому що потім при міжрядному обробітку частина рослин поза рядком знищується. Тому для формування густоти, особливо просапних культур краще застосовувати спеціальні вздовжрядні проріджувачі, які налаштовують в залежності від вихідної густоти рослин. Майже на всіх операціях по догляду необхідне визначення кількості рослин до і після проходу агрегату.



Оптимальна густина для пшениць залежності від зон зволоження знаходиться в межах 5...7 млн/га. Відхилення в бік зменшення густоти до 3 млн/га може привести до зниження КРБП до 0,80. А подальше зменшення приведе до різкого зниження врожайності. В той же час загушення, як можна передбачати гіпотетично, не так пагубне, як зрідження рослин озимої пшениці. Але при загущенні необхідна достатня кількість вологи. Тому в зонах достатнього зволоження можна допускати густоту 8 мн/га, а при недостатчі вологи краще мати нижню межу оптимальності 4...5 млн/га, в засушливих районах до 3,5 млн/га.

Густина рослин, необхідна для повної реалізації біопотенціалу кукурудзи, залежить від ступеня зволоження і її оптимальний рівень при недостатньому зволоженні знаходиться в межах від 20...30 тис/га, а при достатньому зволоженні – 45...60 тис/га. Діапазон навіть в межах однієї зони досить широкий, тобто краще мати загушену кукурудзу, ніж зріджену, що гарантує меншу врігідність зниження КРБП.

При догляді за рослинами соняшнику також необхідно зберегти оптимальну густоту в залежності від зон зволоження. Так при достатній кількості опадів (500...600 мм/рік) оптимальна густина знаходиться в межах 30...45 тис. рослин на 1 га, при недостатній кількості (350...450 мм) – 20...30 тис/га, а в посушливій зоні (300...350 мм) – 15...20 тис/га. Загушення менш суттєво знижує врожай в порівнянні із зрідженням рослин.

У цукрових буряків по густоті стояння рослин досить вузький діапазон оптимальних меж і в середньому знаходиться в межах 100...130 тис/га, коливаючись по зонах: достатнього зволоження (більше 500 мм/рік) 80...100 тис/га, нестійкого (549...480 мм) 70...80 тис/га, недостатнього (479...430мм) 60...80тис/га.

**3.2.5. Якість механізованого збирання врожаю.** Збирання врожаю – завершальна операція в технологічному процесі виробництва сільськогосподарської культури. Серед технологічних умов збирання важливим показником майже для всіх груп сільгоспкультур являється біологічна врожайність. Відношення біологічної врожайності до біопотенціалу культури, визначене в долях одиниці, буде складати коефіцієнт реалізації біопотенціалу при вирощуванні культури. Технологічні умови збирання врожаю складаються в результаті дотримання технології вирощування та під дією природних факторів. Значне полягання рослин, вимивання їх

з ґрунту, осипання зерна, які бувають в результаті дій вітру, зливи, посухи – ці явища стихійні і відбуваються порівняно не часто.

Тому прогнозування їх вірогідності досить проблематично, а отже не завжди передбачено в конструкції робочих органів збиральної техніки, в їх регульовальних параметрах. В той же час порушення технології вирощування, що впливають на якість збирання, які більш-менш відомі, прогнозовані, в деякій мірі передбачені конструкцією збиральних машин і відповідними регулюваннями.

При збиранні врожаю насіння соняшнику визначають втрати в зрізаних і не зрізаних кошиках, вільним насінням на ґрунті, втрати від недомолоту і не витрушування молотаркою. Повноту збору зерна кукурудзи визначають за кількістю зібраного зерна в качанах і в зерні відносно біологічної врожайності качанів і зерна, для чого визначають на облікових ділянках втрати в качанах, вільного зерна на ґрунті та між стеблами. Втрати коренеплодів визначають на поверхні поля і в ґрунті.

Аналіз даних з факторів впливу на якість збирання врожаю пшениці показав, що на втрати при роботі комбайнів впливає в основному висота зрізування стебел, при умові, звичайно, відрегульованих всіх елементів молотьби і очистки. Як зменшення, так і збільшення висоти зрізування (стерні) знижує повноту збирання на 3...5 %. Оптимальна висота зрізування знаходиться в досить широких межах 25...40 см.

На якість роботи кукурудзозбирального комбайну найбільше впливає швидкість руху, яка може збільшити втрати від 3...5 до 10 % при збільшенні швидкості з 5 до 9 км/год. Тому при збиранні кукурудзи на зерно слід дотримуватися швидкості до 5...6 км/год.

При збиранні насіння соняшнику зернозбиральним комбайном з відповідною приставкою, збільшення швидкості тільки частково впливає на повноту збирання. Із збільшенням швидкості з 3 до 7 км/год втрати насіння складають всього кілька відсотків. Тому можна рекомендувати на збиранні врожаю соняшника швидкість руху комбайна з приставкою до 7 км/год.

При збиранні врожаю коренеплодів цукрових буряків найсуттєвіше впливає на повноту викопування коренеплодів глибина ходу копачів. Зменшення цієї глибини з 10 см до 5...6 може привести до зниження КРБП до 0,78.

Таким чином, на відміну від попередніх технологічних операцій, при збиранні врожаю в основному не спостерігаються значні величини втрат, які б суттєво вплинули на повноту збирання, на

зменшення коефіцієнту реалізації біопотенціалу, за виключенням цукрових буряків, де втрати можуть сягати більш, ніж 20 %. Значні втрати при збиранні врожаю, особливо зернових і соняшнику спостерігаються при виконанні цієї операції поза оптимальними строками.

## **ВИСНОВКИ**

1. Аналіз факторів, які впливають на результативність рослинництва, дають можливість виділити основні групи факторів забезпечення високої врожайності і їх складову в реалізації біопотенціалу сільгоспкультури:

– сортові властивості культури, її потенціал за врожайністю, за стійкістю до шкідників і хвороб, до несприятливих кліматичних, погодних умов, які складають 0,4 коефіцієнта реалізації потенціалу сільськогосподарської культури;

– добрива, як органічні, так і мінеральні, їх оптимальне співвідношення за поживними речовинами складають 0,2 КРБП;

– якість механізованих технологічних операцій, яка складає 0,3 КРБП;

– випадкові фактори, які впливають на 4 коефіцієнта реалізації біологічного потенціалу сільськогосподарської культури в межах 0,1.

2. Врожайність сільськогосподарських культур не є об'єктивним показником оцінки якості виконання механізованих технологічних операцій в рослинництві, т. я., виходячи з попереднього висновку, на неї впливає ще три групи факторів. Запропоновано показник «коефіцієнта реалізації біологічного потенціалу сільськогосподарської культури» (КРБП), який відображає вплив окремо кожного фактора (у тому числі і якість виконання механізованих технологічних операцій) на врожайність сільськогосподарських культур.

3. Обґрунтовано застосування коефіцієнту реалізації біопотенціалу сільгоспкультур як інтегрованого показника якості механізованих робіт в рослинництві і визначені найвагоміші показники якості при роботі сільськогосподарських агрегатів на виробництві провідних культур, визначена ступінь їх впливу на реалізацію біопотенціалу.

## **АНОТАЦІЯ**

Урожай сільгоспкультури залежить від родючості ґрунту, фотосинтетичного потенціалу рослин, метеорологічних умов, діяльності людини та терміну вегетаційного періоду. Одним з засобів

впливу людини на формування урожаю є відповідне виконання технологічних операцій згідно до потреб сільгоспкультури та властивостей ґрунту. Звичайно вплив механізованих операцій при вирощуванні сільськогосподарських культур визначають по отриманій врожайності, що є необ'єктивним показником. Це пов'язано з тим, що основними складовими врожаю є сортові властивості насіннєвого матеріалу культури, органічні і мінеральні добрива і якість виконання технологічних операцій. Запропонований коефіцієнт реалізації біологічного потенціалу сільськогосподарських культур дозволяє виділити безпосередньо роль якості виконання робіт у формуванні врожаю як окремої технологічної операції, так і механізованої технології в цілому. Визначені фактори впливу на якість виконання механізованих операцій і наведено методику розрахунку запропонованого коефіцієнта. Надано рекомендації з оцінки якості виконання по основних механізованих операціях для реалізації біопотенціалу польових культур.

### Література

1. Орловский Н. И. Основы биологии сахарной свеклы. Киев : Госиздат с.-х. литературы, 1961. 323 с.
2. Штиканс Ю. А. Потенциал урожайности полей. *Наука и техника*. 1986. № 11. С. 14–15.
3. Ковтун Ю. И. Инженерная агрономия. Киев: Урожай, 1988. 152 с.
4. Маковецкий О. А. Проблема переоснащения сельского хозяйства Украины новітньою технікою. *Техніка АПК. Науково-технічний журнал*. 1998. № 3. С. 9–11.
5. Корниенко А. В., Парфенов А.М. Максимально использовать почвенный и биоклиматический потенциал. *Сахарная свекла*. 2001. № 9. С. 5–7.
6. Марчук І. Залежність продуктивності сільгоспкультур від різних факторів. *Пропозиція*. 2002. № 3. С. 62–63.
7. Веселовський І. В. та ін. Основи агрономії /І.В.Веселовський, В.П.Гудзь, В.М.Каліберда. 3-є вид. перероб. і допов. Київ : Урожай, 1991. 232 с.
8. Харченко О. В. Основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур. Суми: Університетська книга, 1999. 244 с.
9. Сторчак Н. Позакореневе підживлення рослин вуглемонійними солями. *Пропозиція*. 2002. № 4. С. 78–79.

10. Каюмов М. К. Программирование урожаяев. Москва: Моск. рабочий, 1986. 182 с.
11. Харченко О. В. Основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур. – Суми : Університетська книга, 1999. 244 с.
12. Довідник по визначенню якості польових робіт. / за ред. В. Ф. Сайко. – Київ : Урожай, 1987. 120 с.
13. Саакян Д. Н. Контроль качества механизированных работ в полеводстве. – Москва : Колос, 1973. 276 с.
14. Правила производства механизированных работ под пропашные культуры. (Пособие для бригадиров и звеньевых). Изд. 2-е перераб. и допов. Москва : Россельхозиздат, 1986. 303 с.
15. Саакян Д. Н. Система показателей комплексной оценки мобильных машин. Москва : Агропромиздат, 1988. 267 с.

**Information about the author:**

**Pastukhov Valerii Ivanovych,**

Doctor of Technical Sciences, Professor,

Head of the Department of Agricultural Machinery

State Biotechnology University

44, Alchevskih ave., Kyiv, 61002, Ukraine