УДК 631.55:004.43: 631.155.3

ПРОГРАМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ, ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ І ВТРАТ

Кіндер М.В., к.т.н., Слинько О.П., к.т.н.
Полтавська державна аграрна академія

З метою піднесення рівня і ефективності виробництва продукції рослинництва з позиції системного підходу в статті розглянуті питання розробки комплексної методики програмування урожайності, показників якості технологічних операцій і втрат

Постановка проблеми та аналіз основних публікацій. Продовольча проблема в Україні за тривалий час державотворення перейшла з економічної в ранг соціальної. Наявність на території нашої держави найкращих чорноземів в світі, не підтверджена отриманням найвищих урожаїв. Полтавщина з року в рік має середню урожайність цукрових буряків менше 20 т/га, озимої пшениці близько 3,0 т/га, в той час як потенціал урожайності с-г культур в декілька разів вищий [1].

Причин такого стану аграрної галузі багато, а загальна проблема одна – *низький рівень наукового забезпечення виробництва* (НЗВ). І її похідна – проблема організації та управління, що здійснюється керівниками і спеціалістами з професійною освітою. НЗВ в рослинництві – це отримання програмованої чи планової урожайності с-г культур шляхом застосування високого рівня агротехніки, технологій вирощування і операцій, дотримання правил виконання механізованих робіт. Тому, виконання технологічних процесів потребує *організаційно-управлінського забезпечення* (ОУЗ) виробництва. Отже, в зазначених вище двох забезпеченнях, перше – *наукове*, друге – *управлінське*, що являє собою основну проблему галузі. Її характеризує *показник ефективності управління* $К_{е.у}$ як відношення фактичного рівня виробництва Ф (урожайність, валовий збір чи валова продукція) до потенційно можливого П.

$$К_{е.у} = Ф : П. \quad (1)$$

Наприклад, $К_{е.у}$ = 19,2 : 32,0=0,6 означає, що фактична урожайність цукрових буряків склала лише 60% від потенційно можливого рівня. Недобір вирощеної продукції – 12,8 т/га. Це яскраве свідчення того, що основна причина недобору врожаю – організаційно-управлінське забезпечення, наслідком якого може бути порушення технології, термінів і якості виконання робіт, не належна підготовка МТА та інші порушення технічної та виробничої експлуатації машин.

Виходячи з означеного, варто ставити і вирішувати наступнй комплекс задач:

1). В кожному господарстві і по кожній культурі слід визначати

потенційну можливість отримання максимального врожаю шляхом програмування;

2). Визначити потенційні перешкоди, недоліки і умови, які можуть призвести до зниження потенціалу урожайності. Відповідно з цим, виконати програмування кількісних показників недобору (фактичних втрат) урожайності на всіх етапах вирощування і збирання с-г культур;

3). Розробити додаткові заходи по усуненню, чи зменшенню негативного впливу потенційних загроз і можливих втрат і цим самим підвищити рівень очікуваної урожайності.

4). Удосконалити технологію і забезпесити належну організацію технічного сервісу машин та обладнання.

І все це слід робити *завчасно* – на етапі проектування і планування польових робіт, коли є можливість забезпечити їх високу якість.

Мета і завдання досліджень. На основі системного підходу розробити комплексну методику програмування урожайності, показників якості технологічних операцій і втрат продукції рослинництва.

Результати досліджень. В загальному мета, як цільова функція виробництва, має вигляд:

$$U_0 = U_{прг} - U_в, \text{ при } U_в \to \min, \qquad (2)$$

де: $U_0, U_{прг}, U_в$ – очікувана, програмована і втрачена урожайність відповідно.

При такому формулюванні мети чітко прослідковується *системний підхід* до вирішення поставлених задач. До цього часу існували окремо поняття – програмування, планування урожайності без врахування реальних умов і можливостей, проміжних і кінцевих результатів виробництва. Не визначали і не оцінювали можливих перешкод і недоліків, не виявляли зв'язки і залежності між цими показниками і, як наслідок, «не виходили» на кількісні показники можливих втрат.

Саме тому при застосуванні системного підходу за рахунок налагодження *зв'язків* між складовими *системи* програмування виробничих можливостей, недоліків і втрат проявляється *цілісність* і властивий їй *ефект емерджентності* – наявність у системи властивостей, відсутніх у її складових. Тобто, при певній єдності, цілісності, системності її властивість, якість стає *вищою*, від окремих і навіть суми складових. Іншими словами, комплексне вирішення зазначених вище задач сприяє підвищенню якості виконання технологічних процесів і отримання високих показників виробництва продукції рослинництва.

Розглянемо методи вирішення поставлених задач. *Програмування* – це визначення максимально можливого потенціалу урожайності $U_{прг}$ в залежності від природної родючості ґрунту $U_г$ і прибавки від органічних – ΔU_0 та мінеральних – $\Delta U_м$ добрив:

$$U_{прг} = U_г + \Delta U_0 + \Delta U_м, \text{ т/га}; \qquad (3)$$

$$U_г = Б \cdot Ц, \text{ т/га;} \quad (4)$$

$$\Delta U_{о,м} = \sum^{о,м} К \cdot Q + \sum^{о,м} К_п \cdot Q_п \cdot \alpha, \text{ т/га;} \quad (5)$$

де: *Б* – родючість (бонітет) ґрунту, балів;
Ц – окупність (ціна) 1 балу родючості, т/га;
К, Q – кількість і окупність добрив, відповідно т і т/га;
$К_п$, $Q_п$ – кількість і окупність добрив, внесених під попередник, відповідно т і т/га;
α – коефіцієнт використання добрив, внесених під попередник.

Значення ΔU залежить від дози і виду внесених добрив та с-г культури (див табл.1). Наприклад, задаючись умовами і даними табл.1, програмована урожайність озимої пшениці складе:

$$U_{прг} = 70 \cdot 0,5 + 20 \cdot 0,2 + 1,5 \cdot 3,9 + 1,0 \cdot 3,9 \cdot 0,2 = 4,5 \text{ т/га.}$$

При плануванні урожайності U її рівнем задаються і користуючись формулами 1, 2, 3, визначають необхідну для цього кількість добрив [2].

$$К_м = \frac{U - Б \cdot Ц - К_0 \cdot Q_0 - К_{0П} \cdot Q_{0П} \cdot \alpha_1 - К_{МП} \cdot Q_{МП} \cdot \alpha_2}{Q_М}, \text{ ц.д.р./га} \quad (6)$$

Для отримання планової урожайності озимої пшениці в 5т/га, потреба мінеральних добрив складе:

$$К_м = \frac{50 - 70 \cdot 0,5 - 20 \cdot 0,5 - 1 \cdot 3,9 \cdot 0,2}{3,9} = 2,71 \text{ ц.д.р./га}$$

Разом з тим, на урожайність впливає ряд інших факторів, серед яких рівень $Т_р$ і дотримання $Т_д$ технологій, своєчасність $К_{св}$ і якість $К_я$ виконання робіт, тобто:

$$U = f(T_р, T_д, К_{св}, К_я). \quad (7)$$

Таблиця 1 − Показники родючості ґрунту і окупності добрив.

Культура	Ц, кг/га·1 бал	$Q_о$, ц/т	$Q_м$,т/ц.д.р.
Оз. пшениця	0,5	0,25	0,39
Ячмінь	0,35	-	0,43
Гречка	0,3	-	0,25
Просо	0,3	-	0,40
Кукурудза	0,6	0,21	0,49
Соняшник	0,25	-	0,20
Ц. буряк	3,5	1,7	3,06

Вплив цих факторів *вирішальний*, але не має *кількісного* виразу і програмуванням *не враховується*. Тому, значення $U_{прг}$ – не більше, як *теоретична можливість*, визначена для ідеальних умов, до якої треба

прагнути. Фактичний рівень урожайності $U_ф$, як правило, нижчий, тобто,

$$U_ф < U_{прг}.$$

Якщо, наприклад, для цукрових буряків $U_{прг}$=32,0 т/га, а $U_ф$=19,2 т/га, то чим пояснюється недобір урожаю більше ніж 10 тон? А головне, як досягти, чи хоча б наблизитись до програмованого рівня? Як варіант – використання резервів, усунення недоліків і запобігання *втрат*, можливе шляхом завчасного усунення *недоліків* на стадії проектування і планування робіт, коли показник урожайності має ще не фактичне, а *очікуване* значення.

Саме це є суттєвим доповненням, уточненням, складовою $U_{прг}$. Таке прогнозування переводить урожайність з потенційно можливого на реально очікуваний рівень.

Недобір урожайності спричиняють *потенційні загрози* виробництва, що виникають від умов невизначеності, випадковості і характеризуються обмеженнями, перешкодами, недоліками і ризиками, а вони, в свою чергу, є наслідком складності виробничих процесів від чисельного впливу факторів [1].

З позиції *теорії управління* загрози бувають *керовані* – це ті, які органом управління можуть бути завчасно попереджені, усунені і *збурені*, тобто, *не керовані*. До них відносяться погодні, кліматичні, біологічні та інші природні, а також частина економічних і соціальних факторів. Їх неможливо усунути, а тому слід виявляти, враховувати і пристосовуватись, *адаптуватись* до їх впливу(наприклад, дощ, температура середовища, обмежені фінансові, технічні можливості, тощо). З усіх можливих перешкод в подальшому ми розглянемо вплив на урожайність лише технологічних факторів (7), зокрема, лише $K_{св}$ і $K_я$.

Існують методи визначення кількісних показників $K_{св}$ і $K_я$ виконання польових робіт [3]. Вони суттєво впливають на кінцеві результати виробництва с-г культур, тобто на урожайність.

Коефіцієнт своєчасності можна виразити через обсяг Ω і тривалість D робіт в межах нормативів (індекс H) і поза його межами (індекс Δ):

$$K_{св} = \frac{\Omega_н D_н}{\Omega_н \cdot D_н + \Delta\Omega \cdot \Delta D}. \qquad (8)$$

Після перетворень отримаємо:

$$K_{св} = \frac{1}{1 + \frac{\Delta\Omega}{\Omega_н} \cdot \frac{\Delta D}{D_н}}, \qquad (9)$$

$$\Delta\Omega = \Omega - \Omega_н,\ \Delta D = D_ф - D_н;$$

де: Ω – загальний обсяг робіт, га;

$D_ф$ – фактичний термін виконання робіт, днів.

Своєчасність робіт повністю забезпечена при $K_{св}$=1, коли $\Delta\Omega$ і ΔD = 0. В інших випадках $K_{св} < 1$.

Приклад 1. Коефіцієнт своєчасності лущення стерні для заданих умов і $\Delta\Omega = 20$га, а $\Delta D = 0{,}3$ дні, складе:

$$K_{св} = \frac{1}{1 + \frac{20}{250} \cdot \frac{0{,}3}{5}} = 0{,}95,$$

і характеризує високий рівень своєчасності.

Загальний коефіцієнт якості виконання робіт

$$K_я = \sum_1^n \lambda \cdot P, \tag{10}$$

де: λ – вагомість показників якості [3, табл. 2,3];

P – ймовірність дотримання нормативних показників якості;

n – кількість показників якості.

Значення імовірності Р визначити складно, тому його можна наближено виразити в долях можливого забезпечення факторів впливу з допомогою *карти якості* виконання технологічних операцій (табл. 2).

Приклад 2. Коефіцієнт якості лущення стерні з показниками стабільності глибини ($\lambda_1 = 0{,}3$), підрізанням бур'янів ($\lambda_2 = 0{,}4$) і заробки рослинних решток ($\lambda_3 = 0{,}3$) складе:

$$K_я = \lambda_1 \cdot P_1 + \lambda_2 \cdot P_2 + \lambda_3 \cdot P_3, \tag{11}$$

$$K_я = 0{,}3 \cdot 0{,}9 + 0{,}4 \cdot 0{,}95 + 0{,}3 \cdot 0{,}95 = 0{,}94.$$

Варто зазначити, що в зв'язку з особливістю математичного апарату, значення Р в будь-якому випадку не повинно бути меншим за 0,85.

Таблиця 2 − Карта якості виконання технологічних операцій

Операція	МТА	Показники якості	Фактори впливу	Способи покращення
Лущення	Т-150+ ЛДГ-15	Стабільність глибини (h)	Стан робочих органів Кут атаки секцій Установка h Стан ґрунту	Заточити диски Встановити оптимально Відрегулювати h Застосувати БДТ
		Кришення ґрунту	Кут атаки секцій Недостатня швидкість руху Недостатня кількість проходів	Встановити оптимально Збільшити V_p Збільшити кількість проходів
		Підрізання бур'янів	Недостатній кут атаки Стан робочих органів Стан ґрунту	Збільшити кут атаки Заточити диски Застосувати БДТ

Сівба	ДТ-75+ СЗ-10,8	Стаб. норми Стабільність h Пошкод. насіння	Встановлення норми: передаточне відношення; довжина котушки; не перевір. відповід. норми Спрацьовані висівні апарати Регулювання глибини Тиск штанги Якість перед посів. обробітку Швидкість руху агрегата Наявність і стан напрямників Установка клапана В А Спрацювання В А	Встановити і перевірити норму висіву Ремонт висівних апаратів Уточнити установку h Додаткове регулювання Зменшити $V_р$ Перевірити напрямники Відрегулювати зазори Ремонт висівних апаратів

Показники $К_{св}$ і $К_я$ визначаються лише для *основних* технологічних операцій, так як вплив допоміжних – в них *врахований*.

Загальному показнику втрат урожайності $К_в$ в певних межах належить добуток $K_в \in K_{св} \cdot K_в$. З певним допущенням цю залежність приймаємо за *рівність*. Тоді показник втрат урожайності на основній технологічній операції:

$$K_{вi} = K_{св} \cdot K_я \tag{12}$$

Для лущення $K_{вл} = 0{,}95 \cdot 0{,}94 = 0{,}89$.

Це означає, що за визначених умов своєчасності і якості процесу лущення втрати урожаю пшениці лише на цій операції можуть сягати 11%.

Сумарний показник втрат урожайності на всіх етапах вирощування і збирання с-г культур дорівнює добутку втрат на основних технологічних операціях:

$$K_в = K \prod_{1}^{n} K_{вi}, \tag{13}$$

де: n – кількість основних операцій;

K=1..2 – коефіцієнт пропорційності факторів якості і втрат (залежить від с-г культури, кількості операцій, зростає при збільшенні n);

$К_{вi}$ – показник втрат на і-й операції.

Таким чином, на основі показників $U_{прг}$, $K_{св}$ і $K_я$ визначається очікуваний рівень урожайності U_0 і величина втрат $К_в$ на всіх етапах вирощування і збирання кожної культури (табл. 3). Рівень втрат співставлений до програмування за умови внесення добрив (+NPK).

Таблиця 3 − Потенційна і втрачена урожайність основних с-г культур. (розрахункові дані)

Культура	Програмована +NPK -		Фактич.	Втрач. (до+)	Показники втрат		
					$К_{св}$	$К_я$	$К_в$
Оз. пшениця	39	26	31	8	0,9	0,87	0,79
Ячмінь	36	24	25	11	0,9	0,76	0,69
Гречка	27	17	18	9	0,9	0,73	0,66
Просо	25	16	17	8	0,85	0,8	0,68
Кукурудза н/з	70	46	56	14	0,9	0,88	0,8
Кукурудза н/с	300	230	240	60	1	0,8	0,8
Соняшник	28	21	22	6	0,95	0,82	0,78
Ц. буряки	390	266	290	100	0,9	0,8	0,74

Абсолютний показник втрат урожайності можна виразити:

$$U_в = U_{прг} - (U_{прг} \cdot K_в). \quad (14)$$

Для озимої пшениці $U_в$=3,9-(3,9 0,89)=0,8 т/га.

Відносні втрати:

$$\Delta U = (1 - K_в) \cdot 100, \ \%; \quad (15)$$

$$\Delta U = (1\text{-}0{,}89)\ 100 = 11\%.$$

Показник $К_в$ свідчить, що навіть незначні порушення агротехнічних умов на кожній операції призводять в результаті до значного недобору урожайності. Тому уже на стадії планування механізованих робіт на основі *ідентифікації* факторів впливу (табл. 2) можна передбачити і запобігти порушення і втрати урожаю.

Виходячи із запланованих площ посіву, програмованої, втраченої і очікуваної урожайності, можна визначити відповідні значення валового збору і валової продукції по кожній культурі і рослинництву в цілому

Наприклад, значення таких показників для озимої пшениці з площі 250 га і реалізаційній ціні 1000 грн/т склали (табл. 4).

Таблиця 4 − Показники виробництва озимої пшениці

Показники	Урожайність, т/га	Валовий збір, т	Валова продукція, млн. грн
Потенційні	4,5	1125	1,13
Втрачені	1,17	292,5	0,29
Очікувані	3,33	832,5	0,83

Здавалось би, *незначні втрати* від незначних порушень термінів і якості польових робіт множаться між собою, технологічними операціями, посівними площами, *складаються* по всіх культурах і в кінцевому результаті «виливаються» для господарства недобором, фактичною *втратою* десятків і сотень тисяч гривень валової продукції рослинництва.

Так, загальні *втрати* на вирощуванні озимої пшениці (див. табл. 4) можуть сягти майже 300 тис. грн., хоча могли обернутить аналогічною сумою *виручки* при мінімальних додаткових витратах, – за умови *дотримання правил* виконання механізованих робіт. При цьому без *диктатури технології*, як

верховенства, обов'язковості технологічного регламенту *не обійтись*. Ця диктатура випливає з необхідності суттєвого піднесення рівня наукового і ОУЗ, яке в складних задачах с-г виробництва в повній мірі здатний забезпечити системний підхід.

Висновки. 1. Резервом подальшого піднесення виробництва продукції рослинництва є комплексне програмування потенційних можливостей, недоліків і втрат на етапі проектування виробничих процесів.

2. Запровадження методики комплексного програмування урожайності, кількісних показників своєчасності і якості виконання польових робіт та пов'язаних з ними втрат урожаю сприяє підвищенню рівня і керованості виробництва.

3. Впровадження карти якості забезпечує ідентифікацію факторів впливу і управління якістю технологічних процесів у рослинництві.

4. Забезпечення ефективності виробництва сприяє методологія системного підходу при проектуванні і плануванні технології механізованих робіт.

Список використаних джерел

1. Кіндер М.В., Слинько О.П. Проблеми ефективності технологічних процесів у рослинництві // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка: Механізація сільськогосподарського виробництва – Харків: ХНТУСГ, 2007 – Випуск 67, Том2 – с.145-152.
2. Алімов Д.М., Шелестов Ю.В. Технологія виробництва продукції рослинництва: Підручник. – К.: Вища школа, 1995. – 271 с.
3. Машиновикористання в рослинництві / За ред. В. Ю. Ільченка та Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.

Аннотация

ПРОГРАММИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ, ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ И ПОТЕРЬ

Киндер Н.В., Слинько О.П.

С целью повышения уровня и эффективности производства продукции растениеводства с позиции системного подхода в статье рассмотрены вопросы разработки комплексной методики программирования урожайности, показателей качества технологических операций и потерь

Abstract

PROGRAMMING PRODUCTIVITY, QUALITY PROCESS OPERATIONS AND WASTE

N. Kinder, O. Slynko

In the article the question of development of complex programming techniques yield, quality and loss, from a position of systematic approach to increasing the level and efficiency of crop production