



Механізація, електрифікація

УДК 631.3
© 2010

*О.В. Сидорчук,
член-кореспондент УААН*

*Національний
науковий центр «Інститут
механізації та електрифікації
сільського господарства»*

МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕХАНІЗОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Розкрито методологічні особливості прогнозування ефективності новітніх механізованих технологічних процесів з урахуванням мінливості агрометеорологічних умов. Означено основні складові системи формування урожаю впродовж фенологічних фаз росту і розвитку рослин на основі адаптованих до агрометеорологічних умов механізованих дій на ґрунт та рослини. Викладено сутність наукових досліджень щодо з'ясування закономірностей росту та розвитку рослин за спланованими механізованими технологіями як основи статистичного імітаційного моделювання механізованих технологічних процесів та прогнозування їх ефективності.

Конкурентоспроможність сільськогосподарської продукції залежить від багатьох чинників і визначається її якістю та собівартістю. Виробництво такої продукції в Україні є основною передумовою розвитку аграрного сектора її економіки. Собівартість продукції визначається ефективністю виробництва, яку нині вітчизняні і зарубіжні вчені здебільшого називають ефективністю технологій. Об'єктивне прогнозування ефективності новітніх технологій, на наш погляд, поки що неможливе через відсутність відповідних науково-методичних засад, які б враховували всі основні її чинники. А тому вирішення проблеми виробництва конкурентоспроможної сільськогосподарської продукції стримується через відсутність методики об'єктивного прогнозування ефективності новітніх технологій (технологічних процесів).

Аналіз останніх публікацій та досліджень. Агрономічною наукою розроблені методики оцінювання впливу різних агротехнічних впливів на урожайність сільськогосподарських культур [6]. Однак методики прогнозування ефективності механізованих технологічних процесів (технологій) вирощування сільськогосподарських культур за нестабільних агрометеорологічних

умов та адаптованих до них впливів на ґрунт та рослини ще не розроблено.

Відомі методики оцінювання (прогнозування) економічної ефективності нової сільськогосподарської техніки базуються на порівнянні її економічних показників з відповідними показниками чинної (базової) техніки і не дають змоги визначати ефективність механізованих технологічних процесів (ТП), що виконуються цією технікою [1, 5].

Чинна методика [2] оцінювання енергетичної ефективності сільськогосподарської техніки та механізованих ТП подібна до методики оцінювання економічної ефективності і не враховує системної дії чинників цих процесів. Аналогічним недоліком характеризуються методики визначення економічної ефективності результатів впровадження науково-дослідних робіт [7].

Розроблені нами наукові принципи визначення (прогнозування) технологічної ефективності механізованих ТП лише в загальних рисах окреслюють напрям досліджень щодо вирішення цієї проблеми, однак саме дослідження ще перебуває на стадії ініціювання [3].

Мета роботи — окреслити методологічні засади визначення ефективності механізова-

них ТП виробництва сільськогосподарської продукції.

Наукова термінологія вживає поняття «ефективність технологій», але, на наш погляд, науково-практичне використання його є не зовсім коректним, адже термін «технологія» означає «сукупність методів обробки, виготовлення, зміни стану, властивостей, форми сировини, матеріалу чи напівфабрикату в процесі виробництва» [4]. У такому визначенні відсутня інформація про технічні засоби, які використовуються для реалізації будь-яких технологічних методів (способів). За таких умов визначати ефективність технологій не коректно. В іншому визначенні терміну «технологія» йдеться про науку як «способи впливу на сировину, матеріали або напівфабрикати відповідними засобами виробництва» [4]. Але в такому формулюванні йдеться не про ефективність практичних дій, а про науку. З огляду на це, вживатимемо такі терміни: «технологія» (у розумінні знань про способи впливу на предмет праці); «механізована технологія» (коли визначені робочі органи машин для здійснення кожного способу перетворення предмета праці); механізований «технологічний процес» (коли відомі параметри машин та їх кількість, за допомогою яких у конкретних виробничих умовах реалізується будь-яка технологія). Вживання цих термінів у відповідному розумінні дає змогу розмежувати наукові знання, встановити між ними зв'язки і означити напрями подальших досліджень.

Ефективність ($E_{ТП}$) новітніх механізованих ТП, що реалізуються сільськогосподарськими підприємствами (СГП) на основі новітніх технологій та техніки, визначається співвідношенням:

$$E_{ТП} = D/З_{ТП}, \quad (1)$$

де D — дохід СГП, грн, Дж; $З_{ТП}$ — затрати у технологічному процесі СГП, грн, Дж.

Як дохід, так і затрати зумовлюються багатьма чинниками ТП:

$$D = f(I, Я, S, C_n); \\ З_{ТП} = f(З_n, R_n, M_p, T_n, C_n, C_R, C_M, a_m), \quad (2)$$

де I — урожайність, ц/га; $Я$ — якість продукції; S — площа посіву, га; C_n — ринкова вартість продукту, грн/ц; $З_n$ — затрати праці, люд.-год; R_n, M_p — відповідно затрати енергії та різних матеріалів, Дж/ц; T_n — вартість техніки, задіяної в ТП, грн; C_n — ринкова вартість праці, грн/люд.-год; C_R, C_M — відповідно ринкова вартість пально-мастильних матеріалів та різних матеріальних ресурсів, грн/ц; a_m — амортизаційні відрахування на реновацію техніки, її ремонт та технічне обслуговування, %.

Урожайність I та якість $Я$ сільськогосподарської продукції (Π), як і питомі затрати у ТП визначаються технологією (T_n) її виробництва,

станом (δ_r) ґрунту полів, на яких вирощують продукцію, рівнем дотримання технології щодо удобрення ґрунту (ζ_y), його передпосівного обробітку (ζ_o) та сівби (ζ_c), захисту рослин (ζ_3), збирання вирощеного врожаю (ζ_{36}), своєчасності виконання технологічних операцій (ζ_{ϕ}), а також агрометеорологічними умовами (A_j) календарного року:

$$(I, Я) \leftarrow (\Pi, T_n, \delta_r, \zeta_y, \zeta_o, \zeta_c, \zeta_3, \zeta_{36}, \zeta_{\phi}, A_j). \quad (3)$$

Затрати $З_{ТП}$ на виконання ТП також зумовлюються цими складовими. Водночас складові $\zeta_y, \zeta_o, \zeta_c, \zeta_3$ та ζ_{36} визначаються досконалістю робочих органів відповідних машин та дотриманням технологічних режимів руху машинних агрегатів по полях. Своєчасність ζ_{ϕ} виконання зазначених операцій (часткових ТП) залежить від планових обсягів (виробничої програми) механізованих робіт та параметрів технологічних комплексів машин для їх виконання. Вона є характерною для кожного з 5-ти часткових процесів і зумовлюється агрометеорологічними умовами виконання кожного з них у конкретно-му календарному році.

Агрометеорологічні умови різних природно-кліматичних зон не є стабільними. Обсяги опадів, температура, сонячна радіація по роках і сільськогосподарських сезонах змінюються, що позначається на агротехнічно оптимальних термінах виконання основних часткових процесів щодо вирощування та збирання сільськогосподарських культур. Водночас ці терміни характеризуються мінливістю природодозволених початків та тривалості їх виконання.

Наприклад, природодозволений початок (τ_{ϕ}^n) виконання ґрунтообробно-посівних робіт у зоні Малоого Полісся Львівщини з року в рік змінюється і відображається розподілом ймовірностей на календарній вісі часу, густина функції якого описується нормальним законом скорегованим многочленом $P(t)$:

$$f(\tau_{\phi}^n) = \frac{P(t)}{33,751} \exp \left[-\frac{(\tau_{\phi}^n - 85,674)^2}{362,774} \right], \quad (4)$$

де $P(t)$ становить

$$P(t) = 0,9991 + 0,71 \frac{\tau_{\phi}^n - 85,674}{13,468} + \\ + 0,0018 \left(\frac{\tau_{\phi}^n - 85,674}{13,468} \right)^2 - 0,237 \times \\ \times \left(\frac{\tau_{\phi}^n - 85,674}{13,468} \right)^3 - 0,0003 \left(\frac{\tau_{\phi}^n - 85,674}{13,468} \right)^4. \quad (5)$$

Нестабільність природодозволеного початку виконання ґрунтообробно-посівних робіт у весняний період разом з нестабільністю обсягів опадів та температури щороку зумовлюють специфічні умови росту і розвитку як озимих, так і ярих сільськогосподарських культур незалежно від технології їх вирощування. Однак залежно від фізико-механічних властивостей ґрунтів, виду удобрення культури та обсягів накопиченої вологи ці умови будуть різними для різних технологій обробітку ґрунту та сівби. Наприклад, слід сподіватися, що за умови мінерального удобрення піщаних ґрунтів у весняний період та значних опадів відбудуватиметься істотне вимивання цих добрив з верхнього шару. На глинистих ґрунтах за аналогічних агрометеорологічних умов слід очікувати меншого проникнення мінеральних добрив у нижні шари ґрунту. Інакше кажучи, ефективність мінерального удобрення ґрунтів у весняний період залежатиме від їх типу, технології виконання ґрунтообробно-посівних та удобрювальних робіт, а також агрометеорологічних умов:

$$E_y = f(\Pi, B, T_n, A_m), \quad (6)$$

де Π, B — відповідно предметна, що характеризує рослину, та виробнича, що характеризує ґрунт, групи чинників ефективності процесу удобрення; T_n, A_m — відповідно технологічна та агрометеорологічна групи чинників ефективності процесу удобрення.

Аналогічно можна означити причинно-наслідкові зв'язки для літньо-осіннього періоду післязбирального обробітку ґрунту, внесення добрив, передпосівного обробітку ґрунту та сівби озимих культур, вирощування та закладання сидератів тощо за різних агрометеорологічних умов. Отже, для π -о часткового ТП можна записати:

$$E_{\pi} = f(\Pi, B, T_n, A_m, t_{\pi}), \quad (7)$$

де t_{π} — тривалість виконання π -о часткового технологічного процесу, за t -о значення часу його початку, діб.

Між зазначеними групами чинників ефективності часткових ТП вирощування та збирання сільськогосподарських культур існують певні об'єктивні причинно-наслідкові зв'язки. Їх пізнання (дослідження) можливе на основі розкриття фізичних (хімічних, біологічних) процесів (явищ), що відбуваються у ґрунтового середовищі (виробничий чинник) та рослинах (предметний чинник) під дією технологічних операцій та агрометеорологічних умов будь-якого календарного року. Причинно-наслідкові зв'язки між цими групами чинників можна символічно записати так:

$$\begin{aligned} \Pi &\leftarrow (B, A_m), T_n \leftarrow (\Pi, B, A_m); \\ t_{\pi} &\leftarrow (T_n, A_m, T_n, O), \end{aligned} \quad (8)$$

де T_n — технічна група чинників, що характеризує параметри технологічних комплексів машин; O — організаційна, яка визначає характеристики виробничої програми (обсяг площі посіву певної сільськогосподарської культури).

Такі зв'язки зумовлюються як об'єктивною, так і певною мірою суб'єктивною складовими (підставами). До об'єктивної складової для кожного з 3-х причинно-наслідкових зв'язків належать: ґрунтові та агрометеорологічні умови, які визначають пріоритети у рості і розвитку одних сільськогосподарських культур над іншими; аграрні технології виконаних механізованих процесів, які визначаються вирощуваннями культурами, а також ґрунтовими та агрометеорологічними умовами тієї чи іншої природно-кліматичної зони; тривалість виконання часткових ТП, яка визначається технологіями вирощування сільськогосподарських культур, агрометеорологічними умовами, а також залежить від обсягів виробництва (обсягів посівних площ) та параметрів комплексів машин, що виконують ці процеси. Суб'єктивна складова цих причинно-наслідкових зв'язків проявляється у тому, що їх кількісне оцінення здійснюється на підставі методів і методик, які передбачають певні ідеалізації та допущення, що нерідко призводить до значних неточностей та похибок.

Досліджувані причинно-наслідкові зв'язки, з одного боку, визначаються ефективністю часткових ТП, з іншого — самі визначають цю ефективність.

Слід обґрунтувати порівняльні бази множин часткових ТП для чинного та інноваційного варіантів, які б забезпечували їх порівняльну коректність та не були надто громіздкими (не включали часткові ТП, виконання яких за певних агрометеорологічних умов може вплинути на оцінку ефективності інноваційного проекту). Для такого обґрунтування слід використати системний аналіз загального ТП, з'ясувати склад порівняльних баз та встановити вплив їх ефективності на ефективність загального ТП [6].

Іншою методологічною проблемою визначення ефективності інноваційних проектів ТП є потреба врахування об'єктивної ймовірнісної сутності агрометеорологічних умов, яку можна вирішити на основі статистичного імітаційного моделювання процесів виконання механізованих часткових ТП (операцій) і процесів росту та розвитку рослин, а також зміни стану ґрунту під дією агрометеорологічних умов. Таке моделювання і вирішення на його основі методологічних проблем оцінення ефективності новітніх ТП вирощування та збирання сільськогосподарських культур вимагає проведення системних фундаментальних досліджень закономірностей росту та розвитку основних рослин у характерних природно-кліматичних зонах України, а та-

кож зміни стану різних типів ґрунтів залежно від особливостей дії агрометеорологічних умов. Результати таких досліджень, на наш погляд, могли б стати також вагомю підставою підвищення ефективності виробництва сільськогосподарської продукції на основі управління його проектами.

Для розроблення моделей росту і розвитку основних рослин у характерних природно-кліматичних зонах України слід, на наш погляд, розпочати скоординовані експериментальні фундаментальні дослідження відповідних закономірностей, які можна використати для багатьох цілей: управління частковими ТП, обґрунтування ефективності ТП, визначення інноваційності проектів, створення новітніх технічних засобів тощо. Ці дослідження повинні базуватися на науково обґрунтованій методичній базі, яка б дала змогу вірогідно визначати відповідні закономірності за мінімального обсягу натурних

експериментів. На наш погляд, такі дослідження слід виконувати на основі раціонального (обґрунтованого) поєднання лабораторних та польових дослідів. Установлення обсягів такого поєднання вимагає розроблення відповідного методологічного підходу. Зокрема для кожної окремої фенологічної фази розвитку рослини слід обґрунтовувати методичні особливості визначення зв'язку характеристик її стану (Q_{γ}) з характеристиками стану на попередній фенологічній фазі ($Q_{\gamma-1}$), агрометеорологічними умовами ($A_{M_{\gamma}}$) упродовж періоду (t_{γ}) між цими фазами та діями на рослину ($D_{K_{\gamma}}$) і ґрунт ($D_{L_{\gamma}}$) за того чи іншого його стану ($Z_{\gamma-1}$) на попередній фазі:

$$Q_{\gamma} \leftarrow (Q_{\gamma-1}, A_{M_{\gamma}}, t_{\gamma}, D_{K_{\gamma}}, D_{L_{\gamma}}, Z_{\gamma-1}). \quad (9)$$

Його розкриття неможливе без використання системного підходу до обґрунтування змісту та послідовності виконання відповідних дослідів.

Висновки

Інноваційний розвиток аграрного виробництва вимагає вдосконалення методологічних засад оцінювання ефективності новітніх механізованих технологічних процесів.

Економічна ефективність механізованих технологічних процесів може бути об'єктивно оціненою лише на основі фізичних та функціональних показників їх часткових (складових) процесів.

Мінливий характер агрометеорологічних умов є однією з головних проблем об'єктивного прогнозування показників ефективності новітніх механізованих технологічних процесів, яка може бути вирішеною на основі статистичного імітаційного моделювання їх

часткових процесів. Методологічні проблеми обґрунтування порівняльних баз (множин) часткових технологічних процесів чинних та інноваційних проектів можуть бути вирішеними на основі використання системного підходу та статистичного імітаційного моделювання росту та розвитку сільськогосподарських культур на окремих фенологічних фазах.

Отримання нових знань про закономірності росту та розвитку сільськогосподарських культур у мінливих агрометеорологічних та ґрунтових умовах вимагає проведення комплексних експериментальних досліджень, методологічні проблеми яких можуть бути розв'язаними на основі системного підходу.

Бібліографія

1. Марченко В. Методика визначення показників економічної ефективності використання комплексів машин та машинно-тракторного парку/В. Марченко//Зб. наук. праць НАУ механізац. с.-г. виробн. — Т. XIV. — 2003. — С. 189—194.
2. Методические рекомендации по топливно-энергетической оценке сельскохозяйственной техники, технологических процессов и технологий в растениеводстве: Госагропром СССР/8.11.88. — М.: ВИМ, 1989. — 60 с.
3. Сидорчук О.В. Прогнозування технологічної ефективності проектів та програм розвитку сільськогосподарського виробництва/О.В. Сидорчук//Вісн. аграр. науки. — 2007. — № 7. — С. 57—61.

4. Словарь иностранных слов. — 16-е изд., испр. — М.: Русский язык, 1988. — 624 с.
5. Техника сельскохозяйственной. Методы экономической оценки: ГОСТ 23728—88 — ГОСТ 23730—88. — М.: Изд-во стандартов, 1988. — 26 с.
6. Харченко О.В. Основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур: навчальний посібник/[О.В. Харченко]; За ред. В.О. Ушкаренка. — [2-е вид.]. — Суми: ВТД «Університетська книга», 2003. — 296 с.
7. Экономическое обоснование внедрения мероприятий научно-технического прогресса в АПК/[Ю.А. Конкин, А.Ф. Пацкалева, А.И. Лысюк и др.]. — М.: Конаковская типография Тверского упр. полиграфиздата, 1991. — 80 с.