

МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕРМІНІВ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ТЕХНОЛОГІЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ

Д.П. Домуші, О.Я. Пожар, А.В. Остапенко

Одеський державний аграрний університет

Представлено дослідження залежності урожайності зернових культур від термінів виконання збиральних робіт. Пропонується модель оптимізації тривалості виконання збиральних робіт.

Ключові слова: технологічний комплекс, агротехнічні терміни збирання, способи збирання, урожайність, зернові культури, втрати зерна, стиглість зерна.

Вступ. При виконанні процесу збирання в оптимальні агротехнічні терміни можна отримати максимальний урожай з найкращою якістю. Тривалість збирання зернових культур залежить від організації роботи технологічних комплексів, погодних умов, наявності і технічного стану збиральної техніки, транспортних засобів та інших факторів. Оптимальна тривалість виконання збиральних робіт може бути встановлена за економічними показниками.

Проблема. При проектуванні процесу збирання зернових культур виникає дві суперечні вимоги: з одного боку необхідно скорочувати тривалість кожної операції, з іншого, щоб підвищити ефективність використання машин на даній операції, треба збільшувати тривалість її роботи.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Фактори, що регламентують роботу збиральних машин при виконанні технологічних операцій, характеризуються параметрами трьох типів [1]: тимчасовими, якісними і кількісними. До тимчасових параметрів відносять календарні терміни виконання роботи і тривалість роботи машин протягом доби. Якісні параметри характеризують зміни в агробіологічному середовищі, що піддається опрацюванню (висота зрізу, ступінь дроблення, забруднення продукції і ін.). Кількісні параметри характеризують витрати матеріалів і втрати продукції. Найбільший вплив на врожай і якість продукції оказують тимчасові параметри. Передчасне або пізнє виконання окремих робіт приводить до того, що через збільшення втрат знижується вихід продукції. Велика кількість наукових робіт з обґрунтування агротехнічних вимог до збирання виконувалися науково-дослідними організаціями [3,4]. Методи обґрунтування агротехнічних вимог до збирання досліджувалося в роботах [2,5,6,7]. Але, дані дослідження не містять рекомендацій, як забезпечити збирання зернових культур в оптимальний період часу з мінімальними втратами урожаю.

Мета досліджень. Визначення оптимальної тривалості збирання зернових культур технологічними комплексами при максимумі урожайності та мінімуму приведених і експлуатаційних затрат.

Результати досліджень. Відносні втрати від недобору врожаю в процесі збиральних робіт можна виразити кривою типу параболи (Рисунок 1). При занадто ранніх термінах проведення жнив, коли зернові культури ще недозрілі, утворюється щупле зерно з невеликою кількістю сухих речовин. Збільшення термінів збирання приводить до полягання хлібної маси, опаданню зерна і збільшенням втрат при роботі машин. Зміна урожайності зерна в залежності від строків збирання має визначену закономірність, що має максимум врожаю при оптимальних термінах збирання (Рис. 2). При пошуку оптимальних рішень стратегія базується на теорії оптимального ризику, що веде до помилок: або до недобору врожаю внаслідок подовження термінів проведення робіт, або до значного підвищення собівартості одержуваної продукції у випадку притягнення до виконання технологічного процесу більшої кількості збиральної й другої техніки, і проведенні робіт у найкоротші терміни. Помилки можна звести до мінімуму шляхом знаходження мінімуму середніх втрат врожаю і визначення на цій основі параметрів технічних засобів для виконання даного технологічного процесу. Для того щоб приступити до розгляду цієї задачі зупинимося спочатку на кількісному вираженні інтенсивності втрат врожаю K при $t_1 < t_{opt} < t_2$. Для будь-якого заданого моменту часу t значення K дорівнює абсолютній величині першої похідної функції $U=f(t)$:

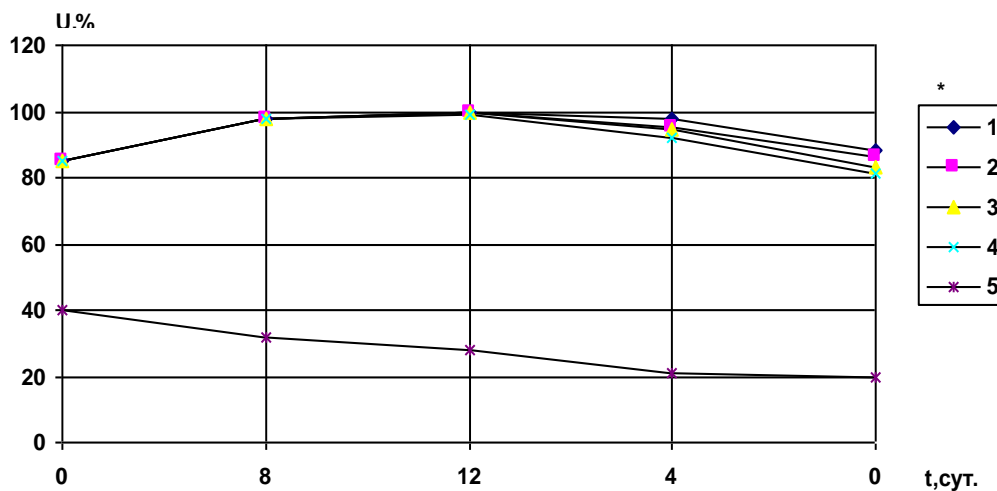
$$K = \left(\frac{d}{dt} \{U = f(t)\} \right) \quad (1)$$

При вираженні K в відносних одиницях, тобто в частках врожаю (1/добу) і приймаючи значення $U_{max} = 1$, маємо:

$$K = \frac{1}{f(t_{opt})} \left[\frac{1}{d_t} \{f(t)\} \right] \quad (2)$$

Графік функції $K = \varphi(t)$ представлено на рис. 2. Треба мати на увазі, що $U=f(t)$ може бути виражена різними функціями, багато в чому залежними від умов отримання експериментальних даних. Представимо, що графік цієї функції має вид колоко подібної образної кривої при достатньому діапазоні часу його визначення. Ліва і права гілки цього графіка, по аналогії з ходом природного процесу, можуть бути описані рівняннями:

$$U(t, t_{opt}) = \begin{cases} U + a_1 t - b_1 t^2 & \text{при } t < t_{opt} \\ U + a_1 t - b_2 t^2 & \text{при } t > t_{opt} \end{cases} \quad (3)$$



Воскова спілість	Повна спілість
------------------	----------------

Рис.1. Залежність врожайності зернових культур (1-4) і вологості зерна (5) від фази дозрівання: жито; 2- пшениця; 3- ячмінь; 4- овес.

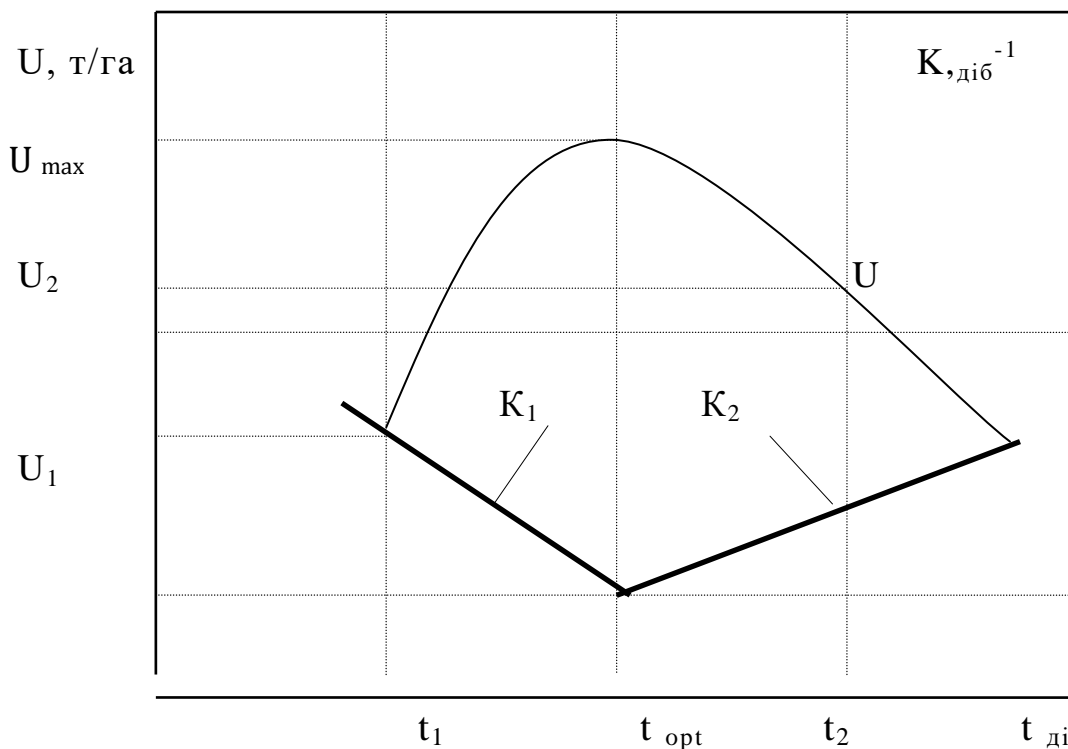


Рис. 2. Зміна врожаю й інтенсивності його втрат у залежності від часу виконання робіт.

Звідси, інтенсивність втрат врожаю до настання готовності зернових культур перед збиранням буде:

$$K_1 = \frac{dU}{dt} = [a_1 - 2b_1t], \quad (4)$$

а після настання:

$$K_2 = \frac{dU}{dt} = [-a_2 - 2b_2t] \quad (5)$$

Після перетворення у відносних одиницях одержимо:

$$K_1 = K_{01} - a_1 t, \quad (6)$$

$$K_2 = K_{02} + a_2 t, \quad (7)$$

де K_{01} , K_{02} - інтенсивність втрат врожаю з момент початку виконання технологічного процесу до настання готовності зернових культур перед збиранням і після нього, відповідно; a_1, a_2 - коефіцієнти пропорційності.

Природні процеси в часі, у тому числі і процес дозрівання зерна, розвиваються по S-образним залежностям [30]. Однак її використання в практичних розрахунках сполучено зі значними труднощами. Тому доцільно цю залежність апроксимувати за допомогою більш простої функції, наприклад, прямолінійної. Тоді рівняння функції $F=f(t)$ можна представити у виді:

$$F = P(t_2 - t_1) \quad (8)$$

Звідси можна визначити темп настання готовності зернових культур до збирання P :

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n F}{t_2 - t_1}, \quad (9)$$

де $\sum_{i=1}^n F$ - загальна площа в га, на якій має бути виконання процесу збирання; t_1 - ранній термін настання готовності зернових до збирання; t_2 - пізній термін настання готовності зернових до збирання.

Якщо добова продуктивність ТК відповідає темпу настання готовності зернових до збирання, то втрати врожаю будуть рівні нулю (тобто при $W_{дiб} = P$, то $K=0$). Коли не представляється можливим уникнути втрат врожаю від несвоєчасного виконання процесу, то необхідно так вибрати терміни початку його виконання, щоб звести втрати врожаю до мінімуму. У зв'язку з цим і виникає задача по визначенню оптимальних термінів збирання і визначення потреби збиральної й іншої техніки для виконання збиральних робіт по допустимим втратам урожаю.

Висновки. 1. При оптимізації термінів збирання урожаю зернових культур необхідно враховувати зміну агробіологічних властивостей зернових культур та рівень їх урожайності, а також інтенсивність втрат зерна. 2. Оптимальну тривалість збирання зернових культур необхідно досліджувати в залежності від темпу наступу готовності зернових до збиранню урожаю. 3. Обґрунтування технічного забезпечення процесу збирання зернових культур повинно проводитися в залежності з агротехнічними вимогами на збирання урожаю зернових культур.

ЛІТЕРАТУРА

1. Барам Х.Г. и др. Определение потерь от простоев машин. / Х.Г. Барам, С.Г. Стополов, М.И. Силина // Мех. и эл. с-х. - 1981. - №9. - С. 40 - 42.
2. Вітвіцький В.В., Босий М.А. Економічні аспекти визначення витрат на експлуатацію сільськогосподарської техніки// Продуктивність агропромислового виробництва. – 2007. - №6. – С. 89-93.
3. Машини для збирання зернових та технічних культур/ За ред.. В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника. - Дослідницьке: УкрНДПВТ ім. Л. Погорілова. – 2009. – 296 с.
4. Нормативи витрат живої та уречовленої праці на виробництво зернових культур/В.В. Вітвіцький, П.М. Музика, М.Ф. Кисляченко, І.В. Лобастов. – К.: НДІ «Укראгропромпродуктивність», 2010. – 352 с.
5. Дутченко З.Я., Глущенко Л.Т. Зависимость урожая и качества зерна от сроков и способов уборки // Зерн. культуры. - 1990.-№4. - С. 19 - 20.
6. Лисунов Е.А. Оптимизация продолжительности уборки зерновых культур // Вест. с.-х. науки. - 1985. - №10. - С. 147-151.
7. Домущи Д.П. Методи обґрунтування оптимальної тривалості збирання урожаю зернових культур//Аграрний вісник Причорномор'я: Зб. наук. пр. Одеського ДАУ/ Технічні науки. – Одеса: ОДАУ, 2014- № 74. – 64-68 С.

МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ СРОКОВ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ТЕХНОЛОГИЧНЫМИ КОМПЛЕКСАМИ

Домущи Д.А., Пожар О.Я., Остапенко А.В.

Ключевые слова: технологичный комплекс, агротехнические сроки уборки, способы уборки, урожайность, зерновые культуры, потери зерна, спелость зерна.

Резюме

Представлено дослідження залежності урожайності зернових культур від термінів виконання уборочних робіт. Пропонується модель оптимізації тривалості виконання уборочних робіт.

MODEL OF OPTIMIZATION OF GRAIN CLEANING TIMES CULTURE BY TECHNOLOGICAL COMPLEXES

Domuschy D.P., Pogar O.Y., Ostapenko A.V.

Key words: technological complex, agrotechnical terms of harvesting, harvesting methods, yield, grain crops, grain losses, ripeness of grain.

Summary

Presented are studies of the dependence of the yield of grain crops on the timing of harvesting robots. A model for optimizing the duration of harvesting robots is proposed.