

УДК 631.37

## **ОЦІНКА ЕФЕКТУ ВІД КОЛІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЗЕМЛЕРОБСТВА**

Кувачов В.П., к.т.н.,

Надикто В.Т., д.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел./факс: (0619) 42-12-65; e-mail: kuvachoff@mail.ru

**Анотація** – робота присвячена визначенню економічної доцільності колійної технології землеробства на вирощуванні зернових культур. За умов економічного ефекту обґрунтовано крок технологічної колії на полі.

**Ключові слова** – колійна технологія землеробства, постійна технологічна колія, економічний ефект.

*Постановка проблеми.* Світові тенденції вирішення проблеми ущільнення ґрунту спрямовані на зменшення площі слідів рушіїв енергозасобів на полі. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є запровадження колійної системи землеробства, або як її називають закордонні науковці - «керований рух по полям» [1].

Землеробство з використанням постійної технологічної колії - це відокремлення зон руху від зон оброблення рослин. На практиці це означає, що для обробки ґрунту, посадки рослин, обприскування й збирання використовуються одні й ті самі колії для руху МТА. Тобто, функціональне призначення площі поля розділяється на плодоносну (агротехнічну) та технологічну (інженерну) зони. Але ж, при проектуванні технологічних процесів в рослинництві накопичений досвід та знання недостатні для широкого практичного запровадження землеробства з використанням технологічної колії. Це потребує наукового розв'язання механіко-технологічних основ колійної технології землеробства. До того ж, на думку деяких інженерів, має місце певна сумнівність щодо її ефективності. Для розв'язання поставленої проблеми необхідне вирішення низки задач, до яких слід віднести і розробку методики оцінки підвищення урожайності с.-г. культур та економічного ефекту від колійної технології землеробства.

*Постановка завдання.* Для більшого розуміння поставленої задачі порівняємо дві технології вирощування зернової культури. Згідно першої, традиційної, агрофон засівають зерновими суцільно, але

щільність ґрунту збільшена відносно оптимальної для вирощування. Друга – колійна технологія землеробства. Згідно останньої – на полі, де вирощується зернова культура, прокладена постійна технологічна колія з кроком  $H$  (технологічна зона). А в плодоносній (агротехнічній) зоні щільність ґрунту є оптимальною.

Методика оцінки підвищення урожайності та економічного ефекту від колійної технології землеробства повинна враховувати наступні залежності, які необхідно установити:

- параметрів рушіїв енергозасобів та кроку технологічної колії з часткою поля, що припадає на технологічну зону;
- економії посівного матеріалу від незасіяної частки поля, що припадає на технологічну зону;
- очікувана урожайність від щільності ґрунту;
- економічного ефекту колійної технології землеробства від підвищення урожайності і економії посівного матеріалу.

*Основна частина.* За традиційною технологією вирощування с.-г. культур виручка  $C_1$  (грн) від реалізації врожаю з площі поля  $S$  і урожайності  $U_1$  дорівнюватиме:

$$\tilde{N}_1 = S \cdot U_1 \cdot \ddot{O}_{\text{дадд}}, \quad (1)$$

де  $\ddot{O}_{\text{реал}}$  – ціна реалізації отриманого врожаю пшениці, грн./т.

Згідно другої технології наявність постійної технологічної колії зменшує плодоносну площу поля на  $S_{\text{техн}}$ , що, на перший погляд, пропорційно зменшить  $C_1$  і буде дорівнювати:

$$\tilde{N}_2 = (S - S_{\text{дадд}}) \cdot U_2 \cdot \ddot{O}_{\text{дадд}}. \quad (2)$$

Різниця  $\Delta C = C_1 - C_2$  мала б місце, якби не було двох факторів:

1) ефект від збільшення урожайності культури  $U_2 = U_1 + \Delta U$ . Оскільки щільність ґрунту в агротехнічній зоні з кожним роком буде покращуватися до оптимальної для росту рослин, про що відмічається нині багатьма науковцями [2];

2) ефект від зменшення витрат на посівний матеріал  $\Delta c$ , який має місце внаслідок відсутності сівби насіння у сліди постійної технологічної колії:

- грошові витрати на посівний матеріал за традиційною технологією:

$$\tilde{n}_1 = S \cdot u_{\text{ддд}} \cdot \ddot{O}_{\text{ддд}}, \quad (3)$$

- грошові витрати на посівний матеріал за технологією колійного землеробства:

$$\tilde{n}_2 = (S - S_{\text{дадд}}) \cdot u_{\text{ддд}} \cdot \ddot{O}_{\text{ддд}}, \quad (4)$$

$$\Delta \tilde{n} = \tilde{n}_1 - \tilde{n}_2 = u_{\text{ддд}} \cdot \ddot{O}_{\text{ддд}} \cdot [S - (S - S_{\text{дадд}})] = u_{\text{ддд}} \cdot \ddot{O}_{\text{ддд}} \cdot S_{\text{дадд}},$$

де  $u_{\text{норм}}$  – норма висіву насіння пшениці, т/га;

$C_{\text{пос}}$  – ціна посівного матеріалу, грн./т.

В такому випадку економічний ефект  $C_{\text{тр}}$ , який складається з виручки від реалізації пшениці, вирощеної за традиційною технологією, за відрахуванням витрат на посівний матеріал дорівнюватиме:

$$\tilde{N}_{\text{од}} = \tilde{N}_1 - \tilde{n}_1 = S \cdot (U_1 \cdot \ddot{O}_{\text{даае}} - u_{\text{ііі}} \cdot \ddot{O}_{\text{ііі}}). \quad (5)$$

А економічний ефект  $C_{\text{к.т.}}$  за технологією колійного землеробства аналогічно становитиме:

$$\tilde{N}_{\text{е.д.}} = \tilde{N}_2 - \tilde{n}_2 = (S - S_{\text{даіі}}) \cdot ((U_1 + \Delta U) \cdot \ddot{O}_{\text{даае}} - u_{\text{ііі}} \cdot \ddot{O}_{\text{ііі}}). \quad (6)$$

Щоб рухатися далі, по-перше, визначимо залежність функції “урожай-щільність”.

Результатами багаточисельних досліджень по впливу щільності ґрунту на урожай с.-г. культур дають нам підстави стверджувати, що існує стійка закономірність. За даними член.-кор. УААН, проф. Кушнарєва А.С. зменшення або, особливо, збільшення щільності ґрунту, в порівнянні з оптимальною на 0,1...0,3 г/см<sup>3</sup> призводить до зниження урожаю на 20-40% [2]. Ним же запропонована залежність функції “урожай-щільність” у вигляді поліному другого порядку:

$$Q = \frac{U}{U + \Delta U} = 1 - [k_1(\rho_0 - \rho)^2 + k_2(\rho_0 - \rho)], \quad (7)$$

де  $\rho_0, \rho$  – відповідно оптимальна щільність ґрунту і фактичне значення, г/см<sup>3</sup>;

$Q$  – фактичний урожай (в долях от максимального, який може бути отриманий при оптимальної щільності ґрунту);

$U$  і  $\Delta U$  – відповідно фактична урожайність культури і потенційно очікуваний приріст врожайності, т/га;

$k_1$  і  $k_2$  – емпіричні коефіцієнти, що характеризують особливості впливу щільності на фізіологію розвитку культури.

По-друге, визначимо площу поля  $S_{\text{техн}}$ , що припадає на технологічні колії в системі колійного землеробства.

Розглянемо більш детально схему поля з відокремленими агротехнічною і технологічною зонами (рис. 2). Остання представлена технологічною колією з кроком  $H$ , величина якого визначена робочою шириною захвату агрегату  $B_p$  ( $B_p = k \cdot H$ ,  $k = 1, 2 \dots n$ ). Ширина сліду  $b'$  колії обумовлена параметрами рушіїв енергозасобу (ширина шин рушіїв  $i \cdot b$ ,  $i = 1, 2 \dots j$ , якщо здоєні) і, мабуть, технологічним допуском  $c/2$ .

У найбільш ймовірному випадку  $k = 1$  і, отже  $B_p = H$ . До того ж, розглянемо випадок, коли енергозасіб використовується без здвоювання шин, що найбільш ймовірно для колійної технології землеробства (т.б.  $i = 1$ ). В такому випадку рівняння (8) прийме вид:

$$S_{\text{даіі}} = \frac{2 \cdot (b + c) \cdot \dot{A}}{B_{\delta}} [L - B_{\delta}]. \quad (9)$$

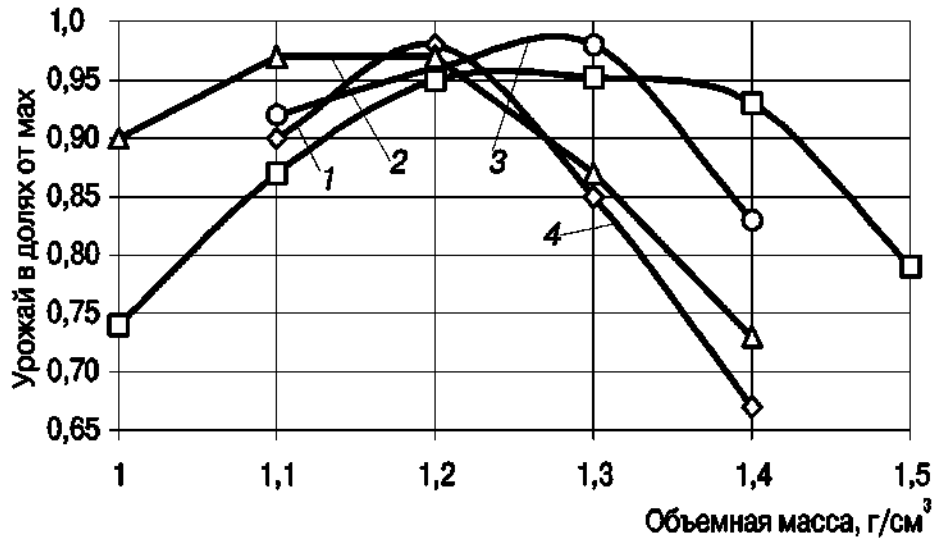


Рис. 1. Вплив щільності ґрунту на урожай с.-г. культур [2]: сукровий буряк (1), кукурудза (2), пшениця озима (3), сіно (люцерна) (4).

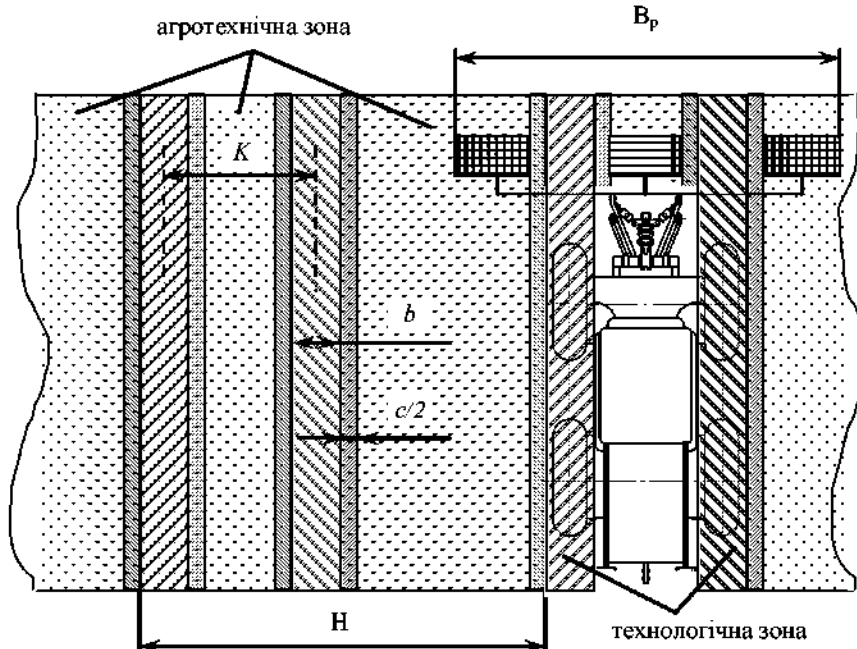


Рис.2. Схема поля з технологічною колією для руху МТА.

Проф. Надикто В.Т. запропонував рівняння визначення загальної площі поля, яка припадає на технологічну зону на основному полі і поворотних смугах  $S_{\text{техн}}$  [1]. Стосовно до рис.2 запропонуване рівняння після уточнення можна представити у вигляді:

$$S_{\text{одди}} = \frac{2 \cdot b' \cdot \dot{A}}{B_{\phi}} [L - k \cdot H] \quad (8)$$

де  $L$ ,  $H$  – довжина і ширина поля відповідно.

В якості прикладу побудуємо залежність частки поля, яка припадає на технологічну зону від ширини захвату МТА (рис. 3). Розрахунок зробимо для рушіїв тракторів класу 3. Представниками цього класу в Україні є, наприклад, трактори ХТЗ-17221, та ХТЗ-16131, які мають шини марок 23,1R26 та 16,9R38 відповідно. Ширину техноло-

гічного допуску приймемо для зернових  $c=0,150$  м, а довжина поля  $L$  представлена значинами 100 і 1000 м.

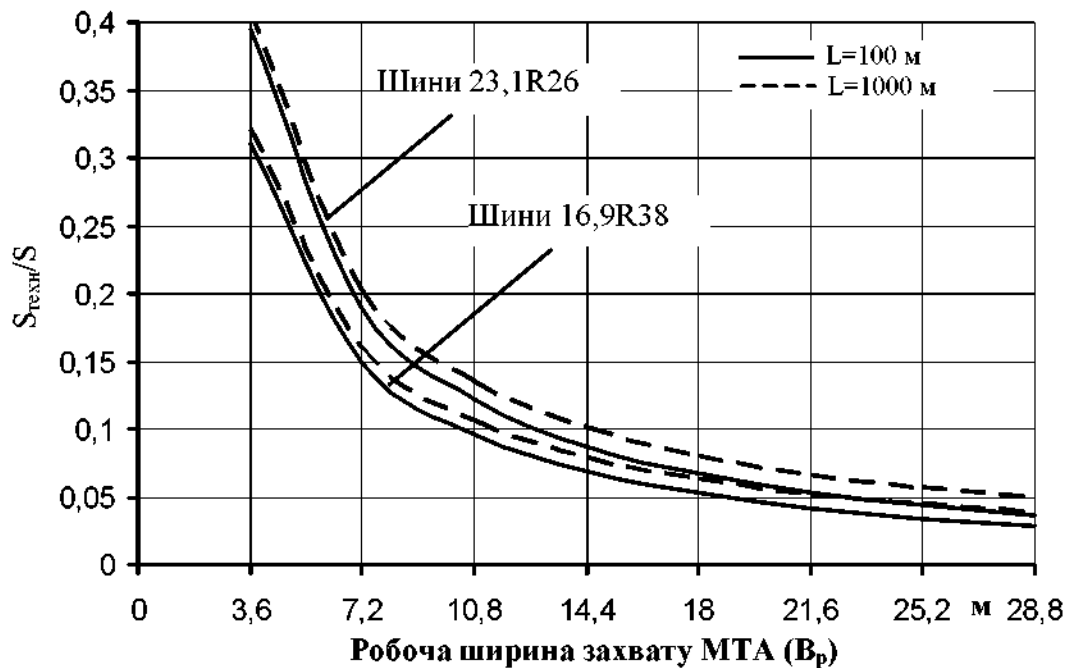


Рис. 3. Частка поля, що припадає на технологічну зону, ширина якої визначена типорозміром шин рушіїв енергозасобу.

Аналіз рис. 3 свідчить, що при потенційно-можливій ширині захвату МТА в межах 10,8-28,8 м "втрати" площі поля на технологічну зону відповідно сягають 13-3%.

Після підстановки (7) і (9) в (6) отримуємо рівняння економічного ефекту  $C_{к.т.}$  у вигляді:

$$\tilde{N}_{\delta, \delta} = \left[ S - \frac{2 \cdot (b + c) \cdot \dot{A}}{B_{\delta}} (L - B_{\delta}) \right] \cdot \left[ \frac{U_1 \cdot \dot{O}_{\delta \delta \delta}}{1 - [k_1 (\rho_0 - \rho)^2 + k_2 (\rho_0 - \rho)]} - u_{\delta \delta} \cdot \dot{O}_{\delta \delta} \right]. \quad (10)$$

Далі порівняємо значини економічних ефектів двох технологій  $C_{тр}$  і  $C_{к.т.}$  на вирощуванні пшениці. Оскільки  $S_{техн} = f(B_p)$ , то і  $C_{к.т.} = f(B_p)$ . Тому, розрахунками треба встановити, при якій значині  $B_p$  економічний ефект  $C_{к.т.} > C_{тр}$  (рис.4). Параметричні умови для розрахунку наступні: шини рушіїв енергозасобу 16,9R38;  $c=0,150$  м;  $B_p=10,8-28,8$ ;  $U=4$  т/га;  $k_1=4,875$ ,  $k_2=0$  при  $R^2=0,9211$ ;  $\rho_0 = 1,225$  г/см<sup>3</sup>,  $\rho=1,400$  г/см<sup>3</sup>;  $C_{реал} = 1145$  грн/т;  $u_{норм}=0,2$  т/га;  $C_{нос}=4000$  грн/т.

Економічна доцільність у запровадженні колійної технології на вирощуванні пшениці в порівнянні з традиційною, де щільність ґрунту прийнята на рівні 1,4 г/см<sup>3</sup>, має сенс, якщо використовувати систему МТА з шириною захвату щонайменше 7,2 м (див. рис.4), за умов її рівності кроку технологічної колії.

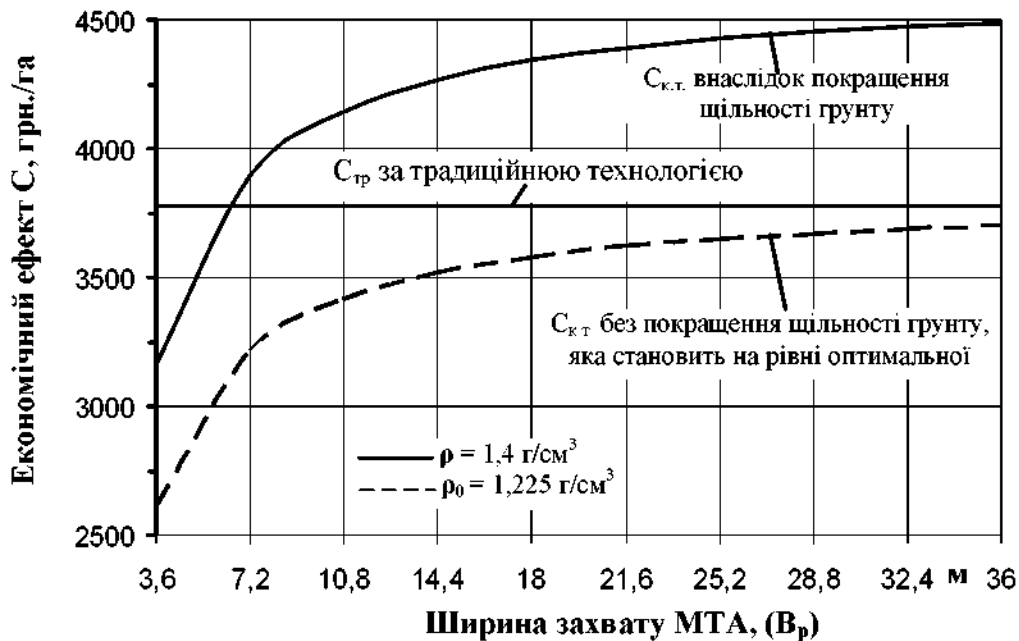


Рис. 4. Економічний ефект для традиційної технології і колійного землеробства, який складається з виручки від реалізації пшениці, за відрахуванням витрат на посівний матеріал.

Якщо розглядати випадок рівності щільності ґрунту поля для двох технологій, то виручка від реалізації пшениці, вирощеної за технологією колійного землеробства, за відрахуванням витрат на посівний матеріал, завжди буде менша (див. рис. 4). І на рівні кроку технологічної колії 10,8...21,6 м становитиме відповідно 360...158 грн/га. Але ж ця різниця компенсується економією у паливі при роботі МТА по постійній технологічній колії.

Дійсно, запровадження колійної технології землеробства дозволяє очікувати покращення техніко-економічних показників роботи МТА, за рахунок зростання тягово-зчіпних якостей енергозасобу, зниженням опору на його перекочування, покращення плавності руху МТА [1]. Підвищення годинної продуктивності роботи МТА спостерігається на рівні 2,5%, а зменшення витрати палива – на 11...12% [1]. Що на вирощуванні та збиранні озимої пшениці можна очікувати економію у паливі в межах 15,6...17,0 л/га. При вартості дизельного палива сьогодні 7,0 грн/л очікуваний ефект може дорівнювати – 109...119 грн/га. Що відповідає різниці в зачинах економічних ефектів двох розглядуваних технологій для ширини захвату МТА на рівні 25,2 м.

*Висновки.* Запровадження колійної технології землеробства на вирощуванні зернових культур є економічно доцільним, в порівнянні з традиційною технологією. Економічний ефект, який складається з виручки від реалі-

зації пшениці, вирощеної за технологією колійного землеробства, за відрахуванням витрат на посівний матеріал, перевищує аналогічно розрахований ефект за традиційною технологією для рівня кроку технологічної колії щонайменше у 7,2 м. Оскільки має місце два позитивних моменту – підвищення врожайності культури і економії на посівний матеріал. За умов рівності щільності ґрунту на полі для двох порівнюваних технологій вирощування зернових, менша виручка від реалізації урожаю, внаслідок "втрат" плодonoсної площі поля на технологічні колії компенсується економією у паливі на роботу МТА. Але ж, така умова доцільна якщо крок технологічної колії становитиме не менше за 25,2 м.

Література.

1. *Надикто В.Т.* Колійна та мостова системи землеробства. Монографія / *В.Т. Надикто, В.О. Улексін.* – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2008. – 270 с.
2. *Кушнарєв А.С.* Новый взгляд на обработку почвы / *Кушнарєв А.С.* – Дослідницьке: УкрНИИПИТ, 2009. – 16 с.

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТА ОТ КОЛЕЙНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Кувачев В.П. , Надикто В.Т.

### *Аннотація.*

**Работа посвящена оценке экономической целесообразности коллейной технологии земледелия на выращивании зерновых культур. Из условия экономического эффекта обоснована величина шага технологической колееи на поле.**

## ESTIMATION OF EFFECT FROM TRACK TECHNOLOGY OF AGRICULTURE

V. Kuvachov, V. Nadykto

### *Summary*

**Work is devoted the estimation of financial viability of track technology of agriculture on growing of grain-crops. From the condition of economic effect the size of step of technological track is grounded on the field.**