

## ТЕХНОЛОГІЯ STRIP-TILL ЯК ІНСТРУМЕНТ СЕКВЕСТРАЦІЇ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ

**М. Павлишин**, д-р техн. наук, проф.,

<https://orcid.org/0000-0003-4223-4828>

НТУУ КПІ ім. І. Сікорського,

**Л. Шустік**, канд. техн. наук, e-mail: [shustik@ukr.net](mailto:shustik@ukr.net),

<https://orcid.org/0000-0003-2413-935X>

**І. Гусар**, e-mail: [gusaririna19@gmail.com](mailto:gusaririna19@gmail.com),

<https://orcid.org/0000-0002-58724672>

ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого»

### Анотація

**Мета роботи** – побудова моделі секвестрації парникових газів під час застосування технології Strip-till.

**Методи досліджень:** теоретичні – аналіз і синтез інформаційних ресурсів та аналітичні – побудова математичної моделі секвестрації парникових газів під час застосування технології Strip-till.

**Результати.** Вибір технології обробітку ґрунту суттєво визначає інтенсивність процесів емісії і секвестрації парникових газів землями сільськогосподарського призначення. У статті розглянуто технологію Strip-till як найбільш керовану діяльність під час переходу від традиційного обробітку ґрунту до нульового. Акцентовано увагу на часткову емісію парникових газів на межі обробленої і необробленої поверхні поля. Проведені авторами розрахунки показують, що величина цієї емісії коливається від 0,1 до 0,15 т/га.

Важливою складовою скорочення викидів CO<sub>2</sub> під час застосування технології Strip-till є також зменшення спалювання дизельного палива майже на 40 %. Показано, що застосування технології Strip-till дозволяє зменшити емісію CO<sub>2</sub> завдяки зменшенню витрат дизельного палива з 0,075 до 0,08 т/га.

Авторами запропоновано модель секвестрації парникових газів землями сільськогосподарського призначення під час застосування технології Strip-till та наведено результати розрахунку величини секвестрації CO<sub>2</sub> чорноземом звичайним за цієї технології.

**Висновки.** Запропоновано модель секвестрації парникових газів землями сільськогосподарського призначення під час застосування технології Strip-till. Наведено приклад розрахунку величини секвестрації CO<sub>2</sub> чорноземом звичайним в умовах застосування технології смугового обробітку ґрунту.

**Ключові слова:** традиційний обробіток ґрунту, технологія Strip-till, просапна сільськогосподарська культура, парникові гази, інтенсивність емісії, секвестрація, Паризька кліматична Угода.

**Суть проблеми.** Відомо [1-6, 9], що технологія обробітку ґрунту в значній мірі визначає інтенсивність процесів емісії і секвестрації парникових газів землями сільськогосподарського призначення.

Основний фактор антропогенного впливу на поверхневий шар ґрунту – це його руйнування в процесі виконання технологічних операцій обробітку ґрунту (оранка, чизелювання, глибоке дискування, мінімальний та нульовий обробіток).

Особливе місце в спектрі технологій обробітку поверхневого

шару ґрунту займає технологія Strip-till, яка включає переваги нульового обробітку ґрунту.

Провідні галузеві фахівці [4, 7, 10] розглядають технологію Strip-till як найбільш керовану діяльність під час переходу від традиційного обробітку ґрунту до найбільш доцільного з точки зору енерго- та ресурсозбереження – нульового.

Про агротехнологічні, технічні, економічні особливості технології Strip-till є цілий спектр ґрунтовних та досконалих в інформаційному і науковому аспектах публікацій.

**Виклад основного матеріалу.** Робота присвячена екологічним аспектам особливостей застосування технології Strip-till.

Автори виділяють такі позитивні результати промислового використання цієї технології:

- збереження природного біологічного різноманіття;
- відродження біологічного потенціалу ґрунтів;
- суттєве зменшення забруднення води як у відкритих водоймах, так і ґрунтових вод;
- зменшення витрат промислових ґрунтових запасів води на виробництво одиниці сільськогосподарської продукції;
- створення умов для секвестрації парникових газів землями сільськогосподарського призначення через системне застосування технології Strip-till.

Саме на останньому твердженні зупинимось більш детально.

Схематично зображено поперечний розріз ґрунту, на якому вирощується просапна сільськогосподарська культура з використанням технології Strip-till (рис.1).

Якщо подивитись на динаміку руху парникових газів ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  та  $\text{N}_2\text{O}$ ), то беззаперечно видно, що інтенсивність емісії цих газів різна в межах оброблених і необроблених частин поверхні поля.

Відповідно до [3] секвестрація, наприклад,  $\text{CO}_2$  в сільськогосподарських угід-

дях, поверхня яких не руйнувалась (тобто необроблених частин поля), складає для чорнозему звичайного від 2,2 до 2,5 т/га.

Оброблена за мінімальною технологією поверхня поля також має можливість частково секвеструвати парникові гази в обсягах 0,85-1,2 т/га.

Важливо звернути увагу на часткову емісію парникових газів на межах обробленої і необробленої поверхні поля (стрілка під номером 6).

Проведені нами розрахунки показують, що величина цієї емісії перебуває межах 0,1 - 0,15 т/га.

Важливою складовою скорочення викидів  $\text{CO}_2$  за технології Strip-till є зменшення спалювання дизельного палива майже на 40% [3].

Скажімо, якщо на вирощування кукурудзи на площі 1 га за традиційною технологією витрачається 85-95 л/га, то за технології Strip-till ця величина зменшується до  $\approx 70$  л/га.

Відомо [3, 9], що спалювання однієї тонни дизельного палива утворює 3185 кг  $\text{CO}_2$ . Це з урахуванням попередніх тверджень доводить, що використання технології Strip-till дозволяє зменшити емісію  $\text{CO}_2$  завдяки зменшенню витрат дизельного палива з 0,075 до 0,08 т/га.

Наведені вище міркування дають можливість розробити модель секвестрації парникових газів землями сільськогосподарського призначення за технології Strip-till:

$$Q_{\Sigma} = (S_3 - S_o) \cdot K_1 + (S_3 - S_n) \cdot K_2 + S_o \cdot Q_1, \quad (1)$$

де:

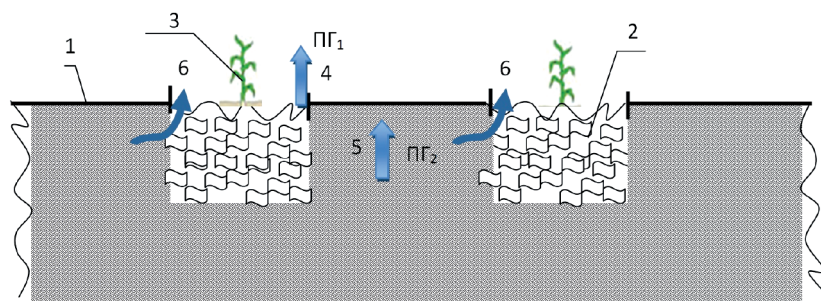
$S_3$  – загальна площа поля (га);

$S_o$  – оброблена за мінімальною технологією площа поля (га);

$S_n$  – необроблена площа поля (га);

$Q_1$  – обсяг зменшення викидів парникових газів внаслідок зменшення витрат дизельного палива (т/га).

$K_1$  – коефіцієнт інтенсивності секвестрації  $\text{CO}_2$  необробленою частиною поля (т/га);



**Рисунок 1** – 1 – необроблена частина поверхні поля;

2 – частково оброблена частина поверхні поля (як правило, за мінімальною технологією); 3 – сільськогосподарські культури

Значення  $K_1$  розраховуємо за формулою:

$$K_1 = M_1 - M_2,$$

де :

$M_1$  – середнє значення об'єму секвестрації  $CO_2$  чорноземом звичайним у випадку необробленого поля. Приймаємо  $M_1 = 2,3$  т/га

$M_2$  – значення об'єму часткової емісії  $CO_2$  на межах обробленої та необробленої частини поля, яке дорівнює 0,1 т/га.

$$K_1 = 2,3 - 0,1 = 2,2 \text{ т/га.}$$

$K_2$  – коефіцієнт інтенсивності секвестрації  $CO_2$  обробленої частини поля, за умови застосування мінімального обробітку.

$$K_2 = 1,0 \text{ т/га.}$$

Підставивши ці значення у формулу моделі (А), отримуємо величину секвестрації  $CO_2$  чорноземом звичайним за технології Strip-till.

Ця величина дорівнює в середньому 1,7 т/га  $CO_2$ .

Вартість однієї тонни  $CO_2$  на карбонних біржах коливається в межах від 5 до 10 \$ США, що дорівнює 8,5 – 17,0 \$ США на 1 га.

Крім цього, слід зауважити, що системне застосування технології Strip-till створює додаткові можливості для виконання зобов'язань, які взяла на себе Україна в рамках Паризької кліматичної Угоди.

#### Висновки.

Запропоновано модель секвестрації парникових газів землями сільськогосподарського призначення у застосуванні технології Strip-till. Наведено приклад розрахунку величини секвестрації  $CO_2$  чорноземом звичайним в умовах використання технології смугового обробітку ґрунту.

#### Література

1. ДСТУ 4976:2008 Охорона навколишнього природного середовища. Комплекс стандартів у сфері охорони ґрунтів.
2. ДСТУ ISO 14031:2004 Екологічне керування настанови щодо оцінювання екологічної характеристики.
3. В. Кравчук, А. Кушнар'єв, В. Таргоня, М. Павлишин, В. Гусар Біосфера

та агротехнології: інженерні рішення // Навчальний посібник. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. – 2015. – 239 с.

4. В. Кисель Биологическое земледелие в Украине: проблемы и перспективы. Харьков: Штрих. – 2000. – 162 с.

5. Учебное пособие по оценке здоровья почвы: Изд-во Корнелл. университета США. – 2007. – 56 с.

6. Нулевая обработка почвы и окружающая среда. – Бразилия, DF.- 2002. – 115 с.

7. Д. Добряк Класифікація та екологічне використання сільськогосподарських земель. – К.: Наукова думка. – 2001. – 309 с.

8. В. Кравчук, М. Павлишин, В. Гусар Методологія досліджень агротехнологій з застосуванням математичних методів планування експерименту. Свідectво про реєстрацію авторського права на твір № 38363 від 11.05.2011 р.

9. В. Кравчук, М. Павлишин, В. Гусар Сучасні агротехнології та «гнучкі механізми» Кіотського протоколу // Техніка і технології АПК. – 2013. – № 5(44). – с. 29-33.

10. Л. Шустік, В. Громадська, Л. Мариніна, Н. Негуляєва. В. Супрун Шляхи реалізації технологій смугового обробітку ґрунту в малих і середніх господарствах // Техніка і технології АПК. – 2017. – № 11– с.16–20.

#### Literature

1. DSTU 4976: 2008 Environmental protection. A set of standards in the field of soil protection.
2. DSTU ISO 14031: 2004 Ecological management of the guideline for the assessment of the environmental characteristics.
3. V. Kravchuk, A. Kushnarev, V. Targo, M. Pavlyshyn, V. Gusar Biosphere and Agrotechnology: Engineering Solutions // Manual. UkrNDIPVT im. L. Pogorilogo. - 2015 - 239s.
4. V. Kysel Biological agriculture in Ukraine: problems and perspectives. Kharkiv: Stroke. - 2000. - 162 p.
5. Training Manual on Soil Health Assessment: Cornell Publishing. University of the United States. - 2007. - 56 p.

6. Zero soil treatment and environment. - Brazil, DF.- 2002. - 115 p.

7. D. Dobryak Classification and ecological use of agricultural land. - K. : Scientific thought. - 2001 - 309 pp.

8. V. Kravchuk, M. Pavlyshyn, V. Gusar Methodology of research of agrotechnologies with application of mathematical methods of planning of the experiment. Certificate of registration of copyright for work No. 38363 dated May 11, 2011

9. V. Kravchuk, M. Pavlyshyn, V. Gusar Modern Agrotechnologies and «Flexible Mechanisms» of the Kyoto Protocol // Engineering and Technology of the Agroindustrial Complex. - 2013 - No. 5 (44). - with. 29-33

10. L. Shustik, V. Gromadskaya, L. Marinina, N. Neguliaeva. V. Suprun. Ways of realization of technologies of lane cultivation of soil in small and medium farms // Engineering and technology of agrarian and industrial complex. Technical and technological APK - 2017. - № 11- p.16-20.

3. V. Kravchuk, A. Kushnar'ov, V. Targonya, M. Pavlishin, V. Gusar Biosfera ta agrotekhnologii: inzhenerni rishennya // Navchal'nij posibnik. UkrNDIPVT im. L. Pogorilogo. - 2015. - 239s.

4. V. Kisel' Biologicheskoe zemledelie v Ukraine: problemy i perspektivy. Har'kov.: SHtrih. - 2000. - 162 s.

5. Uchebnoe posobie po ocenke zdorov'ya pochvy.: Izd-vo Kornell. univeversiteta SSHA. - 2007. - 56 s.

6. Nulevaya obrabotka pochvy i okruzhayushchaya sreda. - Braziliya, DF.- 2002. - 115 s.

7. D. Dobryak Klasifikaciya ta ekologichne vikoristannya sil'-s'kogospodars'kih zemel'. - K.: Naukova dumka. - 2001. - 309 s.

8. V. Kravchuk, M. Pavlishin, V. Gusar Metodologiya doslidzhen' agrotekhnologij z zastosuvannjam matematichnih metodiv planuvan-nya eksperimentu. Svidoctvo pro reestraciju avtors'kogo prava na tvir № 38363 vid 11.05.2011 r.

9. V. Kravchuk, M. Pavlishin, V. Gusar Suchasni agrotekhnologii ta «gnuchki mekhanizmi» Kiots'kogo protokolu // Tekhnika i tekhnologii APK. - 2013. - № 5(44). - s. 29-33.

10. L. SHustik, V. Gromads'ka, L. Marinina, N. Negulyaeva. V. Suprun SHlyahi realizacii tekhnologij smugovogo obrobittu gruntu v malih i srednih gospodarstvah // Tekhnika i tekhnologii APK. - 2017. - № 11 - s.16-20.

### Literatura

1. DSTU 4976:2008 Ohorona navkolishn'ogo prirodnogo seredovishcha. Kompleks standartiv u sferi ohoroni rruntiv.

2. DSTU ISO 14031:2004 Ekologichne keruvannya nastanovi shchodo ocinyuvannya ekologichnoi charakteristiki.

UDC 631.51:631.153.7

## STRIP-TILL TECHNOLOGY AS AN INSTRUMENT OF SEQUESTRATION OF GREENHOUSE GASES

**M. Pavlishin**, D-r Eng. Sc., prof.,

<https://orcid.org/0000-0003-4223-4828>

NTUU Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

**L. Shustik**, Cand. Eng. Sc., (Ph.D.)

e-mail: [shustik@ukr.net](mailto:shustik@ukr.net), <https://orcid.org/0000-0003-2413-935X>

**I. Gusar**, e-mail: [.gasaririna19@gmail.com](mailto:.gasaririna19@gmail.com),

<https://orcid.org/0000-0002-58724672>

DNU «L. Pogorelyy UkrNDIPVT»

### **Summary**

**Goal.** *The purpose of the work is to construct a model of sequestration of greenhouse gases using Strip-till technology.*

**Methods of research:** *theoretical - analysis and synthesis of information resources and analytical - construction of mathematical model of sequestration of greenhouse gases using Strip-till technology.*

**Results.** *The choice of soil cultivation technology largely determines the intensity of emissions and sequestration of greenhouse gases by agricultural land. The article considers the Strip-till technology as the most managed activity in the transition from traditional tillage to zero. The emphasis is on the partial emission of greenhouse gases on the boundaries of the treated and untreated surface of the field. The calculations carried out by the authors show that the value of this emission is within the limits of 0.1 - 0.15 t / ha.*

*An important component of reducing CO<sub>2</sub> emissions using the Strip-till technology is also the reduction of nearly 40% of diesel fuel burning. The use of Strip-till technology has been shown to reduce CO<sub>2</sub> emissions by reducing diesel fuel consumption from 0.075 to 0.08 t / ha.*

*The authors proposed a model of sequestration of greenhouse gases by agricultural land using Strip-till technology and the results of calculating the amount of sequestering of CO<sub>2</sub> by chernozem are common in the context of the use of this technology.*

**Conclusions.** *The model of sequestration of greenhouse gases by the agricultural-purpose lands with the use of Strip-till technology is proposed. An example of the calculation of the amount of sequestering of CO<sub>2</sub> by chernozem is given in the conditions of use of the technology of belt cultivation of soil.*

**Key words:** *traditional soil cultivation, Strip-till technology, agricultural crops, greenhouse gases, emission intensity, sequestration, Paris climate agreement.*

УДК 631.51:631.153.7

## **ТЕХНОЛОГИЯ STRIP-TILL КАК ИНСТРУМЕНТ СЕКВЕСТРАЦИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ**

**М. Павлишин**, д-р техн. наук, проф.,

<https://orcid.org/0000-0003-4223-4828>

НТУУ КПИ им. И. Сикорского,

**Л. Шустик**, канд. техн. наук, e-mail: [shustik@ukr.net](mailto:shustik@ukr.net),

<https://orcid.org/0000-0003-2413-935X>

**И. Гусар**, e-mail: [gusaririna19@gmail.com](mailto:gusaririna19@gmail.com),

<https://orcid.org/0000-0002-58724672>

ГНУ «УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого»

### **Аннотация**

**Цель.** *Целью работы является построение модели секвестрации парниковых газов при использовании технологии Strip-till.*

**Методы исследований:** *теоретические – анализ и синтез информационных ресурсов и аналитическое построение математической модели секвестрации парниковых газов при использовании технологии Strip-till.*

**Результаты.** *Выбор технологии обработки почвы в значительной степени определяет интенсивность процессов эмиссии и секвестрации парниковых газов землями сельскохозяйственного назначения. В статье рассмотрена технология Strip-till как наиболее управляемая деятельность при переходе от традиционного возделывания почвы до нулевого. Акцентируется внимание на*

частичную эмиссию парниковых газов на границах обработанной и необработанной поверхности поля. Проведенные авторами расчеты показывают, что величина этой эмиссии находится в пределах 0,1-0,15 т / га.

Важной составляющей сокращения выбросов CO<sub>2</sub> при использовании Strip-till является также уменьшение сжигания дизельного топлива почти на 40%.

Показано, что использование технологии Strip-till позволяет уменьшить эмиссию CO<sub>2</sub> за счет уменьшения расхода дизельного топлива в пределах от 0,075 до 0,08 т/га.

Авторами предложена модель секвестрации парниковых газов землями сельскохозяйственного назначения при использовании технологии Strip-till и приведены результаты расчета величины секвестрации CO<sub>2</sub> черноземом обычным в условиях использования этой технологии.

**Выводы.** Предложена модель секвестрации парниковых газов землями сельскохозяйственного назначения при использовании технологии Strip-till. Приведен пример расчета величины секвестрации CO<sub>2</sub> черноземом обычным в условиях использования технологии полосовой обработки почвы.

**Ключевые слова:** традиционная обработка почвы, технология Strip-till, пропашная сельскохозяйственная культура, парниковые газы, интенсивность эмиссии, секвестрация, Парижское климатическое соглашение.