

МІЖНАРОДНИЙ ПРОЄКТ



Agro

ndipvt.com.ua

№1 (6) березень
2026

TestMachinery



CONCORD

Агро-дистрибуційна компанія

☎ 0 800 202 555



ПОСІВНИЙ КОМПЛЕКС СОМРАСТ-SOLITAIRE 9 HD

- ПОСІВ І ВНЕСЕННЯ ДОБРІВ ОДНОЧАСНО
- ВИСОКА ТОЧНІСТЬ ВИСІВУ
- ЯКІСНА ПІДГОТОВКА ҐРУНТУ
- ДОСТУПНИЙ НА СКЛАДІ CONCORD

Передплатний індекс в Україні - 49059

Головний експерт:
Тарас ВИСОЦЬКИЙ,
заступник Міністра
економіки, довкілля
та сільського госпо-
дарства України

Головний редактор:
Станіслав ХАЛІН,
канд. екон. наук,
доцент

Редакція:
Тетяна ГАЙДАЙ,
канд. техн. наук,
ст. дослідник -
«Тенденції ЄС»

Андрій КОРОБКО,
д-р техн. наук - «Агро-
техніка та обладнання»

Надія МАЙДАНОВИЧ,
канд. геогр. наук -
«Інноваційні агротех-
нології»

Віктор ПОГОРІЛИЙ -
«АгроТест»

Іван БЕЗПАЛИЙ,
канд. с.-г. наук - «Сучас-
не тваринництво»

**Відповідальна за
випуск:**
Оксана ЛИТОВЧЕНКО
(095) 794-01-57

Реклама:
Антоніна ШУЛИК
(066) 511-89-77
agrotesting@ukr.net

Дизайн і верстка:
Оксана ЛИТОВЧЕНКО

**Літературний
редактор:**
Алла БІЛІЧЕНКО,
канд. пед. наук

Засновник і видавець:
УкрНДІПВТ
ім. Л. Погорілого

Видається за
інформаційної підтримки
**Міністерства економіки,
довкілля та сільського
господарства України**

**Свідоцтво
про державну
реєстрацію:**
серія КВ № 15495-4067Р
від 18.08.2009 р.

**Зареєстрований у сфері
друкованих медіа:**
Ідентифікатор медіа
R30-01907

Адреса редакції:
08654, Київська обл.,
Білоцерківський р-н,
смт Дослідницьке,
вул. Інженерна, 5
Тел: (044) 290-43-49
E-mail: agrotesting@ukr.net
Сайт: www.ndipvt.com.ua

Затверджено до видання
Вченою радою
УкрНДІПВТ
ім. Л. Погорілого
(протокол 1 від 10.03.26 р.)

Підписано до друку
26.03.2026 р.

Наклад 5000 примірників

За зміст і достовірність
інформації у рекламних
публікаціях відповідальність
несе рекламодавець згідно
з законом України
“Про рекламу”.

Редакція не завжди поділяє
позицію авторів публікацій.

©УкрНДІПВТ
ім. Л. Погорілого

ДЕРЖАВНИЙ АГРОВЕКТОР

**Тарас Висоцький: «Аграрний експорт
України на початку 2026 року зріс у
вартості на 9,3%» 4**

**Тарас Висоцький: «Український
біометан може стати новим напрямом
енергетичного партнерства з
Німеччиною»..... 4**

**Підсумки гуманітарного
розмінування за лютий 2026 р. 5**



ТЕНДЕНЦІЇ ЄС

**Курс на «цифру» та електрику:
як у Парижі визначали майбутнє
світового тракторобудування 8**





АГРОТЕХНІКА ТА ОБЛАДНАННЯ

**Сушіння зерна в Україні:
від БАНТИНИ – до ШАХТИНИ!
Зерносушарка шахтного типу «ToP»
моделі СД-30 11**

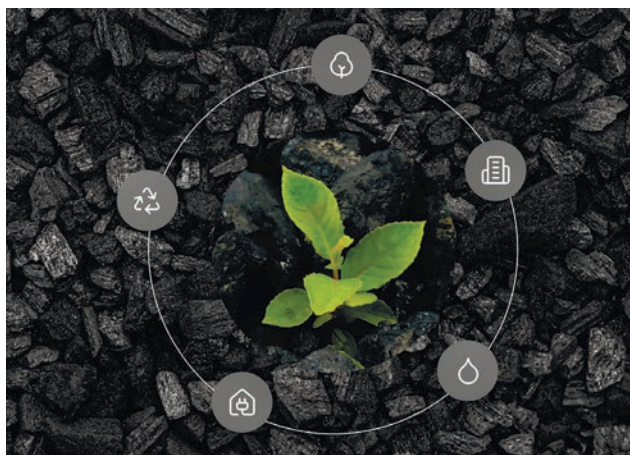


АГРОТЕСТ

**Комплексні випробування трактора
«Zoomlion»: продуктивність, економічність,
стійкість..... 29**



**Огляд навісних деревоподрібнювальних
машин для виробництва паливної тріски
на зрубках..... 20**



ІННОВАЦІЙНІ АГРОТЕХНОЛОГІЇ

Біочар – що це та чому саме зараз? 33

**EasyTram від AMAZONE: коли технологічна
колія стає цифровою стратегією 28**

**Ріпакова стратегія: як не помилитися
з дозою азоту та глибиною обробітку 41**



Тарас Висоцький:

«Аграрний експорт України на початку 2026 року зріс у вартості на 9,3%»

У січні-лютому 2026 року Україна експортувала 9,95 млн тонн сільськогосподарської продукції на загальну суму \$4 млрд. Порівняно з аналогічним періодом 2025 року фізичні обсяги експорту залишилися майже незмінними, водночас валютна виручка зросла на 9,3%.

Про це повідомив заступник міністра економіки, довікля та сільського господарства України Тарас Висоцький.

За його словами, результати перших місяців року демонструють стійкість українського агросектору та поступовий перехід до експорту продукції з більшою доданою вартістю.

«Попри складні умови війни український агросектор зберігає стабільні обсяги експорту та нарощує валютну виручку. Ми бачимо позитивну тенденцію – зростає частка продукції переробки, зокрема суттєво збільшився експорт ріпакової олії. Водночас важливим завданням залишається диверсифікація ринків збуту та розширення

географії експорту», – зазначив Тарас Висоцький.

Ключовим торговельним партнером для української аграрної продукції залишаються країни Європейського Союзу. У січні-лютому 2026 року на них припало близько 50% валютної виручки від аграрного експорту.

Країни Близького Сходу та Північної Африки (MENA) забезпечили ще 20% експортної виручки. Суттєво зросла роль Туреччини – її частка у структурі аграрного експорту досягла 13%. У грошовому вимірі поставки до цієї країни збільшилися більше, ніж удвічі – з \$247 млн у січні-лютому 2025 року до \$507 млн у 2026 році.

Найбільшими за обсягом експорту товарами традиційно залишається кукурудза, соняшникова олія, пшениця, соєві боби, м'ясо.

Водночас серед десятка основних експортних позицій відбулася помітна зміна: стрімко зріс експорт ріпакової олії. У січні-лютому 2026 року Україна експортувала її на \$102 млн, що

вивело цей продукт на восьме місце серед усіх аграрних товарів за вартістю експорту. Для порівняння, рік тому експорт ріпакової олії становив лише 3 млн доларів, а її позиція в експортному рейтингу була 61-ю. Це стало результатом розвитку переробної галузі та економічної політики, спрямованої на збільшення доданої вартості в агросекторі.

У перші два місяці 2026 року експорт кукурудзи зріс на 20% – з 4,7 млн тонн до 5,6 млн тонн. Основним драйвером стало значне збільшення поставок до Туреччини – з 530 тис. тонн до 1,6 млн тонн.

Водночас експорт пшениці скоротився на 43% – з 2,1 млн тонн до 1,2 млн тонн. Найбільше зменшилися поставки до країн ЄС – з 850 тис. тонн до 88 тис. тонн. Однією з причин стало рекордне виробництво пшениці в Європейському Союзі у 2025 році, яке досягло 134,4 млн тонн – одного з найвищих показників за всю історію спостережень.

Тарас Висоцький: «Український біометан може стати новим напрямом енергетичного партнерства з Німеччиною»

Експорт українського біометану до Німеччини може стати одним із найперспективніших напрямів енергетичної співпраці між двома країнами. Про це йшлося під час круглого сто-

лу «Експорт біометану до Німеччини: цільові сегменти ринку та відкриті питання» за участю заступника міністра економіки довікля та сільського господарства України Тараса Висоцького, представ-

ників урядів України та Німеччини, експертів енергетичного ринку та міжнародних організацій.

Як зазначив заступник міністра, Україна має значний потенціал, щоб стати одним



із важливих постачальників біометану на європейський ринок. Основою для цього є сильний аграрний сектор, який забезпечує сировину для виробництва біометану з агровідходів і побічної продукції. Йдеться не лише про розвиток нового енергетичного напрямку, а й про додану вартість для агросектору, інвестиції та нові можливості для сільських територій.

Для Європейського Союзу, зокрема Німеччини, український біометан може стати частиною енергетичного переходу, інструментом зменшення залежності від викопного палива та диверсифікації джерел енергії. Для України ж це можливість відкрити новий експортний напрям, який одночасно працює на економічне зростання, зелену трансформацію та глибшу інтеграцію до європейського енергетичного ринку.

«У 2025 році українські компанії експортували понад 11,2 млн куб. м. газоподібного біометану власного виробництва. При цьому Україна має потужний потенціал виробництва біометану завдяки аграрному сектору. Для нас це не лише питання енергетики, а й розвитку економіки та створення доданої вартості в аграрній галузі. Співпраця з Німеччиною у цьому напрямі – приклад взаємовигідного партнерства, де виграють обидві сторони: Україна отримує ринок для нової енергетичної продукції, а Європа – додаткове джерело відновлюваного газу для свого енергетичного переходу», – наголосив Тарас Висоцький.

Водночас реалізація цього потенціалу потребує системної роботи та постійного діалогу між урядами, бізнесом і європейськими інституціями. Саме тому регулярні експертні обго-

ворення є важливими для усунення можливих проблемних питань та формування зрозумілих правил ринку.

Ключові виклики:

- гармонізація регуляторних вимог та сертифікації біометану відповідно до правил ЄС;
- визнання гарантій походження та інтеграція в європейські реєстри;
- визнання української газової мережі частиною європейської системи балансу маси;
- інвестиції у виробничі потужності та інфраструктуру;
- довгострокові сигнали для ринку, які дадуть змогу реалізувати десятки підготовлених інвестиційних проєктів.

Співпраця у сфері біометану має не лише економічне, а й ширше стратегічне значення. Вона посилює енергетичну інтеграцію України з Європейським Союзом, сприяє зменшенню викидів парникових газів і формує нову модель партнерства у сфері зеленої енергетики.

Україна готова розвивати цей напрям і поглиблювати діалог з Німеччиною та іншими країнами ЄС. Біометан може стати одним із ключових елементів спільної енергетичної трансформації Європи і водночас новою точкою зростання української економіки.

Підсумки гуманітарного розмінування за лютий 2026 р.

У лютому в межах державної програми компенсації вартості розмінування земель сільськогосподарського призначення реалізовано такі кроки:

- 970 га земель розмінували оператори протимінної діяльності;

- 9 угод із розмінування агроземель виконані;

- 65,2 млн грн отримали оператори ПМД за виконану роботу;

- 67,2 тис. грн/га – середня вартість розмінуваної у лютому землі в межах програми;

- ще за 21 договором, укла-

деним Центром гуманітарного розмінування, оператори протимінної діяльності розпочали очищення понад 3,3 тис. га сільгоспземель. Вартість таких послуг – 220,1 млн грн.

Загалом зараз роботи тривають за 37 договорами на агроділянках площею близько

ГУМАНІТАРНЕ РОЗМІНУВАННЯ

Станом на
1/02/26

Міністерство економіки,
довкілля та сільського
господарства України

Demine
Ukraine

ДЕРЖПРОГРАМА КОМПЕНСІЇ ВИТРАТ ЗА РОЗМІНУВАННЯ С/Г ЗЕМЕЛЬ

РОЗПОЧАТО РОЗМІНУВАННЯ:

З ПОЧАТКУ ДІЇ ПРОГРАМИ:		ЗА ЛЮТИЙ:	
площа	22,6 тис га	+3,29 тис га	
укладено	119 угод	+21 угоду	
вартість	1402,2 € млн	+220,72 € млн	

ЗАВЕРШЕНО РОЗМІНУВАННЯ:

площа	14,6 тис га	+0,97 тис га	
виконано	82 угоди	+9 угод	
вартість	854,5 € млн	+65,18 € млн	

МОЖЛИВОСТІ СЕКТОРУ:

134

сертифіковані
оператори

298

машин
для розмінування

ЗА ЛЮТИЙ:

X

сертифіковані
оператори

+1

машина
для розмінування

8 тис. га. 82 договори вже виконані – до використання повернуто 14,6 тис га. Вартість таких робіт становила майже 854,5 млн грн. Державна програма компенсації вартості розмінування земель сільськогосподарського призначення фінансується в межах реалізації Плану України (Ukraine Facility Plan) – інструменту фінансової підтримки від Європейського Союзу.

Також у лютому Уряд ухвалив постанову про оперативне повернення до використання земель сільськогосподарського призначення, які обробляються попри загрозу вибухонебезпечних предметів. Відповідно до документа місцева влада перевірятиме чи використовується імовірно забруднена ділянка за призначенням. Дані про це передаватимуть Центру гуманітарного розмінування та Центру проти-

мінної діяльності. Якщо власник або орендар використовує землю, податкові пільги для нього скасуються. На основі отриманої від місцевої влади інформації Центр протимінної діяльності або Центр гуманітарного розмінування ухвалюватиме рішення про проведення нетехнічного обстеження, щоб спростувати або підтвердити факт забруднення.

Наприкінці минулого місяця Кабмін оновив операційний план на виконання Національної стратегії протимінної діяльності до 2033 року. Ухвалені зміни спрямовані на актуалізацію відповідальних органів за виконання частини заходів у секторі й оптимізацію завдань і заходів у сфері ПМД. Зокрема за інформаційні заходи, спрямовані на зменшення впливу ВВП на життя і діяльність людей, тепер відповідатиме Центр гуманітарного

розмінування. Упровадження системи пріоритезації забруднених територій, що мають бути розміновані з урахуванням економічної, соціальної та безпекової важливості, теж є одним із завдань Центру.

26 лютого Програма розвитку ООН (ПРООН) в Україні презентувала посібник «Як знайти роботу та побудувати кар'єру у сфері протимінної діяльності?» – практичний інструмент для ветеранів і ветеранок, які розглядають можливість професійної реалізації у цьому секторі. Документ підготували на запит Міністерства економіки, довкілля та сільського господарства України у співпраці з ГО «Центр зайнятості Вільних людей» та національною платформою Demine Ukraine. Фінансову підтримку для реалізації проекту надав Уряд Японії.

РОПА

УКРАЇНА

Müthing



Мульчувальні агрегати Müthing

для подрібнення рослинних решток, сидератів та стерні.

Німецька якість. Максимальна продуктивність. Ідеальний результат



MU-M/F Vario

агрегат для заднього навішування складається гідравлічно
робоча ширина 6 м
діаметр ротора 200 мм
для тракторів від 130 до 300 к.с.



MU-PRO/F Trail Vario

агрегат для заднього навішування складається гідравлічно
робоча ширина 8,60 м
діаметр ротора 200 мм
для тракторів від 200 до 500 к.с.



MU-Farmer 670

для заднього навішування
робоча ширина 6,70 м
діаметр ротора 270 мм
для тракторів від 240 до 300 к.с.

Офіційний дилер в Україні ТОВ «РОПА Україна»

Білоцерківський р-н, с.Полковниче, вул.Центральна 35

Продаж техніки: 067-323-82-34

ropa.in.ua

Курс на «цифру» та електрику: як у Парижі визначали майбутнє світового тракторобудування

*Литовченко Оксана,
УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого*

У статті проаналізовано ключові вектори розвитку світового сільськогосподарського машинобудування, визначені під час щорічного засідання Комітету ОЕСР з питань тракторних кодексів (10–11 березня 2026 року, Париж). Основну увагу приділено технологічним трансформаціям галузі: впровадженню протоколів безпеки для електричних тракторів, розвитку систем автономного управління та переходу до віртуальних методів випробувань техніки.

На початку березня Париж традиційно став центром прийняття стратегічних рішень у сфері агротехнологій. Щорічне засідання **Комітету з питань сільського господарства Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР)** щодо стандартних кодексів офіційного випробування сільськогосподарських і лісогосподарських тракторів зібрало провідних експертів, науковців та представників національних органів сертифікації, щоб визначити «правила гри» для світового ринку сільськогосподарських машин. Україну на цій події представляв директор УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого **Станіслав Халін** – наразі він є єдиним делегатом

від нашої держави в цій впливовій структурі. Така присутність є не просто формальністю, а стратегічним запобіжником для українського агросектору, адже саме тут формуються стандарти, за якими завтра працюватиме кожен експортно орієнтований завод.

Головною темою обговорень стала неминуча трансформація класичного трактора. Сьогодні європейський і світовий ринки спрямовані на екологічність та альтернативну енергію. Якщо раніше електричні трактори сприймалися як виставкові концепти, то зараз ОЕСР активно впроваджує протоколи їхньої безпеки. Фахівці детально розглядали питання захисту літій-іонних батарей, їхню



Рисунок 1 – Групове фото учасників щорічного засідання ОЕСР

стійкість до вогню та механічних ударів, а також специфіку зарядки в польових умовах. Це означає, що ера дизельного домінування поступово доповнюється гібридними та повністю електричними установками, і технічні вимоги до них стають дедалі жорсткішими.

Паралельно з електрифікацією світ охоплює тренд на повну автоматизацію та діджиталізацію. У центрі уваги засідання опинилися автономні машини та роботизовані комплекси, які працюють без участі оператора. Однак найбільший інтерес викликав перехід до віртуальних випробувань. Це справжній прорив у методології: індустрія прагне замінити частину дороговартісних фізичних краш-тестів цифровим моделюванням. Використання «цифрових двійників» дає змогу значно прискорити вихід нових моделей на ринок, водночас вимагає створення надскладних баз даних, як-от AGRI-TRAC2, де зберігатимуться результати всіх міжнародних перевірок.



Рисунок 2 – На засіданні



Особливе місце в межах візиту посіли двосторонні зустрічі, які дають змогу зазирнути «за лаштунки» європейської системи випробувань. Зокрема, Станіслав Халін провів робочі перемовини з **Евальдом Люгером**, керівником відділу досліджень і випробувань австрійського федерального інституту Francisco Josephinum. Ця установа для Австрії є фактичним аналогом нашого УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого: обидва інститути є фундаментальними центрами, де наука перевіряє практику, а нові технології отримують «путівку в життя» через сувору сертифікацію. Також відбулася зустріч із **Тіло Койнецке**, членом Бюро та головою Комітету ОЕСР з тракторних кодів, де обговорювалася глибша інтеграція українських лабораторій до загальноєвропейської мережі.

*«Сьогодні ми не просто спостерігаємо за тим, як змінюються міжнародні кодекси, ми працюємо над тим, щоб український виробник не відчув бар'єрів при виході на європейський ринок, — зазначив **Станіслав Халін** під час професійної дискусії. — Наша співпраця з європейськими інституціями доводить, що УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого рухається в одному ритмі з лідерами галузі. Наша мета в ОЕСР — домогтися того, щоб результати випробувань, проведених у нас в Україні, мали беззаперечну вагу в кожній країні-члені Організації. Це відкриває шлях до чесної конкуренції з грандами індустрії, зберігаючи при цьому час та оборотні кошти українських підприємств».*

Для України участь у таких засіданнях має критичне прикладне значення. Статус Станіслава Халіна як єдиного представника від країни дає нашому фаховому інституту змогу бути в авангарді технічного регулювання. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого вже багато років є ключовою ланкою, що допомагає вітчизняним виробникам проходити процедури затвердження типу та євросертифікацію безпосередньо в Україні. Це знімає з українських заводів величезний фінансовий і логістичний



Рисунок 3 – Станіслав Халін з Евальдом Люгером та Тіло Койнецке

тягар, адже вони отримують можливість виходити на ринки ЄС з документами, які мають міжнародне визнання.

По суті, Україна сьогодні бореться за те, щоб наші технічні стандарти не просто наздоганяли європейські, а розвивалися синхронно з ними. Наша участь у розробці міжнародних кодексів забезпечує українському сільгоспмашинобудуванню місце у майбутньому, де трактор — це вже не просто тягова сила, а складний цифровий гаджет на колесах.

The article analyzes the key vectors of development of the global agricultural machinery industry, identified during the annual meeting of the OECD Tractor Codes Committee (March 10–11, 2026, Paris). The main attention is paid to technological transformations of the industry: the implementation of safety protocols for electric tractors, the development of autonomous control systems and the transition to virtual methods of testing equipment.

Сушіння зерна в Україні: від БАНТИНИ – до ШАХТИНИ!

Зерносушарка шахтного типу «ТоР» моделі СД-30

Халін Станіслав, канд. екон. наук, доцент,
Гайдай Тетяна, канд. техн. наук, ст. дослідник,
Занько Микола, канд. техн. наук
УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого



...так сушили кукурудзу колись

У статті розглянуто сучасні підходи до сушіння зерна в Україні та представлено шахтну зерносушарку потокового типу «ТоР» моделі «СД-30». Описано її конструкційні особливості, принцип роботи та основні технічні характеристики. Особливу увагу приділено адаптації обладнання до кліматичних умов України та можливості використання твердопаливних теплогенераторів, що працюють на біопаливі. Наведено результати експлуатаційного оцінювання сушарки в умовах сільськогосподарського підприємства.

Сучасні зерновиробники добре пам'ятають ті часи, коли врожай зернових культур збирали й обмолочували при повній стиглості зерна. Такої стиглості можна було досягти в польових умовах, оскільки літнє сонечко добре робило свою справу. Висушене зерно надійно зберігалось в коморі. Природне сушіння кукурудзи на пні часто ускладнюється несприятливими метеорологічними умовами осіннього періоду. Зокрема,



...а так сушимо кукурудзу сьогодні

висока вологість повітря, часті опади та зниження температури в нічний час перешкоджають ефективній вологовіддачі зерна, що зумовлює необхідність застосування методів штучного сушіння.

Історично збирання кукурудзи здійснювалося переважно ручним способом. Із впровадженням перших вітчизняних кукурудзозбиральних комбайнів механізація обмежувалася збором урожаю в качанах.

Подальша післязбиральна обробка на підприємствах та елеваторах передбачала трудомістке ручне очищення качанів від обгорток для забезпечення їхнього природного сушіння. У господарствах із низьким рівнем технічного оснащення застосовувався метод підвішування частково очищених качанів на спеціальних конструкціях (бантинах), де листяна обгортка використовувалася для фіксації. Це давало змогу досягти необхідних кондицій вологості зерна за відсутності автоматизованих сушильних комплексів. Так зерно в качанах висихало і доходило за вологістю до необхідної кондиції.

На початку XXI століття в агропромисловому секторі США та країн Європи відбулося широке впровадження спеціалізованого обладнання для штучного сушіння зерна. В Україні цей період характеризувався поступовим переходом від традиційних методів до інтенсивних технологій обробки, що було зумовлено розвитком комбайнового збирання зернових культур, зокрема кукурудзи. Розширення посівних площ і зростання попиту на кукурудзу на зовнішніх і внутрішніх ринках вимагали швидкого технічного переоснащення господарств.

Початковий етап модернізації вітчизняної галузі супроводжувався домінуванням імпортного обладнання. Однак трансформація ринкових відносин, приватизаційні процеси та посилення конкуренції стимулювали вітчизняні машинобудівні підприємства до освоєння виробництва складних зерносушильних комплексів. Потужні українські виробники успішно адаптували технологічний цикл до сучасних вимог, що дало змогу створити конкурентоспроможне вітчизняне обладнання, яке за техніко-економічними показниками не поступається закордонним аналогам.

На сучасному ринку зерносушильного обладнання України домінують установки шахтного типу, переважна більшість яких представлена європейськими виробниками. Географічне розташування виробничих потужностей (від північних до південних регіонів Європи) суттєво впливає на конструкційні особливості обладнання, вибір матеріалів і технологічні параметри сушіння.

Зокрема, зерносушарки виробництва південно-європейських країн спроектовані для роботи в умовах низької вологості повітря та відносно невисокої початкової вологості

зерна (15-17%), що характерно для тривалого та сухого збирального сезону в цих регіонах. Відповідно, такі установки комплектуються газовими пальниками, розрахованими на помірні енерговитрати.

Однак експлуатація такого обладнання у кліматичних умовах України пов'язана з певними викликами. Значна протяжність території держави (близько 900 км з півночі на південь) зумовлює суттєві амплітуди температур, вплив холодних повітряних мас і високу відносну вологість повітря в осінньо-зимовий період. Початкова вологість кукурудзи при надходженні на переробку часто сягає 35% і більше. Для досягнення кондиційної вологості (14%) необхідно забезпечити вилучення понад 20% вологи за один цикл. Такий інтенсивний («жорсткий») режим сушіння при температурах до 125°C разом із низькими зовнішніми температурами спричиняє значні термічні напруження в металоконструкціях сушарки. Це вимагає використання спеціальних марок сталі та посиленого антикорозійного захисту, здатних витримувати екстремальні температурні перепади та агресивне волого-температурне середовище.

Через нестабільність ринку традиційних енергоносіїв аграрний сектор України переорієнтовується на використання відновлюваних біоресурсів для генерації теплоносія. Для спалювання біопалива дедалі частіше впроваджуються теплогенеруючі установки вітчизняного виробництва. Слід підкреслити, що більшість зерносушарок європейського виробництва не адаптовані до інтеграції з такими системами.

Паспортна продуктивність імпортного обладнання зазвичай розрахована на кліматичні умови країни-виробника та роботу з зерном низької початкової вологості. При експлуатації в реаліях українського агропромисловництва показники таких установок суттєво відхиляються від заявлених: фактична продуктивність знижується орієнтовно на 15-20%. Робота в інтенсивних температурних режимах призводить до прискореної деградації конструкційних матеріалів шахт і скорочення міжремонтного ресурсу. У результаті цього відбувається зниження загальної енергетичної та економічної ефективності використання зарубіжних сушильних комплексів порівняно з адаптованими вітчизняними аналогами.

Аналіз експлуатаційного досвіду свідчить

про поступову зміну пріоритетів вітчизняних агровиробників на користь обладнання українського виробництва. Станом на 2025 рік вітчизняні машинобудівні підприємства володіють необхідною технологічною базою та конструкційними матеріалами для задоволення зростаючого попиту на адаптовані сушильні комплекси.

Релевантним прикладом є лінійка шахтних зерносушарок потокового типу серії «ToP» (виробництва ТОВ «ТЕЗЗ», смт Гребінки), розробка яких триває з 2020 року. Модельний ряд включає модифікації «СД-15», «СД-20», «СД-30» (рис. 1), «СД-40», «СД-60» та «СД-80». При зниженні вологості кукурудзи з 24% до 14% продуктивність цих установок варіюється в межах 4,0-25,0 т/год.

Високі експлуатаційні показники забезпечуються такими технічними характеристиками:

- Місткість шахт: від 15 до 80 тонн зерна;
- Потужність вентиляційних систем: від 40 000 до 180 000 м³/год, що гарантує інтенсивний тепломасообмін;
- Енергозабезпечення: визначена потужність електродвигунів становить 11,75-57 кВт.

Відповідно до сучасних вимог енергоефективності установки комплектуються твердопаливними теплогенераторами потужністю 1,2-5 МВт, адаптованими для спалювання біопалива. Конструктивне рішення сушарок поєднує переваги традиційних шахтних систем із трикутними повітряними коробами та жалюзійних сушарок. Це дає змогу ефективно обробляти зернову масу з рівнем засміченості до 4%. Використання діагонального розташування коробів, на відміну від класичного горизонтального, забезпечує рівномірний розподіл теплоагента й уможливорює отримання на виході зерна з високим рівнем однорідності за вологістю.

Зерносушарки шахтного типу серії «ToP» (модель «СД») призначені для сушіння зерна та насіння зернових, бобових, технічних і олійних культур (кукурудзи, соняшника, ріпаку, сої, рису). Принцип роботи обладнання базується на використанні потоку нагрітого повітря (теплоносія), що проходить крізь зерновий шар. Конструктивно установки належать до шахтних сушарок вакуумного типу: за допомогою вентиляторів у секціях нагріву створюється розрідження, що забезпечує інтенсивний рух теплоносія через зернову колону. Технічні характеристики дають змогу експлуатувати обладнання в усіх кліматичних зонах України.



Рисунок 1 – Шахтна зерносушарка потокового типу «ToP» моделі «СД-30»

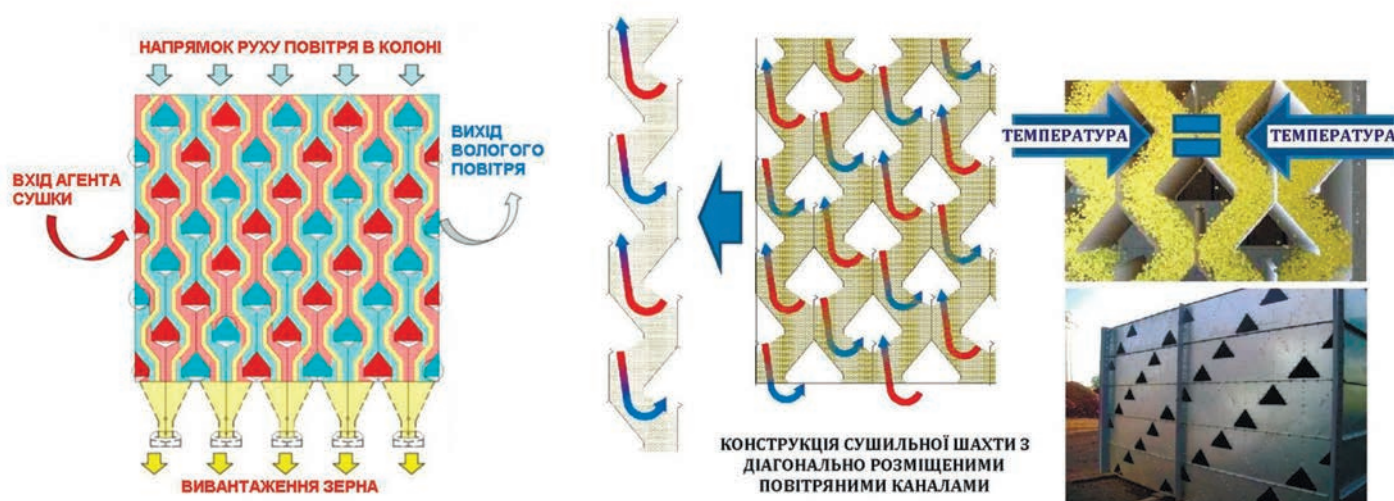


Рисунок 2 – Рух повітря в сушильній шахті з діагонально розміщеними повітряними каналами (загальна схема)



Рисунок 3 – Вивантажувальна система та опорна конструкція зерносушарки типу «Тор»

Конструкція завантажувального бункера та даху сушарки виконана з оцинкованої листової сталі, що забезпечує корозійну стійкість і довговічність при накопиченні вологого зерна. Завантаження сировини здійснюється через технологічний отвір діаметром 200 мм. Для автоматизації процесу наповнення бункер оснащений двома ротаційними датчиками рівня, які інтегровані в систему управління подачею зерна.

Дифузори (розподільні камери) зернової колони виготовлені з оцинкованої листової сталі та розташовані по обидва боки сушильних секцій. Конструкція передбачає двосторонню функціональність: з одного боку встановлено дифузор теплогенератора, що дає змогу інтегрувати газовий пальник або під'єднати повітропровід твердопаливної топочної установки. З протилежного боку розташований дифузор вентилятора, який забезпечує розрідження (вакуумування) всередині колони, створюючи необхідний градієнт тиску для

інтенсифікації процесу вологовіддачі.

Сушильна колона, виконана з корозійностійкої оцинкованої сталі, є робочим об'ємом для гравітаційного переміщення зернової маси. Технологічний цикл передбачає послідовне нагрівання, висушування та охолодження зерна у нижніх секціях. Колона оснащена системою підвідних і відвідних повітропроводів (коробів), що забезпечують подачу сухого теплоносія та видалення відпрацьованого вологого повітря (рис. 2). Специфічна конфігурація коробів із вертикальними елементами реалізує ефект самоочищення, що дає змогу здійснювати стабільний процес сушіння зернового матеріалу з рівнем засміченості до 4%

Вивантажувальний механізм (ВМ) (рис. 3) призначений для плавного дозованого вивантаження зерна. Він приводиться в дію двигун-редуктором, який у свою чергу керується частотним перетворювачем, що дає змогу з високою точністю керувати продуктивністю

**ТАБЛИЦЯ 1. ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА ПАРАМЕТРИ ЗЕРНОСУШАРКИ ТИПУ «ТОР»
МОДЕЛІ СД-30**

Найменування показника	Значення показника
Об'єм повного завантаження зерна, м ³	40
Продуктивність зерносушарки (при сушінні зерна кукурудзи та зменшенні вологи з 24% до 14%, проект), т/год (т/добу)	10 (240)
Температура гарячого повітря на зазначену продуктивність, °C	120
Теплова потужність теплогенератора, МВт	2,0
Габаритні розміри, мм:	
- довжина, м	6,0
- ширина, м	2,4
- висота, м	17,9
Продуктивність вентиляторів (сумарна), м ³ /год	75000
Вхідна напруга, В	380
Частота, Гц	50
Встановлена електрична потужність, кВт	18,75

відвантаження зерна.

Вивантажувальний бункер, виготовлений із оцинкованої сталі, забезпечує спрямування висушеного зерна самопливом у приймальну секцію норії для подальшого транспортування. Конструкція бункера передбачає наявність інспекційного люка для проведення регламентних оглядів та очищення внутрішнього об'єму від домішок.

Опорна металоконструкція, виконана з профільного сталевих прокату (кутиків) із захисним лакофарбовим покриттям, розрахована на статичні та динамічні навантаження від повної маси зернової колони.

Вентиляційна система представлена осьовим вентилятором, інтегрованим у верхню частину дифузора. Таке розташування сприяє зниженню акустичного тиску та дає змогу доукомплектувати установку системами аспірації (циклофенами) для мінімізації викидів пилу. Робоче колесо (крильчатка) вентилятора зафіксоване безпосередньо на валу електродвигуна, що спрощує кінематичну схему та підвищує надійність привода.

Процес тепломасообміну реалізується шляхом проходження повітряного потоку (теплоносія), нагрітого до заданих параметрів, крізь шар зерна. Рівномірний розподіл потоку забезпечується взаємодією дифузора теплогенератора та витяжного осьового вентилятора.

Автоматизація технологічного циклу здійснюється за допомогою мікропроцесорного

блока керування (контролера). Система в реальному часі опрацьовує дані від датчиків температури, встановлених у зонах подачі та відведення теплоносія, що дає змогу підтримувати стабільність температурних режимів сушіння.

Зерно в сушарку подається норією зверху через вхідний отвір в даху і гравітаційно рівномірно розподіляється зерновою колоною. Зерно нагрівається від гарячого повітря, яке підігрівається топкою на твердому паливі або пальником на природному газі (пропані), та за допомогою вакуумного вентилятора, який знаходиться на даху зерносушарки, всмоктується в шахту сушарки. По мірі нагрівання зерна воно втрачає вологу. Той же вентилятор, створюючи розрідження в секції охолодження, забезпечує охолодження зерна до температури навколишнього середовища.

Вивантаження зерна з сушарки здійснюється за допомогою вивантажувального механізму з мотор-редуктором.

Технологічний процес розпочинається з подачі попередньо очищеного від домішок зернового матеріалу за допомогою норії до завантажувального бункера, розташованого у верхній частині установки. Заповнення здійснюється через завантажувальний патрубок діаметром 200 мм. Автоматизація циклу забезпечується двома ротаційними датчиками рівня, які регулюють роботу подавальних механізмів для підтримання стабільного об'єму сировини.

Рух зернової маси в сушильній колоні

відбувається гравітаційним способом (самопливом) зверху вниз. Конструкція колони (рис. 4), виготовлена з оцинкованої листової сталі, забезпечує послідовне проходження зерном зон нагрівання, інтенсивної вологовіддачі й охолодження. Ефективний тепломасообмін реалізується через систему повітропідвідних і відвідних коробів (рис. 5): крізь них у зерновий шар подається сухий теплоносій (нагріте повітря) і видаляється відпрацьований агент сушіння з високим вмістом вологи.

Зерносушарка типу «Тор» моделі «СД-30» при проведенні випробувань працювала в технологічному тандемі з твердопаливним теплогенератором із тепловою потужністю 2,0 МВт.

Система генерування та розподілу теплоносія передбачає подачу нагрітого повітря від теплогенератора (або газового пальника) через систему повітропроводів до вхідного дифузора зернової колони. Термічна обробка зернового шару здійснюється шляхом примусового проходження потоку теплоагента крізь технологічний об'єм сушарки.

Необхідний градієнт тиску для інтенсифікації тепломасообміну забезпечується витяжним осьовим вентилятором, розташованим у вихідному дифузорі з протилежного боку колони. Створення зони розрідження (вакуумування) у внутрішньому просторі сушарки дозволяє оптимізувати параметри вологовіддачі та забезпечити рівномірне прогрівання зернової маси по всьому перерізу колони.

Конфігурація коробів із вертикальними елементами забезпечує можливість сушіння зерна із засміченістю до 4% (колонна з самоочисткою).

Вертикальна перемичка, розташована над трикутним коробом, розділяє шахту на вертикальні стволі, як у жалюзійних сушарках. Це не дає зерну змоги хаотично рухатися шахтою сушарки, внаслідок чого кожна зернина з кожного із стволів за однаковий час проходить шахту, і відбувається рівномірне сушіння продукту. Також вертикальна перемичка

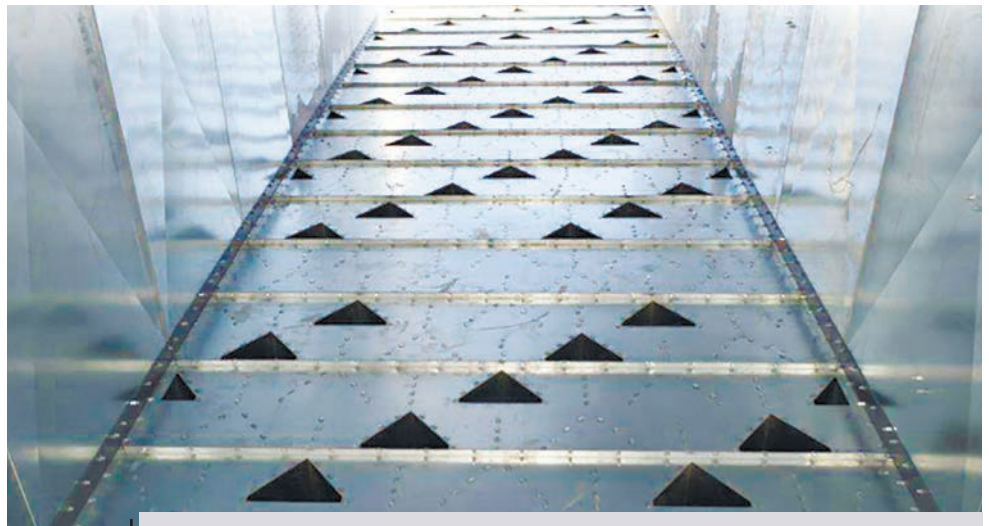


Рисунок 4 – Сушильна колонна з коробами-повітроводами (вигляд усередині колони)

РУХ ЗЕРНА В КОЛОНІ

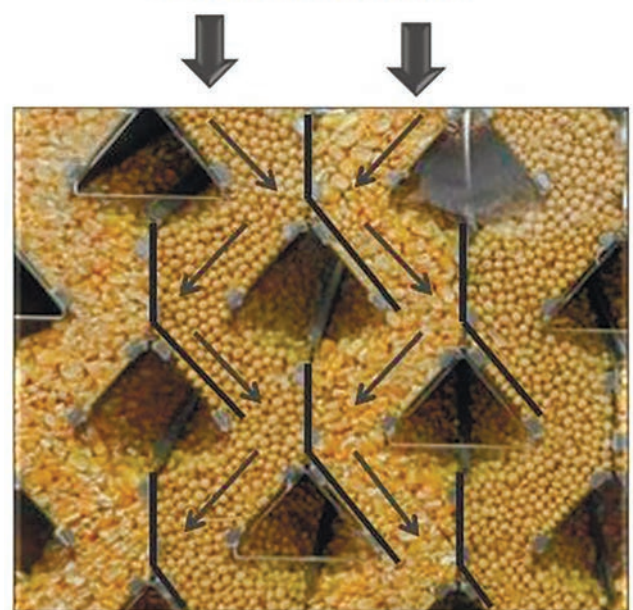


Рисунок 5 – Рух зерна в сушильній шахті з вертикальною перемичкою над трикутним коробом

не дає змоги зерновому сміттю осідати на вершинах трикутних коробів. Так уможливується сушіння в колоні більш засміченого зерна (до 4%), а також зменшується пожежо-небезпека зерносушарки.

Вивантажувальний механізм здійснює дозування та плавне вивантаження зерна. Вивантаження зерна виконується за допомогою вивантажувального механізму, який приводиться в дію двигун-редуктором, який у свою чергу керується частотним перетворювачем. Це дає змогу з високою точністю ке-

рувати продуктивністю вивантаження зерна з сушарки. На відміну від шахтних зерносушарок інших виробників цей вивантажувальний механізм має легкий доступ для чищення і обслуговування та дає змогу плавно й рівномірно вивантажувати зерно.

Шахта зерносушарки може бути виготовлена у трьох варіантах залежно від потреб замовника: 1) без рекуперації тепла; 2) з рекуперацією тепла; 3) з подвійною рециркуляцією повітря в колоні (повне відшкодування тепла).

Зерносушарки «ТоР» можуть обладнуватися традиційними газовими пальниками або топками на твердому паливі залежно від економічної доцільності використання конкретного виду палива. Теплогенератор або газовий пальник, що знаходяться з одного боку колони сушарки, за допомогою приєднаного повітровода подає теплоагент до дифузора.

Повітряний потік гарячого повітря пронизує зерно в колоні і виходить на протилежний бік колони в другий дифузор. З протилежного боку знаходиться дифузор осьового вентилятора, який створює вакуум у колоні, завдяки чому відбувається процес сушіння.

Додатковими опціями у складі зерносушарки можуть бути такі:

- система аспірації витяжного вентилятора;
- утеплення зерносушальної колони;
- віялка для відбору легких фракцій забруднення зерна;
- оперативні ємності – силоси з конусним дном для зберігання і охолодження зерна;
- транспортне обладнання – норії, транспортери.

Експлуатаційне оцінювання сушарки моделі «СД-30», представника зерносушарок типу «ТоР», проведено в складі зерносушального комплексу (рис. 6), побудованого на її базі (на території ФОП Куцаєв В.О., Кіровоградська область, м. Олександрія). Зерносушарку і теплогенератор в її складі доставлено з місця виготовлення – смт Гребінки, Київська обл. до місця монтажу і експлуатації в повному комплекті, в демонтовано-

му стані. Її монтажування на зерновому складі проводилося силами сервісної служби ТОВ «ТЕЗЗ». За результатами технічної експертизи встановлено, що якість виготовлення зерносушарки – хороша і відповідає вимогам технічних умов ТУ У 28.9-37944893-001: 2025 «Зерносушарки шахтного типу «ТоР» модель СД». Зерносушарка типу «ТоР» моделі «СД-30» при проведенні випробувань працювала в технологічному тандемі з твердопаливним теплогенератором потужністю 2,0 МВт (роботи і виробництва ТОВ «ТЕЗЗ»).

Природні умови, які значно впливають на теплову ефективність використання теплової енергії теплогенераторного комплексу і продуктивність сушіння зерна – температура оточуючого середовища, вологість повітря, атмосферний тиск загалом були задовільними: температура навколишнього повітря становила +4°C. Температура теплоагента, який



Рисунок 6 – Шахтна зерносушарка потокового типу «ТоР» моделі «СД-30» (загальний вигляд у складі зерносушального комплексу господарства)

подавався з теплообмінника теплогенератора в сушарку, становила 117°C, що відповідає вимогам до умов сушіння зерна кукурудзи продуктового та фуражного призначення. Посушливі умови при вистиганні зерна у вересні-жовтні 2024 р. обумовили незначну вологість зерна на рівні 22%. Тому сушіння зерна до нормованих 14% виконувалося в режимі зйому вологи всього на 8% (з 22% до 14%) за один прохід через сушарку.

У висушеному зерні не виявлено сторонніх запахів. Теплоагент у сушарку подавав вентилятор твердопаливного теплогенератора, який спалював пелети, виготовлені з відходів соняшника – з лушпиння насіння. Теплотворна здатність такого палива знаходиться на рівні 4 кВт/кг. При проектних витратах біопалива (деревних трісок) у топці теплогенератора в 900 кг/год фактичні витрати пелет становили 530 кг/год, а питомі витрати – 5,1 кг/т%. Теплогенератор при спалюванні такої кількості соняшникових пелет розвиває теплову потужність 2 МВт. Осьові вентилятори забезпечують подачу теплоагента та переміщення холодного повітря в сушарку з продуктивністю 75 000 м³/год. Продуктивність сушіння зерна кукурудзи при такому режимі зниження вологи становила 13,0 т/год. Номінальна потужність електродвигунів сушарки, норій і теплогенератора становить 47,7 кВт, споживана – 46,0 кВт. Питомі витрати електроенергії зерносушарки при зазначеній продуктивності сушіння становили 0,44 кВт·год/т%.

Економічні показники сушарки «СД-30» визначені згідно з ДСТУ 4397: 2005 «Сільськогосподарська техніка. Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробування». Установлено, що затрати праці під час експлуатації сушарки та сушіння зерна становлять 0,01 люд.-год./ (т%). Прямі експлуатаційні витрати на 1т% становили 18,65 грн. У структурі прямих експлуатаційних витрат 74% займають витрати на теплову та електричну енергію.

Якість виготовлення зерносушарки типу «ТоР» моделі «СД-30» перевірялася на відповідність вимогам технічних умов ТУ У 28.9-37944893-001: 2025 «Зерносушарки шахтного типу «ТоР» модель «СД». За результатами технічної експертизи встановлено, що механічна обробка комплектуючих деталей і вузлів відповідає вимогам конструкторських документів. У конструкції сушарки використано термоміцну оцинковану сталь. Якість і параметри антикорозійного металевих покриття

– за допомогою цинку – відповідає вимогам технічних умов на зерносушарку. Елементи конструкції, виготовлені з листового та профільованого прокату, гострих країв не мають.

Контроль якості зварювальних з'єднань проведено візуально-оптичним методом. Зварні з'єднання виконані з урахуванням режиму зварювання для кожного типу з'єднання і поєднання товщини металу. Поверхня зварних швів є гладкою або дрібнолускатою і має плавний перехід до основного металу. Наплавлений метал є щільним всією довжиною шва, не має тріщин, скупчень і ланцюжків, поверхневих пор. Болтові з'єднання затянуті рівномірно, з необхідним зусиллям, перекося і деформації з'єднаних деталей – відсутні.

Оцінювання конструкції зерносушарки моделі «СД-30» типу «ТоР» на відповідність вимогам Технічного регламенту з безпеки машин та ергономіки проведено згідно з державним стандартом ДСТУ EN 614-1:2018 «Безпечність машин. Ергономічні принципи проектування. Частина 1», який є однією із складових доказової нормативно-законодавчої бази відповідності зазначеному регламенту (в частині пунктів, вимоги яких поширюються на зерносушарку «СД-30»). Управління зерносушаркою відбувається в автоматичному режимі. Весь процес сушіння регулює електронний блок (контролер) управління процесом. Електронний блок управління постійно отримує дані з датчиків температури на вході та виході агента сушіння. Шафа керування зерносушаркою розміщена в операторській кімнаті, що забезпечує задовільні умови для роботи оператора.

За результатами тестувань зроблено оцінку конструкції зерносушарки «СД-30» і констатовано, що вона:

- має всі позитивні особливості, характерні для сушарок шахтного типу: здатність сушити зерно всіх видів зернових, олійних і бобових культур і за різними технологіями, при цьому забезпечується продуктивність сушіння в значному діапазоні;

- адаптована, продуктивно сушить зерно в технологічному тандемі твердопаливним теплогенератором;

- має хороший рівень енергоефективності й енергозбереження, оскільки може працювати в режимі одно- та подвійної рециркуляції повітря в колоні (повне відшкодування тепла);

- може сушити зерно із засміченістю до 4%

(тобто колона з самоочищенням) завдяки конфігурації коробів із вертикальними елементами (рис. 4);

- має задовільний рівень автоматизації технологічних режимів. Це дає змогу контролювати процес сушіння зерна, спалювання біопалива, вироблення теплоагента з необхідною температурою та його подачу в сушарку;

- задовільно адаптована до проведення технічного обслуговування;

- характеризується хорошим рівнем проектно-конструкторських робіт та якості виготовлення з боку виробника – ТОВ «ТЕЗЗ»;

- високий рівень адаптивності конструкції спрощує процес монтажу та забезпечує повну технологічну сумісність сушарки з іншим обладнанням у складі зерноочисних комплексів. Це гарантує високу експлуатаційну надійність установки в умовах реального виробничого циклу;

- в умовах сухої осені в зоні Степу України сушарка при сушінні зерна кукурудзи забезпечує продуктивність на рівні 312 тонн на добу, що відповідає вимогам Технічних умов на зерносушарку – не менше 240 тонн/добу. Досягнення заявлених показників продуктивності забезпечується стабільним генеруванням і подачею теплоносія від твердопаливного теплогенератора, що працює на біопаливі.

Використання зерносушарки типу «ТоР» моделі «СД-30» та твердопаливного теплогенератора з використанням біопалива (пелети) в технологіях сушіння зерна в сучасних умовах забезпечення іншими енергоносіями (природний газ, електроенергія, дизельне паливо) відповідає сучасним тенденціям при сушінні зерна в Україні. Практика їхнього використання в Україні свідчить, що основними замовниками зерносушарок є сільськогосподарські підприємства різних форм власності та зернопереробники, які займаються зберіганням і переробкою урожаю зернових і олійних культур і кукурудзи.

Реалізація зерносушарок типу «ТоР» підприємством-виробником ТОВ «ТЕЗЗ» засвідчила, що основними замовниками є сільськогосподарські підприємства різних форм власності (рис. 7) або переробники, які займаються зберіганням і переробкою зернових культур. Згідно з основною технічною комплектацією і використанням додаткових опцій зерносушарка успішно експлуатується в усіх кліматичних зонах України. Зерносушарка типу

«ТоР» моделі «СД-30» в комплектації з твердопаливним теплогенератором засвідчила свою економічність та ефективність застосування в підприємстві-власнику, яке займається зерно-виробництвом і сушінням зерна.

За результатами державних випробувань, проведених ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого», зерносушарку шахтного типу «ТоР» (модифікація «СД-30») у комплектації з твердопаливним теплогенератором рекомендовано до серійного виробництва та широкого впровадження в агропромисловому секторі України.

The article considers modern approaches to grain drying in Ukraine and presents a shaft grain dryer of the flow type "ToR" model SD-30. Its design features, operating principle and main technical characteristics are described. Special attention is paid to the adaptation of the equipment to the climatic conditions of Ukraine and the possibility of using solid fuel heat generators operating on biofuel. The results of the operational evaluation of the dryer in the conditions of an agricultural enterprise are presented.



Рисунок 7 – Шахтна зерносушарка потокового типу «ТоР» моделі «СД-30» (у стані монтажу)

Огляд навісних деревоподрібнювальних машин для виробництва паливної тріски на зрубках

*Думич Василь, Сало Ярослав, Мазурак Михайло,
Львівська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого*

На рівні невеликих сільських і селищних громад, коли теплогенерувальне підприємство знаходиться поблизу лісосіки, має сенс упроваджувати потокову технологію виробництва тріски з порубкових залишків. У статті наведено конструкційні особливості навісних деревоподрібнювальних машин із ручною і механічною подачею деревної біомаси на приймальний стіл і розглянуто результати досліджень комплексів машин для потокової технології виробництва тріски на зрубках.

Війна суттєво змінила погляди на багато аспектів життя, зокрема і на сучасні системи опалення в Україні. Постійні обстріли інфраструктури, перебої електро- та газопостачання змусили замислитись про те, якою має бути сучасна система опалення, аби не залежати від зовнішніх факторів, бути енергоефективною і менш вразливою для ворожих ракет і дронів. У нинішніх реаліях на передній план вийшло автономне опалення будинків, енергоефективні рішення для опалення та децентралізація теплової генерації,

створення замість одного великого джерела декількох розподілених джерел меншої потужності, використання місцевих енергетичних ресурсів [1].

Для реалізації такої концепції теплопостачання найбільш доречними джерелами тепла можуть бути теплові насоси, модульні котельні з котлами на біомасі та гібридні системи (поєднання декількох джерел енергії, наприклад тепловий насос із твердопаливним або газовим котлом). Системи опалення повинні бути забезпечені автономним джерелом електропостачання (наприклад, генератором або сонячною електростанцією з інвертором тощо). Таке рішення забезпечує мінімальні витрати на опалення, повну незалежність від газу, можливість роботи під час знеструмлення та енергоефективність [2, 3].

Щодо джерел теплової енергії варто зауважити, що теплові насоси використовують природну енергію повітря, ґрунту або води і не





Рисунок 1 – Схема потокової технології виробництва тріски з порубкових залишків

потребують палива, а твердопаливні котли виробляють тепло внаслідок спалювання біопалива (дров, соломи, лушпиння соняшника, пелетів, деревної тріски та інших відходів виробництва). З огляду на зручність експлуатації та енергоефективність перспективними є котли з автоматичною подачею палива в топку, які працюють на сипкому паливі, зазвичай пелетах і деревній трісці.

Тріска є мінімально обробленим матеріалом і доступна за вартістю для теплогенерувальних підприємств [4,5]. Її отримують із порубкових залишків, решток догляду за лісовими насадженнями, відходів лісопиляння та фрагментів деревини, не придатної для іншого застосування. Доступний для енергетичного використання обсяг порубкових залишків в Україні становить 2,20 млн м³/рік (близько 1,43 млн т/рік) [6].

Для виробництва деревинної тріски можуть застосовуватися різні технології, які відрізняються головним чином місцем проведення подрібнення та номенклатурою задіяних технічних засобів для виконання технологічних операцій. Подрібнення біомаси може виконуватися на місці утворення деревних залишків (на зрубі), узбіччі лісової дороги, на проміжному терміналі або у споживача чи на складі. Залежно від місця подрібнення послідовність операцій буде різною [7, 8]. Упровадження конкретної технології залежить від місцевих умов, зокрема потреби і відстані транспортування біопалива.

На рівні невеликих сільських і селищних громад, коли теплогенерувальне підприємство або склад знаходяться поблизу лісосіки

і транспортні агрегати здатні забезпечити роботу деревоподрібнювачів без простоїв, доцільно упроваджувати потокову технологію виробництва тріски з порубкових залишків (рис.1).

Суть потокової технології полягає в тому, що деревоподрібнювач, агрегатований із трактором, переміщаючись лісосікою, підбирає і подрібнює порубкові залишки та завантажує тріску в причіп транспортного агрегату, який рухається поруч. Після заповнення кузова відбувається заміна транспортного агрегату, а причіп із завантаженою тріскою переміщається до місця призначення або вантаження.

В Україні виробництво біопалива на зрубках за потоковою технологією здійснюється здебільшого з використанням навісних деревоподрібнювальних машин із ручною і механічною подачею деревини на приймальний стіл.

Деревоподрібнювачі з ручною подачею матеріалу на подрібнення

Для виробництва деревної тріски безпосередньо на лісосіці доцільно використовувати деревоподрібнювачі з ручною подачею палива, в яких приймальний бункер установлений під кутом 90 до поздовжньої осі трактора. Це забезпечує зручність подачі деревної біомаси та дає змогу використовувати подрібнювач в одному агрегаті з причепом.

На вітчизняному ринку представлені дере-



а)



б)

воподрібнювачі таких моделей: «DP 660 TC» (СП ТОВ «Олова») (рис. 2 а), «RM52.3» (ТОВ «Аріес-Україна»), «RM180NT» («F-Z Ukraine»), «4М-180TR PRO» (ТзОВ «ШКІВ») і «МК-170ТР» (ТОВ «Завод Кобзаренка») (рис. 2 б).

Агрегатуються деревоподрібнювачі з трак-

Рисунок 2 – Деревоподрібнювачі «4М-180TR PRO» (а) та «МК-170ТР» (б)

торами потужністю 40-100 кВт (табл. 1).

Основний робочий орган цього типу деревоподрібнювачів є ротор-маховик (різальний диск), на передній площині якого прикріплені

ТАБЛИЦЯ 1. ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕРЕВОПОДРІБНЮВАЧІВ ІЗ РУЧНОЮ ПОДАЧЕЮ ДЕРЕВНОГО МАТЕРІАЛУ

Показник	Значення показника			
	DP 660 TC	RM52.3	RM180NT	МК-170ТР
Тип подрібнювального апарату	дисковий двоножевий	дисковий триножевий	дисковий триножевий	дисковий чотириножевий
Агрегатування, потужність трактора, к.с	40-100	100	100	понад 50
Частота обертання ВВП. об/хв	1000	1000	1000	540-1000
Швидкість подачі деревини, м/с	0,5-0,8	0,8-1,0	0,8-1,0	0,4-1,0
Максимальна продуктивність, м ³ /год.	2-10	15	16	12
Висота викиду тріски, м	3	2,83	3	3
Габаритні розміри, мм				
- довжина	1800	1660	2060	1660
- ширина	1400	1250	1250	1170
- висота з трубою	2800	2430	2430	2750
Вага, кг	760	850	825	710
Діаметр подрібнювального диска, мм	800	800	875	750
Діаметр подрібнювальної деревини, мм	160	180	180	170
Розміри вхідного вікна, мм				
- висота/ширина	210/ 245	230/ 265	230/ 265	220/ 265
Розмір тріски, мм	5-40	10-20	15-40	5-60

2-4 ножі, а з тильного боку встановлені спеціальні лопаті, які нагнітають тиск повітря для видалення тріски з подрібнювальної камери через вивантажувальну трубу. Різальний диск приводиться в рух ВВП трактора з частотою обертання 540-1000 об/хв.

Ножі виготовлені з легованої загартованої сталі. Виліт ножів регулюється, що дає змогу налаштовувати розміри фракцій тріски. У камері подрібнення встановлено один або два контрножі.

Деревоподрібнювачі оснащуються автономною гідросистемою, призначеною для приводу робочих органів подачі деревини в камеру подрібнення, зазвичай це два зтягувальні ролики. Кожен ролик має окремий гідравлічний привід від гідромоторів. Гідрорегулятор тиску масла в системі дає змогу змінювати швидкість обертання роликів, регулюючи подачу матеріалу, продуктивність роботи і розміри фракції тріски. Гідророзподільник дає змогу змінювати напрямок обертання валиків. Верхній ролик є підпружиненим, що дає змогу зтягувати деревину товщиною від 10 до 160 мм і більше.

Більшість моделей оснащені системою «NO STRESS», яка контролює частоту обертання колінвала двигуна трактора і за її зменшення відключає подачу матеріалу в подрібнювальну камеру. За відновлення оборотів подача автоматично поновлюється. Ця опція дає такі переваги: однорідність тріски, уникнення аварійної зупинки двигуна трактора, можливість використання трактора з менш потужним двигуном [9].

Приймальний бункер оснащений спеціальною шторою з гумотканинного матеріалу для захисту від зворотного виходу матеріалу і попадання тріски на роки оператора. На розтрубі встановлено ручку безпеки (екстреної зупинки), при натисканні на яку деревоподрібнювач зупинить подачу сировини.

Вивантажувальну трубу можна обертати на 360° для спрямування потоку тріски в потрібному напрямку, а за допомогою регулювання положення козирка (відбійника) налаштовується дальність викиду.

Деревоподрібнювачі з механічною подачею матеріалу на подрібнення

Для механізації подачі деревної фітомаси на приймальний стіл виробники техніки про-

понують деревоподрібнювачі, укомплектовані маніпуляторами (кранами). Гідросистема маніпулятора з'єднується з гідросистемою трактора і керується важелями гідрозподільника з кабіни трактора. Встановлення маніпулятора збільшить продуктивність, зменшити затрати праці та підвищити однорідність і якість паливної тріски.

На ринку представлені деревоподрібнювачі з механічною (крановою) подачею гілково-стовбурної біомаси подібного компонування фірм «Junkkari», «Linddana», «Ufkes Greentec» тощо.

Технічна характеристика деревоподрібнювачів із механічною подачею деревного матеріалу наведена в таблиці 2.

Фірма «Farmi Forest» (Фінляндія) продукує навісні деревоподрібнювачі моделей «CH 260 HF-2 EL», «CH 27», «CH380», здатні переробити на тріску деревний матеріал діаметром 26-38 см.

Деревоподрібнювач «CH 27 ACC» (рис. 3 а) оснащений триножевим ротором 3 і 4 (рис. 3 б), вертикальним і горизонтальним контрножами 5 і 6 та подрібнювачем гілок 7 (рис.3 б). Така конструкція подрібнювального апарату дає змогу виконувати триступеневе дроблення деревного матеріалу. Регульований розмір тріски – від 7 до 25 мм.

Привід дводискового ротора різального апарату здійснюється від ВВП трактора з частотою обертання 1000 об/хв. Завдяки високій швидкості обертання диска забезпечується висока продуктивність і якість роботи та створюється потужний повітряний потік для викидання готової тріски в кузов причіпа.

Система подачі деревини в камеру подрібнення включає в себе металевий зтягувальний конвеєр, два горизонтальні ролики і верхній натискний ролик великого діаметру.

Подрібнювачі деревини «Farmi CH» устатковані гідросистемою, насос якої урухомлюється ВВП трактора. Гідросистема приводить у рух гідродвигуни вузлів системи подачі матеріалу. Електронна система «NO STRESS» автоматично регулює швидкість обертання живильних роликів, а отже, й подачу матеріалу в камеру подрібнення залежно від частоти обертання вала двигуна трактора і запобігає його перевантаженню.

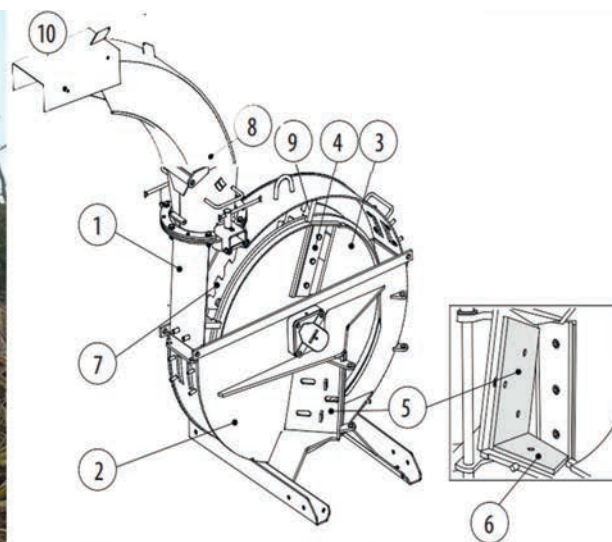
Приймальний бункер розташований під кутом до ротора, внаслідок чого створюється ефект самозтягування біомаси, що сприяє зменшенню потужності на привід механізмів

ТАБЛИЦЯ 2. ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕРЕВОПОДРІБНЮВАЧІВ ІЗ МЕХАНІЧНОЮ ПОДАЧЕЮ ДЕРЕВНОГО МАТЕРІАЛУ

Показник	Значення показника			
	Linddana TP 230 PTO K	Junkkari HJ-252 GT	CH 260 HF-2 EL	Farmi CH-27ACC
Тип подрібнювального апарату	дисковий триножевий	дисковий чотириножевий	дисковий триножевий	дисковий триножевий
Діаметр подрібнювальної деревини, мм	230	250	260	270
Агрегування, потужність трактора, к.с	50-120	70-90	100-170	54-156
Частота обертання ВВП. об/хв.	1000	540-1000	540-1000	540-1000
Швидкість подачі деревини, м/с	0,5-0,8	0,5-0,8	0,5-0,8	0,5-0,8
Діаметр подрібнювального диска, мм	760	940	1050	1036
Габаритні розміри, мм				
- довжина	2525	2400	2600	2700
- ширина	1550	2200	2250	2300
- висота	2950	2750	3060	3065
Маса, кг	1640	1560	1770	2270
Розміри вхідного вікна, мм				
- висота/ ширина	230/ 240	260/ 260	260/ 320	270/ 350
Розмір тріски, мм	12-18	3-20	7-25	5-25
Виліт стріли крана (маніпулятора), м	4,7	6,7	6,7	6,7



а)



б)

1 і 2 – верхня і нижня камери подрібнювального пристрою; 3 – дводисковий ротор; 4 – ніж; 5 і 6 – вертикальний і горизонтальний контр ножі; 7 – подрібнювач гілок; 8 – вивантажувальна труба; 9 – лопатка диска; 10 – козирок

Рисунок 3 – Загальний вигляд (а) і конструкційна схема подрібнювального пристрою (б) деревоподрібнювача «CH 27 ACC»



а)



б)

подавальної системи, відповідно і витрати палива двигуна трактора та забезпечує легкість подачі матеріалу до ножів [10].

Компанія «Linddana» (Данія) пропонує деревоподрібнювачі «TP 250 PRO R», «TP 320 PRO R» (рис. 4 а) та «TP 400 PRO R», які монтується на задню навіску трактора, а до переднього причіпного пристрою може бути приєднаний причіп.

У ході виконання технологічного процесу кран підбирає та подає порубкові залишки на приймальний стіл, робочі органи системи подачі затягують їх у камеру подрібнення, де вони переробляються на тріску і повітряним потоком через довгий викидний патрубок переноситься в кузов причіпа. Ці машини, залежно від моделі, здатні виконувати дроблення деревини з максимальним діаметром від 230 до 400 мм. Під час роботи агрегати рухаються заднім ходом [11].

Фірма «Ufkes Greentec» представляє передньонавісні та задньонавісні деревоподрібнювачі серії «Greentec Cheetah 30» (рис. 4 б), які виконують технологічний процес аналогічно до моделей серії «TP PRO R» [12].

Результати досліджень систем машин для потокової технології заготівлі тріски на зрубках

Дослідження проводилися на зрубках, де проведена суцільна рубка із застосуванням комплексу машин харвестер+форвардер. Зруби характеризувалися слабзорозчленованим, здебільшого рівним рельєфом. Кількість

Рисунок 4 – Машино-тракторні агрегати для виробництва тріски на зрубках «TP 320 PRO R» (а) та «Greentec Cheetah 30» (б)

порубкових залишків на площі – 35 м³/га. Відстань від майданчика споживача до лісосіки становила 10 км, у тому числі лісовою і магістральною дорогами – 7 км.

Досліджувані техніко-технологічних варіанти заготівлі та доставки тріски до споживача різнилися комплектацією, конструкційним виконанням робочих органів, способом подачі матеріалу на подрібнення, технічними параметрами тощо.

Системи машин формувалася згідно з передбачуваним варіантом виробництва тріски, технологічних операцій. Номенклатура і кількість допоміжних машин (причіпів-трисковозів) підбиралася за їхньою продуктивністю так, щоб забезпечити безперебійну роботу основної машини (деревоподрібнювача). Схеми досліджень наведені в таблиці 3.

Варіант 1.1 передбачає застосування деревоподрібнювача з ручною подачею біомаси, що виконується так: трактор, загрегований із деревоподрібнювачем і причіпом, переміщаючись лісосікою, зупиняється біля купи підготовлених порубкових залишків, після цього вмикається в роботу деревоподрібнювач, який переробляє деревину у тріску і завантажує її у причіп. Після заповнення кузова відбувається заміна причіпа, а причіп із завантаженою тріскою приєднується до іншого трактора і переміщається до місця вивантаження.

Підготовку порубкових залишків до подрібнення виконують два робітники з бензопилами. Подача деревини на приймальний стіл подрібнювача здійснюється двома робітниками вручну.

ТАБЛИЦЯ 3. СХЕМИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Техніко-технологічна схема, технологічні операції	Склад агрегату, обслуговуючий персонал
Варіант 1.1 (потоковий спосіб із ручною подачею маси в камеру подрібнення)	
Підготовки порубкових залишків, їхня подача в приймальний отвір подрібнювальної камери	Бензопила «Stihl MS 231» (2 шт.) Два робітники-бензопильщики Два допоміжних робітники
Подрібнення біомаси, завантаження тріски в кузов	Трактор «КІЙ 14820» + деревоподрібнювач «DP 660 TC» + причіп «2ПТС-4,5»
Транспортування тріски до споживача	Трактор «КІЙ 14820» + причіп «2ПТС-4,5»
Варіант 1.2 (потоковий спосіб із механічною подачею маси на подрібнення)	
Підбирання, подрібнення біомаси, завантаження тріски в кузов	Трактор ЛТ-105 «Solis» + деревоподрібнювач «Farmi СН-27АСС»
Робота в агрегаті з деревоподрібнювачем і транспортування тріски до споживача	Трактор «КІЙ 14820» + причіп «2ПТС-4,5» (3 агрегати)

У **варіанті 1.2** деревоподрібнювач, оснащений краном-маніпулятором, працює сумісно з транспортним агрегатом (трактор+причіп), який рухається поруч. Рухаючись лісосікою, подрібнювач зупиняється біля купи порубкових залишків, маніпулятор завантажує біомасу на подавальний пристрій, який направляє її у камеру подрібнення, де вона переробляє її у тріску і повітряним потоком виноситься у причіп транспортного агрегату. Після заповнення кузова відбувається заміна транспортного агрегату.

За результатами досліджень більш продуктивною (3,05 т/год) виявилася система машин у складі агрегату для подрібнення порубкових залишків (трактора ЛТ-105 «Solis»+ деревоподрібнювач «Farmi СН-27АСС») та трьох агрегатів для транспортування тріски до споживача (трактор «КІЙ» 14820+причіп 2ПТС-4,5). Річний обсяг виробництва тріски – на рівні 2440 т (8296 МВт·год енергії), що достатньо для роботи в опалювальний сезон котельні потужністю 1,92 МВт·год. Заготовлена кількість тріски може замінити 892 тис. м³ природного газу та дає змогу зекономити на паливі 19657 тис. грн. Капіталовкладення на систему машин становлять 7032 тис. грн. Річний прибуток за ціни тріски 2,5 тис. грн/т становить 2176,48 тис. грн. Термін окупності інвестицій – 3,2 роки.

У варіанті 1.1 продуктивність деревоподрібнювача «DP 660 TC» за годину змінного часу становила 1.27 т/год., що у 2,4 рази менше, ніж деревоподрібнювача «Farmi СН-27АСС». Низька продуктивність подрібнювача «DP

660 TC» зумовлена його конструкційними особливостями, зокрема меншими розмірами вхідного вікна подрібнювального апарату та відсутністю додаткових затягувальних пристроїв подачі деревини на подрібнення, що вплинуло на коефіцієнт використання вхідного вікна.

Ще одним чинником, що негативно впливає на продуктивність деревоподрібнювача, є необхідність використання ручної праці, яка призводить до збільшення тривалості перерв у роботі обслуговуючого персоналу в структурі змінного часу.

Річний обсяг виробництва паливної тріски «DP 660 TC» становить 1096 т, що відповідає енергетичному потенціалу 3726 МВт·год, що достатньо для роботи котельні потужністю 860 кВт·год. Такий обсяг тріски можна заготовити на зрубках площею 43,8 га (площа лісових насаджень – 3500 га). Термін окупності системи машин – 3,7 роки, що підтверджує її економічну ефективність при роботі в умовах обмеженої сировинної бази (табл. 2). За використання подрібнювача з ручною подачею деревини річний виробіток паливної тріски з порубкових залишків становить 1096 т (3726,4 МВт·год). Витрати на придбання техніки становлять 2785,40 тис.грн. Термін окупності капіталовкладень – 3,7 роки.

Висновки

Для забезпечення роботи котельні потужністю до 1 МВт ефективною є технологія на

базі деревоподрібнювача «DP 660 TC». Продуктивність машини становила 1,27 т/год., а річний обсяг виробництва тріски – 1096 т. Термін окупності капіталовкладень на систему машин для заготівлі палива – 3,7 роки.

Переоснащення газових котелень твердопаливними котлами на біопаливі з газозаміщенням 400 тис. м³ природного газу дасть змогу зекономити на закупівлі енергоносіїв 8,57 млн грн.

За використання потокової технології виробництва тріски на зрубах на базі подрібнювача «Farmi CH-27ACC» річний обсяг виробництва тріски на рівні 2440 т (8296 МВт-год енергії), що достатньо для роботи в опалювальний сезон котельні потужністю 1,92 МВт. Заготовлена кількість тріски може замінити 892 тис. м³ природного газу та дасть змогу зекономити на паливі 19,66 тис. грн. Капіталовкладення на систему машин становлять

7032 тис. грн. Термін окупності інвестицій – 3,2 роки. Доцільно застосовувати такі машини при наявності регулярних лісосічних залишків, які можуть утворюватися після проведення рубок головного користування на площі близько 100 га.

At the level of small rural and town communities, when the heat generating enterprise is located near a logging site, it makes sense to introduce a flow technology for the production of wood chips from logging residues. The article presents the design features of mounted wood chippers with manual and mechanical feeding of wood biomass to the receiving table and reviews the results of research on machine complexes for the flow technology for the production of wood chips in log cabins.



Швидко та якісно!

СЕРТИФІКАЦІЯ ТРАКТОРІВ

Акредитований
ОРГАН ЗАТВЕРДЖЕННЯ ТИПУ
УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

НАШІ ПРІОРИТЕТИ

- АКРЕДИТАЦІЯ
- ЦЕНТР ВИПРОБУВАННЯ
ТЕХНІКИ
- БЕЗКОШТОВНА
КОНСУЛЬТАЦІЯ
- ШВИДКЕ ОФОРМЛЕННЯ

ЗВ'ЯЖІТЬСЯ З НАМИ:
+38-095-418-95-64



EasyTram від AMAZONE:

коли технологічна колія стає цифровою стратегією

Литовченко Оксана,
УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого



Сучасне землеробство вже давно вийшло за межі простої механічної роботи в полі. Сьогодні успіх господарства визначається точністю планування та здатністю технологій адаптуватися до складних умов ландшафту. Компанія AMAZONE, яка вже понад 140 років задає стандарти в галузі сільгоспмашинобудування, представила рішення, що здатне змінити підхід до формування технологічних колій – систему EasyTram.

Гнучкість поза стандартами

Основна складність традиційних систем полягала у жорсткій прив'язці напрямку сівби до майбутньої колії. EasyTram розриває цей зв'язок. Завдяки використанню аплікаційних карт, фермер може заздалегідь спланувати маршрути руху техніки з точністю до сантиметра безпосередньо у браузері через платформу AmaConnect. Це дозволяє щороку проходити по одних і тих самих коліях, мінімізуючи ущільнення ґрунту.

Особливого значення ця розробка набуває для господарств, що працюють на схилах. Діагональна сівба під кутом до схилу є ефективним методом боротьби з водною ерозією, адже рядки рослин створюють природний бар'єр для стоку води. Раніше формування колій при такому способі сівби було технічно неможливим, що змушувало техніку під час догляду за посівами їхати «по живому». EasyTram вирішує цю проблему: сівалка автоматично вимикає потрібні рядки згідно з картою, незалежно від напрямку свого руху.

Економіка точності

Інновація – це не лише зручність, а й конкретні цифри. Впровадження EasyTram разом із системою відключення окремих рядків MultiSwitch дозволяє досягти відчутних результатів:

- Економія ресурсів: у середньому 3% економії насіння та добрив при діагональній сівбі порівняно з роботою без сформованих колій.
- Мінімізація перекриттів: зменшення зони подвійного висіву на розворотних смугах з 5% до менш ніж 1%.
- Оптимізація логістики: система розраховує так звану «чисту площу поля» (без урахування колій), що дозволяє точно планувати обсяги посівного матеріалу та уникати його перевитрати.

Універсальність та інтеграція

Технологія побудована за принципом «Plug and Play». Вона не потребує механічних змін у конструкції і є повністю сумісною з посівними комплексами Cirrus 04 Grand та точними сівалками Precea. Останнє відкриває двері для сміливих агрономічних експериментів, як-от висів кукурудзи за орієнтацією сторін світу для кращого освітлення рослин.

Крім того, EasyTram стає незамінним помічником у досходовому захисті рослин. Коли сліди колії ще невидимі неозброєним оком, оператор обприскувача може орієнтуватися за віртуальними GPS-лініями на терміналі AmaTron 4, що виключає ризик наїзду на посіви.

EasyTram від AMAZONE – це не просто чергове оновлення ПЗ. Це інструмент, який перетворює технологічну колію з вимушеної необхідності на керований ресурс. Спрощення роботи механізатора, захист ґрунтів від ерозії та пряма економія насіння роблять цю систему вагомим аргументом у переході до справжнього «інтелектуального рослинництва».

Комплексні випробування трактора «Zoomlion» : продуктивність, економічність, стійкість

*Лебедєв Сергій, канд. техн. наук,
Коробко Андрій, д-р техн. наук, доцент, Козлов Юрій,
Харківська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого*

У статті наведені результати випробувань на відповідність експлуатаційним і вимогам безпеки тракторів марки «ZOOMLION», що є представниками тракторів тягових класів 1,4, 1,5, 3. За результатами випробувань встановлено, що ці трактори надійний, прості в експлуатації та обслуговуванні, якісно виконують технологічний процес.

Сучасне сільське господарство характеризується зростанням масштабів виробництва, ускладненням технологічних процесів і підвищенням вимог до продуктивності техніки. У цих умовах актуальним стає широке використання потужних тракторів, здатних забезпечити ефективно виконання енергоємних і ресурсомістких операцій.

Застосування тракторів високої потужності дає змогу працювати з широкозахватною технікою, підвищувати продуктивність польових робіт і скорочувати витрати пального на одиницю виконаної операції. Це особливо важливо в періоди пікових навантажень, коли агротехнічні строки є критичними для отримання високих урожаїв.

Потужні трактори також забезпечують стабільність тягових зусиль у складних ґрунтово-кліматичних умовах, що сприяє підвищенню якості обробітку та зменшенню кількості робочих проходів. Використання такої техніки збільшує ефективність великих агропідприємств, сприяє оптимізації технологічних процесів і поліпшує економічні показники виробництва.

Отже, впровадження потужних тракторів є важливим напрямом модернізації аграрного сектору, що забезпечує високу продуктивність, зменшує операційні витрати та підвищує конкурентоспроможність господарств.

На українському ринку помітно розширює присутність сільськогосподарська техніка «УТО». Окрім зазначених машин, дедалі ак-

тивніше просуваються трактори під маркою «ZOOMLION», яку виробляє компанія «ZOOMLION AGRICULTURE MACHINERY CO., LTD» (Китай), що також потребують об'єктивної оцінки технічних характеристик та якості виконання технологічних операцій.

Харківська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого здійснювала випробування з метою затвердження типу тракторів моделей «ZOOMLION RS1304», «ZOOMLION RS1604», «ZOOMLION PL2304», «ZOOMLION RN1104», «ZOOMLION RG2004». У ході робіт визначалися показники безпеки та експлуатаційні характеристики.

ОПИС ТРАКТОРІВ

Колісні трактори марки «ZOOMLION» розроблені як універсальні та продуктивні машини, здатні забезпечувати стабільну роботу завдяки сучасним двигунам і надійним трансмісіям.

Моделі «ZOOMLION» – це повнопривідні сільськогосподарські трактори загального призначення з можливістю підключення переднього моста. Вони призначені для роботи з широкою номенклатурою навісного, напівнавісного й причіпного обладнання. Трактори ефективно виконують основний і передпосівний обробіток ґрунту, оранку на середніх ґрунтах, культивуацію, боронування, закриття вологи ранньою весною, а також можуть застосовуватись під час сівби.

Окрім суто аграрних завдань, техніка «ZOOMLION» придатна й для виконання зби-

ральних, плантажних, землерийно-ремонтних, дорожніх і будівельних робіт, що робить її універсальним рішенням для господарств різного типу.

Трактори «ZOOMLION» оснащуються потужними екологічними двигунами, розрахованими на інтенсивні навантаження (таблиця 1).

Трактори «ZOOMLION» обладнуються синхронізованими коробками передач (16+8R), (48+24R) із перемиканням на ходу без розриву потоку потужності, тягово-зчпним пристроєм маятникового типу (тяговий брус), триточковим навісним обладнанням для навішування сільськогосподарського обладнання, незалежним заднім валом відбору потужності для приводу сільськогосподарського обладнання.

Кабіна – панорамний огляд на 3100, безпечна, термо-шумоізолювана, обладнана вентиляційно-опалювальною установкою, контрольно-вимірювальними та світлотехніч-

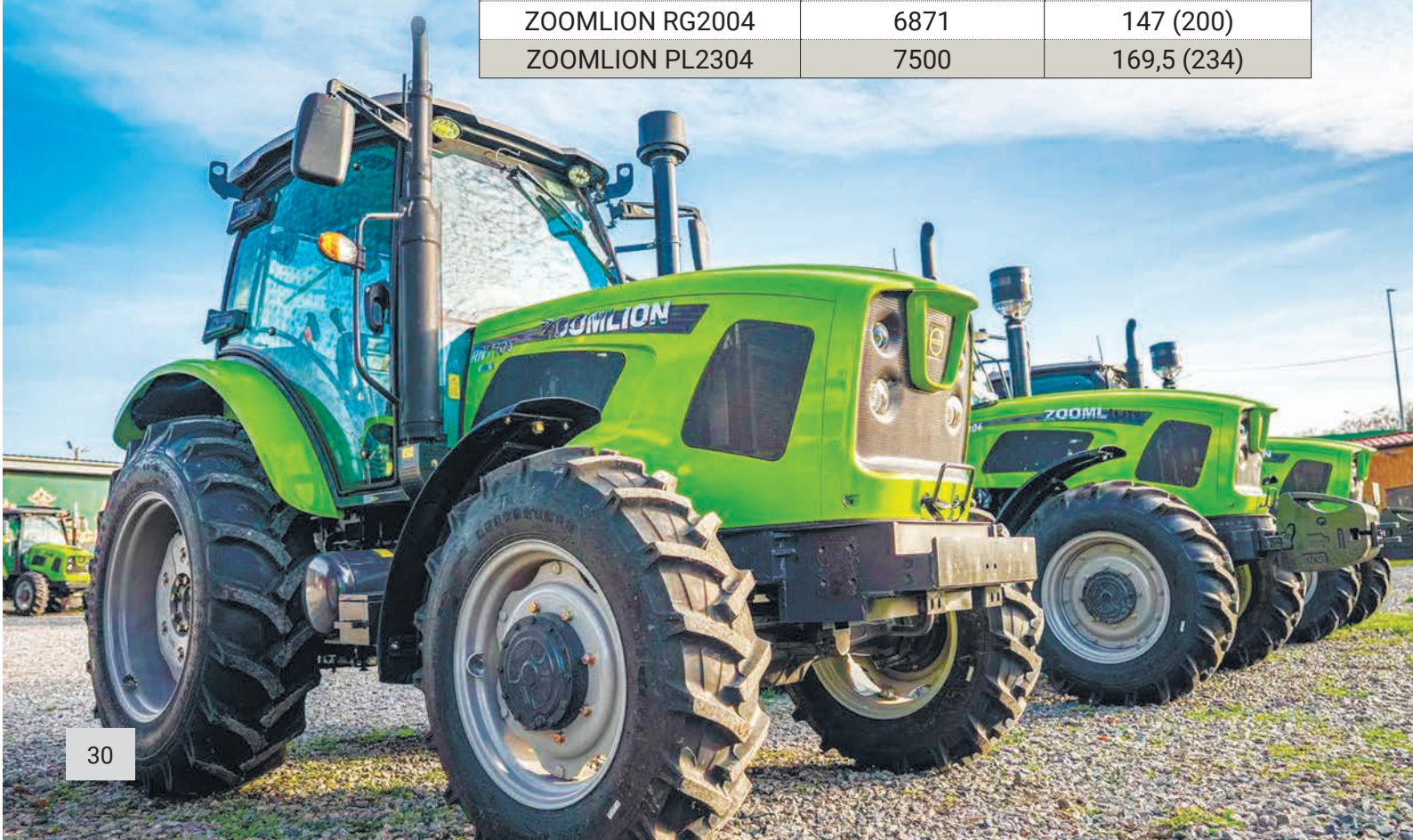
ними приладами для контролю за функціонуванням основних систем трактора й виконанням вимог безпеки під час руху дорогами загального користування, зі стандартним кондиціонуванням тепла і повітря. Також відкриваються вікна дверей для надходження в кабіну свіжого повітря. Кабіна має достатньо велику площу прозорих елементів, що забезпечує необхідну оглядовість передньої та бокових зон трактора, а також оглядовість задньої зони через достатньо великі дзеркала.

РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ

У ході випробувань визначалися показники призначення, експлуатаційні та безпеки на відповідність вимогам: Правила ЄЕК ООН № 46-02; Правила ЄЕК ООН № 71-00; ДСТУ ISO 10998:2013; ДСТУ 8373:2015; ДСТУ ISO 16154:2014; Правила ЄЕК ООН № 7-02; Правила ЄЕК ООН № 4-00; Правила ЄЕК ООН

ТАБЛИЦЯ 1. ПОКАЗНИКИ ПОТУЖНОСТІ ТРАКТОРІВ «ZOOMLION»

Марка трактора	Робочий об'єм двигуна, см ³	Номінальна потужність, кВт (к.с.)
ZOOMLION RN1104	4837	81 (110)
ZOOMLION RS1304	6500	95,6 (135)
ZOOMLION RS1604	6494	117,6 (160)
ZOOMLION RG2004	6871	147 (200)
ZOOMLION PL2304	7500	169,5 (234)



ТАБЛИЦЯ 2. РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ ТРАКТОРІВ «ZOOMLION»

Показник	Модель				
	RN1104	RS1304	RS1604	RG2004	PL2304
Габаритні розміри, мм:					
– колісна база	2350	2640	2640	2775	3085
– ширина	2095	2435	2435	2430	2750
– довжина	4600	5200	5200	5490	5715
– висота	2950	3250	3250	3200	3400
– дорожній просвіт (кліренс)	435	450	450	490	490
Споряджена маса, кг	4400	5810	5810	7200	9610
Рівень зовнішнього шуму, дБ(А):					
– рівень зовнішнього шуму під час руху	86,0	85,5	86,4	87,3	87,0
– рівень зовнішнього шуму в нерухомому стані	82,3	81,5	82,7	82,4	82,6
Усталене сповільнення під час гальмування, м/с ²	4,34	4,51	4,59	4,44	4,44
Шини:					
– передньої вісі	360/70R24 122 A8	14,9-26 125 A8	14,9-26 125 A8	16,9-28 152 A8	540/85 R30 143 A8
– задньої вісі	540/65R34 141 A8	18.4-38 148 A8	18.4-38 148 A8	20,8-38 155 A8	650/65 R42 161 A8
Прилади зовнішні світлові:					
– фари ближнього світла	+	+	+	+	+
– передні габаритні вогні	+	+	+	+	+
– передні покажчики повороту	+	+	+	+	+
– задні габаритні вогні	+	+	+	+	+
– задні покажчики повороту	+	+	+	+	+
– сигнали гальмування	+	+	+	+	+
– ліхтарі освітлення номерного знаку	+	+	+	+	+
– фари дальнього світла	+	+	+	+	+
– задні світло відбивальні пристрої	+	+	+	+	+
– робоче освітлення	4	4	4	4	4

№ 1 і 2-01; Правила ЄЕК ООН № 3-00; ДСТУ ISO 26322-1:2013; ДСТУ ISO 500-1:2012; Правил дорожнього руху; Правила ЄЕК ООН № 43-00; ДСТУ 7589:2014; ДСТУ 7818:2015; Правила ЄЕК ООН № 106-00.

Результати випробувань за окремими показниками наведено в таблиці 2.

ВИСНОВКИ

Використання потужних тракторів у сучасному аграрному виробництві є обґрунтованою та важливою умовою підвищення ефективності технологічних процесів. Такі машини забезпечують виконання великого обсягу енергоємних робіт у стислі агротехнічні строки, дають змогу застосовувати широкозахватні агрегати й підвищувати про-



дуктивність праці. Потужні трактори сприяють оптимізації витрат пального, зниженню собівартості виконуваних операцій і стабільності роботи в різних ґрунтово-кліматичних умовах.

У результаті їхнього використання господарства отримують можливість підвищити врожайність культур, покращити якість обробку ґрунту та забезпечити конкурентоспроможність виробництва. Отже, впровадження тракторів високої потужності є важливим напрямом технічного переоснащення аграрного сектору та ключовим чинником його подальшого розвитку.

За результатами випробувань тракторів марки «ZOOMLION» з метою затвердження типу встановлено, що їхні характеристики

відповідають вимогам, установленим у нормативних документах до такого виду продукції. Трактори за своєю конструкцією – надійні, зручні в обслуговуванні.

Вимоги безпеки щодо шумових характеристик і гальмових характеристик виконані.

The article presents the results of tests for compliance with operational and safety requirements of tractors of the "ZOOMLION" brand, which are representatives of tractors of traction classes 1.4, 1.5, 3. According to the test results, it was established that these tractors are reliable, easy to operate and maintain, and perform the technological process with high quality.





Біочар – що це та чому саме зараз?

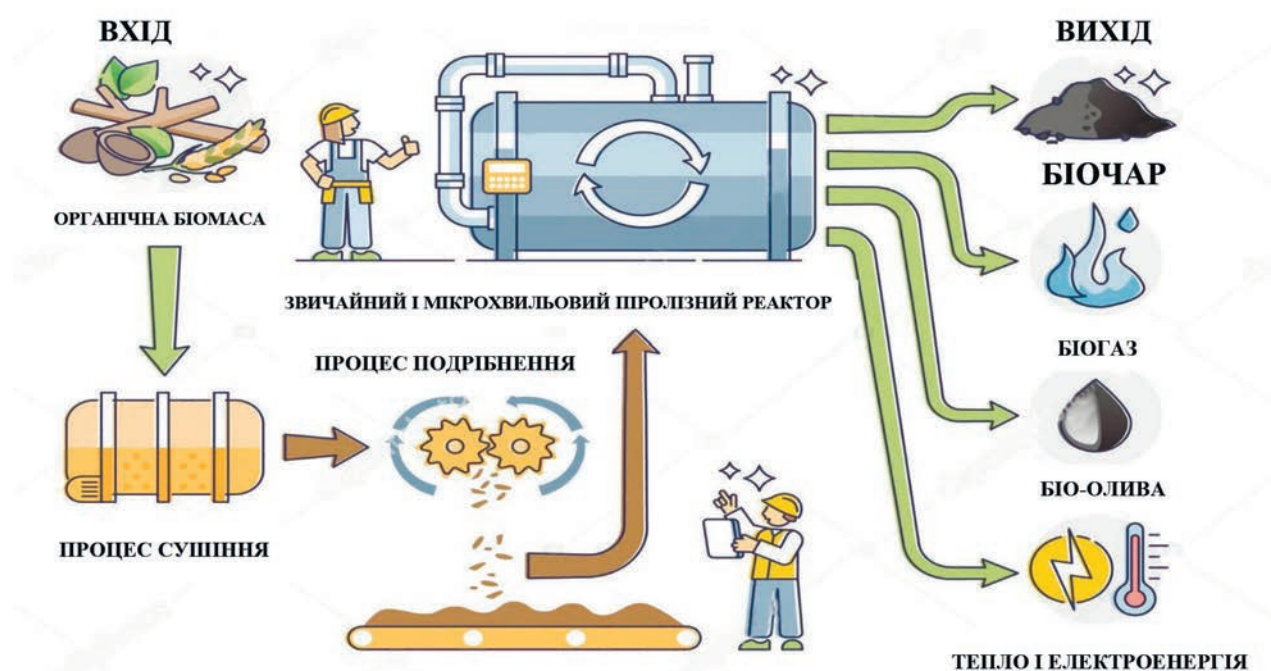
Степченко Сергій,
УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

Науковцями встановлено, що деградація ґрунтів охоплює близько 30% світових земель, що призводить до зниження врожайності сільськогосподарських культур і вивільнення вуглецю. Зростання викликів глобальних кліматичних змін вимагає швидких ефективних рішень уже сьогодні. Біовугілля, яке сприяє підвищенню родючості ґрунтів і зберіганню вуглецю, може стати одним із них. Ця сировина, насичена вуглецем, не лише покращує якість ґрунту, але й поглинає CO₂, підтримуючи розвиток сталого сільського господарства. У статті розглянуті аспекти виробництва біовугілля; проаналізовані негативні наслідки ігнорування утилізації відходів біомаси; досліджені проблеми у ґрунтового середовищі та актуальні рішення, запропоновані при використанні біочару; охарактеризований сучасний стан виробництва та застосування біочару в Україні та Європі.

У контексті глобальних змін клімату та негативного впливу нестійких сільськогосподарських практик дедалі більше земель стикаються з такими проблемами, як посуха, деградація, ерозія та зниження родючості. Дослідження, що проводяться у всіх куточках світу, свідчать про позитиви від використання біовугілля, яке вважається ефективним засобом для покращення якості та структури ґрунту. Окрім того, воно має акумулювативну здатність і може залишатися в ґрунті сотні років, забезпечуючи довготривалий позитивний вплив на ґрунтового середовище.

З чого отримують біовугілля?

Біовугілля або біочар (анг. *Biochar*) – це пористий вуглецевий матеріал, отриманий із органічної біомаси шляхом нагрівання до високих температур (від 200°C до понад 800°C) за умов низького доступу кисню. У науці такий термохімічний процес називають піролізом (рис. 1). Біомаса не згорає повністю, а трансформується в інші продукти, серед яких – біовугілля, біоолива та біогаз. Біогаз зазвичай використовується для підтримки самого процесу або для виробництва теплової чи елек-



тричної енергії.

Під електронним мікроскопом можна побачити, що біочар виглядає як високопориста (мікро-, мезо- та макропориста) структура (рис. 2), що своїм виглядом нагадує губку чи світильник. Завдяки такій структурі біочар ідеально пристосований для утримання вологи, накопичення поживних речовин і заселення корисними мікроорганізмами, що є дуже важливо в контексті ущільнення ґрунту.

Процес виготовлення біочару має багато спільного з природними процесами, які протягом тисячоліть відбуваються в нашій земній корі. Зокрема, під час діагенезу (аеробний і анаеробний біологічний розклад органічної речовини) та катагенезу (хімічна трансформація органіки під впливом високих температур і тиску на глибинах понад 2 км з температурою 50-60°C) поступово відбувається так звана природна карбонізація. Цей процес супроводжується втратою водню та кисню, збільшенням рівня ароматизації молекул, їхньої конденсації та підвищенням частки вуглецю. У результаті органічна речовина, багата на вуглець, стає хімічно інертною. Аналогічні, однак інтенсивніші процеси мають місце під час природних пожеж за умов низького доступу кисню, а також у процесі виробництва біочару. Завдяки цьому вуглець, що міститься в біочарі, набуває стійкості до руйнування під впливом природних факторів. Біочар із високою інертністю зазвичай отримують за температури понад 550°C, причому зі зростанням темпе-

Рисунок 1 – Схематична схема отримання біочару

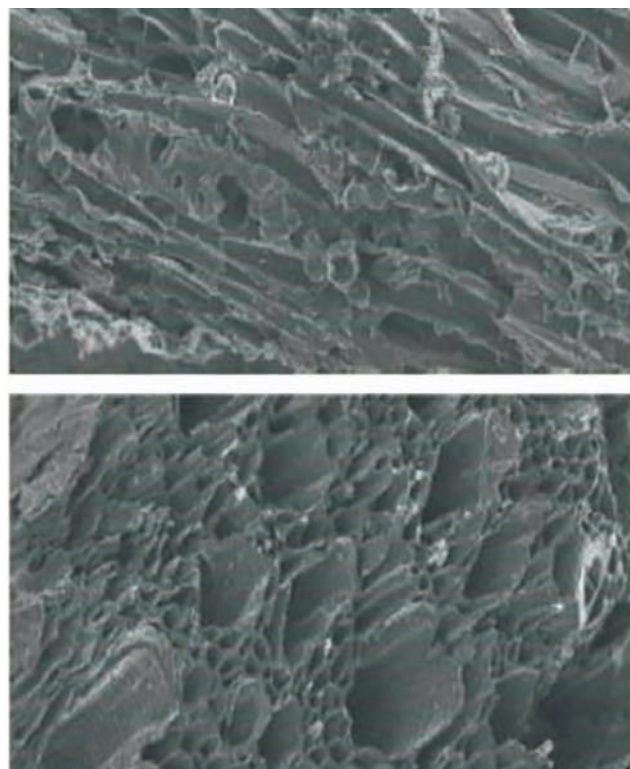


Рисунок 2 – Загальний вигляд біочару під сканувальним мікроскопом, збільшений у 500 разів

ратури рівень інертності також підвищується.

Якість біочару залежить від сировини, яка використовується. Для його виробництва можна використовувати більшість відходів бі-

ТАБЛИЦЯ 1. ВІДХОДИ БІОСИРОВИНИ В РІЗНИХ СЕКТОРАХ ПРОМИСЛОВОСТІ

Промисловість	Тип біомаси
Лісове господарство	Відходи гілок, пеньок дерев, інші лісозаготівельні залишки тощо
Деревообробна галузь	Деревна тріска, тирса, відходи деревини, меблеві відходи тощо
Харчова промисловість	Кокосова шкаралупа, мигдалева шкаралупа, кавова шкаралупа, оливкова шкаралупа тощо
Агропромисловість та сільське господарство	Рисова лушпиння, пшенична солома, джутова паличка, кукурудзяне стебло тощо

омаси. Однак через брак інформації про можливість їхньої ефективної переробки значна частина цінного ресурсу ймовірно втрачається. Відходи біосировини є в різних секторах промисловості. Завдяки стабільному постачанню та високій якості біомасу з деяких галузей можна вважати оптимальним вибором для виробництва біовугілля (табл. 1).

Біочар, отриманий із різної сировини, має різноманітні морфологічні та хімічні властивості. Ці характеристики залежать не лише від типу сировини, а й від умов процесу піролізу, наприклад, кінцевої або пікової температур, швидкості обвуглювання чи інтенсивності її наростання, а також тривалості самого процесу обвуглювання.

Чому переробка біомаси важлива та які наслідки ігнорування її утилізації?

Основними наслідками, що можуть завдати екологічної, економічної та соціальної шкоди, є такі:

1. Екологічні:

- забруднення ґрунтів і води: у процесі розкладання біомаса виділяє фільтрат і токсичні речовини, які проникають у ґрунтові шари та підземні води;

- викиди парникових газів: неконтрольоване гниття формує метан (CH_4), який у ~25 разів потужніший за вуглекислий газ (CO_2) у контексті впливу на зміну клімату;

- дестабілізація екосистем: надлишкові органічні речовини можуть провокувати евтрофікацію водойм, що призводить до цвітіння води та масової загибелі риби.

2. Ризики для здоров'я людини:

- сприятливе середовище для розмноження таких патогенів, як бактерії, грибки й паразити;

- неприємні запахи та алергени – це не лише джерело дискомфорту, але й потенційна загроза для дихальної системи;

- шістьох шкідників, зокрема гризунів і комах, може призвести до поширення інфекцій.

3. Економічні та соціальні втрати:

- неефективне використання цінних ресурсів: біомаса є джерелом енергії (біогаз), добрив (компост) і сировини (біовугілля). Відмова від її переробки зумовлює прямі та непрямі економічні втрати для суб'єктів господарювання та громад;

- додаткові витрати: необхідність очищення води, відновлення родючості ґрунтів і виплата штрафів.

- соціальні проблеми: розміщення сміттєзвалищ із біовідходами поблизу житлових зон постійно викликає конфліктні ситуації.

4. Правові

У багатьох країнах, зокрема й в Україні, порушення правил утилізації біовідходів може призвести до накладення значних штрафів або навіть до припинення діяльності.

Наведена вище інформація свідчить, що ефективніше переробляти біомасу з різних сфер промисловості й отримувати від цього значну економічну й екологічну користь, аніж ігнорувати її ресурсний потенціал і допускати нераціональне використання. Серед доступних варіантів, зокрема для покращення родючості ґрунтів і, як наслідок, підвищення урожайності с.г. культур, є використання біочару в ґрунтовій екосистемі.

Які ж суттєві проблеми може вирішувати застосування біочару в ґрунтовому середовищі?

ПРОБЛЕМА №1

Перенасичення ґрунту шкідливими мінералами та токсичними сполуками

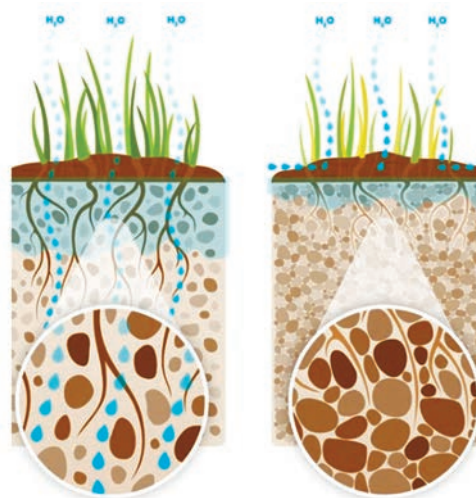


Рішення

Біочар має високу адсорбційну здатність: він зв'язує токсичні іони, важкі метали та надлишок алюмінію, зменшуючи їхній негативний вплив на рослини. Завдяки цьому покращується хімічний баланс ґрунту та створюються сприятливі умови для росту культур.

ПРОБЛЕМА №2

Занадто щільний, важкий ґрунт

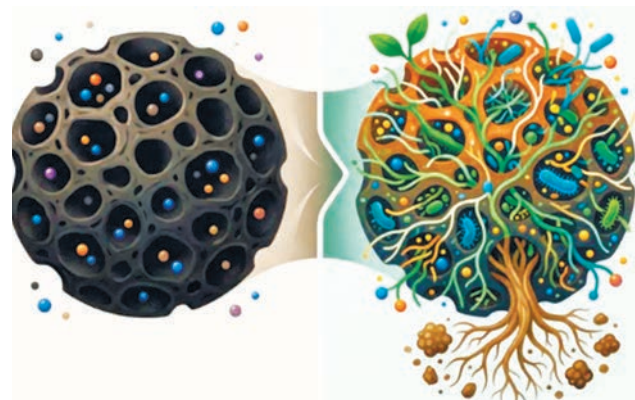


Рішення

Біочар позитивно впливає на структуру ґрунту, роблячи його більш пухким і повітропроникним. Це сприяє кращому розвитку кореневої системи, покращує доступ кисню та води до коренів рослин.

ПРОБЛЕМА №3

Нестача корисних мікроорганізмів і грибів



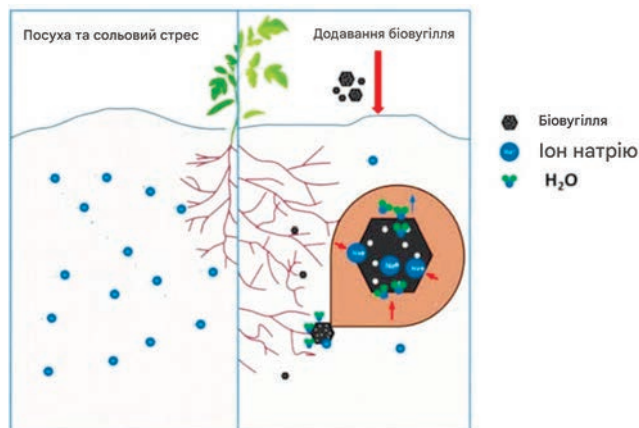
Рішення

Пориста структура біочару створює ідеальне середовище для життя корисних ґрунтових мікроорганізмів і мікоризних грибів.

Біочар утримує поживні елементи, які живлять мікрофлору, зменшує гнильні процеси та сприяє біологічній активності ґрунту.

ПРОБЛЕМА №4

Підвищена сухість і засоленість ґрунту

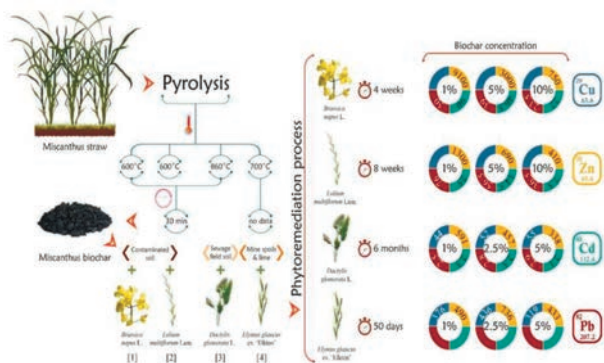


Рішення

Біочар здатний зв'язувати іони натрію (Sodium Ion) і утримувати молекули води, роблячи їх доступними для корневих рослин. Це підвищує доступність таких елементів, як калій, кальцій, магній, фосфор та інші поживні речовини, особливо в посушливих умовах. Рослини в ґрунті з біочаром краще розвиваються, ніж у звичайному засоленому ґрунті.

ПРОБЛЕМА №5

Забруднення ґрунту пестицидами, гербіцидами та токсинами



Рішення

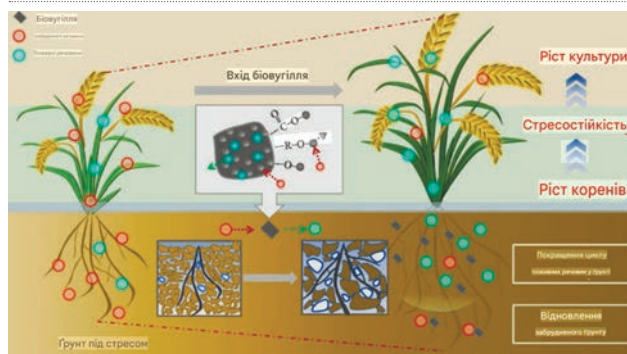
Завдяки своїм адсорбційним властивостям біочар зв'язує залишки агрохімікатів і токсичних речовин, знижуючи їхню біодоступність і сприяючи очищенню ґрунту. Ефективність детоксикації вагомо залежить від двох параметрів:

1. Температури піролізу: біовугілля, виготовлене при високих температурах (> 500°C), має більшу площу поверхні та краще адсорбує органічні токсини. Низькотемпературне біовугілля краще підходить для іонного обміну. Чим вища температура піролізу, тим вищий рН біочару, тим краще відбувається ефект поглинання токсичних мікроелементів із ґрунту.

2. Типу сировини: біовугілля з деревини має високу пористість, водночас вугілля з гною або агроциклів (солома, лушпиння, тощо) багатше на поживні елементи та функціональні групи.

ПРОБЛЕМА №6

Слабке зростання рослин і висока потреба в добривах



Рішення

Біочар зменшує вимивання поживних елементів, підвищує ефективність добрив і стимулює ріст рослин. Він сприяє накопиченню вуглецю в ґрунті, швидшому прогріванню на весні, покращенню схожості культур і підсилює дію інших корисних добавок.

Який сучасний стан виробництва та застосування біочару в Україні та Європі?

В Україні виробництво біочару для сільського господарства наразі здійснюється у відносно невеликих масштабах здебільшого на експериментальних установках або за допомогою простих технологій випалювання біомаси, хоча потенціал для розвитку цього напрямку оцінюється надзвичайно високо – понад 8,5 млн тонн на рік щодо можливостей виробництва. Потужність таких установок варіюється від декількох тон до декількох сотень тон на рік. Найпоширенішим є його застосування фермерами на невеликих ділян-

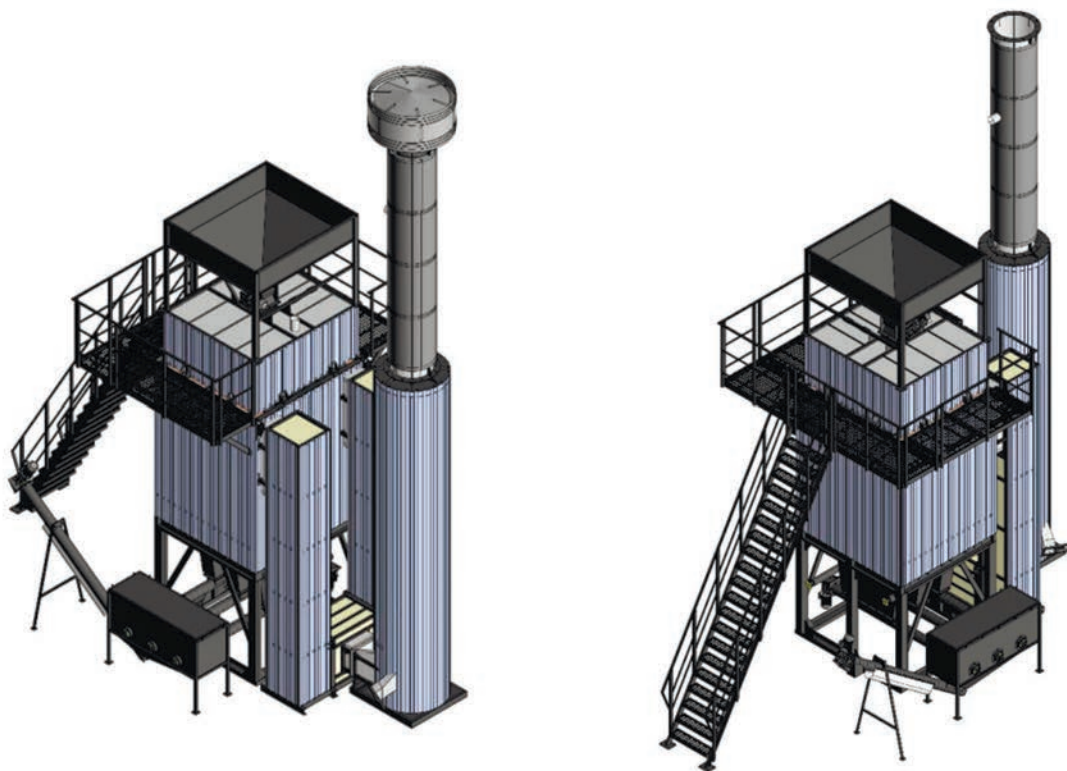


Рисунок 3 – Загальний вигляд вуглевипалювальної установки українського виробництва, що переробляє біомасу в біовугілля

ках у садівництві, теплицях або на присадибних господарствах.

Слід відмітити, що окрім виробництва деревного біовугілля у вуглевипалювальних печах (рис. 3) вітчизняні підприємства працюють над перспективними рішеннями, спрямованими на поєднання такого обладнання з технологіями отримання біочару. Основна увага приділяється забезпеченню високої продуктивності, організації безперервного технологічного процесу, підвищенню рівня автоматизації та дотриманню екологічних вимог згідно міжнародних стандартів.

Іноземні інвестори також проявляють інтерес до проектів із виробництва біочару в Україні. Зокрема, на Рівненщині реалізується ініціатива, яка передбачає пілотну потужність переробки близько 2000 тонн біомаси на рік, а це – додаткові податки до місцевого бюджету, нові робочі місця, енергетична автономія, підтримка аграрного сектору, екологічна модернізація регіону.

У Європі ринок ширший і платоспроможний. Станом на кінець 2023 року там працювала 171 установка з виробництва біочару загальною потужністю 75 тис. тонн на рік. Сектор демонструє швидкі темпи зростання (понад 50 % щороку в середньому з

2019 року). Більшість установок із виробництва біочару мають потужність від 200 до 5000 тонн на рік. Обсяги прибутку від реалізації біочару у 2025 році становили 181 млн. доларів, а до 2033 року вже планується на рівні 585 млн доларів (щороку на рівні 15% приросту).

Лідером із виробництва та застосування біочару в Європі залишається Німеччина (рис. 4), де нарощування виробничих потужностей протягом останніх років є індикатором інституційної підтримки галузі, зростання попиту на низьковуглецеві технології та формування стійкого сегмента ринку в межах національної біоекономічної стратегії. Розширення виробничої інфраструктури у сфері біочару характерне також для низки інших європейських держав, зокрема Нідерландів, Польщі, Австрії, Швейцарії, Данії, Швеції та Фінляндії (рис. 5, 6), що свідчить про загальноєвропейську тенденцію до розвитку цього сегмента біоекономіки.

Оскільки ринок біочару в Україні перебуває на етапі поступового становлення та характеризується невеликими обсягами виробництва, його реалізація здебільшого здійснюється невеликими партіями у роздріб. При цьому якість біочару значно варіюється, що впливає

на широкий діапазон цін. Аналогічна ситуація спостерігається й у європейських країнах, де вартість біочару залежить від його якості та коливається в межах 300-2000 євро за тону, а за даними окремих джерел, цей діапазон може бути ще ширшим. Основною складовою, що визначає кінцеву ціну біочару, є витрати на сировину. У межах проведених досліджень за основу була прийнята стандартна ціна – 600 доларів за тону продукції.

Ключовими чинниками, що стримують розвиток виробництва та використання біочару в Україні, є такі:

- низька поінформованість аграріїв про переваги і специфіку застосування біочару. Багато фермерів або не знають про існування цієї технології, або ж мають неправильне уявлення про її ефективність і безпечність;

- відсутність державної підтримки та стимулювання інновацій у цій сфері. На відміну від країн Європейського Союзу, де функціонують програми субсидій і грантового фінансування проєктів із виробництва біочару, в Україні такі механізми досі не запроваджені;

- недостатність місцевих виробничих можливостей. Станом на

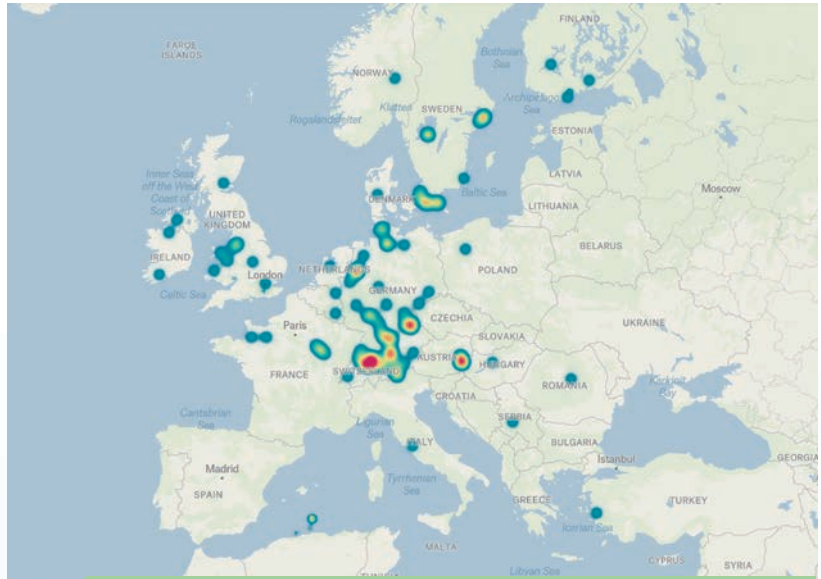


Рисунок 4 – Карта розташування біовугільних заводів із переробки біосировини в Європі



Рисунок 5 – Загальний вигляд мобільної установки для виробництва біовугілля компанії «BIOCHAR EUROPE» (Польща)



Рисунок 6 – Загальний вигляд одного з найбільших заводів із виробництва біовугілля компанії «ARC Middenmeer» (Нідерланди)

2025 рік в Україні працювало лише декілька невеликих підприємств, які займаються виробництвом біоچارу. На сьогодні їхні обсяги випуску поки що не здатні забезпечити потенційний попит;

- висока ціна імпортного обладнання для виробництва, що стримує інвесторів і розвиток галузі. Українські компанії змушені купувати дороге устаткування за кордоном, що значно збільшує собівартість кінцевого продукту;

- відсутність узгоджених із європейськими стандартами вимог до якості біоچارу може призводити до появи небезпечної або неякісної продукції та знижувати довіру споживачів.

Подолання зазначених бар'єрів вимагає скоординованих дій державних органів, бізнес-структур і наукової спільноти. Вирішення цього завдання передбачає проведення масштабної інформаційно-просвітницької кампанії серед сільськогосподарських виробників, спрямованої на висвітлення переваг упровадження біоچارу в практичну діяльність. Важливими питаннями є розробка та реалізація програм підтримки виробництва біоچارу, створення сприятливих умов для залучення інвестицій у будівництво виробничих потужностей, а також формування й адаптація відповідних стандартів якості для цієї продукції.

Розвиток виробництва в Україні може значно поживатися завдяки впровадженню національного вуглецевого ринку і системи торгівлі квотами на викиди парникових газів (вуглецеві кредити). У цьому контексті виробництво біоچارу як карбонового сорбенту стане більш економічно вигідним і дасть аграрним підприємствам змогу отримувати додатковий прибуток через продаж вуглецевих одиниць.

Чи існують обмеження та ризики при застосуванні біоچارу?

Попри величезний потенціал є нюанси, які потребують подальших глибоких досліджень і ретельного аналізу можливих ризиків, зокрема:

- незворотності процесу: після внесення біоچارу його майже неможливо вилучити з ґрунту;

- дефіциту агрохімікатів: біоچار може настільки сильно зв'язувати сільськогосподарські гербіциди, що вони перестають діяти на бур'яни, змушуючи фермерів збільшувати дози;

- вторинного забруднення: якщо сировина для біоچارу була забруднена, саме вугілля може стати джерелом токсинів (наприклад, важких металів або діоксинів при неправильному режимі піролізу).

Scientists have found that soil degradation covers about 30% of the world's land, which leads to a decrease in crop yields and carbon release. The growing challenges of global climate change require quick effective solutions today. Biochar, which helps increase soil fertility and store carbon, can become one of them. This raw material, rich in carbon, not only improves soil quality, but also absorbs CO₂, supporting the development of sustainable agriculture. The article considers aspects of biochar production; analyzes the negative consequences of ignoring the utilization of biomass waste; investigates problems in the soil environment and current solutions proposed when using biochar; characterizes the current state of biochar production and application in Ukraine and Europe.

Ріпакова стратегія: як не помилитися з дозою азоту та глибиною обробітку

Малярчук Володимир, канд. с.-г. наук,
Південно-Українська філія УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого

Ревтьо Олеся, канд. с.-г. наук, доцент
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Малярчук Анастасія, канд. с.-г. наук, доцент
Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті наведено результати досліджень впливу способів основного обробітку ґрунту та доз ранньовесняного азотного підживлення на формування продуктивності ріпаку озимого в умовах півдня України.

Ріпак озимий – провідна технічна культура у світовому землеробстві поряд із соєю, соняшником і пальмовою олією. Його валове виробництво в світі становило у 2022 р. близько 87 млн тонн. В Україні в 2023/24 маркетинговому році було зібрано близько 4 млн т ріпаку. Гектар посіву ріпаку дає 1110 кг олії порівняно з 290 – соєвої і 600 кг – соняшnikової. У насінні ріпаку міститься 45-51% жиру, а також 18-22% білку, понад 17% вуглеводів.

До найбільших виробників ріпаку у світі

належить Канада (18,8 млн т), Європейський Союз (16,9 млн т), Китай (15,8 млн т), Індія (11,5 млн т), Австралія (5,9 млн т) та Україна (3,8 млн т). Канада традиційно утримує лідерство за виробництвом канолі, водночас ЄС і Китай активно розвивають власне насінництво ріпаку для забезпечення внутрішніх потреб у рослинній олії та біопаливі.

На півдні України серед олійних культур все ширше впроваджується вирощування озимого ріпаку. Це високоврожайна й економічно вигідна культура, насіння якої має сталий

попит як на внутрішньому, так і на світовому ринках. Розширення площ і збільшення виробництва насіння ріпаку сприяє розвитку власної переробки, зміцненню сировинної бази та зменшенню енергетичної залежності держави від імпорту нафтопродуктів.

Важливим фактором підвищення продуктивності ріпаку озимого є також оптимізація системи мінерального живлення, насамперед азотного. Ріпак характеризується високою потребою в азоті, оскільки для формування 0,1 т насіння рослини засвоюють у середньому близько 6 кг азоту. Застосування азотних добрив може підвищувати врожайність культури на 1,1-2,4 т/га залежно від умов вирощування та рівня забезпечення рослин поживними речовинами.

У господарствах південних регіонів України врожайність озимого ріпаку залишається нестабільною та істотно варіюється залежно від року. Серед основних причин – обмежене природне зволоження і несприятливі погодні умови зимового періоду. Питання оптимізації глибини та способів основного обробітку ґрунту, а також визначення ефективних доз азотних добрив, зокрема для ранньовесняного підживлення, досліджені ще недостатньо. Тому проведення експериментальних досліджень технологічних елементів є актуальним завданням, що сприятиме підвищенню врожайності озимого ріпаку, зниженню витрат на його вирощування та зростанню прибутковості виробництва.

Метою дослідження було вдосконалення способів і глибини основного обробітку ґрунту та оптимізація доз внесення азотних добрив під час ранньовесняного підживлення при вирощуванні ріпаку озимого в умовах півдня України.

Методи і матеріали

Дослідження проводилися польовим методом із визначенням агрофізичних властивостей ґрунту, проведенням біометричних вимірювань, обліком урожаю та застосуванням розрахунково-порівняльного і статистичного аналізу з використанням дисперсійного методу.

Польові досліді виконувалися у 2019-2021 рр. на дослідному полі Південно-Української філії УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, розташованому в південній частині зони Степу

України. Клімат регіону характеризується високими тепловими ресурсами та середньорічною кількістю опадів 405-415 мм.

Ґрунт дослідної ділянки – темно-каштановий середньосуглинковий слабосолонцюватий. Для нього характерні диференційований профіль, підвищена щільність перехідного горизонту, відносно низька водопроникність і водоутримувальна здатність. Вміст загального азоту в шарі 0-50 см становив 0,18%, рухомого фосфору – 30 мг/кг, обмінного калію – 331 мг/кг ґрунту.

Дослідження проводилися в ланці плодозмінної сівозміни (пшениця озима – ріпак озимий – ячмінь озимий). У досліді вивчався вплив способів і глибини основного обробітку ґрунту та доз азотних добрив у ранньовесняне підживлення.

Фактор А – способи та глибина основного обробітку ґрунту:

1. Оранка на глибину 25-27 см
2. Чизельний обробіток на глибину 25-27 см
3. Дисковий обробіток на глибину 12-14 см

Фактор В – дози азотних добрив у весняне підживлення:

1. N_0 – без підживлення.
2. N_{60} .
3. N_{90} .
4. N_{120} .

Закладання досліді та проведення супутніх досліджень проводилося відповідно до загальноновизнаних методик дослідної справи.

Дослід закладали методом розщеплених блоків у чотирикратній повторності. Площа облікової ділянки становила 50 м². Мінеральні добрива (аміачна селітра, N34%) вносили у мерзлоталий ґрунт відповідно до схеми досліді.

Щільність ґрунту визначалася методом різальних кілець, водопроникність – методом заливних майданчиків у тригодинній експозиції. Фенологічні спостереження проводилися відповідно до методики державного сортопробування сільськогосподарських культур [Методика Державного сортопробування сільськогосподарських культур, 2000].

Визначалася густина стояння рослин, біометричні показники, структура врожаю та маса 1000 насінин згідно з ДСТУ.

Урожай насіння збирали зернозбиральним комбайном із усієї облікової площі з подальшим перерахунком на стандартну вологість (7%) і чистоту насіння.

Об'єктом дослідження був сорт ріпаку ози-

мого «Дембо». Агротехніка вирощування відповідала загальноприйнятій для зони Степу. Попередник – пшениця озима.

Оранка виконувалася плугом «ПЛН-5-35» на глибину 25-27 см, чизельний обробіток у другому варіанті – чизельним плугом «ПЧ-2,5». Дисковий мілкий обробіток ґрунту на глибину 12-14 см проводився з використанням важкої дискової борони «БДВ-4,2». Усі роботи виконувалися з використанням тракторів «Т-150 К».

У ході основного обробітку вносилися мінеральні добрива в дозі $N_{30}P_{60}$ у формі аміачної селітри та гранульованого суперфосфату, а азотне підживлення здійснювалося відповідно до варіантів досліду навесні.

Сівба проводилася сівалкою «СЗТ-3,6» на глибину 3-4 см за норми висіву 1,2 млн схожих насінин на гектар. Догляд за посівами включав у себе застосування гербіциду «Галера 331 в.р.» 0,35 л/га та у фазі бутонізації інсектициду «Фастак 10%» в дозі 0,1 л/га оприскувачем «ОП-2000». Збирання врожаю проводили у фазі повної стиглості.

Математичну обробку результатів обліку врожаю, а також супутніх досліджень виконували за сучасними методами математичної статистики використанням комп'ютерної програми MS Excel.

Результати досліджень

Серед чинників, що впливають на урожай, провідна роль належить ґрунту, оскільки саме в ньому найчастіше відбуваються порушення агрофізичних властивостей, зниження вмісту гумусу та зміни показників ґрунтово-вбирального комплексу.

Основним показником, що зумовлює проходження найважливіших фізичних, хімічних і мікробіологічних процесів у ґрунті та визначає його придатність для росту, розвитку рослин і формування їхньої продуктивності, є щільність його будови.

Щільність складення має яскраво виражену динаміку. У найбільш розпушеному стані ґрунт перебуває протягом відносно короткого періоду після основного обробітку. У подальшому відбувається процес ущільнення ґрунту, інтенсивність якого зростає зі погіршенням його структури, збільшенням кількості опадів, що випадають після обробітку, а також зі збільшенням кількості вегетаційних

поливів, і визначається способом і глибиною обробітку. Це підтверджується і нашими дослідженнями, в результаті яких встановлено, що від основного обробітку до збирання врожаю відбувається закономірне ущільнення ґрунту в усіх варіантах досліду.

Вимірювання щільності складення ґрунту в шарі 0-40 см за різних способів основного обробітку в сівозміні підтвердили, що в період появи сходів цей показник змінювався в межах 1,25-1,31 г/см³. Найбільш пухким ґрунтовий шар 0-40 см був за оранки на глибину 25-27 см, де щільність становила 1,25 г/см³.

Використання чизельного розпушування на таку ж глибину та дискування на 12-14 см сприяло збільшенню щільності ґрунту відповідно на 0,03 та 0,06 г/см³, що становить 2,4 та 4,8% порівняно з оранкою (табл. 1).

За осінньо-зимовий період незалежно від способу і глибини основного обробітку ґрунт ущільнюється в усіх варіантах досліду. Під кінець вегетації оранка та чизельний обробіток (вар. 1, 2) забезпечують відносно однорідний за щільністю складення орний шар, а дисковий обробіток (вар. 3) зумовлює його розчленування на більш розпушену верхню частину і ущільнену нижню, що пояснюється концентрацією післяжнивних решток у верхній частині орного шару при обробітку дисковими знаряддями.

Таким чином, у середньому за роки досліджень оранка в досліді забезпечувала формування щільності складення ґрунту на оптимальному для озимого ріпаку рівні в період сходів. Однак перед збиранням врожаю значення цього показника були вже помітно вищими.

Загальна пористість ґрунту має особливо важливе значення на етапі проростання насіння та початкового розвитку сходів озимого ріпаку. Надалі, після формування кореневої системи, реакція рослин на зміни цього показника зменшується.

Отримані в нашому досліді результати засвідчили, що у фазу сходів загальна пористість ґрунту в шарі 0-40 см була майже однаковою у всіх варіантах, хоча й простежувалася тенденція до її збільшення (табл. 2).

У міру заглиблення в нижчі горизонти ґрунту відзначається поступове зменшення пористості порівняно з верхнім шаром 0-10 см. При цьому пористість поверхневого шару в усіх варіантах досліду залишалася оптимальною для росту рослин і становила 52,11-54,02%.

ТАБЛИЦЯ 1. ЩІЛЬНІСТЬ СКЛАДЕННЯ ТЕМНО-КАШТАНОВОГО ҐРУНТУ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ, СПОСОБІВ І ГЛИБИНИ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ПІД РІПАКОМ ОЗИМИМ, г/см³

№ п/п	Спосіб і глибина обробітку, см	Шар ґрунту, см				
		0-10	10-20	20-30	30-40	0-40
На початку вегетації						
1	25-27 (о)	1,2	1,24	1,27	1,3	1,25
2	25-27 (ч)	1,23	1,26	1,28	1,34	1,28
3	12-14 (д)	1,25	1,29	1,32	1,36	1,31
	НІР ₀₅					0,02
Перед збиранням урожаю						
1	25-27 (о)	1,22	1,26	1,29	1,32	1,27
2	25-27 (ч)	1,25	1,29	1,32	1,35	1,30
3	12-14 (д)	1,27	1,3	1,35	1,37	1,32
	НІР ₀₅					0,03

Примітка: о – оранка, ч – чизельний обробіток, д – дисковий обробіток

ТАБЛИЦЯ 2. ПОРИСТІСТЬ ШАРУ ҐРУНТУ 0-40 СМ ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ПІД РІПАКОМ ОЗИМИМ, %

№ з/п	Спосіб і глибина обробітку, см	Шар ґрунту, см				
		0-10	10-20	20-30	30-40	0-40
На початку вегетації						
1	25-27 (о)	54,02	52,49	51,34	50,19	52,01
2	25-27 (ч)	52,87	51,72	50,96	48,66	51,05
3	12-14 (д)	52,11	50,57	49,43	47,89	50,00
	НІР ₀₅					1,63
Перед збиранням урожаю						
1	25-27 (о)	53,26	51,72	50,57	49,43	51,25
2	25-27 (ч)	52,11	50,57	49,43	48,28	50,10
3	12-14 (д)	51,34	50,19	48,28	47,51	49,33
	НІР ₀₅					1,25

Показники в шарах ґрунту 20-30 і 30-40 см в усіх варіантах дослідів були меншими, ніж оптимальні параметри. Так, у варіанті з різноглибинною полицевою системою основного обробітку ґрунту пористість зменшувалася з заглибленням від 47,89 до 51,34%.

Аналогічна закономірність спостерігалася у всі роки досліджень, а показники загальної пористості були близькими до усереднених даних дослідів.

Осінньо-зимові опади створили умови для ущільнення ґрунту, а відповідно, і для зменшення пористості порівняно з періодом схо-

дів на 0,67-0,96%. Однак у межах оптимуму знаходився варіант із полицевим обробітком (контроль). В інших варіантах загальна пористість майже вирівнялася.

Із заглибленням із 0-10 см до 20-30 та 30-40 см у середньому за роки спостерігається істотне зменшення показників пористості, окрім контрольного варіанту. Всі інші варіанти мали нижчу загальну пористість орного шару.

Отже, найбільш розпушеним ґрунт був у варіанті оранки на 25-27 см в сівозміні та відповідав оптимальним показникам для росту і розвитку ріпаку озимого.

ТАБЛИЦЯ 3. ВОДОПРОНИКНІСТЬ ТЕМНО-КАШТАНОВОГО ҐРУНТУ ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ПІД РІПАКОМ ОЗИМИМ, ПОЧАТОК ВЕГЕТАЦІЇ, мм/хв

Спосіб і глибина основного обробітку ґрунту	Строк визначення	
	початок вегетації	перед збиранням врожаю
Оранка на 25-27 см	4,19	3,61
Чизельний обробіток на 25-27 см	3,49	3,04
Дисковий обробіток на 12-14 см	3,16	2,70
НІР _{05'} мм/хв.	0,34	0,57

Водопроникність – одна з ключових агрономічних характеристик ґрунту, що визначає його здатність поглинати опади та воду з поливу. Ґрунти з високою здатністю до вбирання й фільтрації забезпечують оптимальні повітряно-теплові, водні та поживні умови, необхідні для нормального росту й розвитку рослин озимого ріпаку.

Одним із головних агротехнічних заходів, що сприяє підвищенню водопроникності, є основний обробіток ґрунту – його способи та глибина розпушування.

Результати наших досліджень засвідчили, що водопроникність ґрунту значною мірою визначається способами основного обробітку та особливо глибиною розпушування.

Восени, після появи сходів озимого ріпаку, водопроникність була високою у всіх варіантах обробітку ґрунту. Найбільше значення спостерігалось за оранки на глибину 25-27 см: у середньому за три роки досліджень при 3-годинній експозиції водопроникність становила 4,19 мм/хв.

Заміна оранки на чизельний обробіток на таку ж глибину зменшувала водопроникність на 16,7%, а застосування мілкового дискового обробітку – на 24,6% із показниками 3,49 та 3,16 мм/хв відповідно (табл. 3).

Під впливом гідротермічних умов осінньо-зимового періоду відбувається ущільнення ґрунту та зниження загальної пористості, що призводить до погіршення водопроникності.

Після відновлення весняної вегетації на посівах ріпаку озимого агротехнічних заходів, окрім оброблення пестицидами в боротьбі з шкідниками, хворобами та бур'янами, не проводилося. Тому показники водопроникності знизилися незначно.

Під кінець вегетації істотне зниження водопроникності відбулося у всіх варіантах дослідів. Водночас у варіанті з дисковим роз-

пушуванням на глибину 12-14 см зниження досягло 14,6%, при цьому у варіанті з оранкою та чизельним обробітком – лише 13,8 та 12,9 %.

Отже, дослідження, проведені нами протягом 3-х років, дають змогу зробити висновок про те, що глибина основного обробітку ґрунту відіграє вирішальну роль у формуванні водопроникності ґрунту та водозабезпеченні рослин.

Одним із найважливіших проявів життєдіяльності рослин є їхній розвиток і ріст, тобто збільшення висоти, кількості і розмірів листя, створення генеративних органів і накопичення в них жиру, білка та інших елементів. Для створення оптимальних умов перебігу процесів росту і розвитку рослин необхідний високий рівень забезпечення їх водою та відповідною температурою повітря, оскільки лише за таких умов відбуваються складні процеси асиміляції.

Наші спостереження свідчать, що ріст рослин ріпаку озимого залежав як від метеорологічних умов, так і від досліджуваних факторів (рис. 1).

Визначення висоти рослин ріпаку озимого протягом вегетації дало змогу виявити, що ростові процеси найбільш активно проходять до фази цвітіння. Після цього ріст рослин призупиняється, і найбільшої висоти рослини ріпаку досягли у період дозрівання. У варіанті без внесення мінеральних добрив висота рослин досягла 97,0-105,1 см відповідно до способів і глибини основного обробітку ґрунту. При внесенні мінеральних добрив дозою N₁₂₀ висота рослин зростала до 118,4-134,9 см, або на 22,1-28,4% відповідно.

Найбільш інтенсивно ростові процеси відбувалися у міжфазний період початок бутонізації-цвітіння рослин. Висота рослин за цей час збільшувалася від 48,7 до 109,9 см відповідно до варіантів дослідів.

У варіанті без внесення мінеральних добрив висота рослин у фазі розетки коливалася в межах 16,3-18,9 см, при внесенні азотного добрива дозою N_{60} висота збільшилася на 0,2-0,8 см, при внесенні N_{90} – на 2,8-7,4 см, а при внесенні N_{120} – на 6,2-8,4 см відповідно до варіантів основного обробітку ґрунту. З розвитком рослин різниця у висоті від доз внесення азотних добрив стає більш істотною.

У фазу бутонізації висота рослин за дискового обробітку ґрунту без удобрення становила 48,7 см, водночас за оранки на 25-27 см та чизельного на таку ж глибину вона була найбільшою і становила відповідно 52,3 та 51,3 см, або була більшою на 7,2 і 5,3%.

Зі збільшенням доз внесення азотних добрив спостерігається істотний приріст висоти рослин у всіх варіантах дослідів за способами і глибиною основного обробітку. Водночас закономірність росту рослин у висоту, що спостерігалася у фазу бутонізації, збереглася.

Визначення висоти рослин ріпаку у завершальній фазі росту і розвитку у варіанті з дозою N_{120} дало змогу встановити переваги оранки на 25-27 см. У цьому варіанті висота рослин досягла 134,9 см, а порівняно з чизельним розпушуванням на 25-27 см і дис-

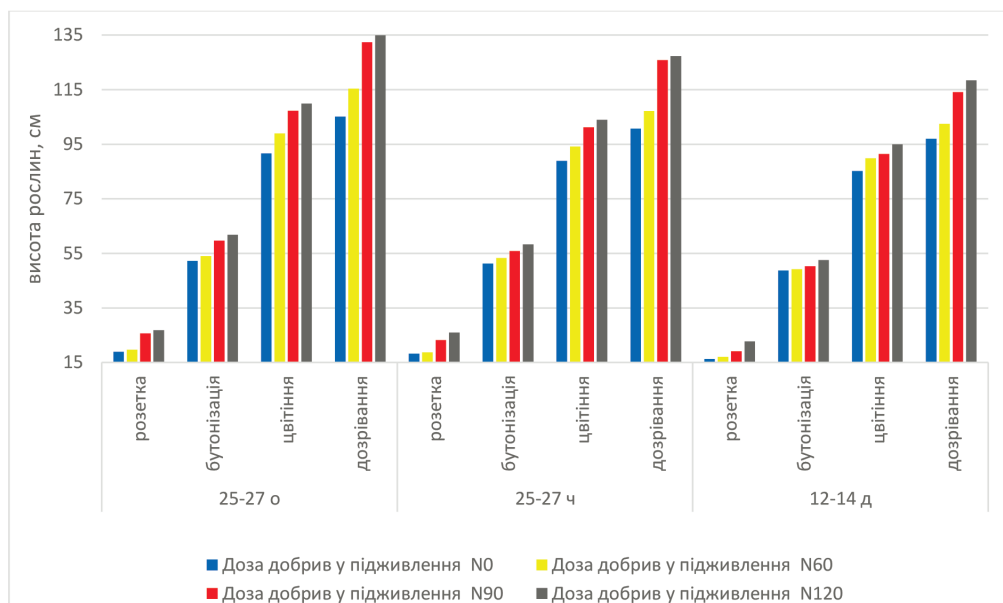


Рисунок 1 – Динаміка формування висоти рослин ріпаку озимого за різних способів і глибини основного обробітку ґрунту та доз внесення азотного добрива, см

кового обробітку на 12-14 см висота рослин була меншою відповідно на 5,6 та 12,2%.

Критерієм оцінки будь-якого заходу вирощування культури є її продуктивність. У сучасних умовах скорочення виробництва мінеральних і органічних добрив, особливо при збільшенні дефіциту органічної речовини ґрунту великого значення набуває створення і застосування оптимального поєднання окремих елементів технології вирощування культур, які істотно впливають на продуктивність сільськогосподарських культур у системі сівозмін.

У проведених дослідженнях із виявлення ефективності впливу елементів технології вирощування ріпаку озимого встановлено, що на формування урожаю ріпаку озимого впливали всі фактори, які досліджувалися (табл. 4).

ТАБЛИЦЯ 4. УРОЖАЙНІСТЬ РІПАКУ ОЗИМОГО ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ДОЗ АЗОТНИХ ДОБРИВ, т/га (середнє за 2019-2021 рр.)

Спосіб і глибина основного обробітку ґрунту	Дози добрив у підживлення			
	N_0	N_{60}	N_{90}	N_{120}
25-27 (о)	1,78	2,65	3,03	2,89
25-27 (ч)	1,62	2,28	2,85	2,65
12-14 (д)	1,34	1,77	2,31	2,01

Для часткових відмінностей $HP05 A = 0,22$ т/га; $B = 0,25$ т/га
 Для головних ефектів $HP05 A = 0,13$ т/га; $B = 0,15$ т/га

Установлено, що дози азотних добрив істотно впливали на формування врожаю ріпаку озимого. У середньому за роки досліджень найвищу врожайність – 3,03 т/га – отримано за внесення азоту в дозі N_{90} на фоні оранки з глибиною розпушування 25-27 см. Підвищення дози до 120 кг/га призвело до зниження врожайності, яке становило 0,14-1,02 т/га залежно від способу й глибини основного обробітку, тобто зменшилася на 7,9-33,7%. У варіантах без удобрення врожайність була найнижчою – 1,34-1,78 т/га.

Як уже зазначалося вище, ефективність впливу азотних добрив залежить від рівня зволоження ґрунту. За більш посушливих умов їхній вплив був достатньо слабким, однак зі зростанням кількості вологи в ґрунті їхня віддача підвищувалася.

Серед досліджуваних доз найменш результативною виявилася N_{60} : урожайність при цьому становила 1,77-2,65 т/га, що забезпечувало приріст на 0,43-0,87 т/га порівняно з неудобреним варіантом.

Щодо впливу способів і глибини основного обробітку ґрунту встановлено, що заміна оранки (25-27 см) на мілкий дисковий обробіток (12-14 см) спричиняла зниження урожайності на 0,44-0,88 т/га залежно від рівня удобрення.

Отже, аналіз отриманих даних свідчить, що як доза азотних добрив, так і спосіб основного обробітку ґрунту є визначальними факторами у формуванні врожайності ріпаку озимого.

Висновки

Отже, оптимальні агрофізичні показники ґрунту, зокрема найменша щільність складення, найвища водопроникність формуються за проведення оранки на глибину 25–27 см, що створює більш сприятливі умови для росту й розвитку рослин ріпаку озимого.

Найвищу врожайність культури на рівні 3,03 т/га забезпечує поєднання глибокої оранки з внесенням азотних добрив у ранньовесняне підживлення в дозі N_{90} . Подальше збільшення норми азоту не супроводжується суттєвим підвищенням продуктивності ріпаку.

The article presents the results of research into the influence of basic soil cultivation methods and doses of early spring nitrogen fertilization on the formation of winter rapeseed productivity in the conditions of southern Ukraine.





УКАБ АГРОТЕХНОЛОГІЇ

АГРАРНА ВИСТАВКА ПРОСТО НЕБА

14 травня | с. Дослідницьке (Київська обл.)

ТЕХНІКА • ПЕРЕОБЛАДНАННЯ • НАСІННЯ • ЗЗР • АГРОСЕРВІСИ • ТЕХНІКА
АГРОСЕРВІСИ

150
КОМПАНІЙ

У ВИСТАВКОВІЙ

2000+

ГОСТЕЙ

Реєстрація



Участь — безплатна

