



# Найактуальніше

УДК 631.76:334.5  
© 2010

*М.Д. Безуглий,*  
*академік УААН*  
*В.М. Булгаков,*  
*член-кореспондент УААН*  
*І.В. Гриник,*  
*член-кореспондент УААН*  
*Українська академія*  
*аграрних наук*

## **НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИКОРИСТАННЯ СОЛОМИ ТА РОСЛИННИХ РЕШТОК**

*Розглянуто сучасні підходи до використання  
у сільському господарстві соломи та рослинних  
решток.*

Виробництво продукції рослинництва завершується збиранням основної продукції, а побічну продукцію (солому зернових колосових та зернобобових культур, стебла кукурудзи, соняшнику, ріпаку, гичку цукрових буряків тощо) в одних випадках збирають як додаткову і використовують для виробничих потреб, в інших — подрібнюють, розподіляють по поверхні поля, перемішують з верхнім шаром ґрунту за допомогою дискових луцильників або загортають на певну глибину в ґрунт під час оранки.

Обсяги виробництва побічної продукції рослинництва в Україні перевершують понад 80 млн т на рік, в окремі роки — до 100 млн т. Основна частка цієї продукції (45—50 млн т щорічно) — солома зернових колосових та зернобобових культур. Традиційно солому зернових культур використовували для опалювання осель, годівлі худоби, на підстилку, в будівництві житла та господарських споруд. Тому її ретельно збирали і зберігали, стебла кукурудзи, соняшнику, солому ріпаку та інших рослин використовували переважно для опалення, а гичку цукрових буряків — годівлі тварин.

Процес збирання і закладання на зберігання побічної продукції рослинництва ресурсомісткий і потребує для виконання різних операцій комплексу машин. Наприклад, затрати праці на збирання і скиртування соломи у 2—3 рази, а витрати пального в 1,2—1,5 раза більші, ніж на збирання зерна. Тому ведеться пошук ефективнішого й дешевшого використання соломи та інших рослинних решток.

У світовій практиці солому і рослинні рештки сільськогосподарських культур використовували переважно у рослинництві для підтримання та відтворення родючості ґрунтів, тваринництві як підстилку та доповнення до грубих кормів, у теп-

лоенергетиці як енергоносії для виробництва теплової енергії. У менших масштабах солому використовують для виготовлення субстрату при вирощуванні грибів, у декоративно-прикладному мистецтві тощо.

Кожен з цих напрямів використання соломи та рослинних решток має свої переваги і недоліки. Більшість учених, особливо в галузі ґрунтознавства та землеробства, вважає, що використовувати солому й рослинні рештки треба переважно для підтримання й відтворення родючості ґрунтів. Ряд учених та спеціалістів через проблеми з вуглеводневими енергоносіями вважають, що солома є перспективним джерелом енергії і її доцільно активніше використовувати для виробництва теплової енергії. Є думки й щодо використання соломи у тваринництві. На користь кожної з цих позицій їхні прихильники наводять вагомі аргументи і в конкретних умовах виробництва часом нелегко прийняти правильне рішення.

Практика свідчить, що кожен із пропонованих способів треба застосовувати там, де в ньому є найбільша потреба, та з урахуванням конкретних умов, де він буде найефективнішим. Наприклад, якщо господарство не займається тваринництвом або поголів'я худоби у ньому обмежене, гною мало або його немає зовсім, то, безумовно, солому треба використовувати переважно для підтримання та відтворення родючості ґрунтів. Адже за відсутності органічного добрива іншого джерела поповнення ґрунту органічною складовою практично немає. Якщо господарство тваринницьке і має достатньо гною, то використання в ньому соломи як палива для одержання тепла цілком виправдане. Отже, для вибору способу раціонального використання соломи і рослинних решток треба враховувати його економічну і господарську доцільність.

Розглянемо найбільш поширені способи використання соломи зернових колосових культур. Так, використання соломи та рослинних решток сільськогосподарських культур як добрива особливо поширене в країнах з розвинутим сільськогосподарським виробництвом. Останнім часом цей процес набуває поширення і в Україні. Зумовлений він тим, що в сучасних умовах при значному скороченні поголів'я худоби та обмеженому внесенні в ґрунт органічних і мінеральних добрив підтримання балансу гумусу на відносно задовільному рівні, запобігання деградаційним процесам та підвищення родючості ґрунтів можливе головним чином за рахунок застосування післяжнивних рослинних решток польових культур і, передусім, соломи озимих культур як органічних добрив.

Нині, за даними ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського», в Україні щорічні втрати гумусу сягають 0,5 т на 1 га ріллі. Водночас існує можливість за рахунок соломи та рослинних решток повертати в ґрунт 15–20 кг азоту, 8–10 кг фосфору і 30–40 кг калію на гектар, а також важливі мікроелементи — бор, мідь, марганець, молібден, цинк, кобальт. При використанні як органічних добрив 17–20 млн т соломи можна заощадити понад 100 тис. т азоту, 70 — фосфору та 250 тис. т калію щорічно. Ці дані свідчать про те, що солома є цінним органічним добривом, адже за гумусним еквівалентом тонна соломи замінює 2,5–2,8 т підстилкового гною.

Однак тільки внесена в ґрунт солома ще не є повноцінним органічним добривом. Ним вона стане після того, як відбудеться процес гуміфікації і солома втратить властивість чинити депресивний вплив на наступну сільськогосподарську культуру. Для цього необхідно створити певні умови, адже мікроорганізми, які розкладають органічні сполуки, належать до аеробної групи і тому процес гуміфікації соломи буде проходити краще за умов достатньої аерації та зволоження ґрунту. Отже, подрібнену соломі бажано загорнути у розпушений вологий ґрунт. Довжина часток подрібненої соломи має бути не більше 10 см. Ця вимога стосується й інших рослинних решток, призначених для використання як органічних добрив. Для усунення депресивної дії соломи на ріст і розвиток рослин наступної культури на кожну тону соломи перед її загортанням у ґрунт треба вносити не менше 10–12 кг діючої речовини амонійних форм азотних добрив. Якщо необхідні умови буде дотримано, то через 6–8 міс. 40–50% унесеної в ґрунт соломи пройде гуміфікацію і перетвориться в органічне добриво. Решта соломи стане добривом дещо пізніше. З огляду на ці обставини соломі вносять в ґрунт як добриво під ярі культури, оскільки їхню сівбу бажано проводити лише через 6–8 міс. після загортання соломи в ґрунт.

Технічно й економічно найбільш раціональною технологічною схемою використання соломи на добриво є подрібнення її під час збирання основ-

ної продукції з наступним внесенням азотних добрив і загортанням соломи в ґрунт. Для цього зернозбиральні комбайни мають бути обладнані універсальними подрібнювачами, які після подрібнення соломи рівномірно розподілять її по поверхні поля на ширину захвата жнивarki. Інші способи менш ефективні, але в реальних виробничих умовах застосовувати їх нерідко змушують обставини. Так, улітку 2008 р. через дощі строки збирання зернових розтягнулися, хлібостій полягав, проростали бур'яни, що вело до зростання втрат врожаю. З огляду на ці обставини, а також високу вартість пального і зношеність комбайнового парку частина виробників зерна була змушена збирати тільки зернову частку врожаю, а соломі залишати на полі у валках. До того ж наявні у багатьох господарствах імпорتنі зернозбиральні комбайни не були обладнані подрібнювачами соломи. Як результат, стан багатьох полів після збирання ранніх зернових культур практично унеможливив загортання соломи в ґрунт і проведення основного обробітку ґрунту без виконання додаткових робіт.

Постало питання: як подрібнити соломі, що лежить у полях у валках, рівномірно розподілити її по поверхні поля, перемішати з ґрунтом і проводити основний його обробіток на цих полях? У цьому випадку найбільш прийнятним способом подрібнення соломи було застосування подрібнювачів рослинних решток ПР-4,5 та ІРП-5,4 з вертикальною віссю обертання робочих органів та подрібнювачів ПП-2, ПН-2,0 та ПН-4,0 з горизонтальною віссю обертання або подрібнювачів виробництва іноземних фірм «KUHN», «Шульте» та інших.

Інколи виробничники для подрібнення соломи, що лежить у валку, замість подрібнювачів рослинних решток застосовують важкі дискові борони типу БПРР-4,2 та БПРР-6,5 з наступним обробітком поверхні поля важкими культиваторами типу КПЕ-3,8. Але тут слід урахувати, що якість подрібнення соломи при цьому буде значно гіршою й спричиняє нерівномірність розподілу соломи по площі.

Для подрібнення стебел кукурудзи, що збирається на зерно, ВАТ «Херсонський машинобудівний завод» пропонує застосовувати жнивarkу КМС-6 до зернозбиральних комбайнів КЗС-9-1 «Славутич», Дон-1500, «Єнісей-960» та причіпний кукурудзозбиральний комбайн ККП-2С, а для подрібнення стебел соняшнику одночасно зі збиранням насіння — жнивarkу ПЗС-8, яка агрегується з усіма моделями зернозбиральних комбайнів, що є на ринку України.

Подрібнені та розподілені по поверхні поля солома або інші рослинні рештки після внесення азотних добрив необхідно загорнути в ґрунт не пізніше, ніж через 2 доби. Для перемішування з ґрунтом подрібненої соломи та рослинних решток і загортання їх у ґрунт, зазвичай, використовують важкі дискові борони вітчизняних чи зарубіжних виробників. Кращі результати забезпечу-

### 1. Середня теплотворна здатність енергетичної сировини

Енергетична сировина	Теплотворна здатність, МДж/кг
Солома зернових культур	10,5
Стебла кукурудзи	12,5
Гілки плодкових дерев	10,5
Стебла соняшника	12,5
Виноградна лоза	14,2

ють дискові борони, в конструкції яких поєднано роботу дискових робочих органів та циліндричних котків.

Другим основним напрямом ефективного використання соломи є застосування її у тваринництві. В попередні роки соломі зернових культур використовували тут як грубий корм та на підстилку. Для підготовки соломи до згодовування застосовували механічні, хімічні, термічні, термохімічні, біологічні, баротермічні та інші методи підвищення поживності соломи. Для цього були створені селоморізки, дозатори, змішувачі, запарювачі тощо, але потрібного ефекту від згодовування соломи тваринам не було досягнуто. Основний висновок: для високопродуктивних тварин солома є малоцінним кормом і використовувати її доцільно лише як добавку, яка при певних раціонах годівлі може забезпечити потреби тварин у клітковині. У тваринництві соломі доцільно використовувати, передусім, як підстилку, найбільш придатну для створення комфортних умов утримання тварин та виробництва органічних добрив. За даними Інституту тваринництва УААН, добова потреба в соломі як підстилки для однієї корови коливається від 2 до 8 кг на добу залежно від типу утримання та продуктивності тварин. За таких обсягів використання соломи на молочних фермах можна одержати від корови 40—50 кг органічних добрив за добу, а на високопродуктивних фермах і більше.

Останнім часом в країнах з розвинутою економікою набуває поширення використання соломи та рослинних решток на енергетичні цілі. Особливо активно розвивається цей напрям енергетики в Данії, Швеції, в більшості країн Центральної Європи. Там щорічно на енергетичні потреби використовують від 5 до 20% соломи. З огляду на зростання вартості видобувних видів палива та залежність нашої країни від їх імпорту, використання побічної продукції рослинництва, зокрема, соломи на енергетичні потреби є перспективним. В Україні вже є певний досвід використання соломи для одержання теплової енергії. Так, нині у сільській місцевості функціонує 16 теплогенеруючих систем, які при використанні близько 10,5 тис. т соломи виробляють за опалювального сезону понад 1,5 млн кВт/год теплової енергії. За попередніми підрахунками, в Україні на енергетичні цілі є можливість щорічно використовувати до 10 млн т соломи зернових та близько 7 млн т соломи ріпаку, що може зменшити потребу у ви-

добувних видах енергоносіїв для виробництва теплової енергії майже на 4 млн т.

Однак сільськогосподарська біомаса, яку використовують як паливо, має ряд відмінних особливостей від традиційних енергоресурсів, що застосовують для опалення. Найбільш важливою паливно-технологічною характеристикою біомаси, що використовують як тверде біопаливо, є її теплотворна здатність, яка залежить від багатьох чинників: генетичних особливостей енергетичних рослин, впливу навколишнього середовища, умов зберігання, вологості тощо. У табл. 1 наведено середню теплотворну здатність сільськогосподарської енергетичної сировини (яку раніше відносили до відходів агропромислового виробництва) за абсолютної її вологості 20%.

Сучасні споживачі палива технологічно та технічно налаштовані на використання концентрованих непоновлюваних джерел енергії. Для підвищення рівня енергетичної автономності сільськогосподарського виробництва за рахунок використання соломи потрібні значні капітальні внески.

В Україні виробляють теплогенератори з повітряним теплоносієм для спалювання соломи, що можуть агрегуватися з сушарками та використовуватися для опалення теплиць й виробничих приміщень (теплогенератори типу ТГС виробництва БАТ «Бриг» Миколаївської області), водогрійних котлів для обігріву виробничих приміщень та соціально-культурних об'єктів (котли типу RAU виробництва БАТ «Південтеплоенергомаш» Рівненської області, що випускаються за ліцензією датської фірми «Passot Energi»), котлів-теплогенераторів для спалювання відходів деревообробки (теплогенератори типу ТГУ виробництва АТ «Макаротех» Київської області та типу «Дракон» виробництва ТОВ «Українські технологічні системи» Тернопільської області). Іншим напрямом використання соломи як енергоносія є спалювання її в ущільненому стані у вигляді гранул чи брикетів, що уповільнює процес спалювання у 5—6 разів (порівняно з подрібненою та ущільненою масою) та контрольованим щодо емісії легких сполук і димових газів в атмосферу. Крім того, у цьому разі виникають реальні передумови підвищення питомої енергоефективності рослинної сировини за рахунок змішування з більш калорійними відходами переробки сільськогосподарської сировини, наприклад, фузу, макухи, балистними продуктами виробництва рослинних олій, а також торфом та вугільним пилом. Враховуючи, що промисловістю України освоєно випуск пресового та спеціального технологічного обладнання (завод «Пресмаш» м. Івано-Франківськ, ЗАТ «Черкаселеватормаш» м. Черкаси) стає можливою реалізація пілотних проєктів міні-заводів з виробництва брикетів чи гранул зі збагаченої паливної біомаси теплотворною здатністю від 18 до 30 МДж/кг безпосередньо на місці накопичення сировини та її реалізації за незначних транспортних витрат.

У ННЦ «ІМЕСГ» УААН визначено 4 основних

**2. Виробництво і використання соломи по роках з ранніх зернових в наукових установах і дослідних господарствах системи УААН**

Виробництво і використання соломи, тис. т	Рік		
	2007	2008	2009
Виробництво	420,0	675,0	524,0
Потреба для громадської худоби, на кормові цілі і підстилку	86,0	85,0	84,0
Використання як органічного добрива	126,0	203,0	157,0
Вільний залишок	208,0	387,0	283,0

варіанти наборів машин і обладнання для заготівлі рослинних відходів і виробництва з них паливної біомаси. *Варіант I* реалізується за розробленою ще в УНДІМЕСГ та найбільш розповсюдженою свого часу схемою: від комбайна з подрібнювальним пристроєм (приставкою) подрібнену солому вивантажують у великогазові візки-причепа 2ПТС-887А (його український аналог мод. 8545-45) та підвозять трактором класу 1,4 (МТЗ, ПМЗ) до місця складування, де перед подачею в теплогенераторну установку вона подрібнюється на дробарці типу ИГК-30Б (український аналог ІУФ-10). За *варіантом II* не подрібнену чи частково подрібнену солому, сформовану у великі копиці, ущільнюють пресом типу ПРФ чи ПТ (виготовляються на ВАТ «Ірпінмаш») у тюки або рулони, подають навантажувачем ПФ-0,5 у транспортні засоби (великогазовий причіп або автомобіль типу КАМАЗ-53208 з причепом чи МАЗ-супер) і транспортують до місця складування чи спалювання. Доцільне також застосування для перевезення рулонів переобладнаного в ДПДГ «Степне» (Полтавська область) причепа 1 ПТСМ-9, який може одночасно транспортувати 9 рулонів соломи та розвантажувати їх самостійно за місцем складування чи спалювання. *Варіант III* стосується переважно заготівлі післязбиральних залишків (стебел) кукурудзи, соняшнику, сорго, за яким стеблову масу подрібнюють косаркою типу «Рось-2» (виробник «Білоцерківсьільмаш») формують у валки, ущільнюють вищезгаданими преспідбирачами і доставляють до місця спалювання за схемою II. *Варіант IV* для ущільнення рослинних решток у брикети чи пелети може реалізовуватися за схемою I, коли попередньо подрібнену біомасу доставляють великогазовими причепами до місця спалювання, доподрібнюють, досушують та ущільнюють штемпельним, кільцевим чи гвинтовим пресом.

Слід зазначити, що солому економічно вигід-

но використовувати при незначних відстанях перевезень від місць виробництва до місць використання. Так, економічно допустима відстань перевезення подрібненої соломи (при вартості перевезення у межах 7,5 грн/т·км) не повинна перевищувати 100 км. За аналогічних умов економічно допустима відстань перевезення соломи в рулонах може бути у 2—2,5 раза більшою, а якщо перевозити солому в брикетах — то в 5—6 разів. Така різниця між економічно допустимими відстанями перевезень зумовлена різною собівартістю перевезення. Так, собівартість перевезення розсипної подрібненої соломи за нинішніх економічних умов може бути в межах 7,5 грн за 1 т на відстань 1 км, соломи в рулонах — 2,6 грн/т·км, соломи в брикетах — 0,6—0,7 грн/т·км. Ці показники обмежуються наведеними значеннями з урахуванням того, що собівартість тепла, одержаного від спалювання соломи, буде в межах 20—23 грн/ГДж і дорівнюватиме вартості тепла, одержаного від спалювання природного газу власного видобутку.

Як свідчать дані про виробництво і використання соломи в наукових установах і науково-дослідних господарствах Української академії аграрних наук (табл. 2), за останні 3 роки для енергетичних потреб можна використати значний її обсяг. Якщо врахувати ще й стебла кукурудзи, соняшнику, ріпаку, то резерв для отримання теплової енергії є.

Отже, можна зробити висновок, що наявних на ринку України технічних засобів вітчизняного та зарубіжного виробництва цілком достатньо для збирання, зберігання та підготовки соломи до спалювання в рулонах, паках, брикетах, гранулах або звичайному вигляді. Разом з тим обладнання для підготовки біомаси до спалювання та одержання тепла потребує вдосконалення з урахуванням особливостей споживання теплової енергії, що виробляється з біомаси.

**Висновки**

Сучасні тенденції використання соломи та інших рослинних решток свідчать про негайну необхідність додаткових досліджень щодо визначення рослинних решток і кількості, які доцільно використовувати для удобрення ґрунтів з урахуванням насиченості сівозмін зерновими культурами, обмеження фітопатогенного на-

вантаження на злакові культури, розвитку бур'янів, управління азотним режимом ґрунту в різних ґрунтово-кліматичних умовах. Накопичені знання та практичний досвід щодо застосування побічної продукції рослинництва як органічних добрив необхідно враховувати в конкретних господарських умовах.