

УДК 631.171:631.872

ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ СОЛОМИ ДЛЯ УДОБРЕННЯ ҐРУНТУ

М.К. Лінник, академік НААН України

ННЦ "ІМЕСГ"

М. І. Лукаш, інж.

Сумський ІАПВ

Проаналізований стан використання соломи зернових культур для удобрення ґрунту. Визначені шляхи вдосконалення технологій та технічних засобів щодо покращення використання соломи для стабілізації та підвищення родючості ґрунтів в основних природно-кліматичних зонах України.

Проблема. В сучасних умовах функціонування сільськогосподарського виробництва набуває важливого значення проблема стабілізації та підвищення родючості ґрунтів, розвитку органічного землеробства для одержання високоякісної продукції рослинництва та тваринництва, яка буде користуватись попитом на внутрішньому та зовнішньому ринках.

Мета досліджень. Підвищення ефективності використання соломи для удобрення ґрунту за рахунок впровадження вдосконалених технологій та технічних засобів.

Результати досліджень. Перспективи використання соломи для удобрення ґрунту викликають інтерес вчених та практиків як в нашій країні, так і за кордоном, перш за все, в зв'язку з недостатнім забезпеченням бідних ґрунтів гумусом.

В Україні щорічно виробляється близько 40 млн. т соломи зернових культур, з яких 30–35% використовується для потреб тваринництва (для годівлі великої рогатої худоби та на підстилку), 20–25% можна використовувати на енергетичні цілі, решту — для удобрення ґрунту.

Маркетингові дослідження 95 господарств Сумської області (це третина господарств) в 2009 році показали, що під час збирання зернових на 83% площі солома подрібнюється і розподіляється різними методами по поверхні поля, а саме: 12% — укладається у валок з наступним пре-

суванням, 4% — подрібнюється і закладається у візок, 1% — збирається формуванням копиць.

Дослідження ряду вчених по застосуванню соломи як органічного добрива дають можливість зробити висновок, що сучасний рівень сільськогосподарського виробництва з постійним збільшенням урожайності зернових культур і скороченням використання соломи для потреб тваринництва дозволяє значну частину соломи використовувати для удобрення ґрунту та енергетичних потреб. При використанні соломи для удобрення ґрунту необхідно створити додаткові умови для її швидкого розкладання в ґрунті.

Слід відзначити, що в теперішніх умовах функціонування сільськогосподарського виробництва частину соломи разом з стернею спалюють у полі, що недопустимо, тому що при цьому втрачаються азот і вуглеводи, наноситься шкода мікрофлорі ґрунтів.

Правильне використання соломи, починаючи з розрахунку її балансу, який складається із урожаю соломи, витрат її для годівлі тварин, підстилку, компостування із біологічно активними речовинами (гній сільськогосподарських тварин, послід птиці, осади міських стічних вод та ін.), енергетичні цілі (для обігріву житлових приміщень, висушування зерна, кормів).

Масу соломи, яка нагромаджується в господарстві в процесі збирання зернових та зернобобових культур, визначають шляхом умноження валового збору основної продукції (зерна) на коефіцієнт, який визначає співвідношення нетоварної частини урожаю і зерна.

В умовах виробництва з урахуванням неминучих втрат при збиранні врожаю і транспортування соломи до місця зберігання або переробки, які досягають 20-30%, коефіцієнт приймають за 1,0. Для соломи, яка планується для використання як органічне добриво, даний коефіцієнт приймається за 1,2.

Баланс соломи $Q_{\text{заг}}$ в господарстві можна підрахувати згідно залежності:

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{п}} + Q_{\text{к}} + Q_{\text{г}} + Q_{\text{ен}} + Q_{\text{уд}} + Q_{\text{л}}, \quad (1)$$

де $Q_{\text{п}}$ — маса соломи, яка використовується на підстилку; $Q_{\text{г}}$ — для годівлі тварин; $Q_{\text{к}}$ — для компостування; $Q_{\text{ен}}$ — на енергетичні цілі; $Q_{\text{уд}}$ — для прямого внесення в ґрунт; $Q_{\text{л}}$ — для продажу працівникам господарства.

Витрати соломи $Q_{\text{г}}$ для годівлі тварин в стійловий період визначають згідно залежності $Q_{\text{г}} = \text{ТНкД} + 3$, де Т — поголів'я тварин, Нк — норма витрат соломи на годівлю тварин в стійлах, Д — число днів утриман-

ня тварин у стійлах, Z — запас соломи у випадку збільшення періоду утримання тварин в стійлах.

Розрахункові норми соломи для годівлі ВРХ складають 4 кг/добу, овець — 1 кг/добу. Крім того, необхідно створити запас грубих кормів до 20%.

Для годівлі використовують, в першу чергу, солому бобових культур, проса, вівса і ячменю.

В господарствах, в яких застосовується підстилкове утримання тварин, маса соломи $Q_{п}$, для цієї цілі визначається $Q_{п} = T \cdot N_{п} \cdot D + Z$, де $N_{п}$ — норма соломи для підстилки на голову за добу; Z — запас соломи.

Солома — хороший поглинач вологи при компостуванні безпідстилкового гною або твердої фракції рідкого гною. Загальну кількість соломи $Q_{к}$, яка необхідна для компостування гною в господарстві, можна вирахувати згідно формули:

$$Q_{к} = ЖЕД, \quad (2)$$

де E — кількість екскрементів, які виділяє тварина за добу.

Кількість соломи на компостування 1 т гною залежить від його вологості. Для приблизного розрахунку може бути прийнятною 0,1 т.

Солома містить ряд цінних елементів живлення рослин, кількість яких, в першу чергу, залежить від виду рослин.

Як видно із табл. 1 у всіх видах соломи, крім зернобобових культур, відношення С: N складає 60–100. В прямій залежності від співвідно-

Таблиця 1. Вміст елементів живлення рослин в соломі [1]

Солома	Суха речовина, %	Органічна речовина, %	% до сирої маси					Відношення С : N (N=1)
			Азот	Фосфор	Калій	Кальцій	Магній	
Пшенична	86	82	0,45	0,07	0,64	0,21	0,07	80–90
Житня	86	82	0,34	0,07	0,52	0,33	0,05	100–110
Ячмінна	86	82	0,50	0,18	0,94	0,28	0,05	70–80
Вівсяна	86	80	0,42	0,13	1,12	0,24	0,07	80–90
Кукурудзяна	86	82	0,46	0,16	1,26	0,32	0,14	60–80
Ріпакова	85	80	0,53	0,11	0,85	0,81	0,16	60–70
Зернобобових культур	86	80	1,29	0,16	1,07	0,91	0,16	20–25

шення C:N знаходиться швидкість її розкладу в ґрунті. Чим це співвідношення менше, тим швидше розкладається солома. При внесенні соломи в чистому вигляді в перший рік спостерігається деяке зниження врожаю сільськогосподарських культур в результаті додаткового споживання азоту в ґрунті мікрофлорою, що розкладає солому. Для виключення цього негативного ефекту на 1 т соломи слід вносити від 3,5 до 15 кг азоту (в середньому 10 кг) [2].

На полях Сумського інституту АПВ проведено дослідження по впливу на агрохімічний стан ґрунту та врожайність цукрових буряків шляхом внесення 11,08 т подрібненої соломи озимої пшениці і N_{10}/t , отримані результати наведені в табл. 2 і 3.

Як видно з табл. 3 урожайність цукрових буряків завдяки внесенню соломи і 10 кг азоту на 1 т соломи збільшилась на 2,05 т/га. Також змінився агрохімічний склад ґрунту, який залежить від способу обробітку (табл. 2).

Одержані показники в перший рік внесення соломи для удобрення ґрунту.

Відомі наступні способи використання соломи:

- для одержання підстилкового гною, для виробництва компостів з використанням біологічно активних матеріалів (гній, послід птиці, осади міських стічних вод, сапропелі та ін.) та безпосереднє використання соломи для удобрення ґрунту;

При використанні соломи безпосередньо як добрива її подрібнюють і рівномірно розкидають по поверхні ґрунту в процесі збирання зернових культур.

В усіх трьох способах використання соломи для удобрення ґрунту для її подрібнення застосовують комбайни: “Славутич”, “Дон-1500”, “Нива”, “Єнисей”, “Полісся”, “Вектор” тощо та зернозбиральні комбайни далекого зарубіжжя, які обладнані подрібнювачами незернової частини врожаю.

Спостереження за роботою комбайнів з подрібнювачами показали, що при кондиційній вологості маси 14–18% якісні показники за критеріями подрібнення відповідають агротехнічним вимогам, а рівномірність розстилу складала 30–35% при нормі 25%. Вигляд поля після роботи комбайна “Полісся” показано на рис. 1.

Як показали дослідження, при високих урожаях зернових і високій соломистості значно збільшуються витрати пального комбайнами на подрібнення, тому такі площі доцільно збирати по валковій технології з наступним подрібнюванням.

Таблиця 2. Агрохімічні показники ґрунту залежно від системи удобрення та способів обробітку. Культура — цукрові буряки; поле № 2; 2009 р.

Варіанти	Глибина відбору, см	K ₂ O, мг/кг			P ₂ O ₅ , мг/кг			рН сольовий		
		Строк відбору			Строк відбору			Строк відбору		
		І строк	ІІ строк	ІІІ строк	І строк	ІІ строк	ІІІ строк	І строк	ІІ строк	ІІІ строк
<i>Поверхневий обробіток</i>										
1	0–5	170	155	97	93	94	81	5,4	5,4	5,3
	5–10	104	90	64	84	79	72	5,5	5,4	5,3
	10–25	85	82	49	76	74	69	5,5	5,4	5,3
	25–40	82	69	36	66	64	67	5,9	5,6	5,4
2	0–5	176	145	102	103	87	85	5,4	5,3	5,2
	5–10	103	86	65	92	79	81	5,4	5,3	5,3
	10–25	90	77	52	90	74	79	5,5	5,3	5,2
	25–40	83	70	38	66	67	58	6,0	5,6	5,9
<i>Оранка</i>										
1	0–5	204	157	90	142	128	129	5,6	5,5	5,4
	5–10	156	133	73	140	122	127	5,4	5,4	5,4
	10–25	103	96	58	123	110	126	5,6	5,5	5,4
	25–40	156	78	49	84	74	92	6,0	6,0	5,9
2	0–5	199	184	110	146	136	135	5,4	5,2	5,2
	5–10	170	165	82	147	135	138	5,3	5,2	5,2
	10–25	115	113	60	140	133	131	5,3	5,2	5,3
	25–40	96	85	54	107	100	114	5,7	5,7	5,8

Примітка. Варіант 1 — без добрив; варіант 2 — 11,08 т/га подрібненої соломи + N₁₀; 1 — строк появу сходів; 2 — строк середина вегетації; 3 — строк перед збиранням.

Таблиця 3. Врожайність цукрових буряків у 2009 році, тонн/га

	Оранка	Чизель	Дискування 12 см	Дискування 6 см
Контроль	45,23	38,67	36,27	34,24
Солома озимої пшениці 11,08 т + N ₁₀ /т	47,28	39,79	37,89	35,51
± до контролю	2,05	1,12	1,62	1,27

Для підбирання валків соломи з одночасним її подрібненням і розподілом по стерні з метою його подальшого заорювання використовують подрібнювачі вітчизняного виробництва МП-2,0, ПРС-2,1, ПН-2,0, ПН-4,0, МНР-4,2, а також закордонного виробництва. Але як показали дослідження науковцями УкрНДІПВТ ім. Погорілого та Сумського інституту АПВ по якості роботи вітчизняних подрібнювачів ні один з них не відповідає агротехнічним вимогам як по довжині різки, так і по ширині розстилу. Відповідає всім цим вимогам закордонний подрібнювач ВР-600, який агрегується з трактором МТЗ 1221, витрати пального при його роботі 3 л/га. Якість подрібнення змінюється протягом доби по мірі зміни вологості рослинної маси. Оптимальне подрібнення було з 10 до 20 години. При вологості 23–25% подрібнення НЧВ взагалі практично відсутнє.

Для перевезення подрібненої соломи до тваринницьких ферм та майданчиків приготування компостів використовують причепи 2ПТС-4-887А, які з'єднуються спеціальними пристроями з зернозбиральними комбайнами.

Слід відзначити, що при застосуванні технології подрібнення соломи подрібнювачами типу ПУН, завантаження в причепи і перевезення її до місць зберігання та переробки на 10% і більше знижує продуктивність комбайнів.

Ця технологія дозволяє одночасно збирати зерно та незернову частину врожаю і звільня-



Рис. 1. Вигляд поля після роботи комбайна, обладнаного подрібнювачем

ти поле для наступних робіт, але, як недолік, має великі трудові і транспортні затрати. Крім того, під час збирання прямим комбайнуванням зернових культур, вирощених за інтенсивною технологією, вологість соломи інколи сягає 25–35% і вона не може бути закладена на зберігання. Останнім часом набрала поширення технологія роздільного збирання зерна і соломи, так звана валкова, коли зернозбиральний комбайн після обмолоту зерна вкладає солому у валок. Технологія передбачає підбирання соломи і транспортування до місць зберігання. Підбирання валків може здійснюватись різними технічними засобами: візками — підбирачами — подрібнювачами або прес-підбирачами різних типів. Заготівля соломи у пресованому вигляді має значні переваги перед заготівлею її в розсипному вигляді, основна з яких — це значне зменшення витрат на транспортування її з поля до ферми за рахунок ефективного використання транспортних засобів завдяки високій щільності.

На даний час широко застосовується технологія пресування незернової частини врожаю у вигляді рулонів. Для цього використовують прес-підбирачі як вітчизняного, так і закордонного виробництва. Для транспортування рулонів соломи використовують переобладнані причепи 2ПТС-4М, які одночасно перевозять 12 рулонів (рис. 2). Собівартість збирання соломи за такою технологією в ДП ДГ Сумського інституту АПВ склала 85,9 грн./т.

Вслід за збиранням зернових культур, подрібненням і розкиданням соломи, поверхню поля слід обробляти важкими бородами БДК-2,5, БДВП-2,0, БД-2,4, АГ-2,4-2,0, КПД-2,0, БДТ-3,0 та культиватором широкозахватним КШН-5,6 “Резидент”, агрегатом ґрунтообробним ротаційним “Агро-3”, культиватором для передпосівного обробітку ґрунту ККП-6 “Кардинал” та бороною для глибокого розпушення ґрунту БГР-4,2 тощо. Дані знаряддя одночасно якісно виконують такі операції: інтенсивно розпушують ґрунт, рівномірно вирівнюють поверхню



Рис. 2. Транспортування рулонів соломи за допомогою причепа 2ПТС-4М

поля, загортають подрібнену солому в ґрунт. Доцільно в усіх випадках після дискування провести прикоткування поля котками, що сприяє кращому контакту насіння бур'янів із ґрунтом, його проростанню.

Для компенсації використаного мікроорганізмами

соломи азоту з ґрунту вносять додаткову дозу цього елемента з розрахунку 10 кг на 1 т соломи. Для внесення азотних добрив застосовують розкидачі МВД-900, МВД-0,5, РУМ-8 та РУМ-16.

На полях, які розміщені поблизу тваринницьких підприємств, мінеральні добрива можна замінити еквівалентною по азоту дозою рідкого гною — 6–8 т на 1 т соломи.

Тверді органічні добрива вносять кузовними гноєрозкидачами МТО-6, МТО-12, ПРТ-16. Для внесення рідкого гною та стоків застосовують цистерни — розкидачі МЖТ-4, МЖТ-8, МЖТ-16.

Спрямованість процесів трансформації соломи залежить від ступеня її подрібнення. Чим дрібніша різка соломи, чим більше вона пом'ята і розплющена, тим швидше проходить процес її мінералізації. І навпаки, при збільшенні величини часток різаної соломи, процес мінералізації сповільнюється. Оптимальні розміри подрібнення соломи — 10–15 см, які повинні складати не менше 70% загального обсягу подрібненої маси.

Найбільш важливий прийом регулювання утворення гумусових речовин — різні способи обробітку ґрунту. В ущільненому шарі ґрунту інтенсивність мікробіологічного розкладу соломи знижується, що сприяє її гуміфікації. При заробці соломи у верхні шари орного горизонту і підтриманні в рихлому стані солома швидко піддається мінералізації під дією аеробних мікроорганізмів. На процеси гуміфікації позитивно впливає безвідвальний обробіток ґрунту. Коефіцієнт гуміфікації при безвідвальному обробітку ґрунту на 22–25% більший, ніж при оранці з обертанням шару ґрунту. Внесення подрібненої соломи збільшує воломісткість ґрунту, а також покращує його повітряний режим.

В практиці солому рекомендують заробляти відразу після її збирання і подрібнення у верхній шар ґрунту. Кращі результати дає осіння заробка соломи на невелику глибину (8–10 см).

Рядом наукових досліджень встановлено, що для відновлення органічної речовини ґрунту необхідно кожні 2–3 роки вносити подрібнену солому в поєднанні з азотними добривами.

Висновки

1. Істотним резервом для стабілізації та підвищення родючості ґрунтів і збільшення урожайності сільськогосподарських культур є солома зернових культур, яку необхідно використовувати для удобрення ґрунту в об'ємах 10–12 млн. т.

2. Для підвищення ефективності використання соломи в Україні як добрива, в першу чергу слід удосконалити існуючі та створити нові

технічні засоби для підбору соломи з валків, її подрібнення та розподілення по поверхні поля.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. *Шкарда М.* Производство и применение органических удобрений: Пер. с чешского. — М.: Агропромиздат, 1985. — 364 с.
 2. *Верниченко Л.Ю., Мишустин Е.Н.* Влияние соломы на почвенные процессы и урожай сельскохозяйственных культур // Использование соломы как органического удобрения. — М.: Наука, 1985. — 269 с.
-

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СОЛОМЫ КАК УДОБРЕНИЯ

Проанализированы технологии и технические средства использования соломы для удобрения почвы.

TECHNOLOGICAL AND TECHNICAL ASPECTS OF APPLICATION OF STRAW AS FERTILIZER

Technologies and hardwires of the use of straw are analyzed for the fertilizer of soil.

УДК 531.355

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ТЕОРІЇ ПАДІННЯ ТІЛ У ПОВІТРЯНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Г.А. Голуб, докт. техн. наук

ННЦ "ІМЕСГ"

О.А. Марус, асп.

НУБіП України

Приведені аналітичні закономірності, що визначають падіння тіл із урахуванням опору повітря.

Проблема. На тіло, що падає, діє сила тяжіння та сила опору повітря, яка направлена в протилежному напрямку від сили тяжіння. Загальновідомо, що повітряний потік чинить опір падінню тіла, який визначається коефіцієнтом парусності падаючого тіла. Однак, незважаючи на широке використання явища падіння матеріалів у по-