

**ЗАСТОСУВАННЯ СОЛОМИ  
І ПОЖИВНИХ РЕШТОК  
ЯК ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ  
ДЛЯ ПОЛІПШЕННЯ ГУМУСОВОГО  
СТАНУ ҐРУНТІВ**

**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ**

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР „ІНСТИТУТ ҐРУНТОЗНАВСТВА ТА АГРОХІМІЇ ІМЕНІ О.Н. СОКОЛОВСЬКОГО”**

**ІНСТИТУТ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР І ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ НААН**

**ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ПІВНІЧНОГО СХОДУ НААН**

**ПОЛТАВСЬКА ДСГДС ІНСТИТУТУ СВИНАРСТВА І АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА НААН**

**ЗАСТОСУВАННЯ СОЛОМИ І ПОЖНИВНИХ РЕШТОК  
ЯК ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ  
ДЛЯ ПОЛІПШЕННЯ ГУМУСОВОГО СТАНУ ҐРУНТІВ  
(рекомендації)**

Авторський колектив: О.А. Демидов, А.Т. Рудюк, А.С. Заришняк,  
С.А. Балюк, Є.В. Скрильник, Л.О. Чаусова, О.В. Доценко, А.М. Кутова,  
В.М. Бондаренко, М.П. Бондаренко, Ю.О. Романько, Т.Д. Сердюк,  
Л.Д. Глущенко

Харків – 2012

Наведено відомості щодо хімічного складу соломи та її трансформації у ґрунті, вплив соломи на урожайність і якість продукції сільськогосподарських культур та властивості ґрунтів. Особливу увагу приділено процесам відтворення гумусу та збереження родючості ґрунтів.

В рекомендаціях наведені дані науково-дослідних установ системи НААНУ: Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, Національного наукового центру «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, Інституту зрошуваного землеробства НААН, Національного наукового центру «Інститут землеробства» НААН, Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН, Полтавської ДСГДС Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН.

Рекомендації призначені для використання в системі МінаП, розраховані на працівників обласних і районних управлінь сільського господарства, агрономів, робітників сільськогосподарського виробництва усіх форм власності і науковців.

#### Відповідальні редактори:

*С.А. Балюк*, доктор с.-г. наук, професор, академік НААН, директор ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»;  
*Є.В. Скрильник*, канд. с.-г. наук, зав. лабораторії органічних добрив і гумусу ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського».

#### Рецензенти:

д.с.-г.н., професор *Фатєєв А.І.*, завідувач лабораторії охорони ґрунтів від техногенного забруднення ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського».  
 к.с.-г.н., доцент *В.І. Філон*, завідувач кафедри агрохімії ХНАУ ім. В.В. Докучаєва,.

Затверджено секцією землеробства та механізації Науково-технічної ради Міністерства аграрної політики та продовольства України, протокол № 3 від 25.04.2012 р.; Вченою радою ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» (протокол № 03 від 13.12.2011 р.)

## ЗМІСТ

	С
Вступ.....	4
Терміни та визначення понять .....	6
1 Хімічний склад соломи, її трансформація та вплив на властивості ґрунтів .....	7
2 Вплив соломи на процес відтворення органічної речовини в ґрунті.....	14
3 Вплив соломи на урожайність і якість продукції сільськогосподарських культур .....	22
4 Основні агротехнічні вимоги та технологічні схеми щодо застосування соломи .....	28
5 Екологічні аспекти та економічна ефективність застосування соломи як добрива .....	31
6 Література .....	35
7 Додаток .....	36

## ВСТУП

Процеси змін форм господарювання і власності на землю, що стали основним змістом перетворень в аграрному секторі України в останні роки, негативно позначилися на родючості ґрунтів. Ґрунти втратили значну частину гумусу, найродючіші у світі чорноземи перетворилися на ґрунти із середнім рівнем родючості і продовжують погіршуватись. Співставлення гумусованості ґрунтів за часів В.В. Докучаєва із сучасним станом свідчить, що втрати гумусу у ґрунтах за цей, майже 120-річний період, досягли 22% в Лісостеповій, 19,5% - в Степовій і близько 19% - в Поліській зонах України. В умовах обвального зменшення виробництва органічних і вкрай низького рівня застосування мінеральних добрив щорічні втрати гумусу збільшилися до 0,5 т/га ріллі. Внесення органічних добрив в 1986-1990 рр. досягло 250 млн. тонн на рік, нині зменшилось в 21 раз (внесення мінеральних добрив зменшилось в 5 разів), площа багаторічних бобових трав скоротилась в 9 разів. З огляду на зменшення поголів'я худоби нереальність забезпечення бездефіцитного балансу гумусу через відсутність необхідної кількості гною стає очевидною.

Нині урівноваження балансу гумусу на відносно задовільному рівні можливе лише за умов застосування післяжнивних решток рослин польових культур і, передусім, соломи озимих культур як органічних добрив. Обсяги виробництва побічної продукції рослинництва в Україні перевищують 80 млн. тонн на рік. Основна частка цієї продукції (45—50 млн. тонн щорічно) – солома зернових колосових та зернобобових культур, 40—45 % з них рекомендується використовувати в якості органічних добрив, решту – на корм і підстилку для тварин. За середніх урожаїв зернових на 1 га площі в ґрунт буде повертатися 15—20 кг азоту, 8—10 кг фосфору і 30—40 кг калію, а також ряд мікроелементів. Ураховуючи площу лише озимих культур – це економія понад 100 тис. тонн азоту, 70 тис. тонн фосфору та 250 тис. тонн калію щорічно. У країнах з розвиненим сільськогосподарським виробництвом основна маса

післяжнивних решток застосовується як добриво, і лише незначна частка їх спалюється. Так, у Німеччині спалюється 5 % соломи, 45 % застосовується як органічне добриво. У Франції спалюється 12 %, решта застосовується в тваринництві, або загортається в ґрунт як добриво. У Великій Британії використання соломи порівняно з попередніми роками зросло у 18 разів.

Розрахунки свідчать про те, що надлишок соломи в більшості господарств з низьким рівнем виробництва гною надає можливості майже подвоїти надходження органічних речовин у ґрунт. Необхідність застосування післяжнивних решток як органічних добрив виправдана з економічної точки зору, воно не потребує додаткових витрат, оскільки проводиться одночасно зі збиранням урожаю.

Таким чином, сучасні тенденції використання соломи та інших рослинних решток свідчать про необхідність додаткових досліджень щодо визначення кількості побічної продукції рослинництва, яку доцільно використовувати для удобрення ґрунтів з урахуванням насиченості сівозмін зерновими культурами, обмеження фітопатогенного навантаження на злакові культури, розвитку бур'янів та хвороб, 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.

## ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ (за ДСТУ 4884)

**Побічна продукція** – частина створеної рослинами надземної органічної речовини, яка збирається при відокремленні комбайном зрілих зерен культури, і складається з соломи і полови.

**Солома** – надземна частина побічної продукції рослин, котра збирається при відокремленні комбайном зрілих зерен культури. Складається зі стебел та листків культури.

**Полова** – частина побічної продукції, котра складається із зовнішніх покривів насінини, частинок листків, колосової луски, насінневої кожухи тощо.

**Рослинні рештки** – частина створеної рослинами надземної і підземної органічної речовини, яка включає побічну продукцію та післяжнивні рештки.

**Післяжнивні рештки** – частина створеної рослинами надземної і підземної органічної речовини, яка залишається на полі після відокремлення комбайном зрілих зерен культури і складається з кореневої системи рослин і стерні.

**Стерня** – частина створеної рослинами надземної органічної речовини нижче зрізу комбайна, яка залишається в полі.

## 1 ХІМІЧНИЙ СКЛАД СОЛОМИ, ЇЇ ТРАНСФОРМАЦІЯ ТА ВПЛИВ НА ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТІВ

Солома – не зернова частина врожаю - являє собою листки і стебла, що залишилися після обмолоту врожаю зернових культур. Довжина соломи коливається в межах від 30 до 180 см в залежності від культури, сорту, погодних умов у період вегетації, застосування препаратів, що регулюють висоту рослин. Солома ярових культур, як правило, більш м'яка і менш стійка, ніж солома озимих, тому перша використовується для кормових цілей, друга більше пристосована для використання на підстилку, а також в якості органічного добрива. Значний вплив на властивості соломи дає і спосіб збирання. Комбайнове збирання із застосуванням подрібнювачів різко змінює фізичні властивості соломи, полегшуючи її загортання в ґрунт і розкладання.

Важливим показником стану соломи є її вологість. Суха солома містить до 14% вологи, середньої сухості – 14–16%, волога – 16–20%, сира – більше 20%. Суха солома краще подрібнюється, більш рівномірно розподіляється по площі, більше поглинає вологи при використанні на підстилку і при компостуванні. Волога і, особливо, сира солома забиває робочі органи комбайну, погано подрібнюється, розподіляється і заорюється в ґрунт, для зберігання і для використання на підстилку потребує підсушування. Окрім основних груп хімічних сполук, солома містить невелику кількість білку, воску, цукрів, солей і нерозчинну золу. Хімічний склад соломи змінюється залежно від властивостей ґрунту і погодних умов, у яких вирощуються зернові культури. Склад соломи різних культур наведено у таблицях 1 і 2. Найбільшу кількість водорозчинних речовин містять ярові культури; золи – рис; лігніну – жито, пентозанів – жито і озима пшениця, найбільшу кількість альфа-целюлози – пшениці та овес

**Таблиця 1 - Склад соломи (% сухої речовини)**

Культура	Загальна зола	Водорозчинна речовина	Лігнін	Пентозани	Альфа-целюлоза
Ячмінь	6,4	16,1	14,5	24,7	33,8
Овес	7,2	15,3	17,5	27,1	39,4
Пшениця	6,6	7,4	16,7	28,2	39,9
Жито	4,3	9,4	19,0	30,5	37,6
Рис	16,1	13,3	11,9	24,5	36,2

Органічні сполуки хімічно стабільні і можуть бути використані рослинами тільки після руйнування мікроорганізмами. В першу чергу руйнуються прості вуглеводи, потім – целюлоза, а потім розкладається лігнін.

**Таблиця 2 - Вміст елементів живлення рослин в соломі**

Солома	Суха речовина, %	Органічна речовина, %	% сухої маси					Відношення C:N
			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

В рослинних залишках, окрім соломи зернобобових культур, широке відношення вуглецю до азоту. В прямій залежності від відношення C:N знаходиться швидкість розкладання соломи. Чим вужче це відношення, тим швидше розкладається солома (табл.3).

**Таблиця 3 - Категорії якості рослинних залишків щодо доступності до розкладання**

Розкладання/Якість	Індекс якості	
	C/N	Лігнін/N
Швидке/Висока	<18	<5
Помірне/Середня	18—27	5—7
Повільне/Низька	28—60	7,5—15
Слабке/Дуже низька	>60	>15

В середньому в соломі міститься 0,5% азоту, 0,2% фосфору, 0,8—1% калію, 35—40% органічного вуглецю, 0,3% кальцію, 0,15% магнію та сірки, а також деяка кількість мікроелементів.

З кожною тонною соломи з урахуванням поживно-корневих залишків у ґрунт повертається 8,5 кг азоту, 3,8 кг фосфору, 13 – калію, 4,2 – кальцію, 0,7 кг – магнію, та ряд мікроелементів, які накопичуються в соломі більшою мірою, ніж у зерні (заліза – від 10 до 30 г/т, марганцю - від 15 до 70, міді – від 2 до 5, цинку – від 20 до 50, молібдену – від 0,2 до 0,4, бору – від 2 до 5 г на тонну).

Під час розкладання внесеної в ґрунт соломи переважають два основні процеси трансформації органічної речовини: мінералізація - до кінцевих продуктів – вуглекислоти, води і мінеральних елементів; гуміфікація - до утворення стабільних гумусових речовин. Ці два процеси тісно пов'язані один з іншим, можуть чергуватися в залежності від зміни зовнішніх умов: аерації, зволоження, температури тощо. Вони мають велике значення для життєдіяльності рослин. Мінералізація сприяє переходу в доступний стан закріплених в органічній речовині елементів живлення. Під час гуміфікації свіжої органічної речовини формуються агрономічно цінні фізичні властивості ґрунтів: структура, водопроникність, щільність, вологемність тощо. В середньому із свіжої органічної речовини, що надійшла в ґрунт, 90% мінералізується до кінцевих продуктів і лише 10% бере участь у синтезі гумусових сполук, або закріплюється в ґрунті у стійких до розкладу формах.

На хід і швидкість розкладу впливають, по-перше, зовнішні умови середовища, в яких живуть мікроорганізми в ґрунті, що визначаються типом ґрунту і кліматом, і, особливо, вологістю, температурою, рН ґрунту, вмістом у ньому кисню і поживних речовин, і, по-друге, склад речовин, що розкладаються.

Спрямованість процесів трансформації соломи в ґрунті залежить, перш за все, від ступеня її подрібненості. Збільшення довжини частинок сповільнює мінералізацію вуглецю і азоту. Не менш важливим для

характеру процесів, що протікають, є хімічний склад сполук, що входять до складу соломи. Найлегше розкладаються вуглеводи, білки і водорозчинні органічні сполуки, більш стійкі лігнін, ліпіди, воскові речовини, смоли, фенольні сполуки. Молоді рослини багаті на білки і вуглеводи розкладаються швидко. Розкладання молодих рослин закінчується протягом 30 днів. Значно довше розкладається солома, що зібрана при повній восковій стиглості рослин. Для розкладання 62 % біомаси ячменю потрібно більше 108 днів. Це пояснюється тим, що дозріла солома має більш високий вміст ароматичних сполук фенольної природи і більш широке, ніж у зелених рослин, відношення С:N. Мінералізація зрілої соломи протікає значно повільніше мінералізації біомаси зелених рослин, а також соломи, скошеної в більш ранні фази розвитку рослин. Установлено, що за 2,5—4 місяці розкладається до 46 % соломи, за 1,5—2 роки - до 80 %, решта - пізніше.

Швидкість і характер трансформації органічної речовини соломи значною мірою залежить від хімічного і мінералогічного складу ґрунту. В ґрунтах, багатих на вторинні мінерали, інтенсивність розкладання помітно знижується, оскільки вторинні мінерали адсорбують органічні сполуки, перешкоджаючи мінералізації.

В умовах інтенсивного землеробства спрямованість процесу розкладу свіжої органічної речовини в ґрунті більшою мірою визначається антропогенним фактором. Одним з найважливіших антропогенних факторів, що регулюють трансформацію соломи в ґрунті, є застосування мінеральних добрив. Внесення їх сприяє бурхливому розвитку мікроорганізмів, за цим відмічається різке підвищення швидкості мінералізації органічної речовини. Особливо добре це проявляється на ґрунтах легкого гранулометричного складу. Значну роль в розкладанні соломи відіграють азотні добрива. Застосування високих доз азотних добрив супроводжується швидкою мінералізацією соломи і зниженням коефіцієнта гуміфікації. Має значення також форма азотних добрив, які в ґрунті перетворюються на вуглекислий амоній, потім на аміак. Азот цих

добрив переходить в ґрунтовий розчин поступово в аміачній формі, обумовлюючи високу інтенсивність гумусоутворення. На ґрунтах, бідних на рухомі форми фосфатів, внесення фосфорних добрив разом із соломною прискорює її розкладання, за цим значною мірою посилюються процеси амоніфікації та мінералізації органічного фосфору. Внесення мікроелементів - марганцю, молібдену, бору, міді - стимулює розкладання соломи, інтенсивно відбувається біологічне закріплення целюлозними мікроорганізмами бору і марганцю. Помітно впливає на характер трансформації соломи в ґрунті зволоження середовища. Найбільш інтенсивно клітковина розкладається при вологості 70% від повної вологоємності ґрунту. Надмірне зволоження уповільнює розкладання органічної речовини, але підвищує коефіцієнт гуміфікації соломи. Зміна оптимального зволоження ґрунту з періодичною нестачею вологи сприяє гумусоутворенню.

До факторів, що впливають на розкладання органічної речовини, належить також температурний режим. Швидкість розкладання прямо пропорційна зміні температури. Оптимальними температурними умовами для розкладання клітковини вважається 28—30 °С. За низьких температур (5—9 °С) розкладання відбувається вкрай слабо, за температури нижче 0 °С припиняється зовсім.

До негативних властивостей соломи слід віднести її депресивну дію на культуру, під яку вона вносились як добриво. Встановлено, що, крім широкого відношення С:N, інгібіторна дія пов'язана з присутністю в соломі розчинних форм органічних сполук: саліцилової та дегідростеаринової кислот, а також ваніліну. Фітотоксичний ефект продуктів розкладу соломи проявляється в затримці росту коріння, порушенні обміну речовин, хлорозі. Особливо багато шкідливих сполук накопичується за анаеробного розкладу соломи. В аеробних умовах і в ґрунтах з високою біологічною активністю токсичні сполуки розкладаються швидше. У дослідях установлено, що велике значення в усуненні депресивного ефекту соломи на рослини має азот. Його високі дози зводять до мінімуму депресивний

вплив витяжки із соломи. Найкращий ефект спостерігається за додавання сульфату амонію за тиждень до загортання соломи. Важливо, щоб при внесенні соломи і азоту дотримувалось відношення C:N 20:1. В якості антидепресивних домішок, поряд з азотними добривами, можуть бути використанні кальцій - і фосфоровмісні сполуки (вапнякове або доломітове борошно, простий суперфосфат, подвійний суперфосфат і гіпс).

Мінеральні речовини, що містяться в соломі, також впливають на перебіг процесів розкладу, оскільки потреба мікроорганізмів у мінеральних речовинах подібна до потреби в них вищих рослин. Як правило, для нормального розкладу вміст мінеральних речовин у рослинних рештках достатній, а відтак вони, на відміну від азоту, навряд чи можуть лімітувати цей процес.

Що ж стосується фосфору, то за відношення вуглецю до фосфору 150—200:1 можливий безперешкодний розклад рослинних решток, тому за 0,2—0,3 % вмісту фосфору в них можна не побоюватись біологічного зв'язування фосфору ґрунту.

Якщо для соломи зернових прийняти середнє значення вмісту фосфору 0,25 %, то за 40 % вмісту вуглецю в соломі відношення вуглецю до фосфору в соломі складе близько 350—400:1. Для безперешкодного розкладу соломи, що була внесена до ґрунту з розрахунку 59 ц/га, знадобилося б додатково 16 кг  $P_2O_5$  на 1 га.

Внесення соломи в ґрунт (особливо в поєднанні з мінеральними добривами) покращує його агрофізичні властивості, знижує схильність до ерозії, підвищує агрохімічні показники, біологічну активність, позитивно впливає на родючість в цілому.

Використання соломи та інших рослинних решток в якості органічних добрив сприяло покращенню агрохімічних, агрофізичних, біологічних і фізико-хімічних властивостей чорнозему типового тією ж мірою, як і гній.

При застосуванні високих норм соломи (10—15 т/га) важкі ґрунти стають більш розпушеними і значно швидше підсихають, що у весняний період дозволяє раніше приступити до польових робіт.

Більшість слабогумусованих ґрунтів є слабоструктурованими. Навіть високогумусовані ґрунти втрачають структурність без систематичного збагачення їх свіжими органічними речовинами. Тому, поруч з іншими способами внесення органічної речовини в ґрунт, заорювання соломи та інших рослинних решток доцільно рекомендувати як ефективний засіб оструктурування ґрунтів.

Повітряний режим ґрунту також є важливим фізичним показником родючості ґрунту. Органічні добрива і, особливо, рослинні рештки – важливі фактори регулювання повітряного режиму ґрунтів. Установлено, що систематичне внесення соломи спричиняє зниження щільності ґрунту, збільшує його некапілярну шпаруватість.

Застосування соломи для удобрення покращує фізико-хімічні властивості ґрунту – збільшується вбирна здатність ґрунтів. Тривале застосування соломи на кислих ґрунтах поступово зменшує їх кислотність.

Внесення соломи стимулює процес азотфіксації. Вона є джерелом живлення для ґрунтових мікроорганізмів, без яких доступність окремих елементів живлення була б обмежена.

За рахунок стимулювання несимбіотичної і симбіотичної фіксації атмосферного азоту в разі заорювання соломи в ґрунт можна значно поліпшити азотний баланс орних ґрунтів. Окрім різкого покращення азотного режиму, в разі внесення соломи в ґрунт, підвищується також вміст рухомих форм фосфору і калію. Солому застосовують для удобрення овочевих культур, що вирощуються в умовах захищеного ґрунту. Введення соломи в склад тепличних ґрунтів забезпечує зниження щільності їх будови, підвищує ефективність мінеральних добрив, знижує зайве (надмірне) накопичення солей. Окрім застосування в якості органічного добрива, в умовах захищеного ґрунту солома може бути використана як джерело  $CO_2$  для регулювання вуглекислотного режиму теплиць.



## 2 ВПЛИВ СОЛОМИ НА ПРОЦЕС ВІДТВОРЕННЯ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ В ҐРУНТІ

Гумусовий стан ґрунтів є головною ознакою їх потенційної родючості, тому його збереження, підтримка та відновлення запасів гумусу є одним з головних завдань землеробства. Гумус є найбільш важливим показником ґрунтової родючості, який визначає продуктивність сільськогосподарських угідь. З його вмістом у ґрунті пов'язані такі властивості як структурність, ємність поглинання, буферність, водні та фізичні показники. Гумус є важливим джерелом поживних речовин, наприклад, у чорноземах у ньому знаходиться 98 % загального вмісту азоту та більше 50 % фосфору. Він визначає величину ферментативної активності, продукування вуглецевої кислоти у приземному шарі атмосфери, є найбільшим джерелом накопичення сонячної енергії, тобто виконує біосферну функцію. Результати проведених досліджень свідчать про тісний зв'язок рівнів урожаїв сільськогосподарських культур із вмістом гумусу. Зрозуміло, що гумус впливає на продуктивність рослин не прямо, а опосередковано, ця залежність дуже висока.

Сучасний гумусовий стан ґрунтів є результатом багатовікової еволюції під впливом антропогенної діяльності людини. Баланс гумусу може бути бездефіцитним (урівноваженим, компенсованим), якщо кількість новоутвореного гумусу за визначений період часу, наприклад, за рік, відповідає кількості гумусу, що мінералізувався за цей же період. Баланс може бути також негативним (якщо кількість новоутвореного гумусу менша кількості гумусу, що мінералізувався), або позитивним (якщо надходження у ґрунт новоствореного гумусу перевищує його втрати у результаті мінералізації).

Щорічні втрати гумусу в ґрунтах становлять: на Поліссі – 0,7—0,8 т/га, у Лісостепу – 0,6—0,7, Степу – 0,5—0,6; в цілому по Україні – 0,6—0,7 т/га. За даними досліджень у всіх природних зонах фактичний вміст гумусу в ґрунтах значно нижчий від оптимального (табл. 4).

Таблиця 4 - Фактичний та оптимальний рівні вмісту гумусу в ґрунтах України

Зона	Вміст гумусу, %		
	фактичний	оптимальний	різниця
Степ	3,5	4,3	0,8
Лісостеп	3,3	4,3	1,0
Полісся	1,9	2,6	0,7
По Україні	3,1	4,0	0,9

Для досягнення бездефіцитного балансу гумусу необхідне щорічне внесення органічних добрив у Степу – 8,8 т/га; Лісостепу – 10,7 т/га; Поліссі – 14,3 т/га, при середній нормі для України 10,4 т/га.

Зменшення вмісту органічної речовини і погіршення якісних показників гумусу може бути обумовлене багатьма причинами. Серед них, по-перше, відсутність постійної компенсації рослинними рештками і органічними добривами поточних витрат органічної речовини, головним чином, через біологічну її мінералізацію. По-друге, зміна співвідношення, що склалося між мінералізацією свіжої органічної речовини, утворенням і стабілізацією нових гумусових речовин у ґрунті.

Нині урівноваження дефіцитного балансу гумусу на відносно задовільному рівні можливе лише за умов застосування поживних решток. Культурні рослини залишають після себе значну кількість поживних та кореневих решток, яка перебуває в непрямолінійній залежності від рівня урожайності сільськогосподарських культур, з підвищенням урожайності кількість поживних і кореневих залишків збільшується, а частка їх у загальній біомасі знижується.

З урожаєм зернових культур та однорічних трав відчужується 60—65% біомаси, кукурудзи і картоплі – 70—73%, сіна багаторічних трав – 40%. В залежності від умов вирощування та рівня урожаїв суха маса поживно-кореневих залишків трав становить 45—75 ц/га і більше, досягаючи в окремих випадках 100—200 ц/га. За накопиченням рослинних

решток відносно багаторічних трав культури розміщуються у такому порядку: у нечорноземній зоні кукурудза – 56%, озимі – 50%, ярові зернові – 39%, зернобобові – 28%, картопля – 20%; у чорноземній зоні: озима пшениця – 48%, кукурудза – 38%, ярові зернові – 37%, соняшник – 36%, зернобобові – 35%, цукровий буряк – 31%.

Відомо, що у ґрунті одночасно відбуваються два процеси, зв'язані з трансформацією органічної речовини, що протікають у протилежних напрямках – мінералізація і гуміфікація. У разі внесення у ґрунт свіжої органічної речовини, 70-80 % її маси мінералізується протягом 2 років, останні 20—30% гуміфікуються. Процеси розкладу і гуміфікації рослинних решток залежать від відношення C:N у складі органічної речовини. У залишках конюшини воно складає 12—25:1, картоплі – 14—20:1, буряку – 14—15:1, кукурудзи – 30—40:1, гірчиці – 35—40:1, зернових – 40—50:1. Оптимальним, тобто таким, за якого гуміфікація залишків протікає найбільш повно, є співвідношення C : N - 15—25:1. За гумусним еквівалентом 37 ц соломи відповідають 100 ц підстилкового гною, або 270 ц зеленого добрива. Підраховано, що з 50 ц/га сухої речовини соломи у ґрунт надходить 5 ц/га органічної речовини, з поживними рештками – 10 ц/га, з кореневою масою 25 ц/га – 4 ц/га. За даними М. Себилота, із рослинних залишків сільськогосподарських культур відтворюється така кількість гумусу (табл. 5).

**Таблиця 5** Кількість гумусу, який відтворюється в ґрунті з поживно-корневих залишків (на 1 га посіву на рік)

Культура	Кількість	
	рослинних залишків (суха речовина), т/га	гумусу, що утворюється, кг/га
Цукровий буряк	3—6	450—900
Картопля	0,5	дуже мало
Пшениця (солому вивозили)	2—4	200—600
Ячмінь (солому вивозили)	1—2	150—300
Кукурудза (стебла заорювали)	5	750
Солома пшениці	4	400
Люцерна 2 року життя	5—8	500—800
Трави 3 року життя	16—18	750—900
Біла гірчиця на зелене добриво	3	3
Ріпак	1—1,5	200

Важливо відмітити вплив свіжих залишків, що розкладаються, і зелених добрив на мобілізацію азоту гумусу. Рослинний матеріал (горох) з вузьким відношенням C:N (близько 7) більшою мірою сприяє вивільненню азоту, ніж зелена маса вівса з відношенням C:N – 30. Процеси гуміфікації рослинних решток мають зворотну спрямованість. Так, у складі гумусу дерново-підзолистого ґрунту з рослинної маси гороху залишається 22 %, а у гумусі чорнозему – 47%; із рослинної маси вівса – 67—82 % відповідно.

Широке відношення вуглецю до азоту є причиною зниження урожаю тих культур, під які у ґрунт загортають солому, тому що азот, який міститься у ґрунті, споживають мікроорганізми, що беруть участь в її розкладі. Інакше кажучи, мікроорганізми виступають конкурентними культурних рослин відносно поживних речовин. Саме тому рекомендується при заортанні соломи вносити у ґрунт 10—12 кг діючої речовини азоту на кожен її тонну. Це необхідно не тільки для життєдіяльності мікроорганізмів, а й для збільшення утворення гумусу, тому що новоутворені безазотисті гумусоподібні продукти гуміфікації досить швидко повністю розкладаються на вуглекислий газ та воду.

При заорюванні соломи у ґрунт перевагу слід віддавати аміачним, а не нітратним формам добрив. В умовах виробництва норма внесення азотних добрив під основний обробіток ґрунту має бути диференційованою, залежно від кількості рослинних решток, що залишилися після збирання культури. ґрунт, де вирощували культури суцільного висіву, буде одержувати більше азоту, ніж там, де вирощували цукрові буряки. Такий підхід до внесення азотних добрив буде сприяти не тільки поліпшенню гумусового стану ґрунтів, але й зменшенню непродуктивного витрачання азоту в процесах денітрифікації азотних добрив.

Слід відмітити, що власне гумус також мінералізується, хоча і значно повільніше, ніж внесені органічні матеріали, втрачаючи у середньому 1,5—2,0% вихідних запасів на рік. Інтенсивність мінералізації гумусу залежить від його запасів у ґрунті, від типу ґрунту та добрив, що вносяться. Так, у суглинкових ґрунтах вона складає 1,5—1,6% на рік від загального запасу

в орному шарі, супіщаних – 1,7—1,8, піщаних – 1,9—2,0, типових, звичайних і вилугуваних чорноземах та темно-сірих лісових ґрунтах – 0,5—0,7, сірих та світло-сірих лісових ґрунтах – 0,8—1,0.

Процес мінералізації органічної речовини різний під різними культурами. Під просапними інтенсивність цього процесу у 2-3 рази вище у порівнянні з культурами суцільної сівби. У разі нестачі в орних ґрунтах енергетичного матеріалу, який представлений лише кореневою системою культурних рослин, мікроорганізми у якості його джерела використовують ґрунтовий гумус, що знижує його вміст у ґрунті. Інтенсивний обробіток орного шару збільшує надходження повітря у ґрунт і посилює окислення органічної речовини.

Задача регулювання балансу гумусу має вирішуватись двома основними шляхами: по перше, збільшенням надходження у ґрунт свіжої органічної речовини (поживно-кореневі залишки, органічні добрива), по друге – застосуванням прийомів, які зменшують мінералізацію органічної речовини ґрунту.

Основні положення управління гумусним станом ґрунтів в сучасних умовах зводяться до такого:

**1. Впровадження у виробництво ґрунтоохоронних сівозмін з оптимальним співвідношенням культур, а також розширення площ під багаторічними травами, особливо бобовими, вирощування проміжних культур і сидератів, заміна чистих парів зайнятими.**

Для відвернення сучасної негативної тенденції зменшення вмісту гумусу в ґрунті треба мати на увазі, що культурам суцільного висіву притаманне найменше значення фактору мінералізації органічних речовин. Насиченість сівозмін просапними культурами (цукрові буряки, кукурудза) з одночасним зменшенням площ під бобовими, навпаки, посилює процеси мінералізації гумусу. Отже, для забезпечення простого відтворення родючості ґрунтів необхідно переглянути існуючі сівозміни з метою зменшення питомої ваги просапних культур.

В зерно-паро-просапних сівозмінах потреба в органічних добривах для досягнення бездефіцитного балансу становить на чорноземах типових 10 т/га сівозмінної площі. Скорочення на 10% площ просапних культур у сівозмінах і заміна чорного пару на зайнятий зменшує потребу в органічних добривах для досягнення бездефіцитного балансу гумусу на 40% і на 60% - за введення 20% площ, зайнятих багаторічними травами. Загортання побічної продукції рослинництва у ґрунт зменшує додаткову потребу в органічних добривах у першому випадку на 30—37%, у другому - на 65—90%. У сівозмінах з багаторічними травами і загортанням усієї побічної продукції досягається розширене відтворення гумусу навіть за умов відсутності застосування органічних добрив (рис.1).

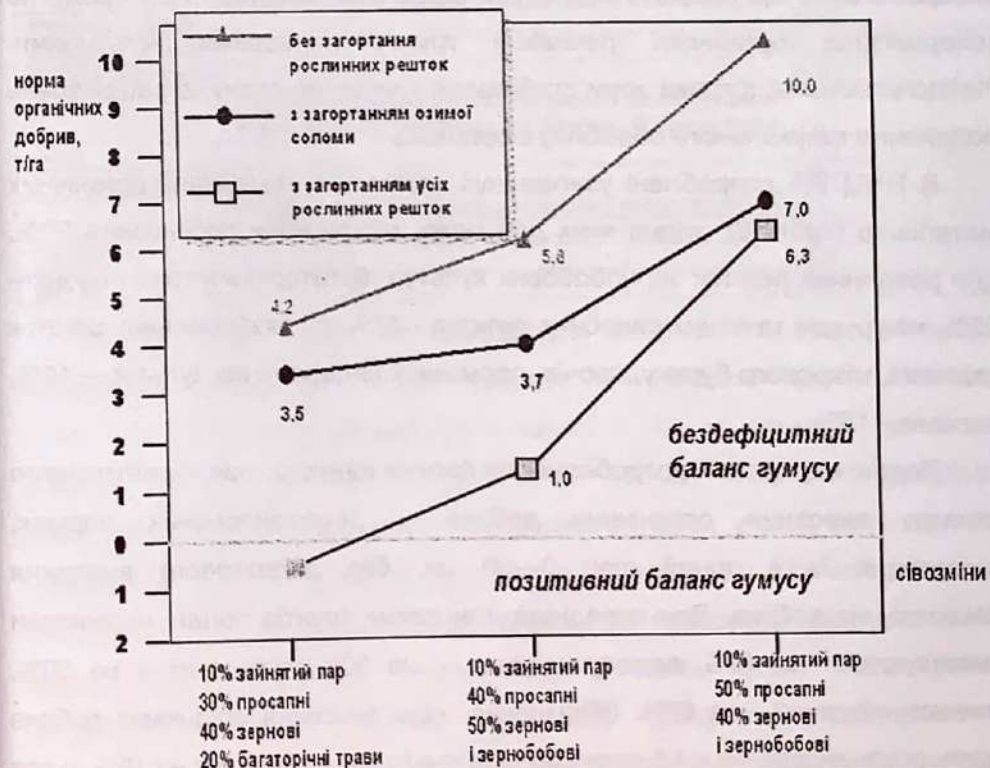


Рис. 1 Потреби в органічних добривах для відтворення родючості ґрунту

Дослідженнями ННЦ «Інститут землеробства НААН» встановлено, що за 15 років (1987-2002 рр.) з рахунок заорювання соломи без внесення мінеральних добрив, отримано позитивний баланс гумусу, ґрунт збагатився гумусом на 7,7—13,1 ц у середньому на 1 га сівозмінної площі.

## 2. Створення умов для більш ефективної гуміфікації органічних матеріалів, що надходять у ґрунт через застосування відповідних агротехнічних і агрохімічних заходів.

Зменшення мінералізації органічної речовини й збільшення питомої ваги процесів гуміфікації до 50% можна досягти у разі глибокого заорювання органічних матеріалів вглиб орного шару. Мілкий, мало інтенсивний обробіток ґрунту за типом дискування збільшує мінералізацію, що свідчить про більш ефективне використання продуктів мінералізації органічної речовини ґрунту польовими культурами. Найдоцільнішим, з точки зору стабілізації гумусного стану, є раціональне поєднання мінімального обробітку з оранкою.

В ННЦ ІГА розроблені узагальнені нормативи гуміфікації органічних матеріалів (табл. 6), згідно яких для гною, торфу вони дорівнюють 30%, для рослинних решток зернобобових культур, багаторічних трав і льону – 25%, кукурудзи та інших силосних культур - 17%, післязбиральних решток картоплі, цукрового буряку, овочів, проміжних сидеральних культур – 12%, соломи – 15%.

Подані нормативи розроблені для ґрунтів важкого гранулометричного складу, внесення органічних добрив у рекомендованих нормах, загорання їх в орний шар 0—30 см, без додаткового внесення мінеральних добрив. Для середньосуглинкових ґрунтів подані нормативи зменшуються на 10%, легкосуглинкових – на 20%, супіщаних – на 50%, глинисто-піщаних – на 85%. Збільшення норм внесення органічних добрив проти рекомендованих у 1,5 рази зменшує коефіцієнт гуміфікації на 10%, у два рази – на 15% (табл. 6).

**Таблиця 6 - Нормативи формування нестабільних форм гумусу під час гуміфікації у ґрунті органічних добрив і рослинних решток**

Показник	Відсоток маси сухої органічної речовини, кг
Гній, торф	30
Рослинні рештки:	
- зернобобових культур, багаторічних трав, льону	25
- кукурудзи і інших силосних культур	17
- соломи, стерні, коренів	15
- картоплі, цукрового буряку, овочів, проміжних сидеральних культур	12
<i>Поправочні коефіцієнти на гранулометричний склад ґрунту</i>	
Важкосуглинковий	1,00
Середньосуглинковий	0,90
Легкосуглинковий	0,80
Супіщаний	0,50
Глинисто-піщаний	0,15
<i>Поправочні коефіцієнти на дозу внесення</i>	
Рекомендована	1,00
Більша у 1,5 рази	0,90
Більша у 2, 0 рази	0,85
<i>Поправочні коефіцієнти на сумісне застосування з мінеральними добривами у рекомендованих дозах</i>	
Гною	1,10
Рослинних решток	1,25
<i>Поправочні коефіцієнти на глибину загорання, см</i>	
0—10	0,7
15—20	1,0
20—30	1,6

Однозначний вплив на гуміфікацію виявляє глибина загорання органічних матеріалів – чим глибше, тим більша кількість власне гумусових речовин утворюється з однієї і тієї ж кількості органічних добрив. За поверхневого загорання (0—10 см) коефіцієнт гуміфікації зменшується проти середнього показника на 25%, у разі загорання на глибину 15—20 см дорівнює середньому показнику, у разі загорання на глибину 20—30 см збільшується на 60%. Як показують дослідження, за поверхневої локалізації органічних речовин зони надходження гумусоутворювачів і зони їх ефективної гуміфікації просторово не збігаються. За внутрішньоґрунтового надходження органічних речовин включення продуктів їх розкладу в гумусові речовини у 2—3 рази більше, ніж за поверхневого.

Гуміфікація органічних речовин як гною, так і рослинних решток залежить від їх сполучення з мінеральними добривами. За поєднання використання органічних матеріалів і мінеральних добрив у рекомендованих дозах коефіцієнти гуміфікації збільшуються на 10%. Особливо значний вплив справляє спільне внесення мінеральних добрив (особливо азотних) разом з післяжнивними рештками, коефіцієнт гуміфікації у цьому випадку збільшується на 23—25%.

Дослідження процесів гуміфікації і мінералізації рослинних матеріалів, виконане з використанням кінетичної моделі їх трансформації, показує, що кожному агротехнічному заході відповідає свій рівень самостабілізації гумусу, причому норми внесення органічних речовин мають нарощуватися за тим же законом, за яким відбувається розклад. Намагання форсувати цей процес збільшенням норм органічних добрив не призведе до бажаних результатів у зв'язку з різким прискоренням процесів мінералізації і викличе лише марні втрати органічних речовин і поживних елементів.

### З ВПЛИВ СОЛОМИ НА УРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Покращуючи властивості ґрунтів, солома позитивно діє на врожайність сільськогосподарських культур. В перший рік після внесення солома не завжди забезпечує її підвищення, а інколи призводить до деякого зниження, коли вноситься без компенсуючої дози азотовмісних добрив. Але за систематичного внесення протягом декількох років позитивний вплив соломи зростає.

Реакція окремих культур на удобрення соломою різна. Довгострокові польові досліді в сівознах довели, що кращими культурами в перший рік заорювання соломи є бобові і просапні, а гірший результат отримали за посіву озимих зернових культур. В багатьох дослідіх спостерігалась позитивна дія соломи на другу і наступні культури сівозмін.

За даними ННЦ ІГА застосування соломи стерньових культур сівозміни на чорноземі типовому важкосуглинковому впродовж дванадцятирічного періоду сприяло збільшенню середньорічної продуктивності культур на 5,9 ц/га зерн. од., або 14,2 %. Однак найбільш продуктивною є органо-мінеральна система удобрення.

За різних комбінацій соломи, гною та мінеральних добрив приріст продуктивності культур коливається в межах від 16,6 до 18,6 ц/га зерн. од., або 39,9—44,7 %. Окупність 1 кг поживних речовин добрив приростом урожаю найвища (8,9 кг зерн. од) на варіанті з поєднанням внесення мінеральних добрив і соломи стерньових культур. На варіантах з органо-мінеральною системою удобрення спостерігається більш високий вміст рухомих органічних речовин у ґрунті (0,14—0,22%), порівняно з варіантом, де застосовуються тільки мінеральні добрива (0,05—0,08%) (табл. 7).

**Таблиця 7** - Продуктивність культур сівозміни за поєданого застосування гною, мінеральних добрив та соломи, довгостроковий польовий дослід ННЦ ІГА „Агроекологічний моніторинг”.

Середньорічна норма добрив за 1993-2004 рр., кг/га діючих речовин	Середньорічна продуктивність культур за 1993-2004 рр., ц/га зерн. од.	Приріст продуктивності,	
		ц/га зерн. од.	%
Без добрив (контроль)	41,6	—	—
P <sub>65</sub> K <sub>61</sub>	46,2	4,6	11,1
N <sub>80</sub> P <sub>65</sub> K <sub>61</sub>	57,9	16,3	39,2
N <sub>80</sub> P <sub>65</sub> K <sub>61</sub> + солома 2-х культур	58,2	16,6	39,9
N <sub>80</sub> P <sub>65</sub> K <sub>61</sub> + солома 4-х культур	60,0	18,4	44,2
N <sub>80</sub> P <sub>65</sub> K <sub>61</sub> + солома 4-х культур + гній 10 т/га	60,2	18,6	44,7
N <sub>80</sub> P <sub>65</sub> K <sub>61</sub> + гній 10 т/га	60,0	18,4	44,2
Солома 4-х культур	47,5	5,9	14,2
Гній 10 т/га	49,2	7,6	18,4

У довготривалих польових стаціонарних дослідіх Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН встановлено, що солому озимої пшениці у якості органічного добрива більш ефективно використовувати під цукрові буряки у поєднанні із поживними сидератами і оптимальною дозою мінерального добрива. Продуктивність цукрових буряків при цьому в

середньому за 2007—2010 рр. була на рівні 50,2 т/га (урожай на контролі – 37,1 т/га), а збір цукру – 8,1 т/га (на контролі – 5,6 т/га) (табл.8).

**Таблиця 8** - Продуктивність цукрових буряків залежно від форм органічних добрив на чорноземі типовому вилугуваному середньосуглинковому Уладово-Люлинецького відділення ІЦБ (середнє за 2007-2010 рр.)

Варіанти	Урожайність коренеплодів, т/га	Приріст урожаю	Збір цукру
		т/га	
Без добрив (контроль)	37,1	—	5,6
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	47,4	10,3	7,2
Гній, 40т/га	47,2	10,1	7,4
Солома+пожнивні сидерати+N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	50,2	13,1	8,1

У разі застосування 5 т/га соломи в поєднанні з повною дозою мінеральних добрив урожайність цукрових буряків у середньому за 2000—2005 рр. була на рівні 42,6 т/га (урожай на контролі – 35,2 т/га), а збір цукру – 6,3 т/га (на контролі – 5,4 т/га.)

Окупність 1 кг д.р. внесених добрив (беручи до уваги, що в середньому вміст NPK у соломі складає відповідно 0,45, 0,18 і 0,80%, а в гної відповідно 0,5, 0,2 і 0,6%) приростами урожаю коренеплодів найвища за використання соломи у поєднанні з повним мінеральним добривом N<sub>120</sub>P<sub>100</sub>K<sub>140</sub> і становила 17,1 кг коренеплодів (табл. 9).

**Таблиця 9** - Продуктивність цукрових буряків залежно від форм органічних добрив на чорноземі опідзоленому Верхняцької ДСС (середнє за 2000-2005 рр.)

Зміст варіантів	Урожайність коренеплодів, т/га	Цукристість, %	Збір цукру, т/га	Окупність 1 кг д.р. NPK приростом урожайності коренеплодів, кг
Без добрив (контроль)	35,2	15,4	5,4	—
5 т/га соломи + N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>140</sub>	42,6	14,9	6,3	17,1
5 т/га соломи + 40 т/га гною	42,1	15,6	6,6	11,6
40 т/га гною + N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>140</sub>	43,8	14,6	6,4	9,8
80 т/га гною	43,8	15,3	6,7	8,3
НІР <sub>05</sub>	2,91	0,35		

За використання соломи у якості органічного добрива під цукрові буряки забезпечується відтворення і стабілізація родючості ґрунту. На кінець вегетації в орному шарі ґрунту зберігається тенденція підвищення вмісту органічного вуглецю як у гумусі, так і у основних його групах – гумінових кислотах та негідролізованому залишку.

Для умов Західного Лісостепу найвищу середньорічну продуктивність чотиріпільної сівозміни за дві ротації отримано за поєднання використання соломи і сидерату на фоні N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>100</sub> – 47,3 ц/га зерн.од. з 1 га сівозмінної площі; це на 2,1 ц зерн.од. більше, ніж на мінеральному фоні такого ж рівня, і на 4,8 ц/га більше, відносно варіанту з гноєм, при 34,3 ц/га з.о. на неудобреному контролі.

Трансформація органічної речовини також проходить у бажаному напрямі, що призводить до покращання якісного складу гумусу, його стабілізації. Поєднане використання сидерації і соломи сповільнювало ступінь мінералізації органічної речовини, підвищуючи коефіцієнт її гуміфікації (до 0,23%). Застосування соломи і сидерації на добриво в умовах Західного Лісостепу є економічно вигідним агрозаходом. Окупність однієї гривні витрат складала 2,21 —2,89 ц/га, а умовно чистий дохід – 427—533 грн/га.

Поруч з позитивним впливом загортання соломи на врожайність сільськогосподарських культур відмічається і покращання якості рослинницької продукції. Так, в умовах півдня України удобрення соломою позитивно впливало на якість пожнивної вівсяно-горохової сумішки, кукурудзи і озимої пшениці. В рослинах кукурудзи при удобренні однією соломою підвищувався вміст загальних цукрів, а у варіантах із внесенням соломи і мінеральних добрив – кількість лізину, азоту, фосфору і калію. В зерні озимої пшениці у варіантах із загортанням соломи підвищувався вміст білка, сирової клітковини в порівнянні з варіантами, в яких застосовувались одні мінеральні добрива. Спільне внесення соломи з курячим послідом також збільшувало вміст білка в зерні ячменю. Підвищення цукристості коренеплодів цукрового буряку в разі

заорювання соломи замість гною відмічено у зерно-буряковій сівозміні на чорноземах Правобережного Лісостепу України.

В короткоротаційній польовій сівозміні стаціонара Сумського ІАПВ на чорноземі типовому середньосуглинковому урожай цукрових буряків на варіанті з основним внесенням соломи з компенсуючою добавкою азоту ( $N_{10}$ ) був на рівні від 1,3 до 10,5 т/га в залежності від обробітку ґрунту (оранка, чизелювання, дискування на 12 см, дискування на 6 см). Максимальний приріст урожаю коренеплодів був на варіантах, де солома заорювалась, і на варіантах з дискуванням на глибину 12 см (табл. 10).

**Таблиця 10** - Ефективність дії основного внесення соломи озимої пшениці на продуктивність цукрових буряків за різних систем обробітку ґрунту на чорноземі типовому (середнє за 2006—2010 рр.)

Варіанти	Урожай цукрових буряків, т/га	Приріст урожаю	Збір цукру
		т/га	
<i>Оранка</i>			
Без добрив (контроль)	45,8	—	2,5
Солома + $N_{10}$	49,3	3,5	9,1
$N_{180}P_{180}K_{180}$	54,8	9,0	10,2
<i>Чизелювання</i>			
Без добрив (контроль)	39,7	—	7,2
Солома + $N_{10}$	42,0	2,3	8,0
$N_{180}P_{180}K_{180}$	48,2	8,5	9,0
<i>Дискування на 12 см</i>			
Без добрив (контроль)	37,7	—	7,0
Солома + $N_{10}$	41,0	3,3	7,6
$N_{180}P_{180}K_{180}$	48,1	10,4	8,9
<i>Дискування на 6 см</i>			
Без добрив (контроль)	35,1	—	6,6
Солома + $N_{10}$	36,4	1,3	6,7
$N_{180}P_{180}K_{180}$	45,6	10,5	8,3

У довготривалих стаціонарних дослідях Полтавського ІАПВ встановлено ефективність дії соломи різних культур на урожай зерна ячменю, озимої пшениці, кукурудзи та коренеплодів цукрових буряків за різного обробітку ґрунту (чорнозем типовий важкосуглинковий). Внесення 5 т/га соломи пшениці озимої з компенсуючою добавкою азоту ( $N_{50}$ ) під

оранку забезпечило урожай зерна кукурудзи у середньому за 15 років на рівні 46,1 ц/га (урожай на контролі – 43,6 ц/га), внесення під поверхневий обробіток – 43,8 ц/га (урожай на контролі – 39,1 ц/га). Внесення під оранку 4 т/га соломи ячменю + $N_{40}$  забезпечило приріст урожаю зерна гороху на рівні 3,9 ц/га. Заорювання 2 т/га соломи сої +  $N_{20}$  сприяло забезпеченню приросту урожаю зерна ячменю на рівні 10 ц/га (урожай на контролі – 17,6 ц/га), за поверхневого обробітку ґрунту – 9,3 ц/га. При заорюванні 4 т/га соломи гороху +  $N_{40}$  був одержаний приріст урожаю зерна озимої пшениці на рівні 8,1 ц/га. Урожай цукрового буряку від заорювання соломи озимої пшениці (4 т/га +  $N_{40}$ ) підвищився на 35% у порівнянні з контролем, а за поверхневого обробітку ґрунту – на 67 %. У дослідях встановлена достатньо висока післядія (4 роки) соломи озимої пшениці (табл. 11).

**Таблиця 11**- Ефективність внесення соломи пшениці озимої у післядії (4 роки) на урожайність с.-г. культур за різного обробітку ґрунту.

Варіанти	Культури			Горox **
	Ячмінь	Озима пшениця		
	Урожай на контролі (ц/га) і приріст урожаю, %	Урожай на контролі (ц/га) і приріст урожаю за варіантами (%)		
Без добрив (контроль)	17,6*	32,5	22,0	23,9
Гній	21 18	11	15	11
Гній+NPK	24 64	26	67	22
Солома пшениці озимої + N	30 40	13	27	2
Солома пшениці озимої+NPK	66 60	66	70	21

\* чисельник – внесення під оранку; знаменник – внесення під поверхневий обробіток ґрунту.

\*\*внесення тільки фосфорних і калійних добрив у поєднанні з гноєм та соломою.

Таким чином, солома є ефективним органічним добривом, що забезпечує стійкі приростки врожаю продукції доброї якості на різних культурах і в різних ґрунтово-кліматичних умовах.

#### 4. ОСНОВНІ АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ СОЛОМИ

Основні агротехнічні вимоги щодо застосування соломи зводяться до такого:

- солому на добриво варто вносити в першу чергу на збіднених ґрунтах, на полях, що знаходяться від тваринницьких ферм на відстані понад 5 км, а також при нестачі в господарстві гною;

- солому можна вносити під усі сільськогосподарські культури: просапні, кормові, зернові і зернобобові. Найбільш повно солома використовується при заготванні під основний обробіток ґрунту на полях, призначених для вирощування кукурудзи на зерно і зелений корм;

- рівномірність розподілу подрібненої соломи (довжина різання 5—10 см) має складати не менше 75 % безпосередньо при обмолоті зерна комбайнами;

- подрібнена солома може залишатися в полі протягом одного-двох тижнів після збиральних робіт, виконуючи роль мульчі, що зберігає ґрунт від висушування;

- після розкидання соломи необхідно внести азотні добрива в дозі 10—12 кг д.р. на 1 т соломи, відразу після цього поле необхідно обробити дисковою бороною на глибину 8—12 см. Для поліпшення процесу розкладу можна додатково обробити солому гуматовмісними препаратами у кількості від 2 до 6 л на 1 га (на 200—300 л робочого розчину), при цьому на 20—30% знижується доза азоту. Бакова суміш готується разом з азотними добривами і вноситься за один технологічний прийом;

- під напівпар рівномірно розподілену по полю і заправлену мінеральним добривом солому потрібно загортати на глибину 20—22 см;

- після внесення соломи ґрунт готується під посів запланованих сільськогосподарських культур відповідно до прийнятих технологій.

Для більш повного (40—50 %) розкладання біомаси соломи потрібно, щоб термін від загортання її в ґрунт до висіву сільськогосподарських культур складав не менш 6—8 місяців.

За цієї умови вже в перший рік культурні рослини можуть використовувати до 15—25 % азоту, 20—30 % фосфору і 25—40 % калію.

Солома зернових колосових культур, через різні форми її застосування і різне технічне оснащення господарств, використовується на добриво за двома основними технологічними схемами.

У першій схемі збирання колосових зерновими комбайнами з навісними подрібнювачами солома з половиною, що виходять з молотарки, подрібнюється і рівномірно розкидається по полю. Під час використання подрібненої соломи на добриво в напівпару на полі виконують відповідні операції, що закінчуються заготанням соломи в ґрунт. За пізнього заготання солома тимчасово використовується як мульча, після чого виконуються необхідні види робіт і її заготання.

Подрібнення соломи і її розкидання у полі здійснюється комбайнами "Дон-1500" і "Дон-2600", оснащеними подрібнювачами ПКН-1500Б-01 і ПКН-2600-01 безпосередньо під час збирання зернових колосових культур. У разі збирання комбайнами СК-5 "Нива" для подрібнення застосовують ПУН-5 і ПУН-6 до комбайну СК-6 "Колос".

У разі негайного використання соломи в напівпару подрібнювачі переобладнують на дрібну січку соломи – 50—100 мм (до 70—80 % у загальній масі).

На засмічених полях і за умов необхідності збирання полови окремо на корм комбайнові подрібнювачі переустатковуються за схемою розподілу соломи у полі і збору полови у причіп 2ПТС-4-887А. Встановлено, що 80 % насіння бур'янів під час збирання зернових культур потрапляє в ґрунт. Відділення полови від соломи дає можливість видалити з поля основну масу насіння бур'янів. З метою попередження засмічення насінням бур'янів корму для худоби, а потім і гною, полови



необхідно піддавати термічній обробці або включати до складу силосу, де воно втрачає схожість.

У термін не більше 1—2 днів після розкидання соломи вносять азотні добрива, застосовуючи штангові розкидувачі ПШ-21,6, розкидувачі МВУ-5, МВУ-12 і ін. Без великого розриву за часом після внесення азотних добрив на всій площі луцять стерню дисковими боронами БД-10Б чи БДТ-7А. Глибина дискування 10—12 см. Агрегати мають рухатися за діагоналями ділянки або поперек посіву.

У напівпару проводиться оранка комбінованими агрегатами на глибину 20-22 см, обробіток на зяб – на глибину 28—30 см – здійснюють стандартними відвальними плугами в оптимальні терміни.

Якщо солому використовують як мульчу, то подрібнювачі комбайнів переобладнують на більшу довжину соломи (150—250 мм). Для цього протирізальний пристрій пристосування ПКН-1500Б-01 необхідно вивести з корпусу подрібнювача.

Розкидання соломи на полі комбайнами не повинно супроводжуватись утворенням навіть невеликих куп соломи.

Негайно після збирання зернових поле обробляють бороною БМШ-15, БМШ-20 на глибину 5-6 см, потім культиватором-плоскорізом КПШ-9 чи КПШ-11 на глибину 8—10 см.

Після внесення мінеральних добрив (якщо розкидана солома, мульча залишається на зиму) проводять глибоке безвідвальне розпушування ґрунту плоскорізами ПГ-3-5, КПГ-3-100 чи чизельними плугами ПЧ-4.5 із пристроєм ПСТ-4.5. Звичайно на цих полях навесні висівають кукурудзу.

У випадку загортання соломи в осінній період, культиватори - плоскорізи КПШ-9 і КПШ-11 і плоскорізи - глибокорихлителі не застосовують, а використовують плуги з гвинтовими відвалами. Наприклад, начіпні дискові плуги ПДН-6-25.

У другій схемі комбайни, не обладнані подрібнювачами-розкидачами, проводячи обмолот зернових, залишають після свого проходу на поле валки соломи з половиною. Потім у роботу включаються причіпні машини

(підбирачі - подрібнювачі, КИР-1,5 М та ін.). Вони підбирають солому з валків, подрібнюють її і розкидають. Наступні операції не відрізняються від операцій за першим варіантом.

## 5 ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ТА ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ СОЛОМИ ЯК ДОБРИВА

Використання соломи на добриво має велику екологічну значущість:

- утилізується величезна маса органічної речовини, елементи продуктів напіврозкладу якої цілком поглинаються ґрунтовим комплексом;
- солома повторно включається до кругообігу мінерального й органічного живлення рослин для формування нової біомаси рослин і вирощування нового врожаю;
- солома, розкладаючись в ґрунті протягом тривалого часу, не забруднює його високими концентраціями нітратного азоту, органічним фосфором і калієм;
- сталий баланс надходження в ґрунт і витрат елементів живлення рослинами із соломи виключає вимивання рухомих елементів і винос їх з поверхневим стоком у водойми;
- солома та інші пожнивні рештки є бар'єром для міграції нітратного азоту в нижні шари ґрунту при внесенні високих доз мінеральних добрив;
- рівномірно розкидана по полю солома в жаркий літній час захищає ґрунт від пересихання і ущільнення;
- внесення соломи в ґрунт сприяє розвитку ґрунтової фауни, що виявляється в підвищеній активності бактерій, дощових черв'яків та інших живих організмів, що сприяють поліпшенню агрохімічних і фізичних властивостей ґрунту;
- з ліквідацією скирт соломи погіршуються умови розмноження мишоподібних гризунів, накопичення насіння бур'янів, а також патогенної мікрофлори зернових культур.

У господарствах найчастіше солома спалюється в скиртах і у валках. При цьому завдається велика шкода ґрунту і його мешканцям. Інтенсивність негативного екологічного впливу палаючої соломи на показники родючості ґрунту залежить від маси соломи і стану верхнього шару ґрунту.

Світова практика і численні дослідження свідчать про те, що спалювання стерні є недоцільним і антиекологічним заходом, який завдає значної шкоди довкіллю, і, насамперед, ґрунтам.

Установлено, що солома згорає на  $1\text{ м}^2$  за 30—40 сек., за цим температура на поверхні досягає  $360\text{ }^\circ\text{C}$ , на глибині 5 см – близько  $50\text{ }^\circ\text{C}$ . Вигорання гумусу відмічено у шарі 0—10 см. При цьому погіршуються водно-фізичні властивості ґрунту, знижується його біологічна активність. Термічне навантаження усіх рівнів приводить до зниження чисельності основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів ( $40\text{ }^\circ\text{C}$  є для них летальною температурою) та ферментативної активності, яка пов'язана з перетворенням вуглецевмісних сполук. Підраховано, що під час згорання 40—50 ц соломи і стерні, з кожного гектара втрачається 20—25 кг азоту і 1500—1700 кг вуглецю.

Спалювання соломи – чи не єдиний фактор шкодочинності, що прирівнюється до промислових викидів у повітря.

У модельних польових дослідах на чорноземі типовому важкосуглинковому (Граківське дослідне поле) встановлено, що спалювання різних за об'ємом валків соломи (з розрахунку) від 1,4 до 5,8 т/га зумовлює посилення рухомості органічної речовини ґрунту (шари 0—2 см та 2—5 см) і певні зміни в її структурі під впливом температурного фактора. Відомо, що інтенсивність процесів перетворення органічних сполук у ґрунті тісно пов'язана з активністю ферментів, які і беруть участь у біокаталізі реакцій вуглецевого циклу. Встановлено, що під час спалювання соломи активність дегідрогенази, яка характеризує в цілому активність мікробного пулу ґрунту і корелює з активністю перетворення вуглецевих сполук, мала тенденцію до

зниження. Активність інвертази (фермент, який перебуває у тісному зв'язку із вмістом органічної речовини у ґрунті) під час спалювання соломи зменшилась відносно контролю від 16% до 41%. Відновлення активності за час спостережень не відбувалось. Активність поліфенолоксидази (з нею зв'язують процеси синтезу складових гумусу) зменшилась відносно контролю від 49% до 59%. Встановлено, що рівень ферментативної активності за визначених умов повернеться до вихідного стану (якщо рахувати від початку дії антропогенного фактора – спалювання соломи) приблизно через 100 діб.

Крім цього, було встановлено, що під час спалювання соломи змінюється кількісний склад основних екотрофічних груп мікроорганізмів. У верхньому шарі ґрунту чисельність мікроорганізмів відносно контролю зменшується одразу відповідно до зростання тривалості згорання соломи. Найбільш вразливими є органотрофні бактерії та мікроскопічні гриби, чисельність яких зменшилась на 54% і 63% навіть у разі мінімальної кількості спаленої соломи. Повернення чисельності мікроорганізмів до вихідного стану залежало від характеру та інтенсивності дії антропогенного фактора. Зростання чисельності окремих груп мікроорганізмів у шарі 2—5 см за мінімального навантаження може свідчити про утворення легкодоступних вуглецевих сполук після проведення спалювання (негативний процес з точки зору потенційної родючості ґрунту) та зміну домінуючих популяцій мікроорганізмів на більш стійкі до зростання температури.

Крім цього, необхідно пам'ятати, що відповідно до статті 77-1 Кодексу України про адміністративні правопорушення, самовільне випалювання сухої рослинності або її залишків без письмового дозволу органів державного контролю у галузі охорони навколишнього середовища або порушення умов такого дозволу - тягне за собою адміністративну відповідальність.

Усе вищезгадане може привести не тільки до зниження обсягів виробництва, але й стане причиною виникнення та посилення екологічних проблем локального, регіонального і, навіть, глобального характеру.

Спалювання стерні допускається як виняток при масовому зараженні колосових культур кореневими гнилями і фузаріозом, що перевищує допустиме граничне значення. Рішення про це повинна приймати відповідна обласна чи районна комісія.

Економічна і агрономічна ефективність використання соломи на добриво доведена численними дослідями і практикою. При використанні побічної частини врожаю зернових колосових культур на добриво знижуються витрати на виконання технологічних операцій і витрати пального (від 15,8 до 54,0%), скорочується число проходів агрегатів по полю, зменшується ущільнення ґрунту, витрати праці скорочуються в 4,7–6,3 рази, витрати коштів – у 1,7–1,9 рази.

Використання соломи на добрива не тільки економічно ефективно, але і є енергозберігаючою технологією. Енергетичні витрати на виробництво однієї кормової одиниці знижуються за використання соломи в 1,7–2,5 рази в порівнянні з гноєм. Заміна гною соломою дозволяє економити на 1 га 0,52–0,86 люд/год. У середньому утилізація соломи у землеробстві забезпечує одержання від 5 до 10 грн прибутку на кожну витрачену гривню. Практичний досвід використання соломи показав, що у разі безпосереднього її використання на добрива витрати праці скорочуються на 85 %, матеріальних засобів - на 75 % у порівнянні з використанням соломи на підстилку тваринам. Витрати праці на одержання підстилкового гною у 5–6 разів перевищують обсяги робіт, що необхідні для внесення соломи з мінеральними добривами або безпідстилковим гноєм.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Добрива органічні та органо-мінеральні. Терміни і визначення понять. ДСТУ 4884:2007. – [Чинний від 2009 -01-01]. –К.: Держспоживстандарт України 2009 / Є. Скрильник та інші. -38с.
2. Авров О.Е., Мороз З.М. Использование соломы в сельском хозяйстве. –Л.: Колос. Ленингр. Отд-ние, 1979. -200с., ил.
3. Безуглий М.Д., Булгаков В.М., Гриник І.В. Науково-практичні підходи до використання соломи та рослинних решток. // Вісник аграрної науки. – 2010. - № 3. – С. 5-8.
4. Стан родючості ґрунтів України та прогноз його змін за умов сучасного землеробства / За ред.. В.В. Медведєва і М.В. Лісового. Харків: Штрих, 2001. -97с.
5. Чуян Н.А. Регулирование плодородия чернозема типичного при использовании побочной продукции в условиях Лесостепи ЦЧЗ. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. – Курск. – 2010. – 42 с.
6. Шкарда М. Производство и применение органических удобрений / пер. с чеш. З.К. Благовещенской. –М.: Агропромиздат, 1985. -364с., ил.
7. Христенко С.І., Скрильник Є.В. Вплив спалювання соломи на біологічні показники чорнозему типового // Сільськогосподарська мікробіологія. - 2005. - № 1-2. С.95-105.

Таблиця 1 Коефіцієнти сумарного виходу поверхневих і корневих решток сільськогосподарських культур залежно від урожаю основної продукції (за О.Ф. Ігнатенко та інш., 1999 р.)

Культура	Коефіцієнт сумарного виходу побічної продукції, стерні і корневих решток	Урожай основної продукції, ц/га	% від загальної нетоварної біомаси, що залишається на полі	
			Побічна продукція	Стерня і коріння
Озимі зернові	1,6	10—25	53	47
	1,4	26—40		
Ячмінь	1,3	10—20	52	48
	1,1	21—35	51	49
Овес	1,3	10—20	46	54
	1,1	21—35	50	50
Просо	1,7	2—20	47	53
	1,8	21—30	55	45
Кукурудза на зерно	1,5	30—60	58	42
Горох	1,5	5—20	48	52
	1,3	22—30	54	46
Гречка	1,5	5—15	47	53
	1,7	16—30	52	48
Соняшник	2,0	8—30	50	50
Картопля	0,40	50—200	45	55
	0,14	201—350	50	50
Цукровий буряк	0,14	100—200	53	47
	0,13	201—400	60	40
Кормові коренеплоди	0,16	50—200	26	74
	0,14	201—400	53	47
Кукурудза на силос		100—200	—	0,24
		201—350	—	0,18
Однорічні трави		100—140	—	0,27

Таблиця 2 Переведення нетоварної частини озимої пшениці в еквівалент до гною

Урожай зерна, ц/га	Вихід нетоварної частини врожаю, ц/га		Еквівалент гною до внесеної соломи + стерня + кореневі рештки, т/га	Еквівалент гною до стерні + кореневі рештки, т/га
	Побічна продукція + поверхневі та кореневі рештки, ц/га	Стерня та кореневі рештки, ц/га		
15	24,0	11,2	4,4	2,1
16	25,6	12,0	4,7	2,2
17	27,2	12,7	5,0	2,4
18	28,6	13,4	5,3	2,5
19	30,4	14,2	5,6	2,6
20	32,0	15,0	5,9	2,8
21	33,6	15,7	6,2	2,9
22	35,2	16,5	6,5	3,1
23	36,8	17,2	6,8	3,2
24	38,4	18,0	7,1	3,3
25	40,0	18,7	7,4	3,5
26	36,4	16,9	6,7	3,1
27	37,6	17,5	7,0	3,2
28	39,2	18,2	7,3	3,4
29	40,6	18,9	7,5	3,5
30	42,0	19,5	7,8	3,6
31	43,4	20,2	8,0	3,7
32	44,6	20,7	8,3	3,8
33	46,2	21,5	8,6	4,0
34	47,6	22,1	8,8	4,1
35	49,0	22,8	9,1	4,2
36	50,4	23,4	9,3	4,3
37	51,8	24,1	9,6	4,5
38	53,2	24,8	9,9	4,6
39	54,6	25,4	10,1	4,7
40	56,0	26,1	10,4	4,8

Таблиця 3 Коефіцієнт гуміфікації рослинних решток і гною в орному шарі ґрунту

Сільськогосподарські культури	Коефіцієнт
Озимі на зелений корм	0,14
Озимі зернові	0,10
Горох, вика, соя	0,13
Кукурудза на зерно	0,10
Ячмінь, овес, просо, сорго, гречка	0,12
Однорічні трави, вико-овес	0,15
Люцерна, конюшина, еспарцет	0,15
Кукурудза на силос	0,15
Буряки цукрові та кормові	0,10
Картопля, овочі, баштанні	0,08
Гній	0,25
Соняшник	0,12

## ЗАСТОСУВАННЯ СОЛОМИ І ПОЖИВНИХ РЕШТОК ЯК ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ ДЛЯ ПОЛІПШЕННЯ ГУМУСОВОГО СТАНУ ҐРУНТІВ

Авторський колектив: О.А. Демидов, А.Т. Рудюк, А.С. Заришняк,  
С.А. Балюк, Є.В. Скрильник, Л.О. Чаусова, О.В. Доценко, А.М. Кутова,  
В.М. Бондаренко, М.П. Бондаренко, Ю.О. Романько, Т.Д. Сердюк,  
Л.Д. Глущенко

Комп'ютерна верстка та оформлення Т.М. Аверкова

Підписано до друку 11.07.2012г. Формат 64x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
Умов. друк. арк. 2,5. Папір офсетний. Наклад 200. Замовлення 477

КП «Міська друкарня», м. Харків, 61002, вул. Артема 44  
Свідоцтво про державну реєстрацію серія ДК № 3613 від 29.10.2009 р.