

УДК 631.87.872

СТРАТЕГІЯ ЗАСТОСУВАННЯ СОЛОМИСТИХ РЕШТОК ДЛЯ УДОБРЕННЯ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОТРЕБ В УКРАЇНІ

*С. Дегодюк, к. с.-г. н., Е. Дегодюк, д. с.-г. н.,
О. Літвінова, к. с.-г. н., А. Кириченко
ННЦ «Інститут землеробства НААН»*

Постановка проблеми. Різке зниження поголів'я худоби, розширення площ посіву зернових культур, кукурудзи і соняшнику змінили підходи застосування соломистих решток в агропромисловому комплексі, адже те, що раніше майже повністю йшло на потреби тваринництва, нині залишається на полі як добриво, а в гіршому випадку – спалюється разом зі стернею. Час висунув нові вимоги, за якими побічна продукція рослинництва набуває важливого значення у збалансуванні мінерального живлення рослин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відновлювані ресурси рослинництва виступають основною складовою сучасної системи землеробства, побудованої на максимальному залученні у біологічний кругообіг вуглецю та інших макро- і мікроелементів, які повинні певною мірою зрівноважити дефіцит поживних речовин, спричинений різким скороченням застосування у землеробстві мінеральних і органічних добрив, внесення яких не перевищує 10-17% від потреби [4].

В умовах дефіциту органічних добрив у сучасному землеробстві солома озимих і ярих зернових культур успішно може замінити відсутність традиційного підстилкового гною великої рогатої худоби. Вміст органічної сухої речовини у соломі становить 85% (для порівняння: у підстилковому гноєві – 20-25, зеленій масі сидератів – 10, у рідкому гноєві – до 3%). Середній вміст загального азоту в соломі – 0,5%, фосфору – 0,25, калію – 0,8% і 35-40% органічного вуглецю, який є енергетичним матеріалом для лабільних форм гумусу. За поєднання побічної продукції із сидерацією ефективність добрив і процес гумусоутворення еквівалентні застосуванню підстилкового гною в дозах 8-10 т/га [3]. Застосування соломи на добриво у технологіях із нульовим обробітком ґрунту наближає гумусоутворення до природних процесів [5].

Для розрахунку балансу соломи прийняли дані урожайності Держкомстату України в її перерахунку на солому за прийнятими коефіцієнтами [1].

Постановка завдання. У сприятливих за погодними умовами роках загальний вихід соломи та інших соломистих поживних решток становить близько 100 млн т. В екстремальні роки їх кількість знижується в 1,6 раза і загальний вихід соломи становить 64 млн т. У перерахунку така кількість соломи рівнозначна відповідно 200 і 130 млн т підстилкового гною.

Максимально застосовуючи соломисті рештки для удобрення сільськогосподарських культур з урахуванням посівних площ зернової групи, буряків цукрових і овочів, можна розрахувати на їх щорічне внесення (без відшкодованої соломи на енергетичні цілі) у сприятливі роки до 4,4 т/га, у

несприятливі – до 2,8 т/га, що в перерахунку на підстилковий гній становитиме 8,8 і 5,6 т на 1 га ріллі.

Виклад основного матеріалу. Найбільшими джерелами постачання поживних решток є солома пшениці озимої та ярої – 40 %, стебла кукурудзи на зерно – 18, солома вівса – 16 та стебла соняшнику – 11 %, інше – 15 % (табл. 1).

Таблиця 1

Вихід соломи та інших поживних решток у сприятливі та несприятливі роки в усіх категоріях господарств, тис. т

Культура	Посівна площа, тис. га	Валовий збір основної продукції, тис. т	Коефіцієнт перерахунку на солому	Вихід соломи і поживних решток, тис. т	До загального виходу, %
Сприятливі роки					
Пшениця озима та яра	7053	25883	1,6	41413	41,1
Жито озиме та яре	459	1051	2,0	2102	2,1
Ячмінь озимий та ярий	4167	12611	1,3	16394	16,3
Овес	445	944	1,5	1416	1,4
Кукурудза на зерно	2424	11422	1,6	18275	18,1
Просо	142	221	1,5	331	0,3
Гречка	281	241	3,0	723	0,7
Рис	20	101	2,0	2014	2,0
Соняшник	4278	6520	2,0	11040	11,0
Ріпак	1380	2873	2,0	5746	5,7
Соя	537	812	1,5	1280	1,3
Разом	21186	62679		100734	100
Несприятливі роки					
Разом				62959	63

Побічна продукція рослинництва є важливим джерелом постачання поживних речовин для мінерального живлення рослин як у прямій дії, так і в післядії. У сприятливі роки можна розраховувати на надходження до ґрунту 643 тис. т азоту, 300 тис. т P_2O_5 , і 1653 тис. т K_2O , у несприятливі – відповідно 402 тис. т, 188 тис. т і 1033 тис. т (табл. 2).

Порівнюючи зі середньою кількістю внесених мінеральних добрив у всіх категоріях господарств України, у загальному балансі поживних речовин частка азоту з поживних решток у сприятливі роки становить 111%, у несприятливі – 106%, фосфору – відповідно 177 і 111%. Найважливішим є надходження калію,

кількість якого в поживних рештках у сприятливі роки може бути більшою у 8 разів, у несприятливі – у 5 разів порівняно зі середньою кількістю річного фонду калійних добрив (табл. 3).

Таблиця 2

Вихід поживних речовин (азоту, фосфору і калію) зі соломи та інших поживних решток у сприятливі й несприятливі вегетаційні періоди, тис. т

Культура	Вихід соломи, тис. т	Вихід поживних речовин					
		N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
		кг/т	всього, тис. т	кг/т	всього, тис. т	кг/т	всього, тис. т
Сприятливі роки							
Пшениця озима та яра	41413	5,5	228	2,0	83	9,1	377
Жито озиме та яре	2102	4,5	9,5	2,6	5,5	10,0	21
Ячмінь озимий та ярий	16394	5,0	82	2,0	33	10	164
Овес	1416	6,5	9	3,5	5	16	23
Кукурудза на зерно	18275	7,5	137	3,0	55	16,7	292
Просо	331	5,0	1,7	1,8	0,6	15,9	5,3
Гречка	723	8,0	5,8	6,1	4,4	5,0	3,6
Рис	2014	5,5	11,1	2,0	4,0	9,0	18,1
Соняшник	13040	8,0	104	7,6	91	52,5	685
Ріпак	5746	7,0	40	2,5	14,4	10,0	47,4
Соя	1280	12,0	15,4	3,6	4,6	5,0	6,4
Разом	100734		643,0		300,5		1652,8
Несприятливі роки							
Разом	62959		402		188		1033

Без шкоди для збалансованого живлення рослин агропромисловий комплекс може виділити на енергетичні цілі солому, зібрану на 30 % площі посівів пшениці і жита, на яких передбачено повторне вирощування цих культур. Солома після першої культури має відчужуватися з поля, адже її нетехнологічно вносити під повторний посів цієї культури. Її можна тюкувати, робити брикети і спрямовувати на енергетичний ринок передусім села. З цією метою у сприятливі роки можна відчужувати 10-13 млн т, в інші – близько 8 млн т соломи. При цьому у процесі спалювання у сприятливі роки втрачатиметься до 70 тис. т азоту, 27 тис. т фосфору і 118 тис. т калію, що в загальному балансі поживних речовин побічної продукції рослинництва становитиме 27% втрат NPK (табл. 4).

Таблиця 3

Баланс поживних речовин у поживних рештках та мінеральних добривах у сприятливі та несприятливі вегетаційні періоди (усі категорії господарств), тис. т

Удобрення	Всього	Поживні речовини		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Солома і поживні рештки у сприятливі роки, тис. т	2576	643	300	1653
У несприятливі роки, тис. т	1610	402	188	1033
Мінеральні добрива, тис. т	938	579	169	190
Частка НРК в поживних рештках відносно мінеральних добрив у сприятливі роки, %	275	111	177	870
Частка НРК в соломі від мінеральних добрив у несприятливі роки, %	172	106	111	511

Таблиця 4

Кількість соломи пшениці та жита, що може бути виділена для енергетичних цілей за різних погодних умов вегетаційного періоду

Солома	Солома		Вміст поживних речовин у соломі для енергетичних цілей		
	загальний вихід, тис. т	30 % відчуження на енергетичні цілі	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Сприятливі роки					
Пшениці озимої та ярої	41413	12424	68	25	112
Жита озимого та ярого	2102	630	2,8	1,6	6,3
Разом	43515	13054	70,8	26,6	118,3
Несприятливі роки					
Разом	27303	8120	44,4	16,4	74,2

За існуючими енергетичними нормами, з 1 т соломи отримують 350 м³ паливного газу. Отже, з виділеної для енергетичних цілей кількості соломи можна одержати, залежно від погодних умов вегетаційного періоду, від 2,8 млрд до 4,5 млрд м³ в еквіваленті природного газу. Економія коштів при цьому становитиме відповідно 840 млн грн і 1,2 млрд грн.

Енергетичний потенціал соломи становитиме близько 7-10 % від надходження газу з Росії.

Найгіршим способом застосування соломистих решток є їх спалювання на полях після збирання врожаю, що заборонено законодавством України. При згоранні соломи на поверхні ґрунту температура може сягати 350 °С, на глибині 5 см – до 50 °С. За цих умов гумус вигорає у шарі 0–3 см, а зневоднення відбувається до глибини 10 см. При цьому на значний термін різко знижується біологічна активність ґрунту, погіршуються його водно-фізичні властивості, зменшується на 3–6% водостійкість. Водночас звітрюються спалений вуглець і азот, їх втрати з кожної тонни становлять відповідно 400 і 5 кг.

У боротьбі за енергетичну незалежність для України як аграрної держави найефективнішим є виробництво етанолу на основі зерна, пожнивних решток і зеленої маси рослин із застосуванням спирту на пальне, переробки гною на біогаз, целюлозних відходів на брикетування. При цьому собівартість 1 л етанолу становитиме 0,5–1 дол. США. Найперспективнішими традиційними культурами для цих цілей є зерно проса і сорго з виходом з 1 т 505 л етанолу, рису – 460, кукурудзи – 410 л, бульб картоплі – 110 л/т. Переведення транспорту на етанол – помітне вирішення енергетичної проблеми для великих міст і галузей народного господарства зі значним зниженням залежності від постачальника-монополіста.

Альтернатива соломі на енергетичні цілі. Не відкидаючи можливості використання соломи на паливо у межах технологічної доцільності, особливий акцент у біоенергетичній політиці доцільно робити на альтернативні енергоносії, які можна продукувати з метою мінімального залучення побічної продукції рослинництва та розширення ринку енергетичних матеріалів. До них належать культури з високою потенційною урожайністю біомаси або насіння: міскантус (*Miscanthus*), топінамбур, ріпак, сільфія, амарант, верба тощо. Солома або стебла цих культур є високоефективним енергетичним матеріалом для спалювання у спеціально обладнаних печах безпосередньо або для відповідної переробки матеріалу, кінцевим продуктом якого може бути одержання із зеленої маси етанолу, із сухої – палетів або брикетів, із насіння – біодизеля. Технологія вирощування ріпаку, амаранту, топінамбура, сільфії загальновідома. Міскантус гігантський – малопоширена, але перспективна злакова культура, яка сягає 300 см висоти. Може вирощуватися на ґрунтах, які непридатні для інших сільськогосподарських культур (з рівнем ґрунтових вод нижче від 1 м). Особливістю цієї культури є те, що після посіву рослина досягає дорослого віку через 3 роки і після цього впродовж 15 років можливе її ефективне комерційне використання за середньої урожайності 25–30 т/га.

Іншими перспективними, але малопоширеними культурами можуть бути дерева, кущі або напівкущі з родини вербових (*Salix L.*). Переважна їх більшість – чагарники. В Україні існують для цих цілей форми п'ятитичинкової, пурпурової, тритичинкової та прутоподібної верби. Найефективнішим є їх вирощування на добре зволжених і дренажних ґрунтах у заплавах річок. На відносно бідних ґрунтах і в умовах недостатнього зволоження високопродуктивними будуть верби гостролиста, пурпура, каспійська. Для їх вирощування відкриваються широкі перспективи навколо очисних споруд великих міст із залученням поливних очищених вод та їх осадів, провітрених на мулових майданчиках. У цьому разі

вирішуються не тільки енергетичні, а й екологічні питання. Після висаджування живців верби у добре підготовлений ґрунт проводять обрізку через кожні 2–3 роки впродовж 20 років. Через кожні 6 років плантації омолоджують, зрізуючи вручну з пеньків верби бульбоподібні потовщення. За механізованого збирання врожаю їх вилучають автоматично. Пруття верби можна збирати механізовано комбайном типу Glaas Jaguar, оснащеним жаткою HS-2, яку передбачено, власне, для верби. Зібрану щепу зберігають під навісами без додаткового просушування [2].

Висновки

1. Україна має значний потенціал земельних і матеріальних ресурсів для забезпечення внутрішнього і зовнішнього ринків альтернативним енергетичним матеріалом для виробництва біопалива у твердій, рідкій і газоподібній формах. Тільки вихід соломистих решток у польовому землеробстві становить за сприятливих погодних умов до 100 млн т, за несприятливих – до 63 млн т. У них міститься основних елементів живлення відповідно 2,6 млн т і 1,6 млн тонн.

2. З урахуванням застосування соломистих решток на добриво і господарські потреби у сприятливі роки для енергетичних потреб можна відчужувати 10-13 млн т, а в екстремальні – до 8 млн т соломи зернових культур.

3. За спалювання соломи на полі втрачається енергетичний матеріал, азот і резерв органічної речовини для утворення гумусу.

4. Застосування соломи на енергетичні цілі забезпечує еквівалент 2,8-4,5 млрд м³ природного газу і складає близько 7-10 % від його надходження з Росії.

5. Перспективним енергетичним матеріалом є високоврожайні нетрадиційні культури – міскантус, топінамбур, сільфія, ріпак, амарант, верба, кущові породи. Кінцевим продуктом їх енергетичної переробки можуть бути палети, брикети, етанол, біодизель.

6. Солома озимих зернових культур, що може надходити на поля України як органічне добриво, еквівалентна за внесення у сприятливі роки 8,8 і несприятливі – 5,6 т на 1 га ріллі підстилкового гною за умови застосування компенсаційної дози мінерального азоту (N₁₀₋₁₂).

Бібліографічний список

1. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур : метод. рек. / Ю. О. Тараріко, О. Є. Несмашна, Л. Д. Глушенко та ін. – К. : Нора-прінт, 2001. – 60 с.

2. Концепція комплексного використання біомаси у Закарпатті / [Беда О. І., Грищенко В. С., Казаков А. М. та ін.]. – Ужгород, 2008. – 220 с.
3. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України / ред. кол. : М. В. Зубець, В. П. Ситник, М. Д. Безуглий та ін. – К. : Аграрна наука, 2010. – 978 с.
4. Рекомендації щодо використання соломи, поживних решток і культивування сидеральних культур для підвищення та збереження родючості ґрунтів / [В. П. Ситник, М. Д. Безуглий, В. В. Адамчук та ін.]. – К. : ННЦ «ІМЕСГ», 2010. – 36 с.
5. Фукуока М. Революція одної соломинки / М. Фукуока. – К., 1993. – 119 с.

Дегодюк С., Дегодюк Е., Літвінова О., Кириченко А. Стратегія застосування соломистих решток для удобрення та енергетичних потреб в Україні

Визначено потенційні можливості польового землеробства і природних біогеоценозів для вирощування культур і виробництва енергетичних матеріалів – палетів, брикетів, етанолу і біодизеля на основі соломистих решток, зеленої маси та насіння олійних культур. Щороку для енергетичних цілей в Україні можна використовувати до 8-13 млн т соломи озимих культур, що еквівалентно 2,7-4,0 млрд м³ природного газу і може зекономити до 10 % газу, що надходить з Росії.

Ключові слова: солома, удобрення, ґрунт, елементи живлення, енергетичний матеріал.

Dehodyuk S., Dehodyuk E., Litvinov O., Kirichenko A. Strategy use of straw leavings for fertilizing and energy needs in Ukraine

Determined the potential field of agriculture and natural biocenosis for cultivation and production of energy resources - pellets, briquettes, ethanol and biodiesel from straw leavings, green fodder and oilseeds. Every year for energy purposes in Ukraine can be used to 8-13 million tons of straw of winter crops, equivalent to 2,7-4,0 billion m³ of natural gas and can save up to 10% of the gas coming from Russia.

Key words: straw, fertilizer, soil, batteries, energy material.

Дегодюк С., Дегодюк Е., Литвинова О., Кириченко А. Стратегия применения соломистых остатков для удобрення и энергетических потребностей в Украине

Определены потенциальные возможности полевого земледелия и природных биогеоценозов для выращивания культур и производства энергетических материалов – паллет, брикетов, этанола и биодизеля на основе соломистых остатков, зеленой массы и семян масличных культур. Ежегодно для энергетических целей в Украине можно использовать до 8-13 млн т соломы озимых

культур, что эквивалентно 2,7-4,0 млрд м³ природного газа и может сэкономить до 10% газа, поступающего из России.

Ключевые слова: солома, удобрения, почва, элементы питания, энергетический материал.