



Механізація, електрифікація

УДК 620.95
© 2010

Г.А. Голуб,
доктор
технічних наук
ІНЦ «ІМЕСТ» УААН

ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ СОЛОМИ В ЯКОСТІ ПАЛИВА

*Наведено проблеми виробництва
та використання соломи на теплові потреби
в агроекосистемах.*

Продовольча, енергетична та екологічна проблеми, які постали на сучасному етапі перед людством, потребують максимально ефективного балансування харчових, сировинних та енергетичних потреб із можливостями агроекосистем за одночасного акумулювання сонячної енергії у вигляді гумусу та утримання й розширення біологічного різноманіття біоценозів. Поширення використання біологічних енергоресурсів є складним процесом і потребує удосконалення технічного та технологічного його забезпечення шляхом вирішення наукових та технічних проблем, аналізу яких й присвячено статтю.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Установлено, що біоенергоконверсія органічної сировини з виробництвом біопалив дає змогу забезпечити часткову енергетичну автономність виробництва із збереженням родючості ґрунтів [1].

Водночас виробництво і використання біопалив в агроекосистемах потребує удосконалення технічного та технологічного забезпечення, без чого подальший розвиток наукового забезпечення енергетичної галузі сільськогосподарського виробництва неможливий.

Мета дослідження — проаналізувати проблеми виробництва і використання соломи в агроекосистемах та намітити шляхи удосконалення техніко-технологічного забезпечення енергетичної автономності сільськогосподарського виробництва.

Результати досліджень. Кожен захід, який пропонується для реалізації в агроекосистемах, повинен не тільки підтримувати родючість ґрунту, а й сприяти розширеному відтворенню родючості ґрунтів. Це безпосередньо стосується виробництва та використання соломи на теплові потреби. Тому визначення обсягів соломи, яка може бути використана на теплові потреби без шкоди для відтворення родючості

ґрунтів, є важливим напрямом наукових досліджень.

На сьогодні вже розроблено методики, що дають змогу розраховувати баланс гумусу в сівозміні. Він визначається як різниця між кількістю мінералізованого гумусу та його надходженням за рахунок гуміфікації кореневих решток, поживних залишків, біомаси бур'янів і сидератів та внесеного підстилкового гною й інших органічних речовин. Вихідними параметрами (даними) для розрахунку балансу гумусу у сівозміні є комплекс статистичних, агрономічних та агрозоотехнічних показників. Серед них мінералізація гумусу культурами сівозміни, вихід сухої маси кореневих решток та сухої біомаси польових культур є такими, що залежать від урожайності польових культур, які, за даними наукових публікацій, змінюються у широких межах. Це не дає можливості розробити наближений до реальності алгоритм розрахунку балансу гумусу. Так, у 16-річному досліді показники запасу гумусу в сівозміні із 40% просапних культур та 10% багаторічних трав із щорічним унесенням 6 т гною та $N_{56}P_{56}K_{56}$ при перерахунку на 1 рік становили від 700 кг/га у 10-сантиметровому шарі до 4570 кг/га у метровому шарі ґрунту порівняно з перелогом [2], а тому питання визначення показників мінералізації гумусу основними польовими культурами залишається відкритим. Для визначення виходу сухої маси кореневих решток основних культур існують відповідні рівняння регресії [3], однак вони не враховують кореневі органічні виділення, кількість яких може сягати 40% наземної сухої маси рослин, а також оновлення маси коренів до кінця вегетаційного періоду, коли традиційними методами визначають кореневу масу [2]. Існують також проблеми щодо визначення обсягів сухої біомаси польових культур, оскільки коефіцієнти, що визначають співвідношення сухої біомаси польових

1. Вихідні параметри (дані) для розрахунку балансу гумусу в сівозміні

Позначення	Найменування і одиниця виміру	Значення
<i>Статистичні показники</i>		
S_i	Площа під і-ю культурою (паром) сівозміні, тис. га	
S_C	Площа під сидератами в сівозміні, тис. га	
$У_{BC}$	Урожайність біомаси сидератів, т/га	Згідно річної або статистичної звітності
N_j	Поголів'я тварин та птиці j-го виду, тис. гол.	
$ОБ_k$	Річний обсяг органічної біомаси k-го виду (компости, відпрацьовані субстрати, вермікомпости та ін.), який надходить на поля протягом року, тис. т	
n	Кількість культур у сівозміні, од.	
m	Кількість видів тварин і птиці	
p	Кількість видів органічної біомаси, шт.	
<i>Агрономічні показники</i>		
K_{Mi}	Мінералізація гумусу і-ю культури сівозміні, т/га	0,7—2,2*
B_i^{KP}	Вихід сухої маси кореневих решток і-ї культури сівозміні, т/га	1,7—5,0*
B_i^{PB}	Вихід сухої біомаси і-ї культури сівозміні, т/га	0,8—2,5*
$У_{BB}$	Урожайність біомаси бур'янів, т/га	5
W^{BC}	Відносна вологість біомаси сидератів, %	85
W^{BB}	Відносна вологість біомаси бур'янів, %	85
K_{Ti}^{KP}	Коефіцієнт гуміфікації кореневих решток і-ї культури сівозміні, відн. од.	0,1—0,25
K_{Ti}^{P3}	Коефіцієнт гуміфікації пожнивних залишків і-ї культури сівозміні, відн. од.	0,14—0,23
K_G^{BB}	Коефіцієнт гуміфікації біомаси бур'янів, відн. од.	0,2
K_G^{BC}	Коефіцієнт гуміфікації біомаси сидератів, відн. од.	0,2
K_{Ti}^{PG}	Коефіцієнт гуміфікації підстилкового гною, відн. од.	0,23
K_{Gk}^{OB}	Коефіцієнт гуміфікації сухої органічної біомаси k-го виду, відн. од.	0,2
<i>Агрозоотехнічні показники</i>		
K_i^C	Коефіцієнт виходу стерні і-ї культури сівозміні, %	7—12
K_i^B	Коефіцієнт втрат рослинної біомаси і-ї культури сівозміні при збиранні, %	5—10
T_j^C	Стійловий період поголів'я тварин та птиці j-го виду, діб	210—365
γ_j^E	Вихід екскрементів поголів'я тварин та птиці j-го виду, кг/гол. за добу	
γ_j^C	Вихід сечі поголів'я тварин та птиці j-го виду, кг/гол. за добу	Згідно діючих
γ_j^P	Потреба соломи на підстилку для поголів'я тварин та птиці j-го виду, кг/гол. на добу	нормативів
W^{PG}	Відносна вологість підстилкового гною, %	75
W_k	Відносна вологість органічної біомаси k-го виду, %	60
* Показники, які залежать від урожайності польових культур і згідно наукових публікацій змінюються у широких межах.		

культур з їх урожайністю, змінюються у широких межах.

У разі наявності обґрунтованих значень наведених показників існувала б можливість об'єктивно визначити річний баланс гумусу —

сполуки, яка утворюється після завершення циклу мікробіологічних перетворень ґрунтовою мікрофлорою органічної речовини, що надходить у ґрунт протягом року, за такою залежністю, т/га:

2. Вихідні параметри (дані) для розрахунку обсягу соломи на теплові потреби та обсягів економії природного газу

Позначення	Найменування і одиниця виміру	Значення
<i>Статистичні показники</i>		
N	Чисельність населення, млн чол.	Згідно річної або статистичної звітності
f	Кількість видів грибів, що вирощуються з використанням соломи, шт.	
<i>Агрономічні показники</i>		
$k_{Г}^C$	Коефіцієнт гуміфікації соломи, відн. од.	0,2
<i>Агрозоотехнічні показники</i>		
W^{PB}	Відносна вологість рослинної біомаси, %	80
W^C	Відносна вологість соломи, %	20
γ_j^K	Потреба соломи для годівлі тварин та птиці j-го виду, кг/гол. за добу	Згідно діючих нормативів
Π_{rf}	Питома річна потреба у грибах f-го виду, кг/люд. за рік	
N_{rf}	Норма виходу грибів f-го виду від маси субстрату, відн. од.	0,17—0,2
K_{cf}	Кратність виходу субстрату для вирощування грибів f-го виду до маси соломи, відн. од.	2,5—3
<i>Теплотехнічні показники</i>		
q_C	Теплота згорання соломи, ГДж/т	14,39
η_C	Коефіцієнт корисної дії котлів при спалюванні соломи, %	82
q_G	Теплота згорання природного газу, ГДж/тис. м ³	35,16
η_G	Коефіцієнт корисної дії котлів при спалюванні природного газу, %	90

$$\begin{aligned}
 B = & \frac{1}{\sum_{i=1}^n S_i} \left[-\sum_{i=1}^n k_{Mi} S_i + \sum_{i=1}^n S_i B_i^{KP} k_{Гi}^{KP} + \right. \\
 & + \sum_{i=1}^n S_i B_i^{PB} \left(\frac{k_i^C + k_i^B}{100} \right) k_{Гi}^{ПЗ} + Y_{ББ} \sum_{i=1}^n S_i \times \\
 & \times \left(1 - \frac{W^{ББ}}{100} \right) k_{Гi}^{ББ} + Y_{БС} S_C \left(1 - \frac{W^{БС}}{100} \right) \times \\
 & \times k_{Гi}^{БС} + \sum_{j=1}^m N_j T_j^C (\gamma_j^E + \gamma_j^C + \gamma_j^П) 10^{-3} \times \\
 & \left. \times \left(1 - \frac{W^{ПГ}}{100} \right) k_{Гi}^{ПГ} + \sum_{k=1}^p O_{Бk} \left(1 - \frac{W_k}{100} \right) k_{Гk}^{ОБ} \right]. \quad (1)
 \end{aligned}$$

Найменування, одиниці виміру і значення використаних буквених позначень у розрахунку балансу гумусу наведено у табл. 1.

Вихід соломи та стебел для теплових потреб визначають як різницю між кількістю біомаси зернових і зернобобових культур та стебел ріпаку і сої (за виключенням стебел кукурудзи на зерно та соняшнику, рослинна біомаса яких у більшості випадків залишається на полі у повному обсязі) та втратами при збиранні і стерні, а також витратами соломи на

годовлю тварин та на підстилку. Частина соломи використовують для виробництва грибної продукції. Визначення обсягів соломи та стебел польових культур для теплових потреб також потребує наявності обґрунтованих значень виходу сухої біомаси польових культур. За наявності обґрунтованого значення цього показника існувала б можливість об'єктивного визначення річного обсягу соломи та стебел польових культур для теплових потреб (тис. т) за залежністю, яка враховує також додаткові витрати соломи на компенсацію дефіциту гумусу, визначеного за попереднім виразом:

$$\begin{aligned}
 C = & \sum_{i=1}^n S_i B_i^{PB} \left[\left(1 - \frac{W^{PB}}{100} \right)^{-1} - \frac{k_i^C + k_i^B}{100} \right] - \\
 & - \sum_{j=1}^m N_j T_j^C (\gamma_j^K + \gamma_j^П) 10^{-3} - \\
 & - H \sum_{f=1}^t \frac{\Pi_{rf}}{H_{Гf} k_{Cf}} - B \sum_{i=1}^n S_i \left(1 - \frac{W^C}{100} \right)^{-1} k_{Гi}^C. \quad (2)
 \end{aligned}$$

Розрахунковий еквівалент природного газу (млрд м³), який можна вивільнити за рахунок

спалювання соломи та стебел, на основі показників теплоти згорання соломи та природного газу, а також відповідних значень коефіцієнтів корисної дії топок при спалюванні соломи та природного газу, може бути визначений за виразом:

$$ПГ = C \frac{q_c \eta_c}{q_f \eta_f} 10^{-3}. \quad (3)$$

Найменування, одиниця виміру і значення залучених до розрахунку обсягів соломи та розрахункового еквівалента природного газу буквених позначень наведено у табл. 1 та 2.

За показниками, що характеризують сільськогосподарське виробництво упродовж останніх років, було розраховано граничні обсяги рослинної біомаси (соломи), яку можна використовувати на теплові потреби. Ця залежність, визначена у відсотках до загальної кількості соломи, має такий вигляд:

$$C\% = -0,57D + 48,66, \quad (4)$$

де D — річний дефіцит гумусу, кг/га.

Слід зазначити, що за загального дефіциту гумусу в межах від 80 до 90 кг/га використовувати солому на теплові потреби вже неможливо через умови збереження родючості ґрунтів. Граничний обсяг соломи, яку можна використовувати на теплові потреби, за нульового балансу гумусу становить близько 50%.

Для забезпечення використання на теплові потреби бадилля кукурудзи та соняшнику, а також стебел ріпаку, залишаються не вирішеними технічні питання щодо заготівлі цієї рослинної біомаси, яку, зазвичай, подрібнюють та залишають на полях.

Незважаючи на те, що технічні питання нагріву води за рахунок спалювання соломи вирішено, задача використання соломи для сушіння зерна залишається відкритою. Це пов'язано з тим, що за продуктивності сушарки 20 т/год спалювання соломи повинно бути забезпечено в кількості не менше 500 кг/год. при тепловій потужності теплогенератора 2000 кВт. На нашу думку, ця технічна задача не може бути вирішена без розробки технічних засобів для газифікації соломи.

Висновки

Підтримання балансу гумусу в ґрунтах є визначальним фактором при використанні соломи на теплові потреби. Водночас, кількість соломи, яку можна використати на теплові потреби, в обернено пропорційній залежності обмежена незначним діапазоном дефіциту гумусу в ґрунтах. Так, збільшення дефіциту гумусу на 10 кг/га зумовлює необхідність змен-

шити використання соломи на теплові потреби на величину від 5 до 6%. Отже, в сучасних умовах незначна зміна прийнятих значень показників для розрахунку або методики визначення балансу гумусу для ідентичних умов може призвести до прямо протилежних висновків щодо можливості використання соломи на теплові потреби.

Бібліографія

1. Голуб Г.А. Енергетична автономність агросистем//Вісн. аграр. науки. — 2010. — № 3 — С. 50—54.
2. Капштик М.В. Відтворення органічної речовини чорноземів як передумова органічного вироб-

- ництва//Вісн. аграр. науки. — 2009. — № 9. — С. 8—13.
3. Лісовал О.П., Макаренко В.М., Кравченко С.М. Система застосування добрив: Підруч. — К.: Вища шк., 2002. — 317 с.