



Агроекологія, радіологія, меліорація

УДК 631.445.51

© 2017

С.Ю. Булигін,

*академік НААН,
доктор сільсько-
господарських наук*

*Національний університет
біоресурсів і природо-
користування України*

О.В. Демиденко,

*доктор сільсько-
господарських наук*

*Черкаська державна
сільськогосподарська
дослідна станція
Національного наукового
центру «Інститут
землеробства НААН»*

В.А. Величко

*член-кореспондент НААН,
доктор сільсько-
господарських наук*

*Національний науковий
центр «Інститут
грунтознавства та агрохімії
імені О.Н. Соколовського»*

ЕНЕРГОКОНВЕРСІЯ ОРГАНІЧНИХ РЕСУРСІВ ДЛЯ ВІДТВОРЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ І ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА

Мета. Установити теоретично можливі обсяги рослинної біомаси, яку можна використовувати для енергоконверсії. Обґрунтувати недоцільність використання частини побічної продукції рослинництва для енергетичних потреб через зниження родючості земель сільськогосподарського призначення АПК Черкаської обл. **Методи.** Польового та лабораторного експериментів, агрохімічне обстеження, порівняльно-аналітичний метод. **Результати.** За вилучення побічної продукції для енергетичних потреб (солома зернових, зернобобових, сої та ріпаку), що становить близько 20% від загального виходу побічної продукції, баланс органічної речовини гумусу досягає дефіцитності рівня $-0,19$ т/га, що дефіцитніше у 190 разів. Водночас дефіцитність елементів живлення зростає на 125%. **Висновки.** Зростання дефіциту гумусу та елементів живлення за вилучення побічної продукції для енергетичних потреб зумовлює недоцільність використання побічної продукції для цієї мети через зниження родючості земель сільськогосподарського призначення.

Ключові слова: баланс гумусу, побічна продукція, біопаливо, гумус, поживні елементи.

У сучасних умовах ведення землеробства в АПК Черкаської області (на найближчу та віддалену перспективу) найдоцільнішою моделлю ведення землеробства є науковоємна біологізована модель із замкнутим виробничим циклом, оптимізованою структурою посівних площ, збалансованим співвідношенням галузей тваринництва

і рослинництва. Біологізація землеробства в АПК Черкаської обл. є інноваційною технологічною основою для відродження сільськогосподарського виробництва, що дасть змогу в найближчій перспективі вивести область на новий інноваційний технологічний рівень і зробити продукцію рослинництва конкурентоспроможною на вітчизняному та

зовнішньому ринках [1]. До недавнього часу вважалося, що джерелом антропогенного надходження вуглекислого газу в атмосферу є енергетика, до якої слід віднести сучасні опалювальні котли на соломі, транспорт і промисловість, де під час спалювання органічного палива виділяється значна кількість CO_2 . За рівнем надходження CO_2 в атмосферу сільське господарство, на жаль, не поступається промисловості, оскільки на його частку припадає близько 25% викидів парникових газів за рахунок витрат гумусу [2, 3]. Звідси збільшення накопичення гумусу в ґрунті може сприяти розв'язанню проблеми глобального потепління [4]. Основним завданням обробітку ґрунту є його мінімізація за глибиною та кількістю проходів по полю ґрунтообробної техніки, а використання соломи як органічного добрива та енергетики ґрунтоутворення в агроценозах сівозмін і є, з економічного та екологічного погляду, актуальним і стратегічним напрямом розвитку аграрної галузі Черкаської обл. та України загалом [5–8].

Використання біопалива потребує ретельного балансування з огляду на продовольчі та енергетичні потреби. Тому поширення використання біологічних енергоресурсів неможливе без ретельного обґрунтування параметрів його технічного та технологічного забезпечення. Водночас у процесі перетворення органічної сировини в біопаливо потрібно узгоджувати технічні, технологічні, економічні, екологічні та соціальні показники. Кожний захід, який пропонується для реалізації в агроєкосистемах, має бути спрямований на підтримання родючості ґрунту, а за можливістю сприяти розширеному відтворенню родючості ґрунтів. Це безпосередньо стосується і виробництва та використання біопалива. З огляду на це серйозною науковою проблемою є визначення обсягів рослинної біомаси, яка може бути задіяна для теплових потреб без шкоди для відтворення родючості ґрунтів АПК Черкаської обл.

Для визначення обсягів соломи та стебел польових культур для теплових потреб також слід обґрунтувати значення виходу сухої біомаси польових культур. За наявності обґрунтованого значення цього показника існувала б змога об'єктивного визначення річного обсягу соломи та стебел польових

культур для теплових потреб. Тому серйозною проблемою є визначення обсягів рослинної біомаси, яка може бути задіяна на теплові потреби без шкоди для відтворення родючості ґрунтів. Рівень оцінки обсягів рослинної біомаси для теплових потреб згідно з наявними методиками може становити 30–100% від загальної кількості. Після встановлення обсягів доступної біомаси потрібно розробити напрями раціонального її використання для енергопотреб та визначити конструктивно-технологічні параметри обладнання для конверсії сировини рослинного походження [9, 10].

Мета досліджень — установити теоретично можливі обсяги рослинної біомаси, що може бути використана для енергоконверсії, та обґрунтувати недоцільність використання частини побічної продукції рослинництва для енергопотреб через зниження родючості земель сільськогосподарського призначення АПК Черкаської обл.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили в умовах центральної частини Лівобережного Лісостепу України в довгостроковому (понад 36 років) стаціонарному досліді Драбівського дослідного поля Черкаської державної сільськогосподарської дослідної станції ННЦ «Інститут землеробства НААН». Земельна територія дослідного поля розміщена на 3-й терасі Дніпра в Носівсько-Кременчуцькому агроґрунтовому районі, а за детальнішою класифікацією В.С. Самбурова — у Драбівському агроґрунтовому районі, рельєф якого рівнинний, слабохвилястий, з невеликими ярами. Агроґрунтовий район займає південну частину древніх терас Середнього Дніпра, зокрема лівобережні райони Черкаської та терасні райони Полтавської областей.

Зроблено агрохімічну характеристику та оцінено стан родючості ґрунтів Черкаської обл. за 2009–2015 рр. Черкаською філією ДУ «Інститут охорони ґрунтів України». Балансові розрахунки органічної речовини гумусу та поживних елементів в АПК Черкаської обл. та дослідях проведено за загальноприйнятою методикою ННЦ Інституту ґрунтознавства і агрохімії ім. О.Н. Соколовського. Коефіцієнти мінералізації гумусу визначали за виносом азоту з ґрунту основною продукцією сільськогосподарських культур.

Вихід соломи та стебел для енергетичних потреб визначали як різницю між кількістю біомаси зернових і зернобобових культур та стебел ріпаку і сої (за винятком стебел кукурудзи на зерно та соняшнику, рослинна біомаса яких здебільшого залишається на полі у повному обсязі) та втрат під час збирання і стерні, а також витрат соломи на годівлю тварин та на підстилку за методикою С.М. Кухарця та Г.А. Голуба [10].

Результати досліджень. Істотним досягненням агропромислового комплексу Черкаської обл. за останні 6 років є високі показники врожайності: пшениці озимої — 4,69–4,72 т/га; кукурудзи на зерно — 5,33–7,13; буряку цукрового — 32,7–34,3; ріпаку — 2,23–2,96 т/га. Високої врожайності сільськогосподарських культур досягнуто завдяки таким заходам:

- упровадження технологій біологічного землеробства з мульчуванням поверхні ґрунту післяжнивними рештками та побічною продукцією рослинництва під зерновими, а здебільшого і під просапними культурами (соєю, ріпаком, соняшником, кукурудзою) під час вирощування зернових культур на площі понад 350 тис. га;

- відтворення родючості земель завдяки використанню нетоварної частки врожаю (соломи зернових і зернобобових, подрібнених стебел соняшнику, кукурудзи, сорго, гички, огудини та ін.). Норму внесення органічних добрив рослинного походження у розрахунку на напівперепрілий гній доведено до 7 т/га, а на віддалену перспективу — не менше як 15–18 т/га;

- застосування мінеральних добрив у виробництві в наближено оптимальному співвідношенні з кількістю залишеної на полях нетоварної частки врожаю, що є основою біологічних технологій вирощування продукції рослинництва;

- проведення оптимізації структури посівних площ відповідно до нормативів оптимального співвідношення культур у сівоzmінах для зони Лісостепу;

- підвищення частки біологічного азоту завдяки збільшенню площ бобових культур від 2–3 до 4–5% у найближчій перспективі та площ посівів сидератів — до 20–25 тис. га, що еквівалентно 30–40 т/га гною;

- доведення площ посіву озимих культур

після добрих і найкращих попередників до 220 тис. га, однорічних і багаторічних трав — близько 45 тис. га;

- проведення захисту посівів від бур'янів агротехнічними заходами (культивуація та напівпар) у комплексі з гербіцидами, а захисту посівів від шкідників і хвороб — профілактичними та біологічними методами;

- забезпечення технологій біологічного землеробства, які ґрунтуються на застосуванні широкозахватних важких дискових борін, важких комбінованих культиваторів, кільчато-шпорових котків і зернопресових сівалок, або сівалок прямої сівби.

За останні 5 років в АПК області на кожний гектар припадає близько 7 т/га органічної маси побічної продукції. Уміст поживних елементів з побічної продукції становить 130–140 кг/га д. р. азоту, фосфору та калію. Перше, що залежить від товаровиробників області — це повернення до оптимізації сівоzmін, яка є «Становим хребтом» системи землеробства. На Черкащині за останні 20 років структура сівоzmіни зазнала істотної трансформації, що має негативні й позитивні результати. Так, порівняно з 1990 р. у 2015 р. відсоток зернових культур зріс до 60%, або у 1,3 раза, зокрема ячменю — в 2,7, кукурудзи — в 1,7 раза. Мали тенденцію до зростання площі посіву пшениці.

Докорінно змінилася структура посівних площ технічних культур: відсоток площ у 2010–2015 рр. зріс у 1,7 раза та зазнав істотної зміни за складом культур. Частка буряків цукрових скоротилася майже у 4 рази; соняшнику — зросла у 3,5; ріпаку — в 7; сої — у 5 разів. Через скорочення тваринництва в регіоні відсоток кормових культур зменшився утричі. Відповідно в 2,7–3 рази скоротилися площі посівів кукурудзи на силос, однорічних і багаторічних трав, гороху. Так, у структурі посівних площ горох становить 1,7% проти 5–6% у 1990 р. На агроекологічний стан ґрунтового покриву області згубно вплинуло зменшення внесених органічних добрив: від 10,6 т/га в 1990 р. до менше ніж 1 т/га в 2010–2015 рр. Першочерговим у сучасних умовах господарювання в АПК Черкаської обл. є проблема забезпечення бездефіцитного балансу органічних добрив в умовах згортання тваринництва. З урахуванням кількості вироблених органічних

1. Вихід і накопичення побічної продукції та кореневої маси рослинництва в АПК Черкаської обл. за 1990–2015 рр.

Показник	Роки		
	1990	2000	2012–2015
Усього маси, т/га:			
органічної	7,1	5,8	7,5
кореневої	2,8	2,1	3,0
Нарощуваний вихід маси, т/га:			
органічної	7,1	55	120
кореневої	2,8	25	51
Усього маси, млн т:			
органічної	7,7	5,9	8,0
кореневої	3,0	2,9	3,2
Нарощуваний вихід маси, млн т:			
органічної	7,7	66	120
кореневої	3,0	27	56

добрив рослинного походження маємо стійке перевищення норми виходу на бездефіцитний баланс гумусу в 1,5–2,5 раза для умов Центрального Лісостепу України.

Враховуючи побічну продукцію рослинництва: пожнивні, поукісні та кореневі рештки, в 2010–2015 рр. на кожний гектар припадало 7,5 га органічної рослинної маси побічної продукції. На кореневі рештки у структурі нетоварної частки врожаю — 40–45%, що

важливо для стабілізації продуктивності землеробства та відтворення родючості в сучасних умовах господарювання. За останні 20 років кожний гектар ріллі отримав 120 т органічної маси, з якої на кореневі рештки припадає 51 т, або близько 43%.

Враховуючи перелік основних культур, які входять до сучасної структури посівних площ області, нарощуваний вихід органічної маси нетоварної частки врожаю за

2. Надходження рослинного кальцію та зміна площ ґрунтів з кислою реакцією в АПК Черкаської обл. за 1990–2015 рр.

Показник	Роки			
	1990	2000	2010	2015
Надходження CaCO_3 , кг/га (д.р.)	5	62	71	80
Сумарне надходження CaCO_3 , кг/га:				
д.р.	5	94	236	610
ф.м.	9	168	420	1085
Надходження CaCO_3 , тис. т (д.р.)	10	65	77	87
Сумарне надходження CaCO_3 , тис. т:				
д.р.	10	112	265	665
ф.м.	18	200	470	1185
Площа кислих ґрунтів*:				
%	19	29	33	23
тис. га	225	288	310	208

Примітка. д.р. — діюча речовина; ф.м. — фізична маса; *за даними ДУ «Держґрунтохорона» станом на 2015 р.

два десятиліття — 120 млн т, кореневої — 56 млн т (44%) (табл. 1). За цими показниками область вийшла на рівень 1990 р., коли 95% побічної продукції вилучалося для тваринництва і вносилося понад 10 т/га гною. У нинішніх умовах господарювання саме побічна продукція рослинництва є стабілізуючим чинником як продуктивності, так і родючості земель сільськогосподарського призначення. Така кількість рослинної органічної маси у перерахунку на напівперепрілий гній з унесенням азотної компенсації еквівалентна 15–18 т гною на кожний гектар ріллі в масштабах області, а вміст поживних елементів у ній становить не менше 130 кг/га д.р. азоту, фосфору та калію.

Заходом для господарсько відчутного поліпшення кислих ґрунтів є їхнє вапнування. Кожна тонна вапняного добрива дає на кислих і сильнокислих ґрунтах за весь час своєї дії (близько 10 років) приблизно 1 т додаткового врожаю в перерахунку на зерно. Головне значення вапна для родючості ґрунту в тому, що воно є джерелом увібраного кальцію, який запобігає втратам найціннішої частки ґрунту — гумусу, тому й є «охоронцем» його родючості. Проте без державної підтримки вапнування в області не проводиться.

Не слід забувати, що в соломі зернових культур міститься 0,25–0,31% кальцію; в стеблах кукурудзи — близько 0,5%; у соломі гороху — 1,82; у стеблах соняшнику — 1,53; у гречаній соломі — 0,95; у стеблах сої — 1,4%; у кормових культурах — 0,95–2,53%. Винос основною продукцією кальцію з ґрунту значно менший, ніж накопичення в побічній продукції: зернових — у 3–5 разів, кукурудзи — в 16, соняшнику — у 8, гороху та сої — у 9–20 разів.

Якщо побічну продукцію рослинництва залишити на місці вирощування, в ріллю повертається близько 80 тис. т активної форми кальцію (в середньому на 1-й ріллі близько 45 кг). З побічної продукції, виробленої в АПК області в 2010–2015 рр., у перерахунку на д.р. щороку вноситься 80 кг/га CaCO_3 . Сумарне надходження становить 610 кг/га, у фізичній масі — 1085 кг/га.

Усього по області за 20 років з побічною продукцією внесено 87 тис. т д.р. CaCO_3 . Сумарне надходження CaCO_3 за 20 років становило 665 тис. т, у фізичній

масі — 1185 тис. т. Для порівняння: в 1990 р., коли вносилося 12509 тис. т гною, в ґрунт було повернуто 112 тис. т CaCO_3 у ф.м., а за 2015 р. — майже 100 тис. т без затрат на вивезення та внесення.

За офіційними даними Черкаської філії ДУ «Держґрунтохорона», в області з 1990 по 2005 р. відбувалося зростання площ кислих ґрунтів в 1,38 раза, а відсоток площі — в 1,74 раза. Починаючи з 2006 р., площі з кислими ґрунтами стабілізувалися, а в 2010 р. знизилися до рівня 1990 р. Можна вважати, що показники надходження кальцію з нетоварної частки врожаю станом на 2005 р. є критичними або мінімально достатніми для припинення декальцинації та початку розкислення ґрунтів чорноземного типу сільськогосподарського призначення завдяки біогенній меліорації саме соломкою та побічною продукцією інших культур.

Нині, за даними обстежень, площі кислих ґрунтів по області становлять близько 208 тис. га. Порівняно з 2005 р. зниження площ кислих ґрунтів становило близько 33%. За допомогою нетоварної частки (побічна продукція, поживні, поукісні та кореневі рештки) вдається повернути активну форму кальцію в ґрунт і забезпечити щорічне біогенне вапнування (рециркуляції кальцію) кожного поля за істотного зниження собівартості вапнування ґрунту і самої вирощеної продукції в агроценозах сівозмін.

У виробничих умовах забезпечується природний порядок надходження активної форми рослинного кальцію в ґрунт, що дає змогу знизити активну та потенціальну кислотність, наситити ґрунтовий вбирний комплекс кальцієм і створити позитивний його баланс у ґрунті (табл. 2). Особливо посилюється ефективність біогенного вапнування ґрунтів завдяки застосуванню новітніх технологій обробітку ґрунту, які забезпечують поверхнєве загортання нетоварної частки врожаю в ґрунт.

У 5-пільних сівозмінах з насиченням 60% зерновими, в т.ч. 20% — горохом, 40% — кукурудзою та в сівозміні, де частина кукурудзи (20%) та горох замінюються травами і ячменем (20%), використання побічної продукції за безполицевого обробітку сприяє формуванню додатного балансу органічної речовини. Він відповідає розширеному відтворенню родючості чорнозему, тоді як

3. Динаміка показників родючості в АПК Черкаської обл. за різних господарських потреб за 2010–2015 рр.

Показник	Роки						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2010–2015
<i>Показники з вилученням побічної продукції на господарські потреби (30%)</i>							
Вихід: побічної продукції, млн т	5,1	4,6	7,0	6,6	7,2	6,0	6,1
<i>Баланс</i>							
органічної речовини гумусу, т/га	-0,41	-0,42	+0,01	+0,02	-0,076	-0,035	-0,001
поживних речовин (NPK), кг/га	-178	-118	-194	-25,0	-45,0	-42,0	-100
<i>Показники з вилученням побічної продукції на енергетичні потреби (50%)</i>							
Вилучення: побічної продукції для енергетичних потреб, млн т	1,05	0,95	1,50	1,35	1,45	1,20	1,25
<i>Баланс</i>							
органічної речовини гумусу, т/га	-0,48	-0,55	+0,007	+0,016	-0,09	-0,041	-0,19
поживних речовин (NPK), кг/га	-215	-145	-235	-30,0	-55,0	-50,0	-125

за систематичної оранки, більшою мірою, та поверхневого обробітку, меншою, формується баланс органічної речовини, який відповідає простому (в сівозміні з горохом) та розширеному відтворенню родючості в сівозміні з багаторічними травами.

Короткоротаційні 5-пільні сівозміни ефективніше сприяють формуванню бездефіцитного балансу органічної речовини, ніж у 10-пільній зернопросапній сівозміні як за внесення гною, так і за його заміни еквівалентом побічної продукції. Установлено, що за утримання 10-пільної зернопросапної сівозміни з насиченням зерновими 50%, горохом — 10, буряками цукровими — 20%, кормовими культурами — 40% без унесення мінерального живлення за рахунок побічної продукції в кількості 5 т/га забезпечується зростання продуктивності на 0,62 т/га зернових одиниць (з.о.), а господарський вихід зростає на 0,67 т/га з.о., або на 117 і 115%. Заміна 6 т/га гною на фоні мінерального живлення побічною продукцією 7 т/га з внесенням 145 кг д. р. NPK сприяє зростанню виходу з. о. на 1,37 т/га, а господарський вихід — на 1,47 т/га, або на 120 і 125%. Зростання продуктивності сівозміни за виходом з. о. з 1 га в період 2001–2010 рр., коли на полі залишали всю побічну продукцію

в кількості 7 т/га, на фоні мінерального живлення (145 кг д. р. NPK) забезпечується високою продуктивністю нових сортів і гібридів кукурудзи, буряка цукрового та гороху.

Порівняльна продуктивність 10-пільних сівозмін за використання різних видів органічних добрив свідчить, що в сучасних сівозмінах без застосування гною вихід з.о. зріс на 1,37 т/га, господарський вихід з.о. із застосуванням гною — на 5,99 т/га, з використанням побічної продукції — на 7,46 т/га. Зростання продуктивності 10-пільної сівозміни з насиченням зерновими 50%, просапними — 20 і кормовими культурами — 40% у сучасних умовах відбувається на фоні спадної родючості ґрунту. Побічна продукція рослинництва набуває ефективніших результатів за використання разом із гноєм.

Для АПК Черкаської обл. проблема остепнення території є актуальною. Причина — розораний на 91% ґрунт сільськогосподарських угідь аграрних підприємств області. Проблемою в землеробстві області є різке зменшення у 7–10 разів внесених органічних добрив та у 2,7–3 рази мінеральних добрив. Наслідок — уміст гумусу в ґрунтах області за останні 20 років зменшився на 0,25%. Аграрії, які допускають таке, не мають майбутнього.

Останніми роками все настирніше нав'язується думка, що в складних економічних умовах використання в енергетичному балансі країни палива, отриманого на основі органічної сировини аграрного походження, *по-перше*, скорочує загальні витрати енергії в сільськогосподарському виробництві, *по-друге*, збільшує обсяг відновлювальних джерел енергії, *по-третьє*, сприяє раціональнішому використанню залишків соломи та стебел основних культур, щорічні накопичення яких становлять 15—20 млн т. Раціональне використання біомаси для енергетичних потреб дасть змогу начебто зменшити викиди вуглекислого газу, сірки, оксидів азоту в атмосферу та відновити родючий шар ґрунту. Не минула подібної «політики» і Черкащина. Через засоби масової інформації формується думка про доцільність використання побічної продукції рослинництва для енергетичних потреб.

Помилковою є думка про те, що, використовуючи солому у вигляді біопалива, можна призупинити глобальні зміни клімату та розв'язати енергетичні проблеми, а спалювання соломи може бути нейтральним щодо збільшення парникового ефекту (теплотворна здатність соломи зернових культур — $10 \cdot 10^3$; стебла соняшнику та кукурудзи — $12,5 \cdot 10^3$ МДж/т). Не конверсія побічної продукції до CO_2 та води за наявності кисню потрібна українцям, а збагачення ґрунту новоутвореним гумусом і трансформація його в стійкі гумусові речовини, що забезпечить відтворення родючості чорноземів Лісостепової зони та гарантуватиме національну безпеку України.

Підтримання додатнього балансу гумусу та елементів живлення в ґрунтах є визначальним чинником за вилучення побічної продукції рослинництва для енергопотреб. Водночас кількість побічної продукції, яку можна використати для цих потреб, обернено пропорційна дефіциту гумусу в ґрунтах сівозміни. Так, збільшення дефіциту гумусу на 10 кг/га зумовлює потребу у зменшенні використання побічної продукції для енергетичних потреб на 5%. Отже, необхідно чітко визначення прийнятих значень показників для розрахунку або методики визначення балансу гумусу для отримання адекватних висновків про можливість використання соломи для енергетичних потреб [8–10].

За показниками, що характеризують сільськогосподарське виробництво упродовж

останніх років, розраховано граничні обсяги рослинної біомаси (соломи), яку можна використати на теплові потреби. Слід зазначити, що за загального дефіциту гумусу понад 75 кг/га використання соломи на теплові потреби недоцільне через недотримання умови позитивного балансу гумусу. Граничний обсяг соломи, яку можна використовувати на теплові потреби (за нульового балансу гумусу), становить близько 40%. За розрахунками в АПК Черкаської обл., баланс гумусу, розрахований за виносом азоту сільськогосподарськими культурами, знижується за граничні показники (менше 75 кг/га), а в окремих районах знижується до від'ємних значень, що обмежує використання побічної продукції на теплові потреби.

Так, баланс органічної речовини гумусу становив: у 2009 р. $-0,40 \text{ т/га}$; в 2010 р. — $-0,42$; в 2012 р. — $-0,01$; в 2013 р. — $-0,02$; в 2014 р. — $-0,076$; в 2015 р. — $-0,035 \text{ т/га}$. У середньому баланс органічної речовини гумусу був на рівні простого відтворення, а баланс елементів живлення — дефіцитним на рівні -100 кг/га NPK. За вилучення побічної продукції на енергетичні потреби (солома зернових, зернобобових, сої та ріпаку), що становить близько 20% від загального виходу побічної продукції, баланс органічної речовини гумусу досягає дефіцитності рівня $-0,19 \text{ т/га}$, що дефіцитніше у 190 разів, водночас дефіцитність елементів живлення зростає на 125% (табл. 3).

За розрахунками Біоенергетичної асоціації України (публікація на www.uabio.org: 01.04.2016), реальна площа полезахисних лісосмуг (ПЗЛС) у Черкаській обл. становить близько 30 тис. га. Під їх захистом у регіоні перебувають до 2 млн га сільськогосподарських угідь (1 га лісосмуги захищає 20–30 га ріллі), що забезпечує підвищення ефективності використання цих угідь і знижує собівартість продукції рослинництва. На жаль, через занедбаний стан ПЗЛС вони не можуть виконувати свої захисні функції. Через неналежний стан ПЗЛС з сільськогосподарського обробітку «випадають» смуги поля шириною до 3 м, що безпосередньо прилягають до лісонасаджень. У разі проведення реконструкції ПЗЛС ці частини поля можна повернути до використання за прямим призначенням.

Основну масу ПЗЛС в Україні створено

у 50–70-х роках ХХ ст. Вони перебували в колгоспах на балансі господарства, на них надходили амортизаційні відрахування, за які ці господарства оплачували послуги фахівців з посадки та догляду лісосмуг. Нині приватний власник не зацікавлений у тому, щоб доглядати за ПЗЛС чи комусь за це платити. Відсутність санітарних і рубок догляду спровокувало підняття кореневої та насінневої порослі, різко збільшилася кількість шкідників (гризунів). Унаслідок зрідження насаджень самовільними рубками розвиваються процеси задерніння і ущільнення ґрунтів, з'являється порослева і чагарникова рослинність. Часто лісові смуги стають розсадниками бур'янів, місцем для випасання худоби і звалищ сміття, страждають від пожеж під час спалювання стерні.

Для збільшення енергетичного потенціалу деревної біомаси водночас із традиційними джерелами (відходами рубки та деревообробки, дров для опалення) до використання потрібно також залучати додаткові джерела. Ними можуть бути ПЗЛС, лісонасадження уздовж автомобільних доріг і залізниць, а також сухостій. ПЗЛС нагально потребують

реконструкції та відновлення. Завдяки виконанню цих робіт можна додатково отримувати близько 1 млн т умовного палива (у.п.)/рік. Упорядкування ПЗЛС, розташованих уздовж автомобільних доріг і залізничних колій, може дати ще 84 тис. т у.п./рік. Сухостій також є потужним потенційним джерелом деревини для енергетичних потреб в обсязі понад 1,4 млн т у.п./рік. Отже, загальний обсяг деревного палива з додаткових джерел в Україні можна оцінити у 2,5 млн т у.п./рік. Цей обсяг є дуже вагомим, оскільки він збільшує наявний енергетичний потенціал деревини (2 млн т у.п./рік з традиційних джерел) у 2,3 раза — до 4,5 млн т у.п./рік.

Деревина у ПЗЛС України є переважно низькосортною, тому біомасу, отриману під час санітарних рубок і рубок догляду, можна майже повністю застосувати для потреб енергетики, не порушуючи критеріїв сталого розвитку довкілля. Згідно з експертними оцінками під час виконання робіт з реконструкції ПЗЛС можна отримувати 100–200 м³ щільної низькосортної деревини з 1 га. У масштабах країни це 78 млн м³, або 54,6 млн т, у Черкаській обл. — 3,6 млн т деревини.

Висновки

Біомаса побічної продукції в землеробстві, як «похідна енергії Сонця в хімічній формі, є не тільки одним з найпопулярніших і найуніверсальніших ресурсів землі», а й основою екологічної стійкості агроландшафтів через формування додатної біомаси балансу органічної речовини гумусу та засобом забезпечення людей продуктами харчування. Не слід пускати біомасу побічної продукції димом через трубу, бо «великим злочином є спалювання соломи на полях, але ще більшим злочином є спалювання соломи в сучасних котлах для вирішення енергетичних проблем».

Обсяг доступної соломи залежить від річного дефіциту гумусу (кг/га). Запропонована залежність враховує показники, що характеризують сільськогосподарське виробництво АПК Черкаської обл. упродовж останніх років. За загального дефіциту гумусу у більше ніж 67 кг/га

використання соломи для теплових потреб неможливе через недотримання умови позитивного балансу гумусу. Гранічний обсяг соломи, яку можна використовувати для теплових потреб за нульового балансу гумусу, становить близько 40%, а за від'ємного балансу поживних елементів узагалі недопустимо вилучати побічну продукцію для енергетичних потреб.

Підтримання позитивного балансу гумусу в ґрунтах АПК Черкаської обл. є визначальним чинником за використання побічної продукції рослинництва для енергетичних потреб. Водночас кількість побічної продукції, яку можна використати для цього, обернено пропорційна дефіциту гумусу в ґрунтах сівозміни. З огляду на зростання дефіциту гумусу за вилучення побічної продукції потрібно відмовитися від її використання через зниження родючості земель сільськогосподарського призначення.

У Черкаському регіоні потрібно провести глибоку реконструкцію та відновлення ПЗЛС згідно з науково обґрунтованими рекомендаціями у рамках спеціальної Регіональної Програми, розробленої на основі Концепції розвитку агролісомеліорації в Україні. Її реалізація дасть змогу

поновити захисні властивості лісосмуг та утворити додатковий ресурс деревного палива, а також започаткувати та розвивати додатковий вид економічної діяльності, відновити баланс агроєкосистеми та підвищити врожайність сільськогосподарських культур на 3–6 ц/га.

Бібліографія

1. Регулювання використання органічних ресурсів АПК Черкаської області для відтворення родючості та виробництва біопалива/О.В. Демиденко, М.І. Блащук, Ю.І. Кривда, О.М. Горбачек// Посібник українського хлібороба. — 2016. — Т. 1. — С. 170–173.
2. Новітні технології біоконверсії: монографія/Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелетука, І.П. Григорюк та ін. — К.: Аграр Медіа Груп, 2010. — 326 с.
3. Калетник Г.М. Розвиток ринку біопалив в Україні: монографія/Г.М. Калетник. — К.: Аграр наука, 2008. — 464 с.
4. Сайко В.Ф. Землеробство в контексті змін клімату/В.Ф. Сайко//Вибрані наук. пр. — К.: Аграр наука, 2011. — С. 312–326.
5. Сайко В.Ф. Використання на удобрення побічної продукції рослинництва в Україні/В.Ф. Сайко// Землеробство. — Вип. 81. — К.: ВД «ЕКМО», 2009. — С. 3–10.
6. Сівозміни у землеробстві України; за ред. В.Ф. Сайка, П.І. Бойка. — К.: Аграр наука, 2002. — 147 с.
7. Голуб Г.А. Проблеми використання соломи в якості палива/Г.А. Голуб//Вісн. аграр. науки. — 2010. — № 8. — С. 49–52.
8. Голуб Г.А. Науково-технічні та економічні проблеми виробництва і використання біопалива в агроєкосистемах/Г.А. Голуб//Вісн. Сумського НАУ. — Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів». — Вип. 1 (21). — Суми: СНАУ, 2010. — С. 72–80.
9. Кухарець С.М. Енергоавтономність агроєкосистем на основі біологічних видів палива/С.М. Кухарець//Зб. наук. праць. — Спецвипуск до VII наук.-практ. конф. «Сучасні проблеми збалансованого природокористування». — Кам'янець-Подільський: ПДАТУ, 2012. — С. 149–154.
10. Кухарець С.М. Регулювання використання органічних ресурсів для виробництва біопалива/С.М. Кухарець, Г.А. Голуб//Зб. наук. пр. — Сільськогосподарські машини. — Вип. 24. — 2013. — С. 187–194.

Надійшла 3.01.2017.