

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ АВТОНОМНОСТІ АГРОЕКОСИСТЕМ НА ОСНОВІ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА

Наведено науково-технічні та економічні проблеми, що стосуються виробництва й використання біопалива в агроecosистемах і шляхи їх вирішення. Вирішення інженерних проблем щодо виробництва і використання біопалив дозволить отримати практичний досвід, наукові напрацювання та закономірності для визначення конструктивно-технологічних параметрів машин й обладнання

Постановка проблеми

Використання в енергетичному балансі країни палива, отриманого на основі органічної сировини аграрного походження, дасть змогу зменшити використання викопних джерел енергії, знизить забруднення навколишнього середовища токсичними речовинами та парниковими газами. Проте, використання біопалива потребує ретельного балансування з огляду на продовольчі та енергетичні потреби. Тому, поширення використання біологічних енергоресурсів неможливе без удосконалення технічного та технологічного його забезпечення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Встановлено, що біоконверсія органічної сировини з виробництвом біопалива дає змогу забезпечити автономність агроecosистеми лише частково [1, 2]. Крім того, при використанні біопалива гостро постає питання збереження родючості ґрунтів та забезпечення галузі тваринництва [3]. У той же час, удосконалення технічного та технологічного забезпечення виробництва та використання біопалива у сільському господарстві потребує вирішення ряду наукових та технічних задач спрямованих на подальший розвиток галузі біопалив [4].

Мета дослідження

Проаналізувати науково-технічні та технологічні проблеми виробництва та використання біопалива. Визначити шляхи удосконалення техніко-технологічного забезпечення з отриманням максимального рівня автономності агроecosистеми.

Результати досліджень

Техніко-технологічні заходи, що виконуються у сільському господарстві, повинні бути узгоджені із потребами суміжних галузей аграрного виробництва, підтримувати баланс гумусу ґрунтового середовища та сприяти відтворенню родючості ґрунтів. Тому, першою науковою проблемою є визначення обсягів рослинної біомаси, що може бути використаня для конверсії із виробництвом та використанням біопалива.

Для встановлення таких обсягів необхідно розглянути структуру виробництва сільськогосподарської продукції та енергії, що передбачає вирощування культур у відповідній сівозміні [5]; виробництво основної продукції рослинництва та тваринництва; виробництво кормів для тваринництва й птахівництва; виробництво тепла та енергії із біогазу, отриманого в результаті зброджування продуктів життєдіяльності тварин та птиці; підготовка та використання деякої частки незернової частини урожаю на теплові потреби у вигляді пеллет, брикетів, рулонів або січки; виробництво компосту, з використанням відходів конверсії органічної сировини; виробництво рідких біопалив – дизельного та етанолу.

Розроблена комп'ютерна імітаційна модель функціонування аграрного підприємства із виробництва біопалива дає можливість встановити особливості функціонування підприємства при бездефіцитному балансі гумусу (рис.1). Баланс гумусу в сівозміні, за пропонованою моделлю, визначається як різниця між кількістю мінералізованого гумусу та його надходженнями за рахунок гуміфікації корневих решток, пожнивних решток, біомаси сидератів, а також внесеного підстилкового гною та інших органічних речовин. Зважаючи на змінні у широких межах комплекси статистичних, агрономічних та агротехнічних показників пропонована модель оцінює баланс гумусу лише з певним прийнятним наближенням.

Вихід стебел соломи для теплових потреб визначається як різниця між кількістю біомаси зернових і зернобобових культур та стебел ріпаку й втрат при збиранні, а також витрат соломи на годівлю тварин та підстилку [3].

Розроблена модель дає змогу встановити частку соломи, яка може бути використана для конверсії в біопаливо індивідуально для кожного підприємства. Так, в умовах, показаних на рисунку, на теплові потреби є можливість зарезервувати 38% загального обсягу соломи.

Аналіз структурних схем аграрного виробництва дозволяє встановити, що використання біоенергоконверсії в агроекосистемах з використанням біопалив дає змогу забезпечити часткову автономність виробництва із збереженням родючості ґрунтів (табл. 1).

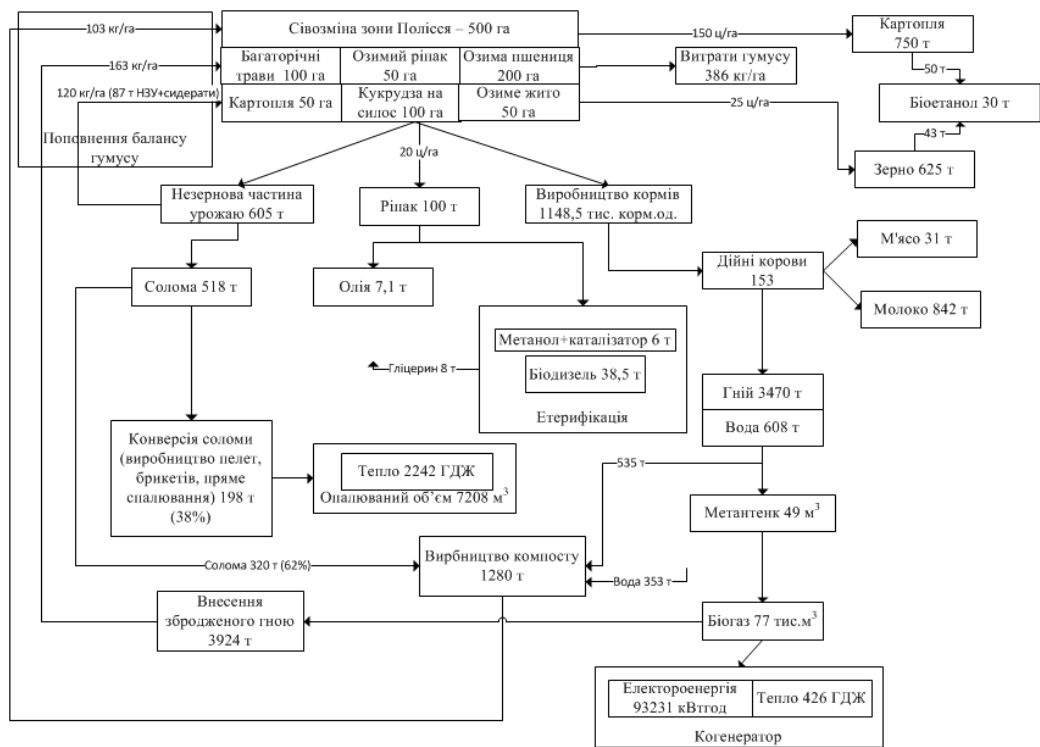


Рис. 1. Приклад структурної схеми виробництва продукції та енергії із використання біопалив на підприємствах картопле-зерно-тваринницького напрямку

При використанні 100 % соломи для енергетичних потреб енергетичний баланс матиме вигляд, що представлено в таблиці 2. При цьому, дефіцит балансу гумусу складе 131 кг/га.

Крім того, при виробництві біоетанола та біодизеля в обсягах, передбачених пропонованою моделлю (рис.1), можливе повне забезпечення техніки паливом при витратах 16 кг/га біоетанола та 77 кг/га біодизеля.

Таким чином, необхідно вишукувати додаткові резерви забезпечення енергоавтономності агроєкосистем. Це можуть бути як зовнішні резерви: використання геліоколекторів та вітроелектростанцій, так і внутрішні: вибір раціональних технологій вирощування та виробництва, мінімізація питомої енергомісткості машин та обладнання з урахуванням якісних показників їх роботи.

Також потрібен детальний аналіз необхідності того чи іншого виду конверсії органічної сировини в умовах агарного виробництва. Наприклад, при

виробництві біодизеля, навіть при виникненні ситуації, коли економічний ефект від виробництва біопалива буде дорівнювати економічному ефекту від реалізації насіння, виробники насіння будуть продовжувати його реалізацію, оскільки отримання такого ж економічного ефекту від виробництва дизельного біопалива, на відміну від виробництва насіння, потребуватиме від них суттєвих капіталовкладень.

Таблиця 1. Потреба і виробництво палива та енергії при бездефіцитному балансі гумусу

Вид палива та енергії	Потреба				Фактичні можливості виробництва	Надлишок або недостатня кількість (-)		
	питома		загальна					
Теплова енергія для								
сушки зерна	0,16	ГДж/т	26	ГДж				
опалення виробничих приміщень	0,1	ГДж/гол.	15333	ГДж				
опалення побутових приміщень	0,3	ГДж/м3	1200	ГДж				
Всього			16559	ГДж	2668	ГДж	-13891	ГДж
							-521	%
Електроенергія для								
очистки і сушки зерна	3,8	кВт год./т	1	тис. кВт год.				
потреб тваринництва	22	кВт год./гол.	3373	тис. кВт год.				
виробництва біопалив	300	кВт год./тис. м3	23	тис. кВт год.				
Всього			3397	тис. кВт год.	93		-3304	тис. кВт год.
							-97	%
Загальний баланс енергії					-3859	тис. кВт год.	-3304	тис. кВт год.
					-13891	ГДж	-11893,2	ГДж
					-7162,2	тис. кВт год.	-25784,0	ГДж

Стосовно виробництва дизельного біопалива, слід відмітити також, що у структурі собівартості його виробництва близько 60 % становить олійна сировина та близько 20 % – хімічні реактиви. Тому однією із проблем виробництва рідких палив є пошук дешевої сировини, а також розроблення

обладнання та технологій, що дозволять спростити технологію, виключити шкідливі фактори й зменшити енергомісткість відповідного обладнання.

Використання біогазових установок у сільськогосподарському виробництві обумовлено трьома основними факторами. Це виробництво поновлюваної енергії, екологічно чистих органічних добрив та зниження шкідливих викидів у довкілля. Для наших умов прийнятними є два основних варіанти технологічних процесів і конструктивних рішень біогазових установок екстенсивний, коли біомасу зброджують у мезофільному режимі з використанням вертикальних реакторів робочим об'ємом 1000 м³ і більше та інтенсивний, коли біомасу зброджують у термофільному режимі з використанням модульних реакторів робочим об'ємом до 120 м³.

У першому варіанті вартість анаеробного реактора відносно невелика при спрощеній схемі технологічного процесу. У той же час, фактично відсутня можливість керування процесів отримання необхідного складу біогазу та добрив, а виведення метантенків на раціональні технологічні параметри на початковому етапі роботи є досить складним.

У другому варіанті, незважаючи на ускладнення технологічного процесу та обладнання, тривалість процесу метаногенезу і знезараження біомаси в 2–3 рази менш, ніж при екстенсивному методі зброджування, відсутнє баластування метантенків органічною та мінеральною складовими субстрату, забезпечується необхідною експозицією по всьому об'єму субстрату, спрощується загальний процес роботи, крім того, при аварійних ситуаціях кількість токсичної та інфекційно небезпечної біомаси на об'єкті є незначною та піддається контролю.

Таблиця 2. Потреба і виробництво палива та енергії при максимальному використанні соломи в якості енергоресурсу

Вид палива та енергії	Потреба				Фактичні можливості виробництва	Надлишок або недостатня кількість (-)		
	питома		загальна					
1	2		3		4		5	
Теплова енергія для								
сушки зерна	0,16	ГДж/т	26	ГДж				
опалення виробничих приміщень	0,1	ГДж/гол.	15333	ГДж				
опалення побутових приміщень	0,2	ГДж/м ³	800	ГДж				
Всього			16159	ГДж	7268	ГДж	-8891	ГДж
							-122	%

Закінчення таблиці 2

1		2	3	4	5	6	7
Електроенергія для							
очистки і сушки зерна	3,8	кВт год./т	1	тис. кВт год.			
потреб тваринництва	22	кВт год./гол.	3373	тис. кВт год.			
виробництва біопалив	300	кВт год./тис. мЗ	23	тис. кВт год.			
Всього			3397	тис. кВт год.	93		-3304 тис. кВт год.
							-97 %
Загальний баланс енергії					-2470	тис. кВт год.	-3304 тис. кВт год.
					-8891	ГДж	-11893,2 ГДж
					-5773,3	тис. кВт год.	-20784,0 ГДж

Реалізація ж технологічного процесу спалювання соломи потребує технічного забезпечення, частина із якого в даний час наявна в господарствах (трактори, навантажувачі), а частина потребує придбання. Додаткові капіталовкладення необхідні на придбання обладнання для брикетування соломи, прес-підбирачів та перевізників рулонів, а також обладнання для спалювання соломи (котли та теплогенератори). Крім того, при орієнтуванні на виробництво твердого біопалива із рослинницької сировини, потрібно використовувати відповідні технології вирощування та збирання.

Як показують окремі дослідження, ефективність використання незернової частини урожаю в якості енергоносія значною мірою залежить від витрат при збиранні соломи [6]. Так, збільшення витрат на 20 % спричиняє зростання вартості енергоносія на 10–15 %. В Україні поширення набули такі технології збирання соломи зернових культур: подрібнення зернозбиральним комбайном, транспортування тракторними причепами, скиртування з формуванням скирти; копнування зернозбиральним комбайном, стягування тросовою волокушею на край поля, скиртування; валкова технологія збирання соломи.

Проте, все частіше застосовують валкову технологію, основною перевагою якої є можливість закладання соломи під накриття, що дозволяє підвищити якість процесу підготовки соломи до спалювання та зменшити транспортні витрати. В Україні для заготівлі пресованої соломи застосовують здебільшого причіпні прес-підбирачі рулонного типу власного виробництва та імпортовані із Білорусії. Тюкування значно зменшує об'єм соломи та дозволяє механізувати ряд операцій при складуванні та транспортуванні соломи, обслуговуванні соломоспалюючих котлів.

Проведені дослідження економічної ефективності збирання соломи свідчать, що найменші капіталовкладення та приведені затрати отримані при збиранні соломи у рулони [6]. Так, капітальні вкладення та приведені затрати на збирання

незернової частини можна представити в графічному вигляді, відобразивши найбільш затратний метод як 100%-ий (рис. 1.2). Як видно з наведених даних, найбільш доцільною, з точки зору збирання, є технологія пресування соломи зернових у рулони пресом українського виробництва. Застосування фіксації форми рулонів сіткою полегшує їх енергетичне використання.

Після формування тюків, рулонів їх навантажують на транспортні засоби та доставляють до місць зберігання. Спосіб збереження впливає на якість соломи. Зберігання соломи може проводитися різними способами: в амбарах (дах і опори), під брезентом, під пластиковою плівкою, під відкритим небом. При збереженні у скиртах під відкритим небом біля 10 % соломи стає непридатною для енергетичного зберігання [7]. Зберігання в «голландських» амбарах призводить до погіршення якості соломи, адже вологість верхнього шару 0,5 м при цьому зростає до 25 % та зменшення її вартості.

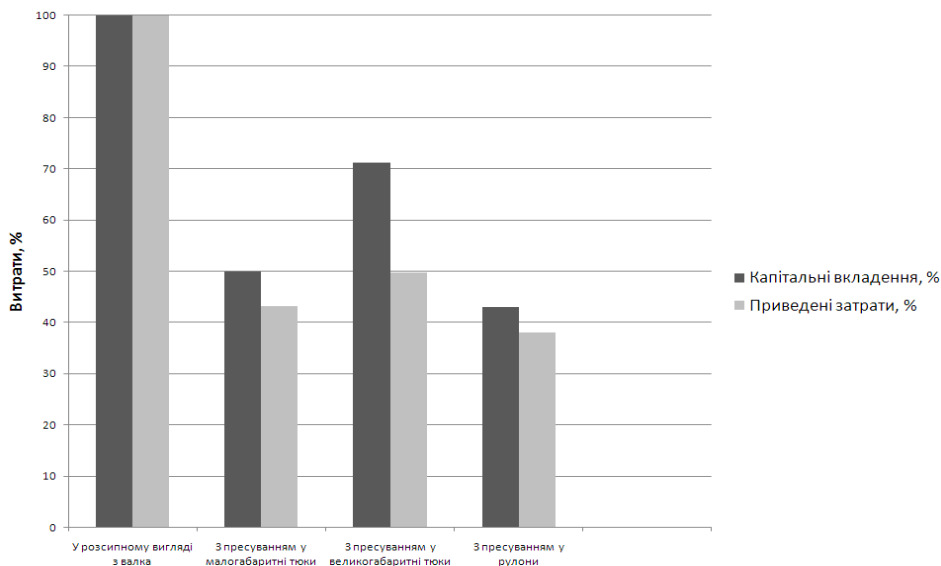


Рис. 1.2. Порівняльна характеристика технологій збирання незернової частини (соломи) зернових культур

Врахування вищенаведених витрат для визначення вартості соломи зернових культур передбачає саме нормативний метод. Оскільки солома містить дуже багато калію, то ціна на неї може варіюватися відповідно до вмісту в ній калію і порівняно з відповідними цінами на мінеральні добрива.

Вартість побічної продукції як сировини для виробництва енергії, можна також обраховувати, порівнюючи з мазутом або газом, прийнявши до уваги, що теплотворна здатність соломи (4,7 кВт/кг) майже вдвічі нижча за теплотворну здатність мазуту та газу (10 кВт/л та 9 кВт/м³ відповідно). Проте, ці методи знайшли більше застосування в зарубіжних країнах, зокрема, в Німеччині [8]. В

Україні вони не застосовуються, так як відсутня відповідна інформаційна та статистична бази для їх обрахунку.

Висновок

Вирішення інженерних проблем щодо виробництва і використання біопалив дозволить отримати практичний досвід, наукові напрацювання та закономірності для визначення конструктивно-технологічних параметрів машин та обладнання, зменшити закупівлі непоновлюваних викопних видів палива, підвищити рівень зайнятості сільського населення за рахунок створення додаткових робочих місць для виробництва біологічних видів палива, покращити екологічний стан природного середовища шляхом зменшення викидів токсичних речовин та парникових газів. Це дозволить підвищити рівень енергетичної автономності агроєкосистем, узгодити та формалізувати взаємозв'язки між суміжними галузями аграрного виробництва, щодо використання органічної сировини.

Перспективи подальших досліджень

Подальше підвищення рівня енергетичної автономності агроєкосистем потребує мінімізації питомої енергомісткості машин та обладнання, що використовуються при виробництві та конверсії органічної сировини, з урахуванням якісних показників. Крім того, доречним є залучення зовнішніх відновлюваних джерел енергії: сонячних колекторів та вітроенергостанцій.

Література

-
1. Голуб Г.А. Енергетична автономність агроєкосистем / Г.А. Голуб // Вісник аграрної науки. – 2010. – № 3 – С. 50–54.
 2. Голуб Г.А. Проблеми використання соломи в якості палива / Г.А. Голуб // Вісник аграрної науки. – 2010. – № 8. – С. 49–52.
 3. Кухарець В.В. Виробництво твердого біопалива в умовах сільськогосподарського виробництва / В.В. Кухарець, С.М. Кухарець, О.О. Осадчий // Зб. наук. пр. ПДАТУ. – 2011. – Спец. вип. до V наук.-практ. конф. «Сучасні проблеми збалансованого природокористування». – С.159–163.
 4. Голуб Г.А. Проблеми техніко-технологічного забезпечення енергетичної автономності агроєкосистем / Г.А. Голуб // Зб. наук. пр. Вінницького нац. аграр. ун-ту. Сер.: Технічні науки. – , 2011. – Вип. 7. – С. 59–66.
 5. Сівозміни у землеробстві України / за редакцією В.Ф. Сайка, П.І. Бойка. - К.: Аграрна наука, 2002. – 147 с.
 6. Новітні технології біоенергоконверсії: монографія / Я.Б. Блюм, – Г.Г. Гелетуха, І.П. Григорюк [та ін.]. – К.: Аграр Медіа Груп, 2010. – 326 с.
 7. Використання місцевих видів палива для виробництва енергії в Україні / Г.Г. Гелетуха, Т.А. Железна, Б.Ю. Матвеев, М.М. Жовнір // Пром. теплотехника. – 2006. – Т. 28, №2. – С. 85–93.
 8. Лакемеєр Е. Виробництво біоенергії в Україні / Е. Лакемеєр // Пропозиція. – 2007. – № 11. – С. 30.
-