

Annotation

Voitov V., Bondarenko M., Bunetsky V.

Raw vegetable processing in solid fuel

An analysis of existing technologies for processing biomass plant in comparison with the proposed technology moistened pressing is provided. It is concluded that the higher efficiency technology wet compression achieved due account the physicochemical properties of the material being processed.

Keywords: *biomass, moistened pressing, disintegration, cellulose, expeller.*

Отримано редакцією 01.10.13

УДК. 662.633.2 (477.42)

ВИШНЕВСЬКА О.В., кандидат с.-г. наук, с.н.с.,

ДМИТРЕНКО Т.Ф., ТУГУЄВА І.В., ДІДКІВСЬКИЙ С.Ю., наукові співробітники

Інститут сільського господарства Полісся НААН

**ЕМПІРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ВИХОДУ БІОГАЗУ З
ВЕГЕТАТИВНОЇ МАСИ БАГАТОРІЧНИХ ЗЛАКОВИХ ТРАВ**

Визначено теоретичний вихід біогазу, який отримують шляхом анаеробного броджування з рослинної маси багаторічних злакових трав в зоні Полісся. Встановлено, що в сумі за рік фактичний вихід біогазу з багаторічних трав становить – 14399 - 3608 м³/га (метану 727 - 1822 м³/га).

Ключові слова: *біогаз, метан, вегетативні джерела, відновлювальна енергія, продуктивність*

Вступ. У зв'язку із зростаючою потребою людства в різних видах енергії, а особливо у викопних ресурсах, науковці не полишають спроб залучити йому на службу нетрадиційні види енергетичних джерел. Учені вважають, що третє за пріоритетністю місце серед біопалив після біоетанолу та біодизелю посідає саме виробництво та використання біогазу [1-5]. Виробництво біогазу дає змогу запобігти викидам метану в атмосферу, який підсилює парниковий ефект у 21 разів більше, ніж CO₂, і знаходиться в атмосфері до 12 років. Захват метану – кращий короткостроковий спосіб запобігання глобальному потеплінню. Тож отримання біогазу – реальний приклад промислової екології, за якого з відходів господарської діяльності отримується енергія, а із залишок органічної маси, як побічний продукт, виробник отримує цінне добриво [6-9]. Виробництво енергії на основі біомаси є сектором економіки, який найдинамічніше розвивається в багатьох країнах світу. Цьому сприяє значний енергетичний потенціал, відновлювальні властивості та безвідходність такого виробництва, де основою є вегетативна маса сільськогосподарських культур.

Побічний продукт біоенергетичної переробки вегетативної сировини - це отримання більш повноцінного та збалансованого органічного добрива. Використання його дозволяє збільшити врожайність сільгоспкультур на 10-20%.

Постановка проблеми і шляхи її розв'язання. Розвиток агросектору в умовах сьогодення неможливий без біопалива. Нами пропонується, для зони Полісся, введення в існуючі сівозміни та засівання виведених з обробітку поліських низькородючих земель високостебельних культур для комплексного використання, як джерела відновлюваної енергії та на кормові й інші цілі. Необхідно відмітити також, що лучні угіддя та перелоги - це надійне, щороку відновлюване джерело надходження біомаси трав, навіть без унесення добрив, близько 20 млн ГДж валової енергії, 50% якої в умовах різкого зменшення поголів'я худоби в Україні можна використовувати на біопаливо [10]. В свою чергу розширення площ посіву багаторічних трав буде сприяти відновленню тваринництва в зоні, а використання біопалива, як альтернативної енергії, сприятиме зниженню собівартості тваринницької продукції. Тому розг-

ляд даного питання є актуальним. Також особливий інтерес має той факт, що нами пропонується переробка сировини на біопаливо у вигляді твердофазної маси, що нині мало поширено і в технологічному плані науковцями не досліджено.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили протягом 2011-2012 рр. на дослідному полі Інституту сільського господарства Полісся НААН на дерново-середньопідзолистому супіщаному ґрунті.

Об'єктом досліджень була вегетативна маса багаторічних злакових трав після обмолоту насіння. Емпіричне визначення виходу біогазу визначали згідно розрахунків запропонованими Павліським В.М., Нагірним Ю.П. [11].

Методика зброджування органічної речовини вегетативних джерел проводилась за стандартом СОУ ЖКГ 10.09-014:2010 «Побутові відходи. Технологія перероблення органічної речовини, що є у складі побутових відходів». Аналізи органічного добрива по вмісту основних поживних елементів проводились за наступними НД: визначення вологи та сухого залишку за ГОСТ 26713-85; визначення загального азоту за ГОСТ 26715-85; визначення загального фосфору за ГОСТ 26717-85; визначення загального калію за ГОСТ 26718-85; визначення рН за ГОСТ 27979-88; визначення органічної речовини за ГОСТ 27980-88. Методика проведення досліджень та агротехніка вирощування культур – загальноприйнята для умов Полісся.

Результати досліджень. Багаторічні злакові трави після обмолоту насіння забезпечили збір вегетативної маси на рівні 8-21 т/га або в перерахунку на суху речовину 2,5-5,7 т/га. Найбільшу масу сформували пирій сизий 13-20 т/га зеленої та 5,8-8,7 т/га сухої маси й стоколос безостий 14-21 та 4,6-6,5 т/га залежно від удобрення. Найвищий врожай отави восени зібрали у очеретянки звичайної 5,0-12,5 т/га зеленої 1,4-3,3 т/га сухої маси, стоколосу безостого, відповідно 5-13 та 1,2-3,0. У сумі за рік найбільш продуктивними були пирій сизий (16-29 т/га зеленої та сухої маси 6,9-10,3 т/га), стоколос безостий (19-34 т/га, 5,9-9,5 т/га) та очеретянка звичайна (13-28 т/га, 4,5-9,2 т/га).

За нашими даними теоретичний вихід біогазу з 1 кг маси має тісну кореляційну залежність $r=1,0$ із вмістом сухої речовини в кілограмі сухої маси. Тому оптимальною культурою для енергетичних цілей може бути культура та, яка містить більше сухої речовини. Збирання першого укосу проводили в фазі досягання злакових трав на насіння з максимальним вмістом сухої речовини, який становив 31-45% у вегетативній масі після збирання насіння, в отаві від 19 до 43 %.

За результатами хімічного аналізу визначена теоретична теплова енергія культур для вологої маси (ВМ) і сухої речовини (СР) через теплову енергію органічної сухої речовини (ОСР), яка становила у вегетативній масі після обмолоту злакових трав 17,29-18,76 МДж/кг та дещо нижчі показники 7,75-10,3 МДж/кг в отаві трав і відповідні коефіцієнти їх вмісту в біомасі культур (табл. 1). Найнижчий вміст теплової енергії органічної сухої речовини 17,5 МДж/кг встановлено у костриці очеретяної при внесенні добрив по нормі $N_{90+30}P_{60}K_{90}$, найвищий - у очеретянки звичайної - 18,47 МДж/кг на контролі.

Через теплову енергію органічної речовини розрахунками встановлено теоретичний вихід біогазу з культур, який коливався від 0,856 до 0,903 м³/кг, вміст метану (50%) 0,432-0,456 м³/кг, що підтверджується результатами інших дослідників [9].

З урахуванням коефіцієнтів K_6 (зниження виходу біогазу пов'язаного із забезпеченням життєдіяльності мікроорганізмів) та K_L (коефіцієнта лігніфікації) теоретична метаногенна енергія 1 кг сухої маси даних культур становить від 13,08 до 13,72 МДж/кг, що складає 72,3-75,3% від теоретичної теплової енергії.

Відповідно досяжний вихід біогазу становить 0,623-0,660 м³/кг, а метану (50%) 0,315-0,333 м³/кг. Коефіцієнт розщеплення біомаси культур становить 0,72-0,75%.

Фактичний вихід біогазу з 1 кг сухої маси культур значно нижчий від досяжного через блокування лігніном доступу мікроорганізмів і ферментів до поживного середовища. Тому визначали фактичний вихід біогазу з 1 кг вегетативної маси культур через їх перетравну енергію, яка дорівнює фактичній енергії цих культур, що перетворюється в енергію біогазу.

Таблиця

Розрахунок теплової та метаногенної енергії багаторічних культур

Біосировина і розрахункові константи	Теоретичні значення				Досяжні значення			Фактичні значення					Кл
	теплова енергія культур Е _т , МДж/кг	вихід біогазу V _т , м ³	вихід метану V _м , м ³	метаногенна енергія 1 кг сухої маси Е _м , МДж/кг	біогазу V _{мд} , м ³ /кг	метану V _{мд} , м ³ /кг	коefficient цент К _{рд}	теплова енергія, що перетворюється в біогаз Е _{мф} , МДж/кг	біогазу V _ф , м ³	метану V _ф , м ³	К _{рфт}	К _{рфм}	
Костриця очеретяна без добрив (контроль)													
BM = 1 кг	9,88	0,484	0,244	7,33	0,349	0,176	0,742	5,30	0,252	0,127	0,536	0,542	
CP = 1 кг (0,656 кг/кг BM)	16,33	0,799	0,404	12,12	0,577	0,291	0,742	8,75	0,417	0,211	0,536	0,542	
OSP = 1 кг (0,709 кг/кг BM)	17,65	0,864	0,436	13,10	0,624	0,315	0,742	9,46	0,451	0,228	0,536	0,542	
Костриця очеретяна N₃₀P₆₀K₉₀													
BM = 1 кг	8,70	0,498	0,252	7,64	0,297	0,150	0,878	4,62	0,220	0,111	0,531	0,454	
CP = 1 кг (0,734 кг/кг BM)	16,86	0,966	0,488	14,81	0,577	0,291	0,878	8,96	0,427	0,215	0,531	0,454	
OSP = 1 кг (0,679 кг/кг BM)	18,23	0,890	0,450	13,64	0,624	0,315	0,748	9,68	0,461	0,233	0,531	0,532	
Костриця очеретяна N₉₀₊₃₀P₆₀K₉₀													
BM = 1 кг	10,92	0,534	0,270	8,17	0,405	0,205	0,748	5,78	0,275	0,139	0,530	0,531	
CP = 1 кг (0,744 кг/кг BM)	16,19	0,792	0,400	12,11	0,601	0,303	0,748	8,57	0,408	0,206	0,530	0,531	
OSP = 1 кг (0,688 кг/кг BM)	17,50	0,856	0,432	13,09	0,650	0,328	0,748	9,27	0,441	0,223	0,530	0,531	
Гростія збірна без добрив (контроль)													
BM = 1 кг	9,85	0,484	0,244	7,33	0,349	0,176	0,744	6,23	0,296	0,150	0,633	0,637	
CP = 1 кг (0,676 кг/кг BM)	16,51	0,811	0,410	12,29	0,585	0,296	0,744	10,45	0,496	0,251	0,633	0,637	
OSP = 1 кг (0,625 кг/кг BM)	17,85	0,877	0,443	13,29	0,633	0,320	0,744	11,29	0,537	0,271	0,633	0,637	
Гростія збірна N₃₀P₆₀K₉₀													
BM = 1 кг	10,28	0,520	0,262	7,63	0,363	0,174	0,742	6,58	0,313	0,158	0,641	0,647	
CP = 1 кг (0,610 кг/кг BM)	16,31	0,825	0,416	12,10	0,576	0,303	0,742	10,45	0,497	0,251	0,641	0,647	
OSP = 1 кг (0,565 кг/кг BM)	17,63	0,891	0,450	13,08	0,623	0,327	0,742	11,29	0,538	0,272	0,641	0,647	
Гростія збірна N₉₀₊₃₀P₆₀K₉₀													
BM = 1 кг	10,94	0,536	0,271	8,18	0,390	0,197	0,748	6,85	0,326	0,165	0,626	0,628	
CP = 1 кг (0,739 кг/кг BM)	16,83	0,825	0,416	12,58	0,599	0,303	0,748	10,54	0,502	0,253	0,626	0,628	
OSP = 1 кг (0,684 кг/кг BM)	18,19	0,891	0,450	13,60	0,648	0,327	0,748	11,39	0,542	0,274	0,626	0,628	
Пирій сизий без добрив (контроль)													
BM = 1 кг	9,17	0,448	0,226	6,83	0,325	0,164	0,745	5,33	0,254	0,128	0,581	0,585	
CP = 1 кг (0,584 кг/кг BM)	16,59	0,811	0,410	12,36	0,589	0,297	0,745	9,63	0,459	0,232	0,581	0,585	
OSP = 1 кг (0,631 кг/кг BM)	17,93	0,877	0,443	13,36	0,636	0,321	0,745	10,41	0,496	0,250	0,581	0,585	
Пирій сизий N₃₀P₆₀K₉₀													
BM = 1 кг	9,51	0,466	0,235	7,07	0,336	0,170	0,743	5,48	0,261	0,132	0,576	0,581	
CP = 1 кг (0,642 кг/кг BM)	16,39	0,802	0,405	12,18	0,580	0,293	0,743	9,44	0,450	0,227	0,576	0,581	
OSP = 1 кг (0,594 кг/кг BM)	17,72	0,867	0,438	13,17	0,627	0,317	0,743	10,21	0,486	0,245	0,576	0,581	
Пирій сизий N₉₀₊₃₀P₆₀K₉₀													
BM = 1 кг	9,67	0,473	0,239	7,23	0,344	0,174	0,748	5,64	0,268	0,136	0,583	0,585	
CP = 1 кг (0,572 кг/кг BM)	16,84	0,823	0,416	12,59	0,600	0,303	0,748	9,81	0,467	0,236	0,583	0,585	
OSP = 1 кг (0,619 кг/кг BM)	18,20	0,889	0,449	13,61	0,648	0,327	0,748	10,61	0,505	0,255	0,583	0,585	
Тимофійка лучна без добрив (контроль)													
BM = 1 кг	9,43	0,461	0,233	7,061	0,336	0,170	0,748	5,33	0,254	0,128	0,565	0,566	
CP = 1 кг (0,645 кг/кг BM)	16,88	0,825	0,417	12,634	0,602	0,304	0,748	9,53	0,454	0,229	0,565	0,566	
OSP = 1 кг (0,597 кг/кг BM)	18,25	0,892	0,450	13,66	0,650	0,328	0,748	10,30	0,491	0,248	0,565	0,566	
Тимофійка лучна N₃₀P₆₀K₉₀													
BM = 1 кг	9,53	0,465	0,235	7,16	0,339	0,171	0,751	5,37	0,256	0,129	0,563	0,562	
CP = 1 кг (0,642 кг/кг BM)	16,83	0,887	0,414	12,63	0,599	0,303	0,751	9,48	0,451	0,228	0,563	0,562	
OSP = 1 кг (0,594 кг/кг BM)	18,19	0,887	0,448	13,66	0,648	0,327	0,751	10,24	0,488	0,246	0,563	0,562	
Тимофійка лучна N₉₀₊₃₀P₆₀K₉₀													
BM = 1 кг	9,97	0,488	0,247	7,46	0,355	0,179	0,748	5,49	0,261	0,132	0,551	0,552	
CP = 1 кг (0,678 кг/кг BM)	16,88	0,827	0,418	12,63	0,602	0,304	0,748	9,30	0,443	0,224	0,551	0,552	
OSP = 1 кг (0,627 кг/кг BM)	18,25	0,894	0,451	13,66	0,650	0,328	0,748	10,05	0,479	0,242	0,551	0,552	
Стоколос безостий без добрив (контроль)													
BM = 1 кг	10,06	0,334	0,169	5,13	0,244	0,123	0,509	3,93	0,187	0,095	0,391	0,575	
CP = 1 кг (0,689 кг/кг BM)	24,17	0,803	0,406	12,31	0,586	0,296	0,509	9,44	0,450	0,227	0,391	0,575	
OSP = 1 кг (0,638 кг/кг BM)	17,78	0,869	0,439	13,31	0,634	0,320	0,749	10,21	0,486	0,245	0,574	0,575	
Стоколос безостий N₃₀P₆₀K₉₀													
BM = 1 кг	8,88	0,434	0,219	6,63	0,316	0,159	0,746	5,10	0,243	0,123	0,574	0,577	
CP = 1 кг (0,673 кг/кг BM)	16,69	0,816	0,412	12,45	0,593	0,299	0,746	9,58	0,456	0,230	0,574	0,577	
OSP = 1 кг (0,623 кг/кг BM)	18,04	0,883	0,446	13,46	0,641	0,324	0,746	10,35	0,493	0,249	0,574	0,577	
Стоколос безостий N₉₀₊₃₀P₆₀K₉₀													
BM = 1 кг	10,34	0,505	0,255	7,74	0,369	0,186	0,749	5,84	0,278	0,140	0,565	0,566	
CP = 1 кг (0,689 кг/кг BM)	16,90	0,826	0,417	12,65	0,602	0,304	0,749	9,54	0,454	0,229	0,565	0,566	
OSP = 1 кг (0,638 кг/кг BM)	18,27	0,893	0,451	13,68	0,651	0,329	0,749	10,32	0,491	0,248	0,565	0,566	
Очеретянка звичайна без добрив (контроль)													
BM = 1 кг	10,39	0,508	0,256	7,80	0,371	0,187	0,751	5,74	0,273	0,138	0,553	0,552	
CP = 1 кг (0,626 кг/кг BM)	17,08	0,835	0,422	12,82	0,611	0,308	0,751	9,44	0,450	0,227	0,553	0,552	
OSP = 1 кг (0,579 кг/кг BM)	18,47	0,903	0,456	13,86	0,660	0,333	0,751	10,21	0,486	0,245	0,553	0,552	
Очеретянка звичайна N₃₀P₆₀K₉₀													
BM = 1 кг	10,00	0,489	0,247	7,46	0,355	0,179	0,745	5,61	0,267	0,135	0,561	0,564	
CP = 1 кг (0,673 кг/кг BM)	16,60	0,812	0,410	12,38	0,589	0,298	0,745	9,31	0,443	0,224	0,561	0,564	
OSP = 1 кг (0,623 кг/кг BM)	17,95	0,878	0,444	13,38	0,637	0,322	0,745	10,06	0,479	0,242	0,561	0,564	
Очеретянка звичайна N₉₀₊₃₀P₆₀K₉₀													
BM = 1 кг	10,50	0,514	0,259	7,86	0,374	0,189	0,749	5,83	0,278	0,140	0,556	0,556	
CP = 1 кг (0,627 кг/кг BM)	16,95	0,829	0,419	12,69	0,605	0,305	0,749	9,42	0,449	0,227	0,556	0,556	
OSP = 1 кг (0,580 кг/кг BM)	18,32	0,896	0,453	13,72	0,654	0,330	0,749	10,18	0,485	0,245	0,556	0,556	

Примітки: К_{рд} - коефіцієнт розщеплення при бродінні; К_{рфт} - коефіцієнт розщеплення енергії фактичний від теоретичної; К_{рфм} - коефіцієнт розщеплення енергії фактичний від метаногенної; Кл - коефіцієнт лігніфікації

В наших дослідженнях вміст фактичної енергії становить 9,27-11,39 МДж/кг, що на 36-47% менше за вміст теплової енергії органічної сухої речовини. Відповідно, фактичний вихід біогазу з 1 кг органічної сухої речовини становить 0,441-0,542 м³/кг (0,223-0,274 м³/кг метану), що на 39-48% менше за теоретичний вихід біогазу. Найвищий фактичний вміст енергії 11,39 МДж/кг та вихід біогазу 0,542 м³/кг (метану 0,274 м³/кг) відмічено у грястиці збірної при внесенні N₉₀₊₃₀P₆₀K₉₀, найнижчі показники 9,27 МДж/кг та 0,441 м³/кг (0,223 м³/кг) - у костриці очеретяної.

Результати розрахунків фактичної енергії показують, що частка її, яка перетворюється в енергію біогазу, становить 53 – 66 % від теоретичної теплової енергії та 53 - 68% - від теоретичної метаногенної енергії.

Для повної характеристики досліджуваних культур нами проведено визначення їх енергетичного потенціалу з одиниці площі (1 га). Оцінка культур здійснювалась за критеріями їх енергоефективності та продуктивності з одного гектара.

За результатами аналізу встановлено, що за використання багаторічних злакових трав на насіння залишається 75% від загальної кількості врожаю біомаси, яку можна використовувати як вегетативне енергетичне джерело. За таких умов багаторічні злакові культури здатні забезпечити вихід з одного гектара теоретичної енергії, що перетворюється в біогаз на рівні 20488,64- 58393,45 МДж/кг за сухою масою після обмолоту, а з отави – 6863,05 - 30706,62 МДж/кг, що в сумі за рік становитиме 30216,48 - 75764,27 МДж/кг.

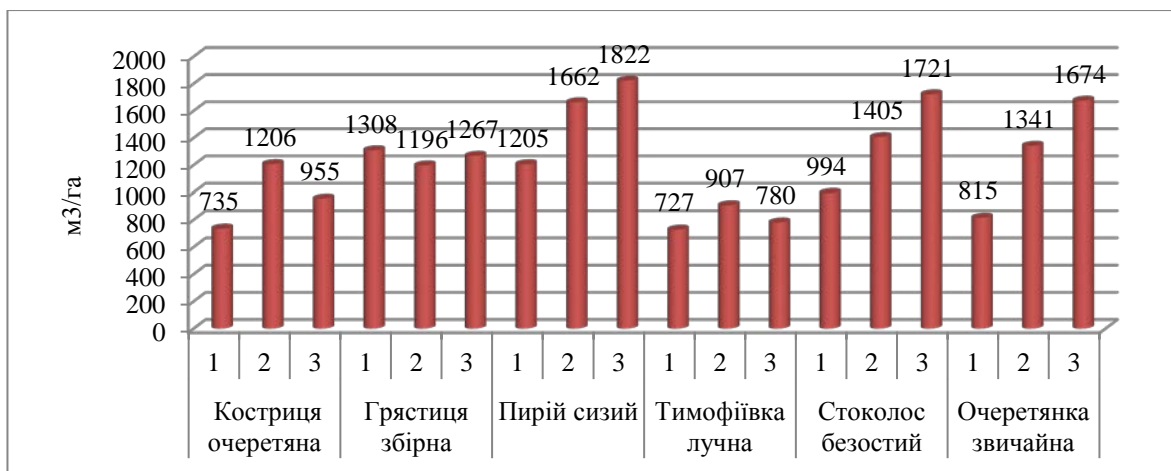


Рис. 1 Вихід метану з одиниці площі залежно від виду культури

Примітка: 1 - Контроль (без добрив); 2 - N₃₀P₆₀K₉₀; 3 - N₉₀₊₃₀P₆₀K₉₀

Фактичний вихід біогазу трав у першому укосі становив 976 - 2781 м³/га (метану – 493- 1404 м³/га), з отави - 326 - 1462 (165 - 738), а в сумі за рік – 14399 - 3608 м³/га (727 - 1822 м³/га).

Найбільший вихід енергії 5839 МДж/кг та біогазу 2781 м³/га (метану 1404 м³/га) в першому укосі (обмолот насінників) забезпечив пирій сизий на фоні добрив N₉₀₊₃₀P₆₀K₉₀, в другому, відповідно 28153, 1341, 677 укосі - (отави) стоколос безостий на цьому ж фоні. В сумі за рік максимальний вихід теоретичної енергії 71575 та 75764 МДж/кг та біогазу 3847 та 3608 м³/га (метану 1721 та 1822 м³/га) отримали із стоколосу безостого та пирію сизого на фоні живлення N₉₀₊₃₀P₆₀K₉₀.

Аналіз сучасного стану використання земель показав, що тільки в Житомирській області сьогодні не використовується майже 40% сільськогосподарських угідь. Серед них 60,2 тис. га займають перелоги, 197 - кормові угіддя, які через відсутність тваринництва не використовуються в повній мірі. До того ж, за програмою розвитку тваринництва, в області необхідно передбачити вирощування багаторічних трав на площі 21 тис. га на насіння. Це свідчить про те, що є потенційні можливості розвитку біоенергетичної галузі без великих енерговитрат на вирощування біосировини, як в окремо взятій Житомирській області так і в цілому в зоні Полісся.

Враховуючи ситуацію, яка на сьогодні склалася, по кількості внесення органічних добрив (в перерахунку на підстилковий гній) на гектар ріллі (на початку 90-х років на гектар ріллі чи сівозмінної площі вносили 8 - 10 т/га, сьогодні - 0,5-3,0 т/га, а в деяких випадках залишають на полі лише побічну продукцію чи висівають сидерати). Для вирішення проблеми дефіциту органічних добрив і зменшення енергетичного навантаження технологій вирощування сільськогосподарських культур на Поліссі проводилось вивчення агрохімічного складу переробленого субстрату. Встановлено, що сировина, яка отримана в результаті анаеробного зброджування, мала вміст: N – 0,49-1,17%, P - 0,18 - 0,27%, K – 0,60 - 0,99%; з гноєм ВРХ, відповідно 0,49-1,76, 0,27-0,38, 0,60-1,64%. Тобто, при їх внесенні з однією тонною переробленого субстрату в ґрунт надійде від 4,9 до 17,6 кг азоту, 1,8 – 3,8 кг фосфору та 6,0 - 16,4 кг калію.

Висновки. Зона Полісся має значний потенціал для розвитку фітоенергетики. Є всі можливості для виробництва альтернативної енергії, а саме біогазу на основі анаеробної переробки вегетативної маси багаторічних трав, вирощених в сівозмінах чи на виведених з обробітку земель. Багаторічні злакові культури здатні забезпечити за рік з одного гектара вихід теоретичної енергії, що перетворюється в біогаз, на рівні 30216- 75764 МДж/кг, фактичний вихід біогазу становитиме при цьому 1439 - 3608 м³/га (метану 493 - 1404 м³/га).

Список використаних літературних джерел

1. Бакланов Ю. Биогаз - это выгодно / Ю. Бакланов // Белорусское сельское хозяйство: ежемесячный научно-практический журнал. – 2010. – № 12. – С. 51-52.
2. Кузнецова А. Чи прибуткове виробництво біогазу [Електронний ресурс] / А. Кузнецова // Агробізнес сьогодні. – 2010. – № 1-2 (176-177). – Режим доступу: <http://www.agro-business.com.ua>.
3. Ласькова А. В. Экологические аспекты использования нетрадиционных источников энергии (биотопливо) / А. В. Ласькова, Д. Г. Погарцев // Агроэкологические аспекты сельскохозяйственного производства: материалы факультетской студенческой научной конференции, 14 ноября 2007 г., Горки. – Горки, 2007. – С. 61-62.].
4. Гелетуха Г. Г. Біоенергетика у Фінляндії / Г. Г. Гелетуха, Т. А. Железна // Зелена енергетика. – 2002. – №3. – С. 16. – ISSN 1684-2294.
5. Гелетуха Г. Г. Біоенергетика в Австрії / Г. Г. Гелетуха, Т. А. Железна // Зелена енергетика – 2003. – №2. – С. 18–19. – ISSN 1684-2294.
6. Закон України « Про альтернативні джерела енергії» Офіц. текст станом на 20.02.2003 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=555-15> – Назва з екрану.
7. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» Офіц. текст зі змінами станом на 20.06.2007 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=1264-12> – Назва з екрану.
8. Перспективы применения возобновляемых источников энергии в Украине / И. П. Масло [и др.] // Ресурсосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве: сборник статей Международной научно-практической конференции (19-21 октября 2004 г.; Минск) / Национальная академия наук Республики Беларусь, Республиканское унитарное научно-исследовательское предприятие "Институт механизации сельского хозяйства НАН Беларуси. – Минск: [б. и.], 2004. – Минск, 2004. – Т. 2. – С. 115-119.
9. Sorensen B. Renewable energy. Its physics, engineering, use, environmental impacts, economy and planning aspects / B. Sorensen. – 3th. ed. – Amsterdam; Boston; Heidelberg; London; New York; Oxford; Paris; San Diego; San Francisco; Singapore; Sydney; Tokyo: Elsevier Academic Press, 2004. – 928 p. – Перевод заглавия: Возобновляемые источники энергии: физика, техника, окружающая среда, экономика, планирование.
10. Авизов А. Х. Экономическая эффективность технологии конверсии биомассы в топливо и удобрения / А. Х. Авизов., Ю. В. Синяк // Биотехнология кормопроизводства и переработки отходов. – Рига, 1987. – С. 197– 202.
11. Павліський В.М. Енергетичний і метагеновий потенціал соломи зернових культур,

ріпаку, і кукурудзи // В.М.Павліський, Нагірний В.П., Павлівська О.В. / [Електронний ресурс] Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. — 2010. — Режим доступу: <http://nubip.edu.ua/about/http%3A/%252Felibrary.nubip.edu.ua/view/subjects/subjects.html>

12. Хімічний склад і поживність кормів / [Колектив авторів]; за ред. акад. ВАСГНІЛ Й.А.Даниленка. – К. «Урожай», 1973. -345с.

Аннотація

Вишнева О.В., Дмитренко Т.Ф., Тугуєва І.В., Дидковський С.Ю.

Эмпирическое определение выхода биогаза из вегетативной массы многолетних злаковых трав

Определено теоретический выход биогаза, который получают путем анаэробного сбраживания растительной массы многолетних злаковых трав в зоне Полесья. Установлено, что в сумме за год фактический выход биогаза с многолетних трав составляет – 14399 - 3608 м³/га (метану 727 - 1822 м³/га).

Ключевые слова: биогаз, метан, вегетативные источники, возобновляемая энергия, продуктивность

Annotation

Vyshnevska O., Dmytrenko T., Tuguyeva I., Didkivskyy S.

Empirical determination of biogas emission from permanent grasses vegetative mass

The article deals with theoretical calculation of biogas emission, obtained in the course of anaerobic digestion of permanent grass plant mass in Polissya region. It was proved that total annual actual biogas emission of permanent grasses totals 14399 - 3608 m³/ha (methane 727 - 1822 m³/ha).

Keywords: biogas, methane, vegetative sources, renewable energy, productiveness

Отримано редакцією 01.10.13

УДК 657:471

ДРУКОВАНІЙ М.Ф., доктор техн. наук, професор,

ДИШКАНТ Л.В.,

Вінницький національний аграрний університет

e-mail: dushkant_lv@ukr.net

ТЕХНОЛОГІЧНА ЛІНІЯ ПО ВИРОБНИЦТВУ БІОГАЗУ ТА БІОЛОГІЧНИХ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

В статті розглянуто питання виробництва біологічних органічних добрив заданого вмісту фосфору, азоту, калію і кальцію під задану сільськогосподарську культуру.

Ключові слова: біологічні органічні добрива, біогаз, реактор, технологічна лінія.

Вступ. В світовій практиці використовується дві технологічні лінії по переробці біомаси в біогаз та біологічні добрива. В Німеччині, Данії та інших Європейських країнах використовується технологічна лінія, в якій в результаті зброджування виробляється біогаз, який переробляється в когерентній установці в тепло та електричну енергію. Вироблене тепло використовується для підігріву біомаси в реакторі, а електроенергія передається в електромережу. В Китаї та інших країнах Азії використовується технологічна лінія по виробництву біогазу та біологічних добрив. Біогаз використовується в двигунах внутрішнього згорання. В