

Управління ефективним використанням сільськогосподарських відходів для виробництва біогазу

Відходи агропромислового комплексу можна використовувати як сировину для промисловості, виробництва кормів, а головне – для виробництва біогазу, що дасть змогу зменшити енергетичну залежність підприємств та держави загалом. Метою статті є розкриття управлінських аспектів ефективного використання сільськогосподарських відходів як сировини для виробництва біогазу. Здійснено аналіз статистичних даних щодо утворення відходів в Україні. Виявлено, що частка відходів сільськогосподарського, лісового та рибного господарства у загальній кількості відходів підприємств щорічно зростає. Однак політика використання відходів сільськогосподарського господарства не розкривається в статистичних звітах, що ускладнює управління ефективним використанням сільськогосподарських відходів на виробництво біогазу на державному рівні. Розкрито загальноєвропейські та світові тенденції поводження з відходами, які свідчать про зростання їх енергетичного використання, що дає змогу отримати біопалива для заміни традиційних енергоресурсів. Оцінено динаміку встановлених потужностей у світі, що працюють на біоенергії в тому числі з використанням відходів. Охарактеризовано німецьку та датську модель переробки відходів тваринного походження для виробництва енергії. Здійснено аналіз енергоспоживання на основі відновлювальних джерел в Україні та визначено частку енергії біопалива та відходів в загальному постачанні первинної енергії. Україна має надзвичайно високий потенціал використання відходів як енергетичної сировини. Виявлено, що із загального обсягу встановлених потужностей: близько 15 МВт – це біогазові установки, які працюють на полігонах твердих побутових відходів; близько 25 МВт – це потужності, що виробляють біогаз із відходів сільськогосподарського господарства. Пожвавленню розвитку цієї сфери сприяв прийнятий у 2015 році Закон України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії.

Ключові слова: відходи, сільськогосподарські відходи, поводження з відходами, утилізація, біопаливо, біогаз.

D.M. TOKARCHUK

(Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia, Ukraine)

Management of Efficient Use of Agricultural Waste for Biogas Production

Wastes from the agro-industrial complex can be used as raw materials for industry, forage production, and most importantly for biogas production, which will reduce the energy dependence of enterprises and the state as a whole. The purpose of the article is to disclose management aspects of the effective use of agricultural waste as raw materials for the production of biogas. The analysis of statistical data on the creation of waste in Ukraine was carried out. It was revealed that the share of waste from agriculture, forestry and fisheries in the total amount of waste from enterprises is growing every year. However, the policy of using agricultural wastes is not disclosed in the statistical reports, which complicates the management of the effective use of agricultural waste for biogas production at the state level. The European and world trends in waste management were disclosed, which indicate the growth of renewable energy use. The biofuel is increasingly replacing the traditional energy resources. The dynamics of installed capacities in the world working on bioenergy including waste was estimated. The German and Danish model for the processing of animal waste for energy production was described. The analysis of energy consumption based on renewable sources in Ukraine was carried out and the share of energy of biofuel and waste in the total supply of primary energy was determined. Ukraine has an extremely high potential for using waste as energy raw materials. It was revealed that today in Ukraine the biogas plants that operate on landfills of solid domestic waste product about 15 MW of energy; the capacities that produce biogas from agricultural waste product about 25 MW of energy. The development of this sphere was promoted by the Law of Ukraine adopted in 2015 regarding the provision of competitive conditions for the production of electricity from alternative energy sources.

Keywords: waste, agricultural waste, waste management, utilization, biofuel, biogas.

* Токарчук Діна Миколаївна, доцент кафедри адміністративного менеджменту та альтернативних джерел енергії Вінницького національного аграрного університету (м. Вінниця), кандидат економічних наук, доцент.

Постановка проблеми. На сьогоднішній день відходи агропромислового комплексу не завжди знаходять застосування, хоч і є цінною сировиною. Вони здебільшого органічного походження і підлягають переробці. Їх можна використовувати як сировину для промисловості, виробництва кормів, а головне – для виробництва біогазу, що дасть змогу зменшити енергетичну залежність підприємств АПК та нашої держави загалом.

Проблемою як аграрного сектору України, так і економіки загалом є дефіцит первинних джерел енергії, який повинен активно покриватися за рахунок відновлюваних джерел. Національним планом дій з відновлюваної енергетики до 2020 року в нашій державі встановлено загальну мету, згідно якої внесок відновлюваних джерел енергії до валового кінцевого енергоспоживання має досягти 11 % у відповідності до зобов'язань України як члена Енергетичного співтовариства.

Відтак питання управління сільськогосподарськими відходами з метою їх використання для виробництва біопалива є актуальними та відповідають вимогам часу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зважаючи на важливе значення ефективного управління відходами для екологічної, енергетичної безпеки та розвитку економіки, дослідженням цього питання постійно займаються як зарубіжні, так і вітчизняні вчені. Серед зарубіжних науковців це Т. Маї-Моулін, Й. Сігвонен, С. Себерт. В Україні дослідженням енергетичного використання відходів займаються Г.Г. Гелетуха, Т.А. Железна, Г.М. Калетник [6], М.В. Любін [6], О.П. Скорук [8] та інші. Однак, проблематика виробництва біогазу залишається повністю не вирішеною, що обумовлює необхідність продовження наукових пошуків.

Метою статті є розкриття управлінських аспектів ефективного використання сільськогосподарських відходів як сировини для виробництва біогазу.

Методика дослідження. Для досягнення поставленої

мети було використано абстрактно-логічний, статистико-економічний, монографічний, економіко-математичний, табличний і графічний методи.

Виклад основних результатів дослідження. Згідно із Законом України «Про відходи», відходи – це будь-які речовини, матеріали і предмети, що утворилися у процесі виробництва чи споживання, а також товари (продукція), що повністю або частково втратили свої споживчі властивості та не мають подальшого використання за місцем їх утворення чи виявлення і від яких їхній власник позбувається, має намір або повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення [9].

Такий підхід має певні недоліки, зокрема, не враховується, що відходи є, з одного боку, ресурсом для подальшого корисного використання, а з іншого – небезпечним забруднюючим фактором. Для вирішення цієї проблеми І.В. Замулою та В.В. Бондарчуком запропоновано власне визначення поняття «відходи», під якими вони розуміють рештки будь-яких матеріалів, предметів, речовин, що утворюються внаслідок людської діяльності, функціонування інших біологічних істот, природних і техногенних ситуацій, які можуть мати або не мають подальшого використання за місцем їх утворення, мають власника, який повинен усіма можливими способами запобігти їх утворенню або ж позбутися їх у встановленому законом порядку шляхом утилізації, видалення чи переробки з метою забезпечення охорони навколишнього природного середовища та захисту життя і здоров'я людей [2].

За даними Державного комітету статистики України у 2016 р. в Україні накопичено 295,9 млн. т відходів (табл. 1). Із загального обсягу утворених відходів 97,8 % (289,5 млн. т) припадає на відходи, що утворились унаслідок економічної діяльності підприємств та організацій, а 2,2 % (6,4 млн. т) – у домогосподарствах. Утворення відходів в Україні в 2016 р. зменшилось на понад 30 % порівняно з 2010 р.

Таблиця 1

Утворення відходів в Україні

Одиниця виміру	Роки							2016 р до 2010 р. (+,-)
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
млн. т	425,9	443,8	446,7	445,3	355	312,7	295,9	-130
% до попереднього року	100,0	104,0	100,7	99,7	79,8	87,9	94,7	-

Джерело: сформовано автором на основі [7].

Відходи сільського господарства в Україні у 2016 р. склали 8716 тис. т, що на 147 тис. т менше, ніж у 2010 р. (табл. 2). Частка відходів сільського, лісового та рибного господарство у загальній кількості відходів варіює в діапазоні 2,01-2,95 %, найбільшою вона була у 2016 р. – майже 3 %. Щорічно зростає частка відходів сільського, лісового та рибного господарство у загальній кількості відходів підприємств та організацій – з 2,04 % у 2010 р. до 3,01 % – у 2016 р.

Основні напрями поводження з відходами включають: спалювання для отримання енергії;

спалювання без отримання енергії; утилізацію; видалення у спеціально відведені місця чи об'єкти; вторинне використання, в т.ч. на виробництво біопалива [1].

Поводження з відходами сільського господарства в статистичних даних не виділено окремою статтею. При аналізі поводження з відходами за категоріями матеріалів можна виділити відходи тваринного походження та змішані харчові відходи, відходи рослинного походження, а також тваринні екскременти, сечу та гній, які за своїм походженням відносяться до відходів сільського господарства (табл. 3).

Утворення відходів в сільському, лісовому і рибному господарстві України, 2010-2016 рр.

Показники	Роки							2016 р до 2010 р. (+,-)
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Усього відходів, тис. т	425914	447641	450726	448118	355000	312268	295870	-130044,1
Відходи підприємств та організацій, тис. т	419192	442464	442457	439091	343636	306214	289524	-129668
Відходи сільського, лісового та рибного господарства	8568	12438	10239	10312	8451	8737	8716	147
Частка відходів сільського, лісового та рибного господарства у загальній кількості відходів, %	2,01	2,78	2,27	2,30	2,38	2,80	2,95	0,93
Частка відходів сільського, лісового та рибного господарства у загальній кількості відходів підприємств та організацій, %	2,04	2,81	2,31	2,35	2,46	2,85	3,01	0,97

Примітка: з 2014 року – без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим.
Джерело: сформовано автором на основі [7].

Поводження з відходами сільськогосподарського походження за категоріями матеріалів в Україні, 2016 р.

Вид відходів	Всього, тис. т	Спалено для отримання енергії		Спалено без отримання енергії		Утилізовано		Видалено у спеціально відведені місця чи об'єкти	
		тис. т	%	тис. т	%	тис. т	%	тис. т	%
Відходи тваринного походження та змішані харчові відходи	330,3	0	0	2,3	0,70	315,1	95,4	12,9	3,9
Відходи рослинного походження	3590	392,4	10,9	32,6	0,91	3158,4	88,0	7	0,2
Тваринні екскременти, сеча та гній	3206	-	-	-	-	3146,9	98,2	58,9	1,8

Джерело: сформовано на основі [7].

У 2016 р. із загальної кількості відходів тваринного походження та змішаних харчових відходів було утилізовано 95,4 %; 3,9 % було видалено у спеціально відведені місця чи об'єкти і 0,7 % – спалено без отримання енергії. Відходи рослинного та тваринного походження теж у переважній більшості утилізуються – 88,0 % та 98,2 % відповідно. Недостатнім є обсяг спалення відходів рослинного походження на виробництво енергії – лише 0,91 % у 2016 р.

Загальноєвропейські та світові тенденції поводження з відходами свідчать про зростання їх енергетичного використання, що дає змогу отримати біопалива для заміни традиційних енергоресурсів.

За даними Міжнародного агентства IRENA за період 2006-2017 рр. у світовій енергетичній сфері більш ніж у 2 рази збільшено потужності, що працюють на біоенергії в т. ч. з відходів (рис. 1).

В останні роки поновлювана енергетика в ЄС зростає швидкими темпами. Це спричинено обов'язковими цілями для поновлюваних джерел енергії, прийнятими Стратегією Енергетичного союзу ЄС до 2020 та 2030 рр. (скорочення викидів парникових газів на 40 %; збільшення частки поновлюваної енергії до 27 % споживання; покращення енергоефективності на 27 %), які також відповідають європейській економіці з низьким рівнем викидів вуглецю у 2050 р. (Біла книга-2011), переглянутій Директиві щодо поновлюваної енергії 2021-2030 (RED II), яка є частиною комплексного пакета «Чиста енергетика для всіх європейців» [3]. Країни-члени ЄС в цілому намагаються досягти своїх цілей на 2020 рік, а використання відходів у енергетичних цілях є одним з шляхів досягнення запланованих показників.

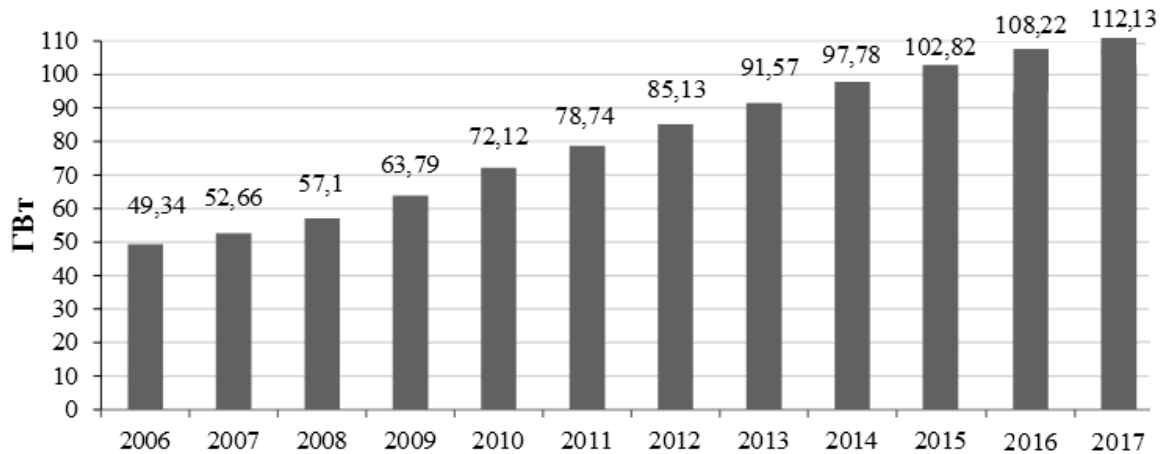


Рис. 1. Динаміка встановлених потужностей у світі, що працюють на біоенергії в т.ч. з використанням відходів, ГВт

Джерело: сформовано автором на основі [10].

Енергетичним продуктом, що утворюється при переробці органічних відходів сільського господарства методом анаеробного зброджування є біогаз. Біогазовий сектор ЄС дуже різнонаправлений, залежно від національних пріоритетів, фінансових стимулів та відповідних видів сировини [8].

У європейській практиці просторовий аспект використання відходів тваринництва для виробництва біогазу виражається у 2-х стратегіях розвитку: німецькій та датській.

Перша з них характеризується використанням відходів тваринництва в місцях їх утворення або накопичення (для потреб тих самих господарств, в яких ці відходи буди утворені), друга – створенням централізованих біоенергетичних установок, які споживають відходи одразу кількох фермерських господарств.

Німецька модель характеризується великими питомими капіталовкладеннями, внаслідок чого є ефективною лише у випадку стимулювання розвитку біоенергетики з боку держави, що характерне для Німеччини (та Австрії), або за сприятливих кліматичних умов, коли не виникає потреба у метантенках складної конструкції (Італія).

Датська модель характеризується трьома принциповими перевагами порівняно з німецькою: зменшення питомих капіталовкладень завдяки збільшенню одиничної потужності установки; можливість когенерації (вироблення як теплової, так і електричної енергії одночасно); можливість коферментації (ефекту значного збільшення питомого виходу біогазу внаслідок одночасного використання кількох видів біоресурсів у метантенку) [5].

Наразі Німеччина та Великобританія є найбільшими виробниками біогазу в ЄС. Німеччина виробляє 93 % біогазу за технологією бродиння відходів сільськогосподарських культур, переважно кукурудзяного силосу. Великобританія, Естонія, Греція, Ірландія, Португалія та Іспанія виробляють понад 80 % біогазу на сміттєзвалищних полігонах. В інших країнах використовуються комбінації різних

видів технологій та сировини [11].

Лідером у виробництві біогазу з відходів сільського господарства стала Німеччина, в країні виробляється 64 % біогазу від загального його обсягу по ЄС. На Італію, Чеську Республіку та Великобританію припадає 13 %, 5 % та 4 % відповідно. Довгостроковим планом Франції за відповідної урядової інвестиційної підтримки передбачено значно збільшити кількість об'єктів по виробництву біогазу. У Нідерландах у червні 2017 р. урядовим рішенням виділено субвенцію в розмірі 150 млн. євро на обладнання для переробки рідкої біомаси для виробництва тепло- та електроенергії. У загальному по країнам ЄС (Німеччина, Франція, Нідерланди, Австрія, Чехія та Польща) простежується тенденція до нарощування потужностей когенераційних установок на біогазі. Завдяки використанню нових технологій з очищення біогазу (99 % метану) його активно використовують як транспортне паливо у більшості країн ЄС. За даними Євростату, у 2015 р. у країнах ЄС спожито 127,5 тис. т біогазу на транспорті [3].

Україна теж розвиває енергетичний напрям поводження з відходами поряд з використанням інших видів відновлюваних джерел енергії. Аналіз енергоспоживання на основі відновлювальних джерел в Україні (табл. 4) показав, що в 2016 р. загальне постачання первинної енергії зменшилося на 40650 тис. т. е., натомість постачання первинної енергії на основі біопалива та відходів, навпаки, зросло на 1356 тис. т. н. е.

Загалом в Україні за рахунок енергії з відновлюваних джерел було забезпечено 3,9 % потреб у енергії у 2016 р., що є найбільшим показником за досліджуваний період. Для порівняння, у 2010 р. – лише 2,0 %, у 2014 р. – 2,6 %.

Якщо проаналізувати частку енергії біопалива та відходів в загальному постачанні первинної енергії в Україні за 2010-2016 роки (рис. 2), то можна побачити тенденцію до щорічного зростання цього показника і станом на 2016 рік він становив 3,1 %.

Енергопостачання на основі відновлювальних джерел в Україні, 2010-2016 рр.

№ п/п	Показник	Одиниця виміру	Роки							2016 р. до 2010 р. +,-
			2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
1	Загальне постачання первинної енергії	тис. т н.е.	132308	126438	122488	115940	105683	90090	91658	-40650
із нього										
2	Гідроенергетика	тис. т н.е.	1131	941	901	1187	729	464	660	-471
3	у % до підсумку	%	0,9%	0,7%	0,7%	1,0%	0,7%	0,5%	0,7%	-0,2%
4	Енергія біопалива та відходи	тис. т н.е.	1476	1563	1522	1875	1934	2102	2832	1356
5	у % до підсумку	%	1,1%	1,2%	1,2%	1,6%	1,8%	2,3%	3,1%	2,0%
6	Вітрова та сонячна енергія	тис. т н.е.	4	10	53	104	134	134	124	120
7	у % до підсумку	%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Усього енергія від відновлюваних джерел										
8	Загальне постачання енергії від відновлюваних джерел	тис. т н.е.	2611	2514	2476	3166	2797	2700	3616	1005
9	Частка постачання енергії від відновлюваних джерел	%	2,0%	2,0%	2,0%	2,7%	2,6%	3,0%	3,9%	1,9%

Джерело: сформовано автором на основі [7].

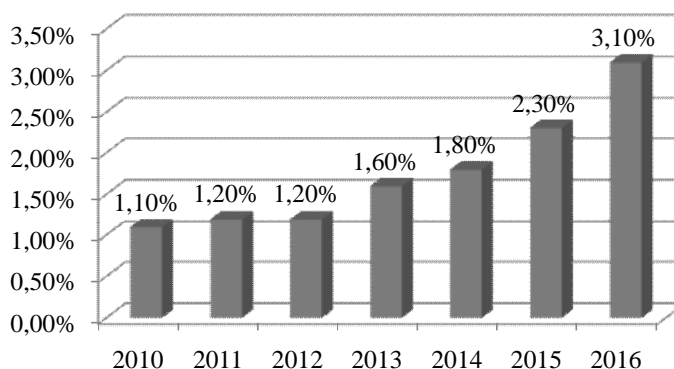


Рис. 2. Частка енергії біопалива та відходів в загальному постачанні первинної енергії в Україні, 2010-2016 рр.

Джерело: сформовано автором на основі [7].

Україна має надзвичайно високий потенціал використання відходів як енергетичної сировини. За даними Держенергоефективності при переробленні лише 10 млн. т відходів країна зможе замінити 600 млн. м³ газу, отримуючи при цьому 3,5 млн. Гкал теплової енергії та 1170 млн. кВт·год електроенергії.

Біогазова галузь швидко розвивається в Україні. Якщо наприкінці 2014 р. в країні було встановлено 14 МВт біогазових установок, які генерують електроенергію за «зеленим» тарифом, то станом на кінець січня 2018 р. вже було 40 МВт таких потужностей, а кількість установок на січень 2018 р. – 26 шт. (рис. 3).

Із загального обсягу встановлених потужностей: близько 15 МВт – це біогазові установки, які працюють на полігонах твердих побутових відходів;

близько 25 МВт – це потужності, що виробляють біогаз із відходів сільського господарства.

Пожвавленню розвитку цієї сфери сприяв розроблений спільно з Держенергоефективності та прийнятий у 2015 р. Закон України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електроенергії. Цим Законом збільшено на 10 % «зелений» тариф для електроенергії з біомаси та біогазу до рівня 12,38 єст/кВт·год [4].

За сучасних умов термін окупності біогазових установок різного типу складає 7-8 років. Для установок з отримання біогазу з відходів тваринництва, у випадку продажу зброженої маси як цінного органічного добрива та застосування «зеленого» тарифу для виробленої електроенергії, термін окупності зменшується до 4-5 років.

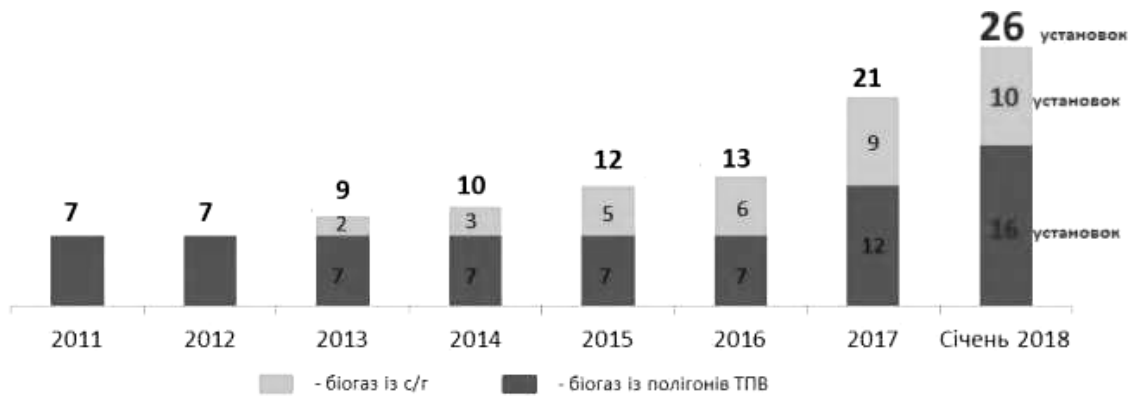


Рис. 3. Кількість біогазових установок в Україні, що працюють за «зеленим» тарифом

Джерело: [4].

Організація виробництва біогазу сільськогосподарськими підприємствами України дасть змогу підвищити економічну ефективність господарювання; підвищити конкурентоспроможність аграрної продукції завдяки зменшенню витрат на її виробництво за рахунок заміни придбання енергоносіїв їх власним виробництвом з відходів; отримати додатковий прибуток від реалізації надлишку біодобрив, а також електроенергії за «зеленим» тарифом.

Зменшення залежності сільськогосподарських підприємств від поставок традиційних енергоносіїв, вартість яких постійно зростає, зробить їх енергетично автономними, що в свою чергу, сприятиме зменшенню енергетичної залежності держави загалом.

Висновки. Таким чином, в Україні існує необхідність підвищення ефективності управління відходами сільськогосподарських підприємств у відповідності до загальноєвропейських і світових тенденцій. Перспективним напрямом є використання сільськогосподарських відходів на енергетичні цілі – виробництво біопалива. Отримання біогазу з сільськогосподарських відходів дає можливість частково вирішити низку проблем, що стоять перед АПК країни: економічну – збільшення конкурентоздатності аграрної продукції завдяки зменшенню витрат на енергоносії при її виробництві; енергетичну – власне виробництво палива, забезпечення енергетичної незалежності аграрних підприємств; агрохімічну – отримання екологічно чистих добрив; екологічну – утилізація органічних відходів, які завдають шкоди навколишньому середовищу; фінансову – зниження витрат на утилізацію органічних відходів і придбання традиційних енергоносіїв, соціальну – створення нових робочих місць.

4 Список використаних джерел

1. Березюк С. В. Еколого-економічні аспекти використання та утилізації побутових відходів. *Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2016. № 10. С. 49-60.

2. Замула І. В., Бондарчук В. В. Бухгалтерський облік відходів сільськогосподарського виробництва: екологічний вектор. *Проблеми теорії та методології бухгалтерського обліку, контролю і аналізу*. Сер.: *Бухгалтерський облік, контроль і аналіз*. 2013. № 3. С. 85-97.

3. Зарубіжний досвід електро- та теплопостачання на основі впровадження екологоефективних біопаливних технологій. URL: https://ua.energy/wp-content/uploads/2017/05/Biopalyvni_tehnologiyi.pdf

4. За останні три роки майже утричі зросли потужності біогазових установок в Україні. URL: <http://rener.com.ua/news/382>

5. Калетнік Г. М., Пришляк В. М. Біопаливо: ефективність його виробництва та споживання в АПК України: навч. посіб. К.: Хай-Тек Прес, 2011. 310 с.

6. Любін М. В., Токарчук О. А., Любін В. С., Смалківський С. В. Аналіз, класифікація та використання простих біогазових установок. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. Серія: *Технічні науки*. 2011. Вип. 8. С. 69-77.

7. Сайт Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>

8. Скорук О. П., Токарчук Д. М. Економічна ефективність виробництва і споживання біогазу: світовий і український досвід. *Збірник наукових праць Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2012. № 2. Том 5. С. 289-298.

9. Про відходи: Закон України від 05.03.1998 р. № 187/98-ВР. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/187/98-вр>

10. IRENA «Renewable Energy Statistics 2018». URL: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Mar/IRENA_RE_Capacity_Statistics_2018.pdf

11. World Energy Outlook 2016. URL: <https://www.iea.org/media/publications/weo/WEO2016Chapter1.pdf>

4 References

1. Bereziuk, S. V. (2016). Ekoloho-ekonomichni aspekty vykorystannia ta utylizatsii pobutovykh vidkhodiv [Ecological and economic aspects of the use and disposal of household waste]. *Ekonomika. Finansy. Menedzhment: aktualni pytannia nauky i praktyky*, (10), 49-60.
2. Zamula, I. V., Bondarchuk, V. V. (2013). Bukhholderskyi oblik vidkhodiv silskohospodarskoho vyrobnytstva: ekolohichniy vektor [Agricultural waste management accounting: environmental vector]. *Problemy teorii ta metodolohii bukhholderskoho obliku, kontroliu i analizu. Ser.: Bukhholderskyi oblik, kontrol i analiz*, (3), 85-97.
3. Zarubizhnyi dosvid elektro- ta teplopostachannia na osnovi vprovadzhennia ekolohoelektyvnykh biopalyvnykh tekhnolohii [Foreign experience of electric and heat supply on the basis of introduction of ecologically effective biofuel technologies]. Retrieved from https://ua.energy/wp-content/uploads/2017/05/Biopalyvni_tehnologiyi.pdf
4. Za ostanni try roky maizhe utrychi zrosly potuzhnosti biohazovykh ustanovok v Ukraini [Over the past three years, biogas capacity has almost tripled their installations in Ukraine]. Retrieved from <http://rener.com.ua/news/382>
5. Kaletnik, H. M., Pryshliak, V. M. (2011). Biopalyvo: efektyvnist yoho vyrobnytstva ta spozhyvannia v APK Ukrainy [Biofuel: efficiency of its production and use in agro-industrial complex of Ukraine]. Kyiv: Khai-Tek Pres.
6. Liubin, M. V., Tokarchuk, O. A., Liubin, V. S., Smalkivskiy, S. V. (2011). Analiz, klasifikatsiya ta vikoristannya prostih biogazovykh ustanovok [Analysis, classification and use of simple biogas plants]. *Zbirnik naukovih prats Vinnitskogo natsionalnogo agrarnogo universitetu. Seriya: Tehnichni nauki*, (8), 69-77.
7. Official site of the State Statistics Service of Ukraine. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua>
8. Skoruk, O. P., Tokarchuk, D. M. (2013). Ekonomichna efektyvnist vyrobnytstva i spozhyvannia biohazu: svitovyi i ukrainskyi dosvid [Economic efficiency of production and consumption of biogas: world and Ukrainian experience]. *Zbirnyk naukovykh prats Tavriiskoho derzhavnoho ahrotekhnolohichnoho universytetu*, (2), vol. 5, 289-298.
9. Verkhovna Rada Ukrainy. (1998). Pro vidkhody: Zakon Ukrainy [On Waste: The Law of Ukraine]. Retrieved from <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/187/98-вп>
10. IRENA «Renewable Energy Statistics 2018». Retrieved from https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Mar/IRENA_RE_Capacity_Statistics_2018.pdf
11. World Energy Outlook 2016. Retrieved from https://www.iea.org/media/publications/weo/WEO2016C_hapter1.pdf