

УДК 504.064.2

Г. В. БІНЬКОВСЬКА, Т. П. ШАНИНА, канд. хім. наук, доц.
Одеський державний екологічний університет
вул. Львівська, 15, м. Одеса, 65016
e-mail: anna.binkovska@gmail.com

ОЦІНКА ОБСЯГІВ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ В СИСТЕМАХ ПОВОДЖЕННЯ З СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИМИ ВІДХОДАМИ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Визначені основні джерела утворення парникових газів в сільському господарстві Одеської області: системи збирання, зберігання та використання гною, системи поводження з відходами рослинництва. Виконано аналіз викидів парникових газів і розраховані їх кількісні показники в системах поводження з сільськогосподарськими відходами, запропоновані заходи щодо зменшення кількості їх викидів в атмосферу з використанням анаеробного зброжування біомаси.

Ключові слова: викиди парникових газів, біомаса, сільськогосподарські тварини, анаеробна ферментація

Binkovska G. V., Shanina T. P.

Odessa State Environmental University

AN ESTIMATION OF AMOUNT GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN AGRICULTURAL WASTE TREATMENT SYSTEMS IN THE ODESSA OBLAST

Greenhouse gases retain radiation in the Earth's atmosphere and contribute to its excessive heating. Human activity, related to agriculture and burning of fossil fuels, is the main source of greenhouse gas emissions influencing the climate change. The greenhouse gas emissions due to the agricultural activities have almost doubled for the last 50 years. They tend to further increase by 30 percent up to 2050, if no measures are taken to reduce their content.

The paper aims at assessment of the volume of greenhouse gas emissions, generated in various systems of agricultural waste treatment by the districts of the Odessa oblast, and development of recommendations for selection of measures to reduce the greenhouse gas emissions. Analysis of the calculated data reveals significant excess of the volumes of greenhouse gas emissions in traditional agricultural waste treatment systems over the emissions in the course of anaerobic fermentation of biomass.

Key words: greenhouse gas emissions, biomass, livestock, anaerobic fermentation

Биньковская А. В., Шанина Т. П.

Одесский государственный экологический университет

ОЦЕНКА ОБЪЕМОВ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В СИСТЕМАХ ОБРАЩЕНИЯ С СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ ОТХОДАМИ ОДЕССКОЙ ОБЛАСТИ

Определены основные источники образования парниковых газов в сельском хозяйстве Одесской области: системы сбора, хранения и использования навоза, системы обращения с отходами растениеводства. Выполнен анализ выбросов парниковых газов и рассчитаны их количественные показатели в системах обращения с сельскохозяйственными отходами, предложены способы уменьшения количества их выбросов в атмосферу с использованием анаеробного сбраживания биомассы.

Ключевые слова: выбросы парниковых газов, биомасса, сельскохозяйственные животные, анаэробная ферментация

Вступ

Постановка проблеми та її зв'язок з важливими практичними завданнями. Сільське господарство посідає значне місце у виробництві товарної продукції в Одеській області, його основними напрямками є рослинництво і тваринництво. За даними Головного управління статистики в Одеській області [1], станом на 2010 р. валова продукція становила 4641,3 млн.грн., що відповідає 7 місцю серед регіонів України.

Посівна площа Одеської області складала 1772,8 тис.га, з яких під зернові та зернобобові культури зайнято 1184,8 тис.га, технічні культури – 429,1 тис.га, картоплю і овоче-баштанні культури – 72,6 тис.га, кормові культури — 86,3 тис.га; валовий збір основних сільськогосподарських культур в 2010 р. склав 1317 тис. т пшениці, 1041 тис. т ячменю, 410 тис. т кукурудзи, 328 тис. т соняшника.

Тваринницька галузь сільського господарства є невід'ємною частиною агроп-

ромислового комплексу Одеської області. Станом на 2010 р. поголів'я корів складало 104,3 тис. голів, свиней 385,1, овець та кіз 398,3, птиці 5550,9 тис. голів, частка у відсотковому відношенні в сільськогосподарських підприємствах складає: велика рогата худоба – 21,8, свині – 32,3, вівці та кози – 18,4, птиця – 21 %, у господарствах населення: велика рогата худоба – 78,2, свині – 67,7, вівці та кози – 81,6, птиця – 79 % відповідно (дані на кінець року у відсотках до загальної чисельності). Інтенсифікація виробництва рослинної сільськогосподарської продукції і збільшення обсягів кінцевого продукту культур при збиранні врожаю, вирощування поголів'я тварин супроводжується утворенням великої кількості органічних відходів, щорічне зростання кількості яких негативно впливає на навколишнє середовище і потребує використання нових підходів до процесів їх зберігання та переробки. У різних системах поводження з органічними відходами рослинного і тваринного походження утворюються газоподібні речовини (у тому числі, парникові гази), що також негативно відбивається на зміні клімату.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Парникові гази затримують випромінювання в атмосфері Землі, що сприяє її надмірному зігріванню. Сільське господарство є одним з основних джерел викидів парникових газів, що є рухомими факторами зміни клімату. Після водяної пари трьома найбільш поширеними довгоіснуючими парниковими газами в атмосфері визначають діоксид вуглецю, метан і оксид діазоту.

Діоксид вуглецю (CO_2) – найважливіший антропогенний парниковий газ в атмосфері, його частка в сумарному збільшенні впливу парникових газів на клімат складає 64 %. Це пов'язано, перш за все, з викидами від спалювання викопних видів палива, зменшенням лісів та зміною у практиці землевикористання. В 2009-2010 рр. вміст CO_2 в атмосфері збільшився до $2,3 \text{ млн}^{-1}$ – вище, ніж в середньому як за 90-роки ($1,5 \text{ млн}^{-1}$), так і за останнє десятиріччя ($2,0 \text{ млн}^{-1}$). В 1990-2010 рр. відбулося зростання радіаційного впливу на 29 % внаслідок дії парникових газів як фактору потепління нашої кліматичної системи, де на діоксид вуглецю припадає майже 80 % цього збільшення.

На долю метану (CH_4) припадає біля 18 % від загального радіаційного впливу, за останні 265 років його концентрація в атмосфері зросла на 158 % з причин людської діяльності: скотарства, вирощування рису, використання викопних видів палива й організації звалищ. На антропогенну діяльність зараз припадає 60 % викидів метану, решту 40 % займають природні джерела, наприклад, водно-болотні угіддя. Після періоду тимчасової стабілізації з 1999 р. по 2006 р. рівень концентрації метану в атмосфері знову збільшився.

Вклад оксиду діазоту (N_2O) в збільшення сумарного глобального радіаційного впливу складає біля 6 %. Оксид діазоту надходить в атмосферу з природних і антропогенних джерел, враховуючи Світовий океан, спалення біомаси, використання добрив і різні промислові процеси. Навантаження його на атмосферу в 2010 р. зросло на 20 % порівняно з попередніми роками. Зростання вмісту N_2O в атмосфері за останні 10 років відбувається, більш за все, в результаті використання азотовмісних добрив разом з органічними добривами, що сприяє значному впливу на глобальний азотний цикл. Вплив концентрації оксиду діазоту в атмосфері за 100-річний період збільшився у 298 разів, ніж еквівалентні викиди діоксиду вуглецю. Крім того, оксид діазоту сприяє деструкції стратосферного озонного шару, який захищає живі істоти від шкідливого ультрафіолетового випромінювання сонця [2].

Згідно останніх оцінок Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) [3], викиди парникових газів в секторі сільського, лісового й рибного господарства збільшилися практично вдвічі за останні 50 років і мають тенденцію до подальшого збільшення на 30 % до 2050 р., якщо не буде здійснено ніяких заходів до їх зниження. Опубліковані дані з глобальної оцінки викидів парникових газів в сільському і лісовому господарстві у зв'язку зі змінами в землекористуванні увійшли у п'ятий Оціночний доклад Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (IPCC) [4]. Дані свідчать, що викиди в аграрному секторі і секторі тваринництва збільшилися на 14 % – з 4,7 млрд.т в еквіваленті діоксиду вуглецю в 2001 р. до більш ніж 5,3 млрд.т в 2011 р. Найбільш значним джерелом вики-

дів парникових газів у сільському господарстві є кишкова ферментація великої рогатої худоби: у 2011 р. на цей процес припадало 39 % від загального об'єму емісій парникових газів в секторі. Викиди з кишкової ферментації збільшилися на 11 % в період з 2001 по 2011 рр. (слід зазначити, що для вирішення цієї проблеми вченими проводиться селекційна робота [5, 6] для отримання нових продуктивних порід ВРХ, що виділяють мінімальні обсяги метану). Обсяг викидів, що утворюються при використанні синтетичних добрив, склав 13 % від загальної кількості викидів у сільському господарстві (725 млн.т в еквіваленті діоксиду вуглецю) в 2011 р.

В результаті детального аналізу обсягів викидів, що утворилися в результаті використання енергії з традиційних джерел палива у сільськогосподарському секторі, у тому числі електроенергії і викопного палива, виявилось, що вони перебільшили 785 млн. т в еквіваленті діоксиду вуглецю в 2010 р., тобто збільшилися на 75 %, починаючи з 1990 р. [3].

Враховуючи тенденцію до поступового збільшення кількості викидів парникових газів у сільському господарстві, зазначається необхідність у зміні політики, що спрямована на боротьбу з глобальним потеплінням: прийнятті рішень з розв'язання проблеми емісії парникових газів шляхом інте-

нсіфікації рослинництва [7], а також прямому стимулюванні розвитку альтернативних джерел енергії і розробці інноваційних технологій, що сприяє формуванню міцного базису для майбутнього розвитку екологічно чистої енергетики [8]. Такі заходи відповідають концепції Кіотського протоколу, у якому наша країна приймає безпосередню участь. Його ратифікація сприяє формуванню та реалізації національної політики за напрямками: енергетична стратегія, підвищення енергоефективності у всіх секторах національної економіки; впровадження альтернативних та поновлюваних джерел енергії; реалізація системи заходів з охорони та покращення поглиначів і накопичувачів парникових газів; реалізація заходів у сільському господарстві; покращення системи поводження з відходами [9]. Для вирішення зазначених проблем необхідна всебічна оцінка джерел формування парникових газів, у зв'язку з чим постає питання щодо оцінки ситуації з їх викидами на місцях та запровадженню необхідних заходів до зниження негативного напрямку процесу.

Метою даної роботи є оцінка обсягів викидів парникових газів, що утворюються в різних системах поводження з сільськогосподарськими відходами в районах Одеської області, розробка рекомендацій для обирання заходів щодо зменшення обсягів викидів парникових газів.

Результати досліджень

У розрахунках викидів парникових газів використовувалися офіційні статистичні дані з врожайності основних сільськогосподарських культур Одеської області, поголів'я сільськогосподарських тварин і птахів за період 2006-2010 рр., застосовувалася базова методика IPCC (Міжурядова група експертів зі зміни клімату) щодо оцінювання викидів парникових газів у секторі сільського господарства [10] з використанням першого рівня розрахунків і коефіцієнтів МГЕЗК. Загальна схема використання полягає у виборі рівнянь і встановлених значень для рівня 1, загальних вказівок з використання методів більш високих рівнів, застосуванні бази даних коефіцієнтів викидів, оцінці невизначеностей.

Для обирання системи поводження з відходами тваринного і рослинного похо-

дження з мінімальним впливом на навколишнє середовище необхідно визначення та порівняння обсягів парникових газів, що утворюються у різних системах поводження з сільськогосподарськими відходами. За допомогою методики [10] проведено розрахунки кількісних показників парникових газів у діючих системах, результат отриманих даних по викидах парникових газів для метану (CH₄) та оксиду діазоту (N₂O) переведено в CO₂-еквівалент для: 1) *систем збирання, зберігання та використання гною великої рогатої худоби, свиней, овець і кіз, а також посліду птахів*; 2) *систем поводження з відходами рослинництва*. Результати розрахунків і сумарна оцінка отриманих даних представлені в табл. 1-3.

Інтенсивне виділення метану внаслідок високої чисельності поголів'я сільсько-

господарських тварин і недосконалих тваринницьких систем збирання, зберігання та використання гною сприяють виділенню значних обсягів парникових газів в атмосферу. Найістотніший вплив здійснюється в результаті стійлового утримання тварин, при якому гній обробляється в рідинних системах. Викиди оксиду діазоту в процесі збирання, зберігання та використання гною істотно варіюють серед різних типів систем господарювання і можуть також призвести

до непрямих викидів, пов'язаним з іншими формами втрат азоту з системи [10].

Згідно з експертною оцінкою, проведеною авторами методики МГЕЗК, середнє значення споживання паливної біомаси *при випалюванні полів* після збирання врожаю визначено для чотирьох культур; показники по двох з них – поживні залишки пшениці та кукурудзи, можуть бути застосовані в розрахунках для визначення викидів парникових газів на території районів Одеської області.

Таблиця 1

Оцінка викидів парникових газів при збиранні, зберіганні та використанні гною в перерахунку їх обсягів на CO₂-еквівалент, (тис. т)

Види тварин	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2009 р.	2010 р.
CH₄					
ВРХ	3,1	2,4	2,2	2,3	2,2
Свині	2,3	1,6	1,4	1,8	1,9
Вівці та кози	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04
Птиця	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Всього по CH ₄	5,4	4,1	3,7	4,1	4,2
N₂O					
ВРХ	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
Свині	0,08	0,06	0,05	0,06	0,07
Вівці та кози	0,13	0,13	0,14	0,15	0,14
Птиця	0,07	0,05	0,10	0,08	0,08
Всього по N ₂ O	0,31	0,26	0,30	0,31	0,31
Загалом в перерахунку на CO ₂ -еквівалент	210,6	167,4	172,3	180,9	183,7

Відсутність в методиці МГЕЗК повного переліку середніх значень для поживних залишків кожної з основних сільськогосподарських культур, що вирощуються на території України (що могло бути застосовано в розрахунках по Одеській області), припускає проведення обчислень тільки по тих культурах, значення для яких вказані в даній методиці. Внаслідок використання лише частини вихідних даних у розрахунках, реальні кількості викидів парникових газів для всіх шести основних видів сільськогосподарських культур, безумовно, набагато вище.

Обчислення проводилися для N₂O і CH₄, оскільки в методиці обмовляється допущення для CO₂ – викиди CO₂ повинні врівноважуватися поглинаннями CO₂ за рахунок подальшого зростання рослинності протягом одного року. Отримані результати з утворення обсягів парникових газів в пе-

рерахунку на CO₂-еквівалент відображено у табл. 2.

Отримані дані щодо кількості викидів парникових газів від процесу компостування за першим рівнем розрахунків з використанням коефіцієнтів викидів для CH₄ і N₂O в перерахунку їх обсягів на CO₂-еквівалент, результати наведено у табл. 3.

Порівняльний аналіз отриманих в результаті проведених розрахунків даних показав значне перевищення обсягів викидів парникових газів при застосуванні процесу компостування рослинної маси над кількістю викидів, отриманих при випалюванні рослинних залишків на полях після збору врожаю.

При пошуках найбільш ефективних заходів щодо утилізації сільськогосподарських відходів тваринного і рослинного походження і зменшення обсягів утворення парникових газів, перш за все необхідно

Таблиця 2

Оцінка викидів парникових газів при спалюванні відходів пшениці та кукурудзи в перерахунку їх обсягів на CO₂-еквівалент, тис. т

Культура	Компонент викиду	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2009 р.	2010 р.
Пшениця	CH ₄	4,51	4,52	5,79	4,88	5,03
	N ₂ O	0,12	0,12	0,15	0,13	0,13
Кукурудза	CH ₄	4,04	1,25	2,99	2,32	2,7
	N ₂ O	0,1	0,03	0,08	0,06	0,07
Всього по CH ₄		8,55	5,77	8,78	7,2	7,73
Всього по N ₂ O		0,22	0,15	0,23	0,19	0,2
Загалом в перерахунку на CO ₂ -еквівалент		248	168	255	209	224

Таблиця 3

Оцінка викидів парникових газів в процесі компостування рослинних відходів в перерахунку їх обсягів на CO₂-еквівалент, тис. т

Культура	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2009 р.	2010 р.
CH₄					
Пшениця	22,69	16,07	38,3	25,7	28,3
Ячмінь	22,3	7,3	24,59	22,8	18,8
Овес	0,4	0,05	0,21	0,14	0,18
Кукурудза	6,45	0,97	6,76	4,46	7,8
Соняшник	6,98	13,27	5,95	4,38	6,23
Картопля	5,11	1,89	3,45	3,15	9,28
Всього по CH ₄	63,99	39,54	79,26	60,57	70,62
N₂O					
Пшениця	1,36	0,96	2,30	1,54	1,70
Ячмінь	1,34	0,44	1,48	1,37	1,13
Овес	0,03	0,003	0,01	0,01	0,01
Кукурудза	0,39	0,06	0,41	0,27	0,47
Соняшник	0,42	0,80	0,36	0,26	0,37
Картопля	0,31	0,11	0,21	0,19	0,56
Всього по N ₂ O	3,84	2,37	4,76	3,63	4,24
Загалом в перерахунку на CO ₂ -еквівалент	2534	1566	3139	2399	2797

керуватися обиранням безпечних біологічних методів, що споріднені з навколишнім середовищем і відповідають концепції сталого розвитку. Таким методом є *анаеробне зброджування* біомаси. При цьому процесі розкладання біомаси рослинного і тваринного походження відбувається в біогазових установках без участі кисню при оптимальних показниках вологості і температури: в залежності від виду метаноутворюючих бактерій, що використовуються, температурний режим для психрофільних мікроорга-

нізмів підтримується в діапазоні 15–20°C, мезофільних 30–40°C і термофільних 50–70°C. Ефективність процесу підтримується постійним перемішуванням сировини з метою запобігання утворенню корки на поверхні рідкого субстрату і рівномірному розподілу всіх шарів всередині біогазового метантенку. За різними оцінками, в залежності від складу сировини і умов процесу утворений біогаз містить від 40 до 70% метану, від 30 до 60% діоксиду вуглецю, біля

1% сірководню і невелику кількість інших газоподібних домішок.

Біогаз, що утворюється в результаті даного виду обробки відходів, містить велику кількість CH_4 , але не потрапляє в навколишнє середовище, а використовується на забезпечення енергетичних потреб. Ймовірні викиди метану в результаті витоків під час технологічного процесу незначні, і варіюються в діапазоні від 0 до 10 відсотків від загальної кількості метану, що утворюється при анаеробному зброджуванні з метою цільового отримання біогазу як альтернативного енергоносія: обсяги технологічних викидів метану за умови середнього витоку 5% у досліджуваній п'ятирічній період можуть становити для біомаси тваринного походження від 0,42 до 0,6 тис.т, для біомаси рослинного походження від 0,4 до 0,8 тис.т відповідно. Показники сумарних викидів парникових газів в традиційних системах поводження з сільськогосподарськими відходами значно перевищують вказані обсяги технологічних викидів. За пері-

од 2006-2010 рр. сумарні викиди парникових газів в системах збирання, зберігання та використання гною діапазон викидів склали 914,9 тис.т в перерахунку на CO_2 -еквівалент, в процесі компостування рослинних відходів – 12434 тис.т, при спалюванні відходів пшениці і кукурудзи – 1104 тис.т в перерахунку на CO_2 -еквівалент.

Необхідно враховувати, що згідно методики [10] використовуються тільки дані для двох сільськогосподарських культур, що є звичайними для вирощування в районах Одеської області. При наявності відповідних даних методики для інших видів культур, характерних для нашого регіону (ячмінь, овес, соняшник, картопля), ймовірно отримати для них не менш значні показники обсягів парникових газів.

Отже, в традиційних системах поводження з сільськогосподарськими відходами рослинного і тваринного походження утворюється значні обсяги парникових газів, дані з порівняння яких, а також обсяги

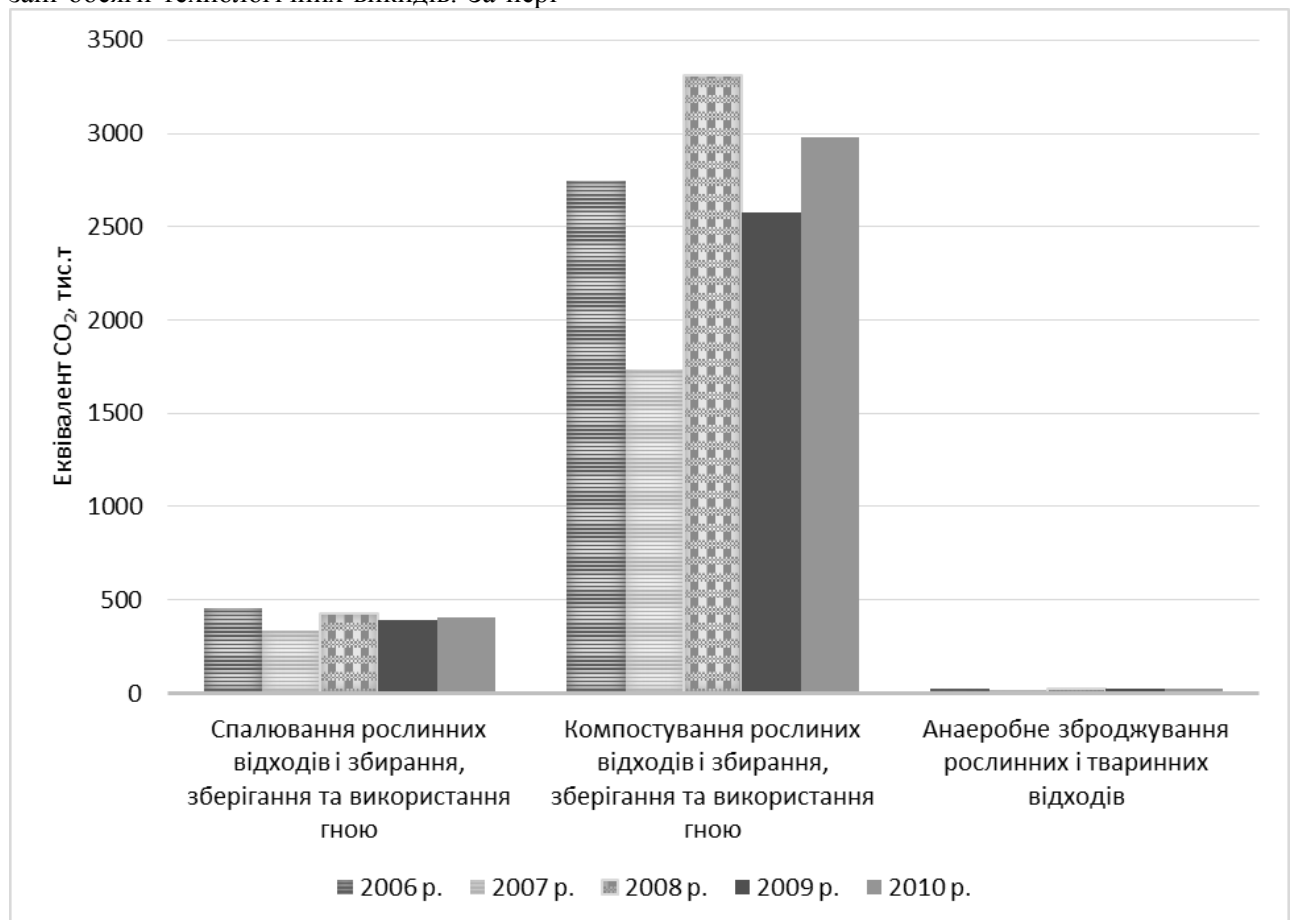


Рис. – Обсяги викидів парникових газів в системах поводження з сільськогосподарськими відходами за період 2006-2010 рр. (еквівалент CO_2 , тис.т)

парникових газів, викидам яких можливо запобігти при використанні методу анаеробного зброджування для утилізації рослин-

ної і тваринної біомаси, представлено на порівняльній діаграмі (рис.).

Висновки

В результаті проведеного дослідження отримані дані, що свідчать про утворення вагомої кількості парникових газів в секторі сільського господарства Одеської області, виявлений прямий зв'язок зменшення їх обсягів при обиранні відповідної системи поводження з відходами тваринного і рослинного походження.

Мінімізація викидів парникових газів в системі поводження з відходами тваринництва і рослинництва в Одеській області можлива при комплексному підході до регулювання механізмів управління АПК. Застосування сучасних технологій у використанні енергетичного потенціалу органічної сировини дозволить зменшити обсяги емісії парникових газів шляхом використання методу анаеробного зброджування біомаси. При використанні цього методу для утилізації рослинної і тваринної біомаси викиди

парникових газів можливо знизити більш ніж у три рази. Сільськогосподарські відходи у якості сировини для біогазових установок також дозволять не тільки істотно скоротити викиди, а й отримати обсяги біогазу, достатні для задоволення власних потреб сільськогосподарських підприємств в енергії. Побічним продуктом при виробництві біогазу є високоякісне за власною живильною цінністю добриво, використання якого дозволить реалізувати повернення поживних речовин біомаси в ґрунт у найбільш легкодоступній формі і підвищити родючість ґрунтів.

Слід відзначити і той факт, що при виробництві енергії для власного споживання продукти спалювання біогазу не враховуються в розрахунках за викидами парникових газів в атмосферу.

Література

1. Сільське господарство України. Статистичний збірник за 2010 р. За ред. Н.С. Власенко. Державна служба статистики України, 2011. – 384 с.
2. Бюлетень ВМО з концентрації парникових газів ВМО-№ 934 від 21.00.2011 р. World Meteorological Organization, a specialized agency of the United Nations / Режим доступу: <http://www.wmo.int/gaw>
3. Tubiello F. N., Salvatore M., Córdor Golec R. D., Ferrara A., Rossi S., Biancalani R., Federici S., Jacobs H., Flammini A. . Agriculture, Forestry and Other Land Use Emissions by Sources and Removals by Sinks. 1990-2011 Analysis. FAO Statistics Division, Working Paper Series ESS/14-02. - FAO 2014. - 89 p.
4. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.). IPCC, Geneva, Switzerland, 2015. – 151 p.
5. Alcock D. J., Hegarty R. S. Potential effects of animal management and genetic improvement on enteric methane emissions, emissions intensity and productivity of sheep enterprises at Cowra, Australia / Animal Feed Science and Technology, 2011. - Vol. 166-167. - P. 749-760
6. Bell M. J., Eckard R. J. Reducing Enteric Methane Losses from Ruminant Livestock – Its Measurement, Prediction and the Influence of Diet / Livestock Production, 2012. - Ch. 7. - 158 p.
7. Snyder C., Bruulsema T., Casarin V., Chen F., Jaramillo R., Jensen T., Mikkelsen R., Norton R., Satyanarayana T., Tu S. Global Crop Intensification Lessens Greenhouse Gas Emissions / Better Crops, 2010. - Vol. 94, No. 4. - P. 16-17.
8. Bertram C., Luderer G., Pietzcker R. C., Schmid E., Krieger E., Edenhofer O.. Complementing carbon prices with technology policies to keep climate targets within reach / Nature Climate Change: Nature Publishing Group, 2015. - No. 5. - P. 235-239.
9. Глобальні зміни клімату: економіко-правові механізми імплементації Кіотського протоколу в Україні / За ред. В. Я. Шевчука. – К.: Геопринт, 2005. – 147 с.
10. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов. Т. 4, МГЭИК, 2006 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ipcc.ch/>

Надійшла до редколегії 08.09.2015