

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ БИОДИЗЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК

*Виктор Полищук, Николай Лободко, Алексей Полищук*

*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины  
Украина, г. Киев, ул. Героев Обороны, 15*

*Victor Polischuk, Nikolay Lobodko, Aleksey Polischuk*

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine  
Str. Heroiv Oborony, 15, Kiev, Ukraine*

**Аннотация.** Приведена область применения глицерина в народном хозяйстве. Определены проблемы использования отходов биодизельного производства – сырого глицерина. Установлена причина низкой рентабельности биогазовых установок и предложен способ увеличения выхода биогаза за счет использования в качестве ко субстрата сырого глицерина биодизельных производств. Определены рациональные нормы внесения сырого глицерина к субстрату (навозу КРС) при его анаэробном сбраживании для увеличения выхода биогаза.

**Ключевые слова.** Сырой глицерин, низкая эффективность, биогаз, ко субстрат, метантенк, навоз КРС.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Производство биодизельного топлива в странах ЕС в 2013 г., за данными Европейской биодизельной ассоциации, составило 6,1 млн. т [1]. Согласно последнему отчету аналитиков Oil World, в 2013 г. мировое производство биодизеля может достичь 24,7 млн. т, что на 1,4 млн. т превышает производство предыдущего года [2].

Вместе с тем, побочным продуктом производства биодизеля есть сырой глицерин, выход которого составляет около 20% выхода биодизеля. Поэтому, в 2013 г. в мире планируется произвести около 5 млн. т сырого глицерина.

Хотя глицерин и представляет собой ценный исходный материал для химической промышленности, и он сам по себе может быть применен во многих областях, но в результате наращивания производства биодизельного топлива в прошлые годы накопились огромные количества непригодных для реализации запасов данного материала. По-

этому возникает проблема поиска новых областей применения глицерина. Ситуация осложняется тем фактом, что за разными технологиями получают сырой глицерин, который характеризуется высокими уровнями содержания воды (8–15%), метанола (1–10%), присутствием моно- и диглицеридов и т.п. Обезвоживание глицерина само по себе представляет энергозатратный процесс, который в сочетании со стадиями очистки от других загрязнителей, делает данный потенциальный "исходный материал" чрезвычайно дорогим [3]. Коммерчески выгодных вариантов переработки сырого глицерина в мире пока что не существует. Все имеющиеся технологии относятся в основном к очистке глицерина, при этом его себестоимость возрастает настолько, что не может сравниться с синтетическим глицерином. В связи с этим себестоимость биодизеля включает в себя и часть стоимости утилизации глицерина. Поэтому до сих пор проблема утилизации глицеринсодержащего побочного продукта производства биодизеля остается весьма актуальной [4].

### АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Область применения глицерина в народном хозяйстве достаточно широкая. Он используется в медицине, кондитерской и легкой промышленности, в военном деле [5]. Также глицерин, полученный при производстве биодизеля, используется как добавка к топливу [6, 7].

Вместе с тем, во всех вышеупомянутых случаях применяется глицерин высокой степени очистки, для чего используются дистилляционные процессы, ионообменный метод и электролиз. При дистилляции

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ БИОДИЗЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК

глицерина в результате высокой температуры его кипения происходит разложение глицерина с образованием полиглицерина и акролеина. К тому же, при проведении процесса дистилляции с водяным паром образуются муравьиная и молочная кислоты. Все это препятствует получению глицерина высокой чистоты методом дистилляции. Кроме того, данный метод достаточно энергозатратный. Ионообменные смолы, которые используются в процессе ионообменного метода очистки глицерина, поглощают только соответствующие заряженные частицы из раствора, пропускаемого через них, не препятствуя прохождению нейтральных частиц (молекул). Кроме того, ионообменные смолы требуют периодической регенерации, которая сопровождается снижением их активности, износом и необходимостью замены отработанной смолы. К тому же, период эксплуатации таких смол непредсказуемый и зависит от большого количества факторов: при очистке глицерина низкого качества или при нарушении режима эксплуатации активность смол быстро снижается [8]. Основным недостатком очистки глицерина методом электромембранной технологии (электродиализа) является концентрационная поляризация, которая ведет к осаждению загрязнителей на поверхности мембран и снижение показателей очистки. Мембрана при этом нуждается в регенерации. Этот процесс требует выключения части системы, большого количества реагентов, а иногда и вовсе замены мембраны, резко увеличивает стоимость и так недешевого процесса очистки сырого глицерина [9].

В связи со сложностью и высокой стоимостью очистки глицерина, выработанного с биологического сырья, широкое распространение получило использование синтетического глицерина, произведенного из пропилена [10], который на 10-15 % дешевле биоглицерина.

В то же время, существует возможность применения неочищенного глицерина для повышения производительности производства биогаза.

Основным субстратом для производства биогаза являются отходы жизнедеятельности животных (навоз КРС, свиней, домашней птицы и др.), который, однако, характеризу-

ется сравнительно низкой производительностью по биогазу. Так, согласно [11], выход биогаза при полном цикле брожения навоза КРС 117 суток составляет 237 л/кг, или 315 л/кг с.о.в. То есть, в среднем в течение суток получается приблизительно 2 л биогаза с 1 кг субстрата, или 2,7 л биогаза из 1 кг с.о.в. субстрата. Однако на практике из-за низкого выхода биогаза полного цикла метанового брожения не придерживаются. Выход биогаза в течение первых 10-20 суток брожения составляет 5,7 л/кг, или 7,6 л/кг с.о.в.

Согласно расчетам по методике [12–17], при такой производительности 90-93% биогаза в осенне-зимне-весенний период и 64-83% в летний период при мезофильном режиме (температура брожения – 40°C) расходуется на поддержание теплового баланса метантенка объемом 100 м<sup>3</sup>, утепленного листами минеральной ваты толщиной 60 см.

Поэтому существенной проблемой биогазовых установок, которые в качестве субстрата используют отходы жизнедеятельности сельскохозяйственных животных, является низкая производительность по биогазу, что приводит к их низкой рентабельности. Для повышения производительности биогазовых установок на данный момент принято использовать постепенный процесс загрузки, при котором после выхода реактора на максимальное генерирование биогаза субстрат подается в течение дня небольшими порциями, ведет к сохранению максимума производства биогаза в течение долгого времени. Кроме того, часто в качестве добавки к навозу используют субстраты, которые имеют значительный выход биогаза – 800-1000 л/кг с.о.в. и более [18]: трава, силос из кукурузы и ботвы сахарной свеклы, сыворотка и т.д. [19, 20]. Вместе с тем, данные субстраты имеют кормовую и пищевую ценность, поэтому их массовое использование может привести к сокращению производства кормов и ценных пищевых продуктов.

Таким образом, возникает проблема определения недорогих добавок к навозу сельскохозяйственных животных (косубстрата), которые могли бы существенно увеличить выход биогаза, а следовательно и повысить рентабельность биогазовых установок.

В качестве таких добавок к основному

субстрату и можно использовать отходы производства биодизеля – сырой глицерин.

### ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью наших исследований является определение выхода биогаза при использовании сырого глицерина биодизельного производства в качестве косубстрата к навозу КРС.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лабораторный метантенк цилиндрической формы с коническим дном общим объемом 29 л частично заполнялся навозом КРС (заполненный объем метантенка – 21,5 л). При этом коэффициент заполнения метантенка составляет  $21,5/29=0,74$ . Для сохранения в метантенке маточной культуры метанообразующих бактерий при загрузке субстрат обновляется не полностью. Загружается 8,5 л субстрата (готовится путем размешивания 3,5 кг навоза КРС в 5 л воды). Поэтому коэффициент опорожнения метантенка составляет  $8,5/21,5=0,4$ .

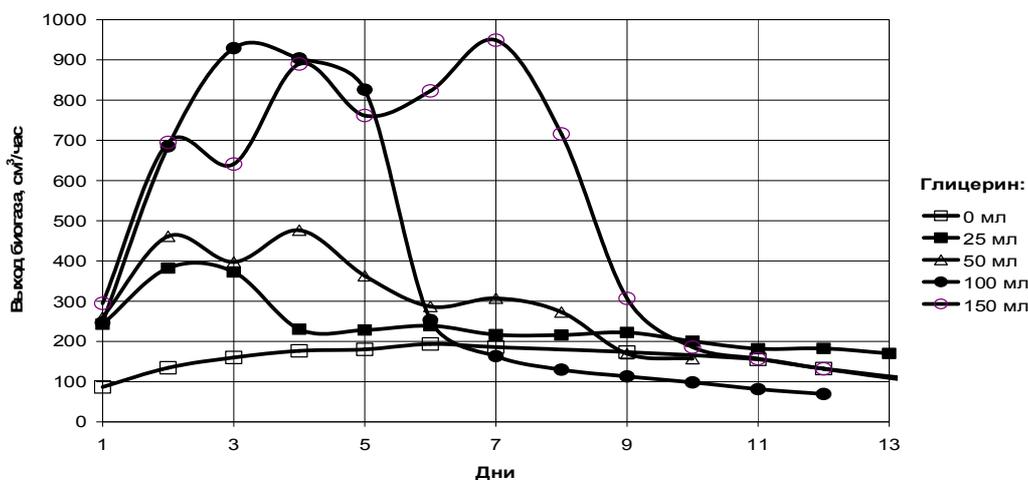
В биореакторе происходит метановое брожение, при этом выделяется биогаз, который накапливается в газгольдере "мокрого" типа. При попадании биогаза в газгольдер, он поднимает верхний цилиндр-уровнемер, высота подъема которого фиксируется ежедневно по шкале, закрепленной на направляющей газгольдера. При известном

диаметре цилиндра-уровнемера (20 см) определяется объем выработанного биогаза. Зная время предыдущей и текущей фиксации высоты подъема цилиндра-уровнемера газгольдера, определяется часовой выход биогаза.

При добавлении к навозу КРС неочищенного глицерина наблюдалась значительная интенсификация процесса брожения, которая сопровождалась интенсивным пенообразованием на поверхности субстрата. При этом легкие твердые частицы навоза КРС на поверхности пены забивали выходной патрубок биогаза, искажая результаты исследований. Поэтому во избежание подобного был уменьшен коэффициент заполнения метантенка. Заполненный объем метантенка составил не 21,5 л, как в случае отсутствия глицерина, а 15 л. Соответственно, до 4,2 л был уменьшен объем загружаемого субстрата (смесь 1,7 кг навоза КРС и 2,5 л воды). При этом коэффициент заполнения метантенка составлял  $15/29=0,52$ , а коэффициент опорожнения метантенка –  $4,2/15=0,28$ .

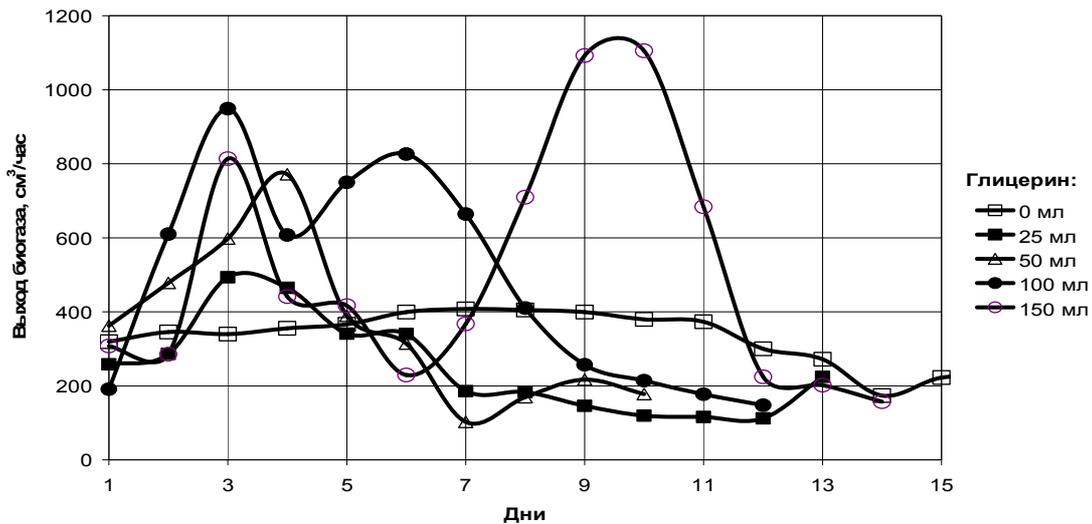
Определение эффективности выхода биогаза проводились при добавлении к субстрату в составе 1,7 кг навоза КРС и 2,5 л воды неочищенного глицерина, полученного при лабораторных исследованиях действенности очистки биодизеля, в составе 25, 50, 100 и 150 мл. При этом температура брожения составляла 40° С, 45° С и 50° С.

Результаты экспериментальных исследований представлены на рис. 1–3.

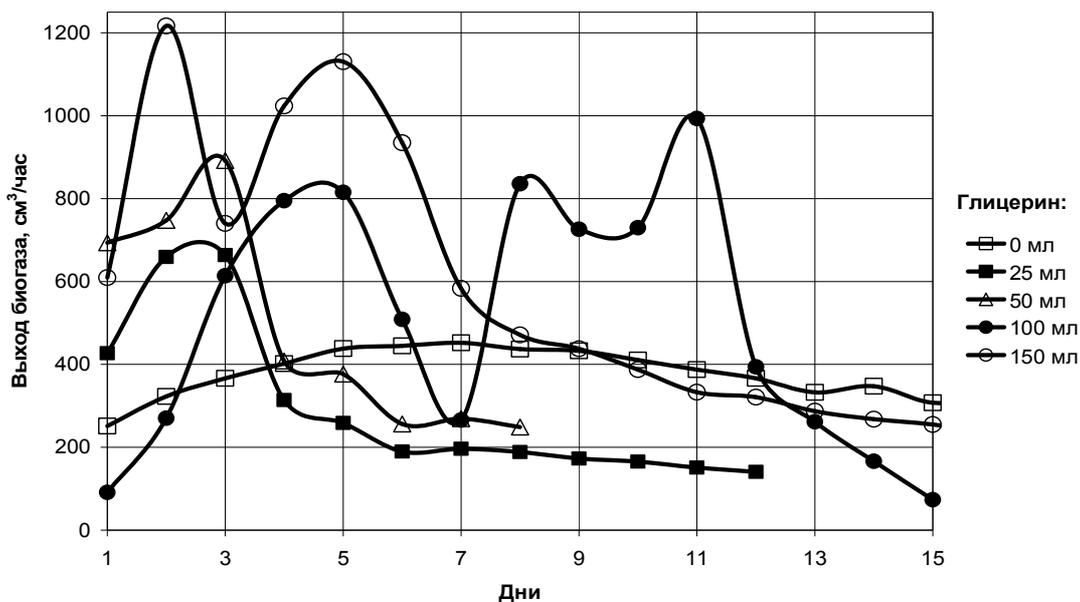


**Рис. 1.** Генерация биогаза на лабораторной установке при температуре брожения 40°С в метантенке объемом 30 л при загрузке 3,5 кг навоза КРС, коэффициенте загрузки – 0,5

**Fig. 1.** Generation of biogas in laboratory facility at fermentation temperatures of 40°С, digester volume 30 liters, 3,5 kg of cattle manure loaded, load factor – 0,5



**Рис. 2.** Генерация биогаза на лабораторной установке при температуре брожения 45°C в метантенке объемом 30 л при загрузке 3,5 кг навоза КРС, коэффициенте загрузки – 0,5  
**Fig. 2.** Generation of biogas in laboratory facility at fermentation temperatures of 45°C, digester volume 30 liters, 3,5 kg of cattle manure loaded, load factor – 0,5



**Рис. 3.** Генерация биогаза на лабораторной установке при температуре брожения 50°C в метантенке объемом 30 л при загрузке 3,5 кг навоза КРС, коэффициенте загрузки – 0,5  
**Fig. 3.** Generation of biogas in laboratory facility at fermentation temperatures of 50°C, digester volume 30 liters, 3,5 kg of cattle manure loaded, load factor – 0,5

Анализируя графики выхода биогаза в течение периода брожения можно отметить, что при брожении субстрата без добавления глицерина выход биогаза растет постепенно, достигая своего максимума на 7–8 день, после чего интенсивность генерации биогаза уменьшается также постепенно. Период брожения может достигать 36–41 суток.

При добавлении глицерина к субстрату

интенсивность выхода биогаза резко возрастает. Максимальный выход биогаза наблюдается уже на 2–5 сутки брожения и так же резко идет на спад. Часто наблюдается повторный рост выхода биогаза. Такой вид метанового брожения называется диауксией и объясняется тем, что после исчерпания питательных веществ одного вида культура метанообразующих бактерий переходит во

вторую лаг-фазу для подготовки к питанию другими питательными веществами.

Период интенсивного брожения без диауксии составляет 4–6 суток, с диауксией – 7-13 суток.

С рис. 1–3 видно, что при добавлении к субстрату сырого глицерина биодизельных производств, максимальные показатели выхода биогаза, которые принимаются во внимание при постепенной подаче субстрата, существенно возрастают. Значение максимального выхода биогаза приведены в табл. 1, а увеличение максимального выхода биогаза по сравнению с применением субстрата без добавления глицерина – в табл. 1.

Графические зависимости максимального выхода биогаза от соотношения добавленного сырого глицерина к содержанию навоза КРС в субстрате, построенные из данных табл. 1, приведены на рис. 4.

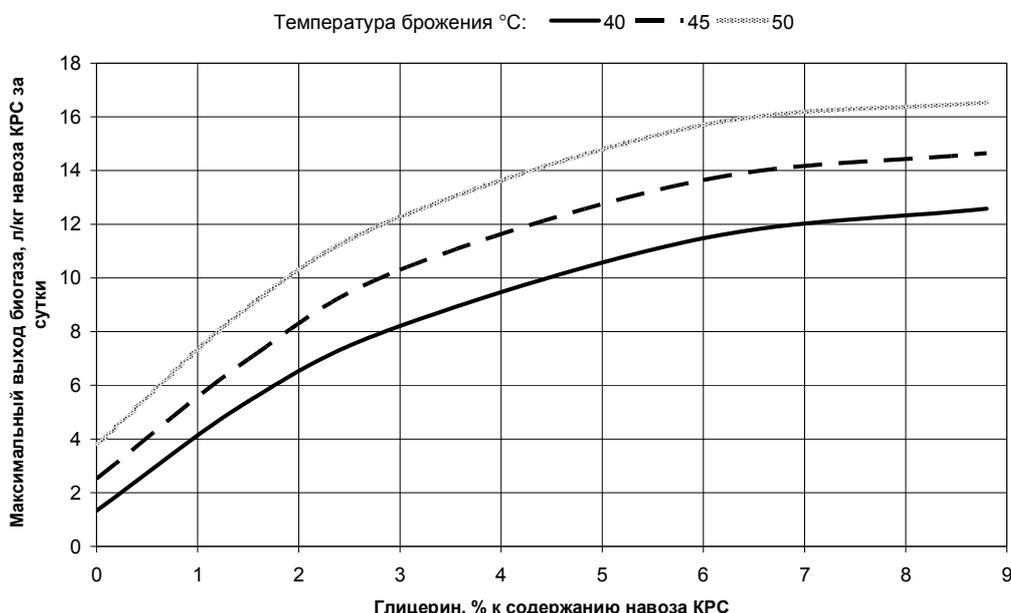
Зависимость максимального выхода биогаза от соотношения добавленного глицерина к содержанию навоза КРС в субстрате и температуры брожения аппроксимируется следующим выражением при  $R^2=0,9999$ :

**Таблица 1.** Максимальный выход биогаза (в л/(кг·сутки))  
**Table 1.** The maximum yield of biogas (l/kg-day)

Глицерин		Температура брожения, °С		
мл	% к субстрату	40	45	50
Без глицерина		1,33	2,52	3,77
25	1,5	5,4	6,97	8,92
50	3,0	8,21	10,3	12,27
100	6,0	11,48	13,65	15,7
150	8,8	12,58	14,65	16,54

где:  $Q$  – выход биогаза, л/(кг·сутки);  $\Gamma$  – содержание глицерина в субстрате по отношению к содержанию навоза КРС, %;  $T$  – температура брожения, °С

Следовательно, при использовании в качестве ко субстрата сырого глицерина, эффективность производства биогаза возрастает на 200-915 % в зависимости от температурного режима брожения и объема добавленного глицерина.



**Рис. 4.** Генерация биогаза на лабораторной установке в метантенке объемом 30 л при загрузке 3,5 кг навоза КРС, коэффициенте загрузки – 0,5

**Fig. 4.** Generation of biogas digester in laboratory facility 30 liter at 3,5 kg of cattle manure load, load factor – 0,5

$$\begin{aligned}
 Q = & 6 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 \cdot \Gamma^3 - 0,0047 \cdot T \cdot \Gamma^3 + 0,102 \cdot \Gamma^3 - 0,00086 \cdot T^2 \cdot \Gamma^2 + \\
 & + 0,0633 \cdot T \cdot \Gamma^2 - 1,452 \cdot \Gamma^2 + 0,00168 \cdot T^2 \cdot \Gamma - 0,0604 \cdot T \cdot \Gamma + 2,826 \cdot \Gamma + \\
 & + 0,00254 \cdot T^2 + 0,0157 \cdot T - 3,349.
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ БИОДИЗЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК

Из рис. 4 видно, что тенденция роста выхода биогаза в зависимости от добавленного сырого глицерина может быть условно разделена на три периода. Первый период (примерно до 2–2,5% добавленного глицерина) характеризуется сравнительно резким ростом выхода биогаза. При втором периоде (от 2–2,5% до 6,5–7% добавленного глицерина) рост выхода биогаза несколько замедляется. Третий период (более 6,5–7% добавленного глицерина) характеризуется при добавлении все больших объемов сырого глицерина значительным замедлением выхода биогаза. Поэтому при ограниченных ресурсах глицерина рекомендуется его добавления в качестве косубстрата в пределах 6,5–7% от массы навоза КРС в субстрате.

### ВЫВОДЫ

1. Для повышения эффективности производства биогаза в качестве косубстрата можно использовать отходы производства биодизеля – сырой глицерин, с утилизацией которого на биодизельных производствах возникают проблемы.

2. При использовании в качестве косубстрата отхода производства биодизеля – сырого глицерина, рекомендуется добавление его к основному субстрату, которым является навоз КРС, в пределах 6,5–7% от массы навоза в субстрате. При этом максимальный выход биогаза увеличивается в 5–7 раз.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Production 2014: Production of biodiesel in the EU / EBB. European biodiesel board [Electronic resurs] / 2013. Operating Modes Access to the Journal: <http://www.ebb-eu.org/biodiesel.php> / Date of access: 09/01/2014.

2. V 2013: V 2013 godu mirovoe proizvodstvo biodizelja znachitelno vozrastet [Elektronnyj resurs] / 2013. Rezhim dostupu do zhurn.: <http://www.apk-inform.com/ru/news/1020710#Uit5N-WAIEg>. Data dostupu: 07/09/2013.

3. Pat 2012: Pat. 016916 Evrazijskoe patentnoe agentstvo, MPK C10L 1/02, C10L 1/18, C10L 10/14. Primenenie topliv i dobavok k toplivu na osnove trigliceridov modificirovannoj struktury / Tes Janosh, Borosh Bela, Kiraj Zoltan, Lerinc Shandor; zajavitel i patentoobladatel Tes

Janosh, Borosh Bela, Kiraj Zoltan, Lerinc Shandor. – WO 2008/096187; zajavl. 2008.02.05; opubl. 2012.08.30.

4. Pat. 2013: Pat. 2471768 Rossijskaja Federacija, MPK C07C67/03, C07C69/30, C08K5/103. Sposob utilizacii glicerinsoderzhashhego pobochnogo produkta proizvodstva biodizelnogo topliva / Safronov S.P., Krasnyn E.L., Levanova S.V., Sokolov A.B., Zhabina A.A.; zajavitel' i patentoobladatel' OOO "Deskriptor". – № 2011113633/04; zajavl. 07.04.2011; opubl. 10.01.2013.

5. Oblasti 2013: Oblasti primenenija glicerina / Biodiesel Crimea [Elektronnyj resurs] / 2013. Rezhim dostupu k zhurn.: [http://biodiesel-ua.com/bd\\_glycerin.php](http://biodiesel-ua.com/bd_glycerin.php). Data dostupu: 10/09/2013.

6. Pat. 2001: Pat. 2167919 S1 Rossijskaja Federacija, MPK 7 C10L 1/22. Masljanistaja dobavka dlja gorjuchego / Jeber D., Zhermano L., Maldonado P. (FR); zajavitel i patentoobladatel ELF ANтар TRANS (FR). – 99120297/04; zajavl. 22.12.1998; opubl. 27.05.2001.

7. Pat. 2009: Pat. 2365617 S1 Rossijskaja Federacija, MPK C10L 1/02, C10L 1/18, C10L 10/10. Oktanopovyshajushhaja dobavka k benzinu / Varfolomeev S.D., Nikiforov G.A., Voleva V.B., Makarov G.G., Trusov L.I. (RU); patentoobladatel – Uchrezhdenie Rossijskoj akademii nauk Institut biohimicheskoj fiziki RAN (RU). – 2008121078/04; zajavl. 28.05.2008; opubl. 27.08.2009. Bjul. 24.

8. Ochistka glicerina / Nova Svit [Elektronnyj resurs] / 2013. Rezhim dostupu k zhurn.: [http://novasvit.com.ua/product\\_categories/90](http://novasvit.com.ua/product_categories/90). Data dostupu: 10/09/2013.

9. Resursosberegajushhie 2011: Resursosberegajushhie tehnologii ochistki stochnyh vod: monografija / S.S. Dushkin, A.N. Kovalenko, M.V. Degtjar, T. A. Shevchenko; Hark. nac. akad. gor. hoz-va. – H.: HNAGH. – 146.

10. Obzor tehnologij 2013: Obzor tehnologij proizvodsta glicerina / Novye himicheskie tehnologii. Analiticheskij portal himicheskoj promyshlennosti [Elektronnyj resurs] /. Rezhim dostupu k zhurn.: [http://www.newchemistry.ru/letter.php?n\\_id=7291](http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=7291). Data dostupu: 10/09/2013.

11. Baader V. 1982: Biogaz: teorija i praktika / V. Baader, E. Done, M. Brennderfer. – M.: Kolos. – 148.

12. Procesy 2013: Procesy ta aparaty biotexnologichnyx vyrobnyctv. Chastyna 2. Vyznachennya vychodu hnojovoyi biomasy pry utrymanni khudoby i ptyci. Metodychni vkazivky do vykonannya laboratornyx robit z dyscyplin "Procesy ta aparaty biotexnologichnyx vyrobnyctv" dlya studentiv silskohospodarskyx vyshhyx navchalnyx zakladiv 3–4 rivniv akredytaciyi osvitho–kvalifikacijnoho rivnya „Mahistr” zi specialnosti 8.10010203 – “Mexanizaciya silskoho hospodarstva” / V.M. Polishhuk, V.O. Dubrovin, S.V. Drahnyev, M.M. Lobodko, O.V. Dubrovina. – K.: AhrarMediaHrup. – 20.
13. Procesy 2013: Procesy ta aparaty biotexnologichnyx vyrobnyctv. Chastyna 3. Rozraxunok yakisnyx pokaznykiv syrovyny dlya vyrobnyctva biohazu. Metodychni vkazivky do vykonannya laboratornyx robit z dyscyplin "Procesy ta aparaty biotexnologichnyx vyrobnyctv dlya studentiv silskohospodarskyx vyshhyx navchalnyx zakladiv 3–4 rivniv akredytaciyi osvitho–kvalifikacijnoho rivnya „Mahistr” zi special"nosti 8.10010203 – “Mexanizaciya silskoho hospodarstva” / V.M. Polishhuk, V.O. Dubrovin, S.V. Drahnyev, M.M. Lobodko, O.V. Dubrovina. – K.: AhrarMediaHrup. – 24.
14. Procesy 2013: Procesy ta aparaty biotexnologichnyx vyrobnyctv. Chastyna 4. Vyznachennya osnovnyx parametriv biohazovoyi ustanovky. Metodychni vkazivky do vykonannya laboratornyx robit z dyscyplin "Procesy ta aparaty biotexnologichnyx vyrobnyctv" dlya studentiv silskohospodarskyx vyshhyx navchalnyx zakladiv 3–4 rivniv akredytaciyi osvitho–kvalifikacijnoho rivnya „Mahistr” zi special"nosti 8.10010203 – “Mexanizaciya sil"skoho hospodarstva” / V.M. Polishhuk, V.O. Dubrovin, S.V. Drahnyev, M.M. Lobodko, O.V. Dubrovina. – K.: AhrarMediaHrup. – 24.
15. Procesy 2013: Procesy ta aparaty biotexnologichnyx vyrobnyctv. Chastyna 5. Vyznachennya teplovoho balansu metantenka. Metodychni vkazivky do vykonannya laboratornyx robit z dyscyplin "Procesy ta aparaty biotexnologichnyx vyrobnyctv dlya studentiv silskohospodarskyx vyshhyx navchalnyx zakladiv 3–4 rivniv akredytaciyi osvitho–kvalifikacijnoho rivnya „Mahistr” zi special"nosti 8.10010203 – “Mexanizaciya sil"skoho hospodarstva” / V.M. Polishhuk, V.O. Dubrovin, S.V. Drahnyev, M.M. Lobodko, O.V. Dubrovina. – K.: AhrarMediaHrup. – 40.
16. Texnologiyi 2012: Texnologiyi vyrobnyctva biohazu v APK. Metodychni vkazivky do vykonannya laboratornyx robit z dyscyplin "Texnologiyi vyrobnyctva biohazu" dlya studentiv silskohospodarskyx vyshhyx navchalnyx zakladiv 3–4 rivniv akredytaciyi zi special"nosti 8.05140105 "Ekologichna biotexnologiya ta bioenerhetyka" / M.D. Melnychuk, V.O. Dubrovin, V.H. Myronenko, V.M. Polishhuk, H.A. Golub, V.S. Tarhonya, O.I. Yeremenko, S.V. Drahnyev. – K.: Vydavnychyj centr NUBiP Ukrayiny. – 160.
17. Praktykum 2013: Praktykum z mashyn ta obladnannya dlya bioenerhetyky: [navch. posibnyk dlya stud. vyshh. navch. zakl. III–IV rivniv akredyt.] / V.O. Dubrovin, V.M. Polishhuk, S.Ye. Tarasenko, S.V. Drahnyev,. – K.: «Ahrar Media Hrup». – 208.
18. Jeder B. 2006: Biogazovye ustanovki. Prakticheskoe posobie / Barbara Jeder, Hajnc Shulc. – M.: Kolos. – 240.
19. Dubrovina Olga. 2013: Vyrashhivanie kukuruzy dlja jenergeticheskikh celej s ispolzovaniem SR-tehnologij / Olga Dubrovina // MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. – Lublin – Rzeszow. – Vol. 15, No 3. – 235–243.
20. Dubrovina Olga. 2013: Rezultaty issledovaniy metanovoj fermentacii mnogokomponentnogo substrata / Olga Dubrovina // MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. – Lublin – Rzeszow. – Vol. 15, No 3. – 179–187.

#### USING WASTE BIODIESEL PRODUCTION TO INCREASE PRODUCTIVITY OF BIOGAS PLANTS

**Summary.** Present area of application glycerol in the economy. To define problems byodzyelnoho using waste production – crude glycerol. Installed Off–peak times cause profitability biogas installations and proposals Increase Output method of biogas at the expense of the Use–tures in kachestve kosubstrata crude glycerol biogas industries. The rational application rate of the crude glycerol substrate (cattle manure) at its anaerobic digestion to increase the yield of biogenic.

**Key words:** crude glycerin, low efficiency, biogas, co-substrate, the metantenk, cattle manure