

4. Пиккеринг Ф.Б. Физическое металловедение и разработка сталей / Ф.Б. Пиккеринг. – М.: Металлургия, 1982. – 184 с.
5. Винокур Б.Б. Легирование машиностроительной стали / [Винокур Б.Б., Бейнисович Б.Н., Геллер А.Л., Натансон М.Э.]. – М.: Металлургия, 1977. – 211 с.
6. Винокур Б.Б. Расчетные модели для определения механических свойств конструкционных сталей / Винокур Б.Б., Касаткин О.Г., Кондратюк С.Е. // Металловедение и термическая обработка металлов. – 1989. – №7. – С. 2–6.

Изложены основные принципы разработки химических составов сталей с заданными свойствами.

Легирование, карбонитриды, аустенитное зерно.

Perfection of mathematical models of development of complex-alloyed steels with set properties.

Alloying, carbonitrid, austenitic grain.

УДК 664.126

ВИКОРИСТАННЯ ЖОМУ І МЕЛЯСИ В СУМІШІ З СОЛОМОЮ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ

***Г.А. Голуб, доктор технічних наук
В.В. Гох, аспірант****

Наведено результати досліджень по використанню бурякового жому, цукрової меляси і пшеничної соломи для виробництва біогазу.

Жом, меляса, солома, біогаз, метан.

Постановка проблеми. Україна традиційно займає провідне місце в Європі по виробництву цукру. У 2011 році на цукрові заводи надійшло для переробки 17787,5 тис. т цукрових буряків, що на 33,3 % більше порівняно з 2010 роком. Така кількість сировини дала змогу цукровим заводам виробити 2 млн. 331 тис. тонн білого цукру з буряків урожаю 2011 р., що на 50,8 % вище від показника минулого сезону (1546 млн. т.). За останні роки виробництво цукру із вітчизняної сировини зростає (рис. 1) [1].

При виробництві цукру утворюються жом і меляса. Жом – екстрагована січка цукрових буряків. Свіжий жом – водяниста маса жовто-сірого кольору. Швидко псується через високий вміст води (до 93%), тому жом силосують і висушують. Кислий жом містить

*Науковий керівник – доктор технічних наук Г.А. Голуб

до 13,4% сухої речовини, висушений – до 87%. Вихід жому 83% від маси переробленого буряка. Сухий жом – колоїдний, капілярно пористий матеріал. Білки, БЕР, клітковина, які містяться у висушеному жомі, мають властивості ліофільних колоїдів і здатні приєднувати значну кількість води [2].

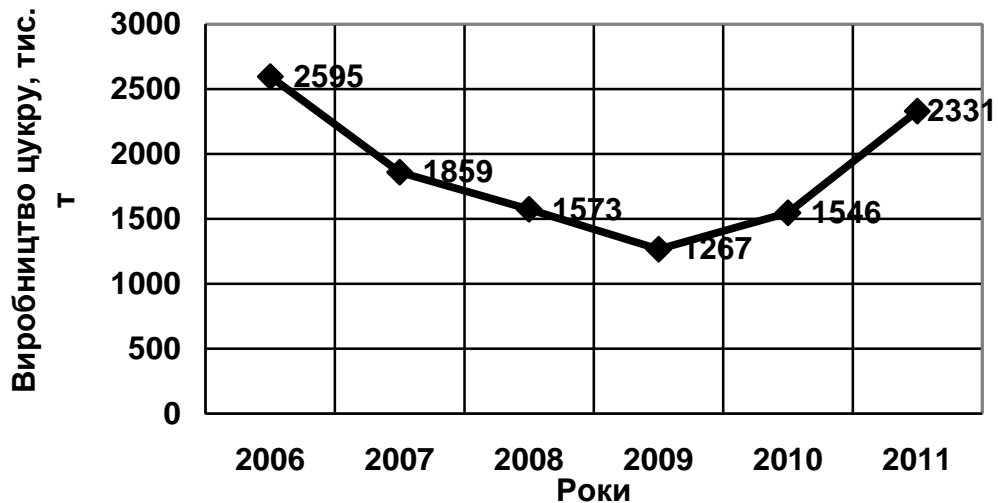


Рис. 1. Виробництво цукру цукровими заводами України за 2006-2010 роки.

Меляса, меляс або кормова патока – густа в'язка непрозора рідина темно-коричневого кольору, яка розчиняється у холодній та гарячій воді у будь-яких співвідношеннях.

На цукрових заводах близько 70% жому і меляси продають населенню, а решта потребує утилізації [3].

В Україні за 2011 рік валовий збір зерна зернових культур становив 56674900 т і зріс на 44,3% відносно 2010 року. Пшениця – одна із основних зернових культур, валовий збір зерна якої складає 22312400 т за 2011 рік (39% від всіх зернових культур) [4]. Тому існують значні запаси пшеничної соломи, які доступні для виробництва енергії.

Аналіз останніх досліджень. Жом використовують для годівлі тварин свіжим, кислим (силосованим) та сушеним. Він не замінює концентровані корми, оскільки в ньому мало азотистих речовин, немає каротину, але багато кальцію (табл. 1 і 2) [5]. Більшість господарств жом висушують самі, використовуючи сушильні агрегати СБ-1,5, АВМ-1,5 та інші.

Меляса (табл. 3) використовується як сировина для виробництва етилового спирту, харчових кислот, хлібопекарських та кормових дріжджів, добавка до корму сільськогосподарських тварин і до дрібнодисперсного вугілля як зв'язуюча речовина.

1. Хімічний склад жому, %.

Вид жому	Суша речовина	Протеїн	Жир	Клітковина	БЕР	Попіл
Свіжий буряковий	11,2	1,2	0,3	3.3	5.6	0.8
Сухий буряковий	86,8	7,7	0,5	19.0	55.3	4.3, а за даними [3] – до 5,7
Кислий	13,4	1,5	0,3	3.7	6.6	1,3

2. Вміст деяких елементів і вітамінів в 1 кг жому.

Показник	Позначення одиниці	Жом буряковий свіжий	Жом буряковий сухий
Кальцій	г	1.5	7.8
Фосфор	г	0.14	0.5
Магній	г	0.5	2.8
Калій	г	0.8	5.3
Натрій	г	0.15	1.4
Хлор	г	0.3	1.7
Сірка	г	0.4	2.0
Залізо	мг	24	300
Мідь	мг	2	14.8
Цинк	мг	4	20.4
Марганець	мг	12	63.0
Кобальт	мг	0.06	0.37
Йод	мг	6.2	1.72
В ₁	мг	0.04	0.4
В ₂	мг	0.10	0.7

3. Склад і поживність меляси (у 1 кг).

Показник	Одиниця виміру	Значення
Суша речовина	%	80,00
Перетравний протеїн	%	6,00
БЕР	%	62,60
Цукор	%	54,30
Кальцій	%	0,32
Фосфор	%	0,02
Магній	%	0,01
Калій	%	3,29
Натрій	%	0,49
Хлор	%	0,56
Сірка	%	0,140
Залізо	мг	283,00
Мідь	мг	4,60
Цинк	мг	20,80
Марганець	мг	24,60
Кобальт	мг	0,60
Йод	мг	0,68
Вітамін Е	мг	3,00

Жом і меляса у своєму складі мають мало азоту, але багато вуглеводів. Їх можна використовувати у виробництві біогазу і вони належать до III групи субстратів за вмістом N (Нітрогену) і C (Карбону). Із 1 т органічної сухої речовини жому (ОСР) можна одержати 250-350 м³ біогазу із вмістом метану 70-75%. Із 1 т меляси (вміст СР – 80-90%) орієнтовно можна одержати 290-340 м³ біогазу або 360-490 м³ на 1 т ОСР із вмістом метану 70-75%.

Частіше використовуються не саму мелясу, а побічний продукт її спиртового бродіння – мелясну барду. Тому пропонуються біогазові установки розміщувати в складі спиртового заводу. Для більш ефективної роботи установки на 6 вагових частин мелясної барди додають 1 вагову частину кукурудзяного силосу. Вихід біогазу при цьому – 0,63 м³/кг ОСР мелясної барди і 0,68 м³/кг ОСВ кукурудзяного силосу. Частка метану в біогазі – 68% (мелясна барда) і 60% (силос) [6, 7].

Мета досліджень – визначити вихід біогазу із суміші гранул пшеничної соломи, меляси і сухого жому.

Методика досліджень. Об'єкт дослідження: пшенична солома із вмістом сухих речовин wCP=89% з індивідуальних господарств Козівського району Тернопільської області, меляса (wCP= 80%) і буряковий жом (wCP= 86%) із Козівського цукрового заводу Тернопільської області. Жом і мелясу додавали до соломи за масою 5% від маси соломи. Для дослідів були взяті повітряно-сухі матеріали. Оскільки солома належить до лігніноцелюлозних субстратів її необхідно попередньо підготувати до бродіння частково зруйнувавши лігніноцелюлозний комплекс шляхом подрібнення (фракційний склад наведено в табл. 4).

4. Фракційний склад пшеничної соломи.

№ п/п	Діаметр отворів сита, мм	Вміст фракції, %
1	>5	14
2	5	10,5
3	4	6
4	3	18
5	2	22
6	1	6
7	0,7	9
8	0,5	9
9	0,3	5
10	<0,3	0,5

Солому для досліджень використовували у вигляді гранул. Щільність гранули становила 1100 кг/м³, діаметр – 7мм, довжина – 20 мм. Переваги гранул це висока насипна щільність та зручність їх

використання, зменшення запиленості, оскільки при попередній підготовці соломи до бродіння її потрібно подрібнити.

Як метанову затравку використовували переброджену в ферментері біогазової установки гноївку ВРХ ($w_{CP}=1,9\%$, $pH=8,6$).

Вміст сухої речовини (СР) до досягнення постійної маси визначали нагріванням до $+105\text{ }^{\circ}\text{C}$. Визначення pH середовища проводили за допомогою pH -метра « $pH-301$ ».

При проведенні дослідів використовували запатентовану в Україні методику В.В.Криворучко, при якій підготовлений субстрат до бродіння поміщали в герметичні поліетиленові пакети і витримували при $+37,5^{\circ}\text{C}$ упродовж 41 доби. Через кожні 7 діб проводили заміри об'єму утвореного біогазу.

Результати досліджень. Динаміка утворення біогазу демонструє ріст активності за 14 діб і наступний різкий спад (табл. 5). За 41 добу процес утворення біогазу в більшості випадків закінчується. Хоча спостерігаються піки невеликої активності бактерій.

5. Динаміка утворення біогазу за 41 добу (за температури дослідів $+37,5^{\circ}\text{C}$ і без врахування розчиненого CO_2 в субстраті), $\text{м}^3/\text{т}$ СР(до зброджування).

Варіанти	7 діб	14 діб	21 доба	28 діб	34 доби	41 доба	41 доба за н.у.
Гранули пшеничної соломи	192	246	263	263	263	277	224
Жом	18	18	20	22	25	25	20
Гранули соломи з жомом (5% від маси соломи)	236	289	289	299	299	299	242
Меляса	198	214	214	214	214	214	173
Гранули соломи з мелясою (5% від маси соломи)	219	297	298	301	301	301	244

Із субстратів, які використовували як добавки до пшеничної соломи, найвищий вихід біогазу одержаний з меляси, оскільки до складу меляси входять цукор і зовсім нема клітковини, яка важко розщеплюється. Тому і швидкість метанового бродіння меляси є досить високою, процес закінчився на 14 добу. Невисокий вихід одержано від бродіння сухого жому, нижчий, ніж описано в інших літературних джерелах. Хоча вихід біогазу, одержаний із самого жому низький ($20\text{ м}^3/\text{т}$ СР за н.у.), суміш жому і соломи дала практично такий же вихід, як і суміш соломи з мелясою – $242\text{ м}^3/\text{т}$ СР і $244\text{ м}^3/\text{т}$ СР відповідно за н.у., це на 8% більше, ніж вихід із пшеничної соломи без добавок.

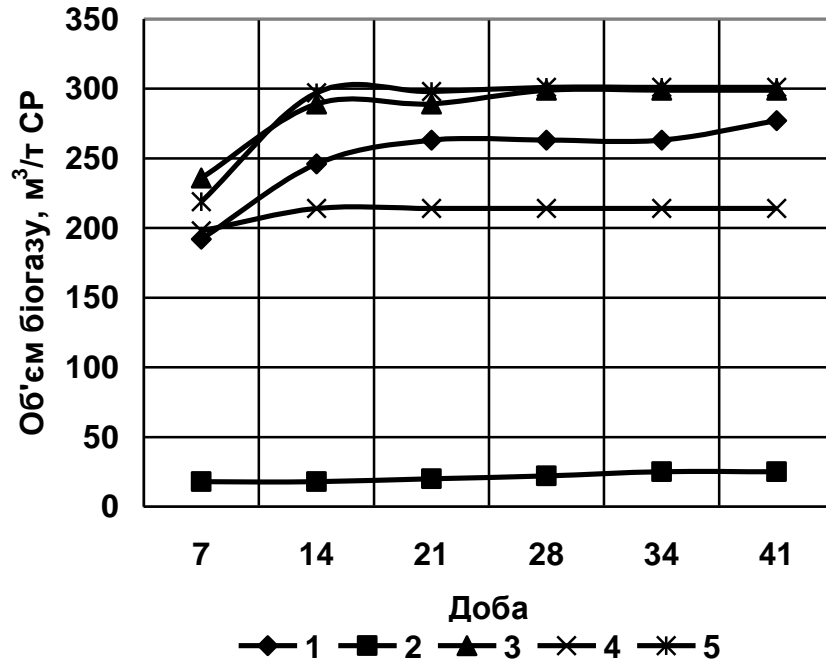


Рис. 2. Динаміка утворення біогазу з наростанням (за +37,5°C): 1 – гранули пшеничної соломи; 2 – жом; 3 – гранули пшеничної соломи з жомом; 4 – меляса; 5 – гранули пшеничної соломи з мелясою.

У середньому вміст сухих речовин у субстратах після бродіння зменшився від 27 до 38,5 % (табл. 6).

6. Конверсія сухих речовин CP в субстратах.

№ п/п	Субстрати	Маса CP у субстраті, г		Конверсія CP субстрату		Вихід біогазу (на конвертовану речовину), м³/кг CP н.у.
		до бродіння	після бродіння	г	%	
1	Гранули соломи	4,67	3,04	1,63	35	0,640
2	Жом	4,34	3,05	1,29	29,6	0,068
3	Гранули соломи із жомом	4,7	2,93	1,77	37,7	0,642
4	Меляса	4,0	2,92	1,08	27	0,641
5	Гранули соломи із мелясою	4,64	2,85	1,79	38,5	0,634

При додаванні добавок жому та меляси до пшеничної соломи кількість сухих речовин після бродіння зменшилась на незначну величину. Порівняно з іншими субстратами низьке перетворення сухих речовин під час бродіння меляси (20%) та швидке закінчення процесу бродіння можна пояснити тим, що утворюються кислоти, які зменшують значення рН, що є згубним для метанових бактерій.

Висновок. Під час метанового зброджування пшеничної соломи до неї можна додавати сухий жом і мелясу в кількості 5% від маси соломи. Але для збільшення виходу біогазу необхідно шукати добавки, що містять азот. Жом як субстрат для метанового бродиння рекомендується використовувати свіжим, оскільки він швидко пліснявіє, що зменшує вихід біогазу.

Список літератури

1. Ярчук М.М. Оперативно-статистичні матеріали цукровиків України "Бурякоцукровий комплекс України" / [Ярчук М.М., Загородній Г.П., Борисик П.Г. та інші]. – К.: "Цукор України", 2012. – 201 с.
2. http://shom68.ru/?page_id=140.
3. [www – uksugar.kiev ua/standars/index.php](http://www.ukrsugar.kiev.ua/standars/index.php).
4. Державна служба статистики України. Стан сільського господарства у 2011 році. Експрес-випуск від 16.01.2012р. № 7. Режим доступу: www.ukrstat.go.ua.
5. <http://agroua.net/animals/forage/reserve/f-65/>.
6. Коммерческое предложение. Биогазовая установка. Зорг Украина, ООО. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.zorg.ua>.
7. Институт аграрных технологий и биосистемной техники. Бундесале 50.38116 Брауншвайн. Германия. Режим доступу: www.vti.bund.de.

Приведено результати досліджень по використанню свекловичного жома, сахарної меласи і пшеничної соломи для виробництва біогазу.

Жом, меласса, солома, біогаз, метан.

The results of studies on the use of sugar beet pulp, sugar molasses and wheat straw for biogas production are resulted.

Pulp, molasses, straw, biogas, methane.

УДК 620.95

ВИКОРИСТАННЯ ПОНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

С.В. Кропивко, кандидат технічних наук

Д.М. Бурдейний, викладач

ВП НУБіП України «Боярський коледж екології і природних ресурсів».

Розглянуто шляхи та перспективи розвитку відокремлених підрозділів НУБіП України за рахунок ефективного використання енергоносіїв, зокрема таких поновлюваних джерел енергії як деревина.

Деревина, поновлювані джерела, енергія, ефективність.

© С.В. Кропивко, Д.М. Бурдейний, 2012