مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية ــ (2008) ــ المجلد (24) ــ العدد 1 ــ الصفحات: 343 -354

أداء وحدات الغاز الحيوي ــ طراز صيني في الظروف المناخية السورية

عادل علي صالح محمد الأمين[1] و فاروق الشوا[2] و صقر الغضبان[3]

الملخص

أدى الازدياد الكبير في عدد السكان والذي ترافق مع التقدم التكنولوجي والصناعي، إلى زيادة الطلب على المواد الغذائية والطاقة، الأمر الذي أفضى إلى البحث عن مصادر لتلبية تلك الاحتياجات.

وقد كان للبحث عن مصادر جديدة للطاقة أثره في تطوير طرائق الاستفادة من المخلفات الزراعية بشقيها النباتي والحيواني، والتي كان من بينها تقانة الغاز الحيوي، والتي تحقق عدة أهداف زراعية، اقتصادية، صحية وبيئية.

ولزيادة إنتاجية الغاز الحيوي من أنظمة الهضم اللاهوائي كان لابد من دراسة تلك الأنظمة وتقييم أدائها، حسب الظروف البيئية والاقتصادية لسورية خاصة في المناطق الريفية. حيث تم تصميم وتنفيذ هاضم لإنتاج الغاز الحيوي طراز صيني بحجم 32م^3 وذلك في مزرعة كلية الزراعة جامعة دمشق في خرابو.

اهتمت هذه الدراسة بمعرفة كمية الغاز الحيوي الناتجة من الهواضم التقليدية وذلك لموسمي الصيف والشتاء. حيث أوضحت النتائج أن متوسط إنتاج الغاز الحيوي 9.21 م^3/يومياً، صيفاً و1.28 م^3 شتاءً بمعدل 0.31 م^3/م^3/يومياً، 0.04 م^3/م^3/يومياً على الترتيب. وقد أوضحت النتائج ضرورة الاستفادة من المخلفات الزراعية عن طريق عملية الهضم اللاهوائي في أجهزة خاصة بسيطة مع تحسين التصميم والصناعة حتى ترفع من كفايتها. خاصة أن القيمة الغذائية للمواد المتخلفة عن إنتاج الغاز الحيوي تعدُّ جيدة كسماد عضوي وغنية بالعناصر الكبرى (نتروجين ــ فوسفور ــ بوتاسيوم) وأن نتاج تلك الأنظمة من الهضم اللاهوائي تعدُّ ذات مردود اقتصادي وزراعي وبيئي ممتاز.

الكلمات المفتاحية: هاضم لإنتاج الغاز الحيوي، لاهوائي، روث الماشية، إنتاج الغاز الحيوي، السماد.

[1] طالب دكتوراه، [2] أستاذ، [3] مدرس، قسم الهندسة الريفية، كلية الزراعة، ص.ب.30621، جامعة دمشق، سورية.

Performance of Biogas Units Chinese Type under Syrian Conditions

A. M. Al-Amin[(1)]; F. Al-Shawa[(2)] and S. Al-Gadban

ABSTRACT

An experimental biogas digester (Chinese type) 32 cubic meters was designed, constructed and installed at Kharabo, the farm of the faculty of Agriculture-Damascus university, in order to evaluate the performance of this system during anaerobic treatment of cattle dung.

The obtained results indicated that the daily average of biogas production was 9.21 m^3/day in Summer, 1.28 m^3/day in Winter, with a production rate 0.31 m^3/m^3.day and 0.04 m^3/m^3.day, respectively.

The productive performance of the digester was lower in winter. The chemical analyses of effluent slurry revealed that the digested sludge can be utilized as a good fertilizer.

Key words: Biogas digester, Anaerobic, Cattle dung, Biogas production, Fertilizer.

[(1)]Ph. D. Student, [(2)] Prof., [(3)] Assistant Prof., of Rual engineering dept., Faculty of Agriculture, P.O.Box 30621, Damascus University, Syria.

المقدمة

نشأت قضية الغذاء مع نشوء الجنس البشري، وعلى الرغم مما تحقق من تقدم تقني في مختلف أوجه أنشطة الحياة، إلا أن هذا التقدم عجز حتى الآن عن تزويد كل فرد بما يحتاجه من الغذاء الصحيح المتوازن. لذلك تعدُّ أزمة الغذاء واحدة من الأزمات الناتجة عن ازدياد السكان الذي تجاوز ستة بلايين نسمة.

ويؤكد تقرير صندوق الأمم المتحدة للنشاطات السكانية لعام 1982، أن مشكلة المواد الغذائية ستصبح أكثر تعقيداً بسبب الأثر الذي يتركه ازدياد السكان في البيئة، وذلك نتيجة إزالة الأشجار بسبب التوسع في زراعة الأراضي وازدياد الطلب على الأخشاب للوقود، والذي يؤدي إلى حدوث التعرية والفيضانات والتي تقود بدورها إلى تدهور التربة والحد من الإنتاجية الزراعية.

وتشير بيانات التقرير الاقتصادي العربي الموحد لعام 1987 إلى أن عدد سكان الوطن العربي يزداد بنسبة كبيرة إذ يعد من أعلى المعدلات في العالم، حيث يقدر بما يقارب 4.2% سنوياً مقارنة بـ 0.6% في الدول الصناعية المتقدمة و1.7% في العالم بشكل عام (حمد، 1992).

اهتمت القطاعات الصناعية بتوفير اللوازم الضرورية للعملية الإنتاجية الزراعية، والتي اتجهت في الأغلب إلى زيادة الإنتاجية وذلك بالاستخدام المكثف والمفرط للعديد من المنتجات الصناعية والتي تتمثل في الأسمدة والهرمونات والمبيدات الكيميائية، وذلك دون النظر إلى الأثر السلبي الذي تتركه في البيئة والإنسان معاً.

وتعدُّ غالبية الترب السورية فقيرة بالمادة العضوية، والذي أدى إلى استخدام الأسمدة الكيميائية بصورة كبيرة، رغم توافر مصادر المادة العضوية التي تمثل أفضل بديل للأسمدة الكيميائية، والتي تكمن في المصادر النباتية، والمصادر الصناعية، ورواسب الأنهار والبحيرات والمصادر الحيوانية. وتعدُّ هذه الأخيرة الأفضل من حيث كونها متوافرة ولا يوجد تنافس لاستخداماتها بصورة كبيرة، فضلاً عن خلوها من الشوائب الفيزيائية وغير المرغوب فيها، وتوفر الأعداد الكبيرة من الحيوانات على مختلف أنواعها كما هو مبين في الجدول (1).

وتأتي أهمية التسميد العضوي للتربة من خلال تحسين تركيبها وما ينتج عنه من تطوير خواصها الفيزيائية والكيميائية إذ إنه يكسبها لوناً غامقاً والذي يؤدي دوراً في رفع درجة حرارتها، كما يعمل على توفير الماء للنبات وتسهيل اختراق جذور النبات للتربة (الشاطر، 1996). ومثال على ذلك مادة الدبال التي تشكل مصدراً غذائياً مهماً للنبات بتفككها، إذ تعدُّ خزاناً للعناصر المغذية.

الجدول (1) تعداد الثروة الحيوانية في سورية

النوع	السنة					معدل النمو
	1990	1995	1998	1999	2000	2000- 1990
الأغنام	14.508.608	12.075.190	15.424.717	10.998.460	13.505.235	-6.9
الماعز	999.677	1.062.573	1.100.983	1.045.576	1.049.539	5.0
الأبقار	787.191	774.828	931.982	977.944	984.393	25.1
الجاموس	855	1.244	1.280	2.803	2.824	230.3
الدواجن	2.195.880	2.161.802	2.320.477	2.331.296	2.294.100	4.5
الحيوانات المزرعية الأخرى	239.626	250.581	278.591	272.939	269.785	12.6
خلايا النحل (صندوق)	137.307	353.882	384.803	360.367	345.091	151.3

المصدر: وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية أعداد مختلفة

وكثيراً ما يستخدم السماد العضوي في صورته التقليدية، عن طريق التخمر الهوائي، وذلك بطمر المخلفات الحيوانية، والتي تؤدي إلى فقدان كثير من المواد الغذائية، فضلاً عن الأضرار الناتجة عن انبعاث الروائح الكريهة وتكاثر الذباب ونقل بذور الحشائش وعدم الاستفادة من أي طاقة ناتجة.

لذا كان الاهتمام بعملية التخمر اللاهوائي للمخلفات، والتي تحقق فضلاً عن السماد العضوي الجيد الخالي من الكائنات الممرضة والبذور وغير المرغوب فيها، طاقة لا بأس بها متمثلة في الغاز الحيوي، والذي يصل محتواه من الطاقة الحرارية إلى 5600 كيلو كالوري/ $م^3$ مقارنة بالاستخدام التقليدي للمخلفات، فضلاً عن عدم تسببه في تلوث البيئة عند احتراقه، مع إمكانية تعدد استخداماته في الطهي والإضاءة والتبريد وتوليد الكهرباء. إذ دلت العديد من الدراسات على الجدوى الاقتصادية لهذا الاستخدام ولاسيما في المناطق الريفية (1971, Singh).

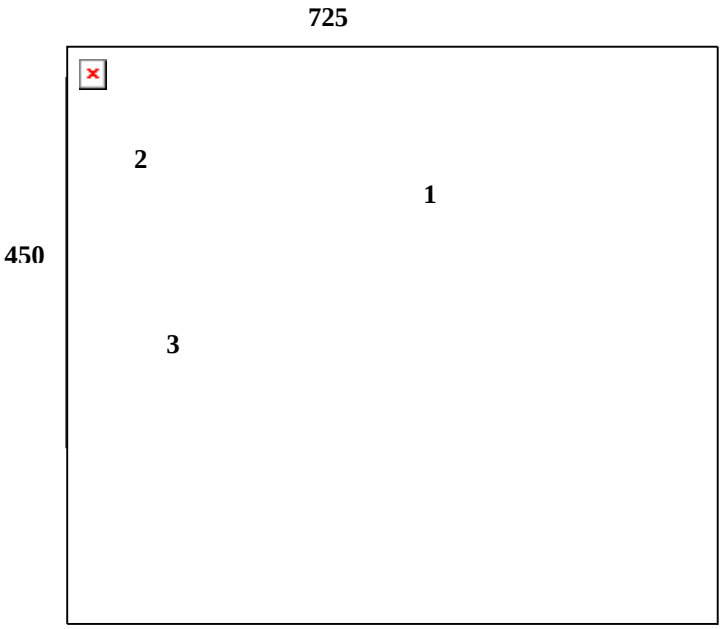
أهداف البحث

1 - تقييم أداء هاضم لا هوائي طراز صيني لإنتاج الغاز الحيوي، من المخلفات البقرية.

2 - مقارنة إنتاجية الهاضم من الغاز الحيوي، تبعاً لتقلب درجات الحرارة صيفاً وشتاءً.

مــواد البحث وطرائقــه

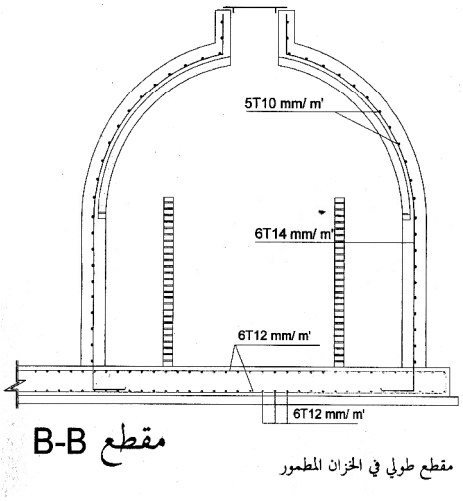
1 - تصميم وتنفيذ هاضم تخمر لا هوائي طراز صيني من القرميد والبيتون وذلك بمزرعة كلية الزراعة جامعة دمشق بخرابو كما هو مبين بالشكل (1).



الشكل (1) يوضح مقطع أفقي في الخزانات المطمورة

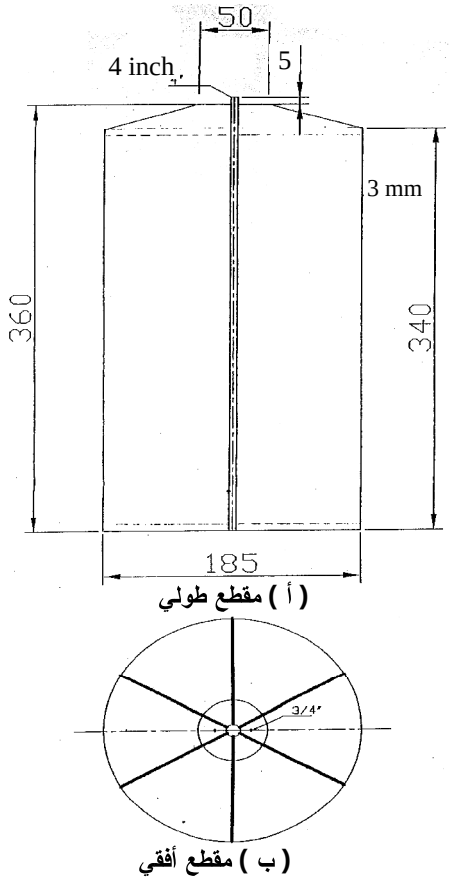
1 ــ الهاضم. 2 ــ غرفة السماد الناتج. 3 ــ حاضن خزان الغاز.

صمم الهاضم بحجم 32 م^3 حيث يتكون من قسم اسطواني الشكل بقطر 370 سم وارتفاع 175 سم مبني من البيتون، وقسم علوي على شكل نصف كرة قطرها 370 سم مبنية من القرميد، يحوي الهاضم بداخله غرفة اسطوانية الشكل بقطر 200 سم وارتفاع 200 سم مبنية من القرميد كما في الشكل (2). كما تم بناء حاضن للخزان المعدني للغاز وغرفة لاستقبال المواد المتخلفة عن عملية الهضم اللاهوائي.



الشكل (2) يوضح مقطع طولي في الهاضم

2 ــ تصميم وتنفيذ خزان الغاز المعدني حسب إنتاجية الهاضم، وكان بحجم 10م^3 مع تدريج للقياس (شكل 3).



الشكل (3) يوضح خزان الغاز الحيوي

3 ــ حساب الوزن الجاف للغاز الحيوي ضمن الظروف القياسية (273.15 ك و1.013 بار) تبعاً لمعادلة Gosch وآخرون، (1983):

$$V_{tr} = V_f\,[273.15\,(P_1-P_2-P_3)]/(T \times 1013)$$

حيث: V_{tr} ــ حجم الغاز الجاف في الظروف القياسية، لتر .

V_f ــ حجم الغاز الرطب عند ضغط P ودرجة حرارة T، لتر.

P_1 ــ ضغط الهواء عند درجة حرارة T، ميلليبار.

P_2 ــ ضغط الغاز الرطب عند درجة حرارة T، ميلليبار.

P_3 ــ ضغط تشبع بخار الماء عند درجة حرارة T، ملليبار.

T ــ درجة حرارة الغاز الرطب، كلفن (ك) .

4 ــ زودت الوحدة بمجسات لقراءة درجة الحرارة داخل الهاضم ومانوميتر لقياس ضغط الغاز الحيوي، كما هو مبين في الصورة (1).

5 ــ تم إيجاد أجهزة لحساب نسبة الميتان (CH4) من الغاز الحيوي وذلك عن طريق تقدير نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) في جهاز (carbon dioxide testoryt) كما هو في الصورة (2) وأيضاً تم تقدير قيمة pH في أول التجربة وآخرها.

6 تعبئة الهاضم بمخلفات حظيرة الأبقار مع تمديدها بالماء حسب Lo *et al*., (1981):

$$\mathbf{Y= X [(TS_{man} - TS_{dig}) / TS_{dig}]}$$

حيث: Y - كمية الماء المطلوبة للتمديد، لتر (كغ).

X - كمية المادة الخام المضافة، كغ.

TS_{man} - إجمالي المواد الصلبة من المادة الخام، %.

TS_{dig} - إجمالي المواد الصلبة من المحلول المتخمر، %.

يشير الرمزان man وdig إلى المخلفات قبل الهضم وبعده، حيث اشتقت من الكلمتين الانجليزيتين manure وdigest على الترتيب.

ولتسريع عملية التفاعل، أُضيف بادئ (starter) من مخلفات سبق تخميرها لاهوائياً.

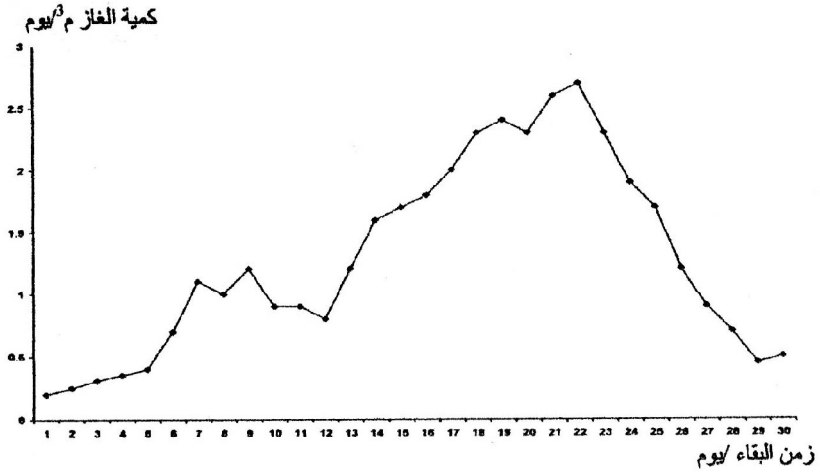
7 ــ تحليل مكونات المواد المضافة قبل عملية التخمر وبعدها، وقراءة درجات الحرارة يومياً، ورصد كميات الغاز الناتج يومياً وذلك خلال فصلي الصيف والشتاء، وأخذ متوسط القراءات لكل فصل، حيث تم حساب كمية الغاز يومياً مدة 30 يوماً، لكل عملية.

الصورة (1) توضح وحدة الهاضم طراز صيني

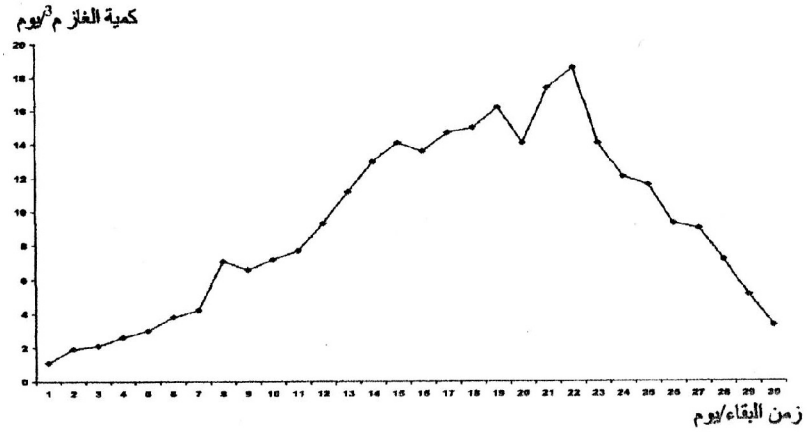
الصورة (2) توضح جهاز قياس نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون

النتائج والمناقشة

لوحظ بداية ظهور الغاز الحيوي بعد 11 يوماً من التعبئة. وتوضح الأشـــكال (4 و5) الإنتاجية اليومية للغاز عند متوسط درجات الحرارة (صيفاً وشـــتاءً)، والأشـــكال (6 و7) كمية الغاز التراكمية خلال هذه الفترة.

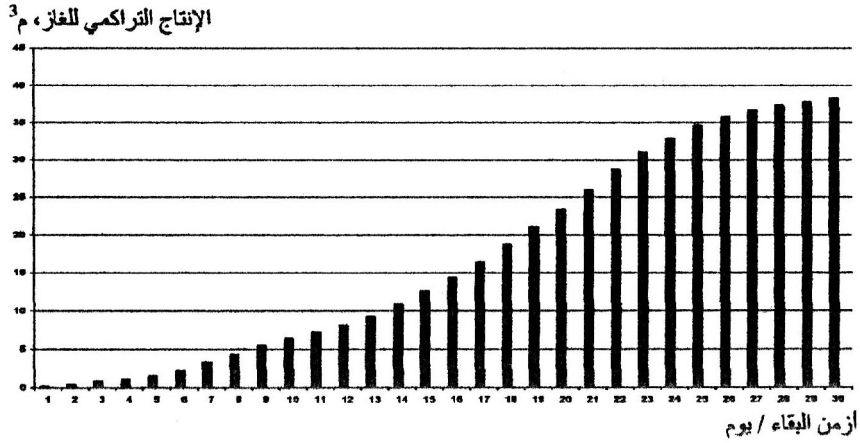


الشكل (4) يوضح إنتاج الغاز خلال فترة البحث عند درجة 15م (متوسط درجة حرارة الشتاء)



الشكل (5) يوضح إنتاج الغاز عند درجة حرارة 25م (متوسط درجة حرارة صيفاً)

حيث اتضح أن متوسط الإنتاج اليومي خلال فترة الشتاء بلغت 1.28 م^3/يومياً، بمعدل 0.04 م^3/م^3/يومياً، وبلغ الإنتاج التراكمي للغاز الحيوي 38.4 م^3 خلال 30 يوماً. في حين كان متوسط الإنتاج اليومي خلال فترة الصيف 9.21 م^3/يومياً، بمعدل 0.31 م^3/م^3. يومياً، وبلغ الإنتاج التراكمي276.3 م^3 خلال 30 يوماً.

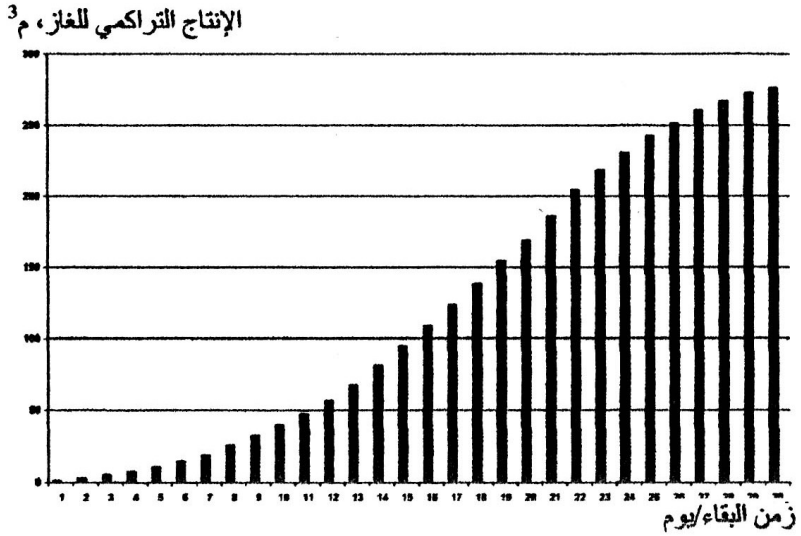


الشكل (6) يوضح كمية الغاز التراكمية عند درجة حرارة 15م (متوسط درجة حرارة الشتاء)

هذه النتائج تتفق مع المعدلات السائدة في المناطق ذات المناخ المماثل للجمهورية العربية السورية، مع ملاحظة تدني معدل إنتاج الغاز الحيوي خلال فترة الشتاء. حيث

كان معدل إنتاج الغاز الحيوي 0.3 م^3 /م^3. يومياً خلال فترة الصيف، في حين كان بين 0.08 إلى 0.1 شتاءً (أكساد، 1996).

وبحساب الفقد الحراري من المفاعل شتاءً والذي كان 3702 kj/hr، وتقدير كمية الطاقة المتولدة من الغاز الحيوي للفترة نفسها نجد أن إجمالي الطاقة التي يمكن الحصول عليها خلال الثلاثين يوماً عند متوسط درجة حرارة 15م، بلغت 921600 كيلو جول. في حين أن الطاقة المتولدة صيفاً، كانت6631200 كيلو جول. حيث لا يوجد فقد في درجة حرارة الهاضم لتقارب درجات الحرارة داخله وخارجه.



الشكل (7) يوضح الإنتاج التراكمي للغاز عند درجة حرارة 25م (متوسط درجة حرارة الصيف)

بلغت نسبة الميثان من الغاز الحيوي 55% وتعدُّ نسبة منخفضة نوعاً ما بالنسبة للهواضم المحسنة والتي تبلغ درجة حرارتها 35م. كما أوضح Pain وزملاؤه، (1990) أن نسبة الميثان في الغاز الحيوي من مخلفات الماشية تراوحت بين 50 -70%. كما أوضحت النتائج جودة المواد المتخلفة عن إنتاج الغاز الحيوي والمستخدمة كسماد، وذلك لارتفاع قيمتها الغذائية من العناصر الكبرى (الفوسفور، والبوتاسيوم، والنتروجين) والصغرى (الحديد، والنحاس، والزنك، والمنغنيز)، حيث يوضح الجدول (2) محتوى السماد العضوي الناتج وقيمة الأس الهيدروجيني (pH).

هذه النتائج تتفق مع ما أشار إليه Molnar و Bartha (1989) Broken و (1998) Brumme، فارس (1999) Jekatsons و Skole (1998) والبلخي (2001).

الجدول (2) يوضح تحليل المواد المتخلفة عن الغاز الحيوي

حالة المادة المستخدمة	C/N	الفوسفور الكلي P%	البوتاسيوم الكلي K%	الآزوت الكلي N%	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	PH
قبل التخمر	25	1.45	1.38	1.7	1798	11	54	125	7.6
بعد التخمر	14.88	1.49	1.26	2.52	1850	17	129	192	8.2

الاستنتاجات

1. تدني كمية الغاز الحيوي المنتجة خلال فصل الشتاء.
2. عدم ثبات كمية الغاز الحيوي خلال العام (تبعاً لدرجات الحرارة).
3. الفقد الكبير للحرارة من جسم الهاضم شتاء، أما في الصيف فلا يوجد فقدان بسبب تقارب درجات الحرارة داخل الهاضم وخارجه.
4. ارتفاع كلفة الهاضم في المناطق ذات مستوى الماء الأرضي المرتفع.
5. إمكانية الاستفادة من مخلفات المزرعة من النواحي الاقتصادية والبيئية، والاجتماعية والزراعية. وذلك بتوفير قدر من الطاقة، والحفاظ على النظافة ومنع تكاثر الحشرات والذباب والروائح الكريهة، ورفع المستوى المعاشي بتوفير ثمن الطاقة والحصول على سماد عضوي جيد.
6. طول فترة ما قبل ظهور الغاز، مما يزيد تكلفة الهاضم، وذلك بإطالة مكوث المادة العضوية داخله.

المقترحات

1. ضرورة الاهتمام بتقانة الغاز الحيوي كمصدر للطاقة في المناطق الريفية فضلاً عن الحصول على سماد عضوي جيد والحفاظ على البيئة وذلك بتشجيع من الدولة والمؤسسات الأهلية ذات الصلة بالبيئة والتنمية المستدامة.
2. الاستفادة من الغاز الحيوي في المزارع الكبيرة وذلك بتوليد الكهرباء وتدفئة الهاضم عن طريق عملية تبريد محرك الاحتراق الداخلي والذي يقوم بتحريك المولد الكهربائي.
3. عزل الهاضم قدر الإمكان لتقليل الفقد الحراري منه.
4. تشجيع إنتاج هواضم ذات حجم صغير (1م^3 - 5م^3) من الفيبركلاس، وتوزيعها للفلاحين بأسعار التكلفة، وذلك لمنع تلوث الماء الأرضي وإمكانية نقلها إلى أي مكان، وتقليل تكلفة المواد المصنعة.

المراجع REFERENCES

البلخي أكرم محمد. (2001). توصيف المادة العضوية المتخلفة عن إنتاج الغاز الحيوي (البيوغاز) ودراسة حركيتها في نوعين من الترب السورية. أطروحة ماجستير. جامعة دمشق كلية الزراعة قسم التربة واستصلاح الأراضي.

حمد محمد نزار. (1992). تقانة تصنيع الأغذية وحفظها. دار إسلام للترجمة والنشر دمشق المطبعة العلمية ص13 -14.

الشاطر، سعيد. (1996). تأثير قش البرسيم على تحولات الفوسفور المتاح للنبات من تربتين مختلفتين وتحت تأثير مستويين مختلفين من الرطوبة، مجلة باسل الأسد لعلوم الهندسة الزراعية. 2: 141 -151.

فارس، فاروق.(1999). تقانات الاستعمالات الملائمة بيئياً والمجدية اقتصادياً للمتبقيات الزراعية النباتية وإمكانية تطبيقها في حدود الأقليم، الندوة الإقليمية حول تقنيات استعمال المخلفات الزراعية وتدويرها في البيئة، المنظمة العربية للتنمية الزراعية دمشق.

المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية. أعداد مختلفة (1995 -2000). وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، سورية.

أكساد (المركز العربي لدراسة المناطق الجافة والقاحلة). (1998). دراسة حول كمية بعض العناصر الخصوبية من مادة البيوغاز (تحليل مخبري).

أكساد.(1996). الدورة التدريبية على دراسة تصميم وإنشاء وتشغيل وصيانة وحدات إنتاج الغاز الحيوي في المجتمعات العربية. الجمهورية العربية السورية محطة بحوث إزرع المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة.

Borken, Y. J. and Brumme, R. (1998). Modeling CH4 oxidation rate in temperate forest soil-A scenario for changing climate. Gohingen University. 540: 231-239.

Gosch, A.; Hildegart, A.; Ursula, W. and Walter, J. (1983). The anaerobic treatment of poultry manure. Animal Res. and Dev. 17: 62-73.

Jekatsons, A. I. and Skole, A. (1998). Bloges in the country side-latvias – Lavkasaimnieks. 3: 33-34.

Lo, K. V.; Carson, W. M. and Jeffers, K. (1981). A computer- aided design program for biogas production from animal manure. Livestock Waste: A Renewable Resource: 133- 135, 141.

Molnar, L. and Bartha, I. (1989). Biol. Wastes. 28: 15-24.

Pain, B. F.; Phillips, V. R.; Clakson, C. R.; Misselbrook, T. H.; Ress, Y. J. and Farrent, J. W. (1990). Biol. Wastes. 34: 149-160.

Singh, R. B. (1971). Indian Gobar Res. Sta., Ajitmal, Etawah (India).

Received	2006/02/05	إيداع البحث
Accepted for Publ.	2006/04/19	قبول البحث للنشر