إنتاج الغاز الحيوي بالهضم اللاهوائي المشترك للمخلفات النباتية مع حمأ المجاري

عمر محمد حسن[1] ، حميد سلمان خميس[2]

[1]كلية العلوم ، جامعة الانبار، الرمادي ، العراق

[2]كلية التربية للبنات ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

الملخص

استعملت بعض المخلفات النباتية (التبن والقصب وسعف النخيل) مع حمأ المجاري المهضومة في إنتاج الغاز الحيوي عند درجة حرارة 35° م، وبزمن مكوث قدره 90 يوم؛ وقد تبين إمكانية إنتاج الغاز الحيوي من تلك المخلفات بمعدل إنتاج يومي تراوح بين 77.41 – 95.52 سم^3. يوم$^{-1}$، وحاصل إنتاج تراوح بين 89.22 – 113.88 سم^3 غاز حيوي لكل غم مادة صلبة طيارة مضافة. وان نتائج تحليل كروماتوغرافيا الغاز، بينت وجود نسبة مقبولة من الميثان ضمن محتويات الغاز الحيوي بلغت بين 52.6 – 59.2%. مع تفوق وسط التبن على باقي أوساط المخلفات النباتية في إنتاج الغاز الحيوي ونسبة محتوى غاز الميثان فيه. وقد توصلت الدراسة إلى أنَّ عملية الهضم اللاهوائي بنظام الدفعة كفوءة في معالجة المواد العضوية الموجودة في حمأ المجاري والمخلفات النباتية مع إنتاج كمية جيدة من الغاز الحيوي (الميثان).

الكلمات المفتاحية: غاز حيوي، لاهوائي، مخلفات نباتية، حمأ المجاري

المقدمة

لا يزال حتى يومنا الحاضر الوقود الإحفوري هو المصدر الرئيسي للطاقة والمتسبب في مشاكل تلوث الغلاف الجوي العالمي نتيجة استعمالاته. إن البحث عن مصادر الطاقة البديلة هي القضية الرئيسية حاليا لأبحاث الطاقة، وعلى مدى السنوات القليلة الماضية كرس العديد من الباحثين أبحاثهم في مجال الطاقة المتجددة لحل مشاكل الاحتباس الحراري العالمي المرتبطة استخدام الوقود الإحفوري. من بين جميع مصادر الطاقة المتجددة، الطاقة الحيوية هي إحدى مصادر الطاقة البديلة المحتملة التي لن تزيد من إجمالي انبعاثات غاز الاحتباس الحراري عند استخدامها [1].

تقليديا، يمكن إنتاج الطاقة الحيوية من الكتلة الحيوية بوساطة العمليات البيولوجية أو الكيميائية الحرارية، إن العملية الأساسية لإنتاج الطاقة الحيوية تتمثل باستهلاك السكر (المادة الأساس) الناتج بالتحلل المائي للكتلة الحيوي في المادة الخام بعملية التخمر [2]، من بين جميع مصادر الطاقة المتجددة، تعتبر الطاقة الحيوية الناتجة عن طريق التخمير هي واحدة من الأساليب الصديقة للبيئة [3].

إنتاج الغاز الحيوي هو المجال الأكثر جاذبية إذا كان من الممكن استخدام مياه الصرف الصحي أو النفايات العضوية الأخرى، كمادة أساس [4]. مؤخرا، جذب الغاز الحيوي اهتمام متزايد كوقود حيوي للمستقبل ذلك أن تقنية الغاز الحيوي لا تشكل فقط مصدر للوقود الحيوي، ولكن أيضا يمكن تطبيقها في التخلص من الملوثات البيئية المختلفة، مثل حمأ المجاري أو المخلفات الزراعية أو الصناعية، والنفايات الصلبة [5].

إن المنتج العرضي الرئيسي من أي معالجة بيولوجية لمياه المجاري هو نفايات الحمأ المنشطة، إن كمية الحمأ المنشطة قد ازدادت في جميع أنحاء العالم كنتيجة للزيادة في كمية مياه المجاري المستعملة في المعالجة؛ لذا أصبح من الضروري تطوير أستراتيجيات إدارة الحمأ الناتجة بكفاءة، ويعد الهضم اللاهوائي تقنية المعالجة الأكثر شيوعا لتثبيت الحمأ واختزال كمية المواد الصلبة الطيارة مع إنتاج الغاز الحيوي في ذات الوقت [6].

تنتج كميات كبيرة من المخلفات الزراعية والتي تهدر بالحرق، يمكن استغلالها لتكون ذات قيمة اقتصادية، معظم البقايا الزراعية تكون بشكل لجنوسليلوز مع محتوى نتروجيني واطئ والتي تعد المشكلة الرئيسية في التخمر اللاهوائي لتلك البقايا، ولتحسين إمكانية هضم البقايا الزراعية فانه من الضروري الوصول إلى أفضل نسبة كربون إلى نتروجين بخلط البقايا الزراعية مع مخلفات الحيوانات أو مع حمأ المجاري [7].

تعتبر المزارع المختلطة، من مصادر مثل الحمأ المهضومة لاهوائيا أو روث البقر أو السماد بمثابة مصدرا مثاليا لميكروبات التحلل، والتي تنتمي الأنواع الرئيسة منها إلى جنس المطثيات Clostridium والتي هي بكتيريا مكونة للأبواغ ومقاومة لحرارة البيئة [8].

يهدف البحث إلى تقييم كفاءة بعض البقايا النباتية مثل قش الحنطة وسعف النخيل والقصب في إنتاج الغاز الحيوي المستدام باستخدام المزارع المختلطة الناتجة من إضافة حمأ المجاري بوساطة الهضم اللاهوائي في مفاعل الوجبة.

المواد وطرق البحث

جمع العينات:

حُصِل على قش الحنطة (التبن) من حقول كلية الزراعة \ جامعة الانبار، سعف النخيل ونبات القصب من المناطق الزراعية في مدينة الرمادي. قطعت البقايا النباتية المستعملة في الدراسة وجففت في الفرن عند درجة 60° س لثلاث أيام، ثم طحنت ونخلت بوساطة منخل حجم 500 ماكرون (0.5 ملم) وحفظت في قناني زجاجية لحين الاستعمال. أُخِذ حمأ المجاري من هاضم لاهوائي (لمياه مجاري المجمع السكني لجامعة الانبار) مستخدم لإنتاج الغاز الحيوي في مختبرات كلية العلوم – جامعة الانبار.

تركيب منظومة الهضم اللاهوائية:

صممت منظومة الهضم اللاهوائي باستخدام ستة من القناني الزجاجية سعة لترين، احكم سدها بوساطة سدادة مطاطية ذات فتحتان تمر من خلال إحداهما أنبوبة زجاجية تصل إلى قعر القنينة ومتصلة من الأعلى بأنبوب مطاطي مزود بصمام خصصت لسحب النماذج بوساطة محقنه طبية معقمة متصلة بنهاية الأنبوب المطاطي، فيما يمر من الفتحة الثانية أنبوب معدني قصير متصل بأنبوب مطاطي مزود بصمام ومربوط بدوره بدورق زجاجي مملوء بالماء والذي يتصل بأنبوب مطاطي ثاني إلى اسطوانة مدرجة لغرض قياس الماء المزاح بفعل ضغط الغاز الناتج من وحدة الهضم، وضعت الدوارق الزجاجية في حمام مائي يحتوي مسخن مسيطر عليه بوساطة منظم حراري للتحكم بدرجة الحرارة ومزود بمروحة لخلط الماء لغرض مجانسة وتوزيع درجة الحرارة [9].

إنتاج الغاز الحيوي:

اعتمد نظام الدفعة في تشغيل الهاضمات اللاهوائية، إذ أضيف حمأ المجاري بمقدار 20% من حجم الهاضم (أي ما يعادل 400 مليلتر) لكل قنينة هاضم وتمت تغذية كل هاضم بمقدار 100 غم من البقايا النباتية المتمثلة في قش الحنطة والقصب وسعف النخيل بشكل منفصل وبواقع مكررين لكل منها، أكمل الحجم بالماء المقطر ومزج جيدا، وضعت القناني في الحمام المائي عند درجة حرارة 35 ْس، وزمن مكوث بلغ 90 يوماً.

التحاليل والقياسات:

قدرت المواد الصلبة الكلية والمواد الصلبة الطيارة والمتطلب الكيميائي للأوكسجين والفسفور في عينات المخلفات النباتية وحمأ المجاري (الجدول 1) قبل وبعد عملية الهضم اللاهوائي، اعتمادا على الطرق الموصوفة في [10]، الكربون الكلي قدر بإتباع الطريقة الموصوفة في [11]، وقدر النتروجين الكلي بإتباع الطريقة الواردة في [12]، قيس الرقم الهيدروجيني بوساطة مقياس الرقم الهيدروجيني نوع Hana الايطالي الصنع، وقيست كمية الغاز المنتج بالاعتماد على طريقة الماء المزاح [13]، شخصت الغازات وقدرت نسبها باعتماد تقنية كروماتوغرافيا الغاز، وقد اجري التحليل في مختبرات شركة ابن سينا العامة – وزارة الصناعة والمعادن باستخدام جهاز نوع Hewlet Packard أمريكي الصنع، مع عمود من نوع المنخل الجزيئي.

حسب المعدل اليومي لإنتاج الغاز الحيوي بقسمة الإنتاج التراكمي للغاز الحيوي على زمن المكوث لذلك الإنتاج، بينما حسب حاصل الإنتاج للغاز الحيوي بقسمة اجمالي الإنتاج التراكمي عند انتهاء التجربة على كمية المادة الصلبة الطيارة (VS) الموجودة في الهاضم عند بدء التشغيل.

التحليل الإحصائي

اجري التحليل الإحصائي بوساطة برنامج IBM® SPSS® Statistics software V.22, 2013 (International Business Machines Corp., New York, USA). لتحديد الفروق المعنوية بين العوامل المدروسة عند مستوى معنوية (0.05)، إذ تم إجراء تحليل التباين (ANOVA)، كما تم حساب المتوسطات وأجريت المقارنة بين متوسطات المعاملات اعتمادا على اختبار اقل فرق معنوي (LSD).

النتائج والمناقشة:

إنتاج الغاز الحيوي

يوضح الجدول (2) تأثير التخمر المشترك للحمأ مع المخلفات النباتية على إنتاج الغاز الحيوي، حيث تراوحت الحجوم التراكمية للغاز الحيوي بين 6.966 – 8.597 لتر، كانت الأفضلية في إنتاج الغاز الحيوي لوسط التبن مع الحمأ والذي أعطى حجم كلي من الغاز الحيوي بلغ حوالي 8.597 لتر خلال مدة الهضم البالغة 90 يوم، وبمعدل إنتاج يومي بلغ 95.52 سم^3\ يوم وحاصل إنتاج 113.88 سم^3 غاز حيوي\غم VS ؛ تلاه وسط السعف مع الحمأ بحجم إنتاج تراكمي بلغ 7.234 لتر ومعدل إنتاج يومي وصل إلى 80.38 سم^3\ يوم، كما بلغ حاصل الإنتاج 89.76 سم^3 غاز حيوي\غم VS ؛ وكان وسط القصب مع الحمأ قد أعطى اقل إنتاج تراكمي بلغ 6.966 لتر غاز حيوي، وبمعدل إنتاج يومي قدره 77.41 سم^3\ يوم، بينما بلغ حاصل الإنتاج لوسط القصب 89.22 سم^3 غاز حيوي\غم VS. إنَّ إنتاجية الغاز الحيوي في هذا البحث المعبر عنها بوحدات سم^3 غاز حيوي.غم$^{-1}$ VS تتطابق مع النتائج التي وصل لها [14].

بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية 0.05 بين الحجوم التراكمية ومعدلات الإنتاج اليومي من الغاز الحيوي لأوساط التبن والسعف والقصب. بالإضافة إلى ذلك فقد تبين وجود فروق معنوية بين قيم حاصل الإنتاج للغاز الحيوي للأوساط المختلفة، إذ ظهر فرق معنوي لقيم حاصل الإنتاج بين وسط التبن مقارنة بوسطي السعف والقصب، إلا أنه لم يتبين وجود فرق معنوي بين نتائج السعف والقصب في قيم حاصل الإنتاج وبهذا يمكن القول انه رغم وجود اختلافات في إنتاجية الغاز الحيوي بين السعف والقصب إلا أن تلك الاختلافات تتلاشى عند احتساب حاصل الإنتاج وانه يمكن القول أنَّه لا فرق بينهما في إنتاج الغاز الحيوي. إن نتائج التحليل الإحصائي تؤكد على أفضلية قش الحنطة (التبن) على القصب والسعف في إنتاج الغاز الحيوي بالهضم اللاهوائي المشترك مع الحمأ، وربما يعود ذلك إلى قلة محتوى التبن من اللجنين مقارنة بالسعف والقصب.

الجدول (1) بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمخلفات النباتية والحمأ المستعملة في الدراسة

الخصائص	التبن	السعف	القصب	حمأ المجاري
pH	-	-	-	7.9
TS%	78.604	81.352	80.247	2.441
VS%	70.669	75.774	73.250	1.208
TOC%	53.885	62.921	58.362	14.634
TN%	0.662	0.718	0.689	5.062
TP%	0.152	0.170	0.206	0.084
C/N	81.397	87.634	84.705	2.89

الجدول (2) تأثير الهضم المشترك للمخلفات النباتية مع الحمأ في إنتاج الغاز الحيوي

	الحجم التراكمي ($سم^3$)	زمن المكوث (يوم)	معدل الإنتاج اليومي ($سم^3$. $يوم^{-1}$)	حاصل الإنتاج ($سم^3.غم^{-1}$ VS)
التبن	8597.0	90	95.52	113.88
السعف	7234.5	90	80.38	89.76
القصب	6966.5	90	77.41	89.22
LSD $_{(P\leq0.05)}$	103.7	-	1.398	1.591

مكونات الغاز الحيوي

بما أنَّ الميثان هو عامل الطاقة الحقيقي في الغاز الحيوي، لذلك يعد تركيز الميثان في الغاز الحيوي مؤشراً لاقتصاديات إنتاجه. تراوح تركيز الميثان CH_4 في الغاز الحيوي المنتج بين 52.6 – 59.2%. أما النسبة المتبقية فإنَّ معظمها غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2, وهو يوافق ما توصل إليه [15]. وقد تم الحصول على أعلى تركيز للميثان 59.2% في الغاز الحيوي المنتج من وسط التبن وبفارق معنوي ($P\leq0.05$) عن تركيز غاز الميثان المنتج من وسطي السعف والقصب والبالغة 55.31% و 52.6% على التعاقب، الجدول (3).

الجدول (3) مكونات الغاز الحيوي المنتج من الهضم المشترك للحمأ مع المخلفات النباتية

	الميثان %	ثاني أكسيد الكربون %	كبريتيد الهيدروجين %
التبن	59.203	40.742	0.055
السعف	55.314	44.655	0.031
القصب	52.607	47.310	0.083
LSD $_{(P\leq0.05)}$	2.231	1.825	0.012

تأثير الهضم اللاهوائي المشترك على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للأوساط

يبين الجدول (4) الخصائص الفيزيائية والكيميائية لأوساط المخلفات النباتية مع الحمأ قبل بدء عملية الهضم اللاهوائي وبعد مرور 90 يوماً من الهضم اللاهوائي. إذ بلغ الرقم الهيدروجيني 7.3 لجميع الأوساط المستعملة في التجربة، غير ان الرقم الهيدروجيني ارتفع في وسط التبن لتصل إلى (7.9)، بينما بلغ الرقم الهيدروجيني في كل من اوساط السعف والقصب مع الحمأ ليكون أقرب إلى المتعادل (7.2) في وسط السعف ومتعادل ذو ميول نحو الحامضية (6.7) في وسط القصب. إن هذا الاختلاف يعكس تباينا في سلوكية التفاعلات الحاصلة أثناء عملية الهضم اللاهوائي لأوساط هذه المخلفات والذي يمكن إن يؤثر على معدلات إنتاجية الغاز الحيوي من تلك المخلفات [16].

من جانب أخر فقد أدت عملية الهضم إلى إزالة 60.18% و 58.55% و 57.56% من المواد الصلبة الكلية TS في أوساط التبن، السعف والقصب على التعاقب خلال 90 يوماً من عملية الهضم، إلى جانب ذلك أمكن إزالة 64.19% من المواد الطيارة VS لوسط التبن، و 59.06% من المواد الطيارة لوسط السعف و 58.21% لوسط القصب، ليكون بذلك قد تم إزالة المادة العضوية الطيارة بنسب تراوحت بين 87.64% في وسط القصب إلى 90.98% في وسط التبن من المادة الجافة (VS/TS) (الجدول 5) نسب إزالة مشابهة تم التوصل إليها من قبل [16].

تراوحت قيم المتطلب الكيميائي للأوكسجين لأوساط المخلفات النباتية بين 4.42 – 5.27 غم. لتر كما مبينة في الجدول (4)، وقد أسهمت عملية الهضم اللاهوائي بإزالة نسب جيدة من COD بلغت أعلى نسبة لها 67.19% في وسط التبن، بينما بلغت 60.34% و 59.03% لوسطي السعف والقصب على التعاقب (الجدول 5).

إن قيمة COD مرتبطة بشكل وثيق بالمادة العضوية VS وان نسبة COD/VS تعتمد على تركيب المادة العضوية وطبيعتها، وإنَّ زيادة نسبة COD/VS تؤدي إلى زيادة معدل إزالة COD. ولهذا يقاس تحلل المواد العضوية إما بمقدار الاختزال في كمية الطلب الكيمياوي للأوكسجين أو نسبة تحلل المواد الطيارة VS أو بكلاهما [17].

فقد أشار [18] إلى المدى الاختزال الحاصل في الطلب الكيمياوي للأوكسجين في فضلات المجاري والنسبة المئوية لغاز الميثان إذ تزداد كمية غاز الميثان المنتج بزيادة الطلب الكيمياوي للأوكسجين في هذه الفضلات.

كما أوضح [19] أنَّ تحلل الفضلات العضوية يمكن أنْ يخفض نسبة الطلب الكيمياوي للأوكسجين بمقدار 20 – 99%، وبين أنَّ هناك علاقة عكسية بين نسبة الاختزال في الطلب الكيمياوي للأوكسجين وكمية الغاز المنتج إذ تزداد كمية الغاز المنتج بزيادة نسبة الاختزال.

تباينت نسب الكربون العضوي الكلي في المادة الجافة في أوساط التخمر، إذ بلغت اقل قيمة لها في وسط التبن (49.54%)، وأعلى قيمة في وسط السعف بلغت 57.75%، بينما توسطت كمية الكربون العضوي في وسط القصب لتصل 53.62% من المادة الجافة. وقد نتج عن عملية الهضم اللاهوائي إزالة نسب جيدة من المادة العضوية، إذ بلغت 54.10% ، 56.94% و 58.86% في أوساط القصب، السعف والتبن على التعاقب (الجدول 5).

نسب النتروجين الكلية كانت متقاربة في الأوساط، إذ تراوحت بين 1.15– 1.19% من المادة الجافة، وبهذا تكون نسبة الكربون إلى النتروجين قد تراوحت بين 43.22 في وسط التبن إلى 48.72 في وسط السعف. وقد تباينت نسب الإزالة من النتروجين الكلي لتبلغ 5.22% في وسط التبن، فيما وصلت نسب الإزالة للنتروجين 4.20% و 4.32% وسطي السعف والقصب على التعاقب (الجدول 5)، لتكون بذلك نسب الكربون إلى النتروجين في مخلفات أوساط التخمير قد انخفضت إلى 18.70 في وسط التبن و 21.82 في وسط السعف و 22.17 في وسط القصب بعد مدة 90 يوم من الهضم اللاهوائي (الجدول 4).

تراوح محتوى الفسفور بين 0.14 – 0.20% للأوساط قبل تشغيل الهاضمات، ورغم المدى الضيق لمحتوى الفسفور في الأوساط إلّا أنَّ نسب الإزالة تفاوتت بشكل اكبر، إذ كانت أعلى نسبة إزالة من الفسفور في وسط القصب بلغت 10%، تلاها وسط التبن بنسبة إزالة 7.14%، بينما أعطى وسط السعف أدنى نسبة إزالة بلغت 6.25% من الفسفور (الجدول 5).

فقد أشارت [20] إلى أن غالبية الدراسات لم تسجل حدوث انخفاض في محتوى النتروجين أو الفسفور، كما إن السماد المتخلف من عملية الهضم يكون غني بمحتواه من النتروجين والفوسفات وهو أمر ايجابي في صناعة الأسمدة.

أوضحت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية عند مستوى 5%، بين قيم المؤشرات المدروسة قبل وبعد عملية الهضم لكافة الأوساط، كما أظهرت وجود فروق معنوية بين نسب الإزالة للمؤشرات المدروسة لأوساط التخمر، مع تفوق وسط التبن معنويا في نسب الإزالة (باستثناء الفسفور) عن مثيلاتها لوسطي السعف والقصب.

الجدول (4) الخصائص الفيزياوية والكيمياوية لأوساط المخلفات النباتية قبل وبعد الهضم

المؤشرات	قبل الهضم			بعد الهضم		
	التبن	السعف	القصب	التبن	السعف	القصب
pH	7.30	7.30	7.30	7.90	7.20	6.70
TS%	4.42	4.56	4.50	1.76	1.89	1.91
VS%	3.77	4.03	3.90	1.35	1.65	1.63
VS/TS	85.43	88.46	86.75	76.70	87.30	85.34
COD ($g.L^{-1}$)	4.42	5.27	4.93	1.45	2.09	2.02
TOC%	49.54	57.75	53.62	20.38	24.87	24.61
TN%	1.15	1.19	1.16	1.09	1.13	1.11
TP%	0.14	0.16	0.20	0.13	0.15	0.18
C/N	43.22	48.72	46.05	18.7	22.01	22.17

الجدول (5) نسب الإزالة للخصائص الفيزياوية والكيمياوية لأوساط المخلفات النباتية المهضومة

الأوساط	المؤشرات						
	TS %	VS %	VS/TS%	COD ($g.L^{-1}$)	TOC%	TN %	TP %
التبن	60.18	64.19	90.98	67.19	58.86	5.22	7.14
السعف	58.55	59.06	89.14	60.34	56.94	4.20	6.25
القصب	57.56	58.21	87.64	59.03	54.10	4.31	10.00
LSD $_{(P\leq0.05)}$	1.29	1.74	2.06	1.51	1.28	0.43	0.66

الاستنتاجات

1. يؤدي مزج المخلفات النباتية اللجنوسليلوزية مع الحمأ إلى تحسين المغذيات ونسبة C/N.
2. قش الحنطة أفضل من القصب والسعف في إنتاج الغاز الحيوي بالهضم اللاهوائي.
3. طريقة الهضم اللاهوائي كفوءة في معالجة المخلفات الحاوية على نسبة مرتفعة من المادة العضوية، كما أنَّها يمكن أنْ تكون ذات مردود اقتصادي من خلال الطاقة (الميثان) التي توفرها.

التوصيات

1. إجراء المزيد من الدراسات والأبحاث حول إنتاج الغاز الحيوي من مواد أولية أخرى مثل المخلفات العضوية للمطابخ أو الصناعات الغذائية المختلفة وغيرها.
2. إجراء معاملات فيزيائية أو كيميائية أو حتى بيولوجية للمخلفات اللجنوسليلوزية قبل استخدامها في إنتاج الغاز الحيوي من أجل تحسين الإنتاج وتقليل المدة اللازمة للهضم اللاهوائي.
3. دراسة كفاءة السماد العضوي المتخلف من عملية الهضم اللاهوائي في الزراعة واستخدامه كبديل للأسمدة الصناعية.

المصادر

[1] Lin C., and Chen H. (2006). Sulfate effect on fermentative hydrogen production using anaerobic mixed microflora. Int. J. Hydrogen Energy. 31 (7): 953-960.

[2] Wang J., and Wan W. (2009). Factors influencing fermentative hydrogen production: a review. Int. J. Hydrogen Energy. 34 (2): 799-811.

[3] Saha B. (2003). Hemicellulose bioconversion. J. Ind. Microbiol. Biotechnol. 30 (5): 279-291.

[4] Chang A.C., Tu Y., Huang M., Lay C., and Lin C. (2011). Hydrogen production by the anaerobic fermentation from acid hydrolyzed rice straw hydrolysate. int. J. of hydrogen energy. 36: 14280-14288.

[5] Kim M., Yang Y., Morikawa-Sakura M. S., Wanga Q., Lee M. V., Lee D., Feng C., Zhou Y., and Zhang Z. (2012). Hydrogen production by anaerobic co-digestion of rice straw and sewage sludge. int. J. of hydrogen energy. 37: 3142-3149.

[6] Athanasoulia E., Melidis P. and Aivasidis A. (2012). Optimization of biogas from waste activated sludge through serial digestion. Renewable Energy. 47: 147-151.

[7] Chin-Chao Chen a, and etal. (2012). Thermophilic dark fermentation of untreated rice straw use in mixed cultures for hydrogen production. international journal of hydrogen energy. 1 -7.

[8] Kim M., Liu C., Noh J., Yang Y., Oh S., Shimizu K., Lee D., and Zhang Z. (2013). Hydrogen and methane production from untreated rice straw and raw sewage sludge under thermophilic anaerobic conditions. international journal of hydrogen energy 38: 8648-8656.

[9] النقار، سحر سالم بطرس (2011). عزل وتشخيص الاركيا المولدة للميثان ودورها في إنتاج الغاز الحيوي من فضلات الأبقار والدجاج. أطروحة دكتوراه، جامعة الموصل – كلية العلوم.

[10] APHA (American public Health Association). (1999). Standard methods for examination of water and wastewater, 20th Ed. Washington DC. USA.

[11] Datta, N.P., Khera, M.S. & Saini, T.R. (1962). A rapid colorimetric procedure for the determination of the organic carbon in soils. J. Ind. Soc. Soil Sci., 10: 67-74.

[12] AOAC (Association of Official Agricultural Chemist) (2002). Official methods of analysis , 17th Ed., method 978.04 ,Washington D.C., USA.

[13] Parajuli P. (2011). Biogas measurement techniques and the associated errors. Msc. Thesis, Department of Biological and Environmental Science, Faculty of Mathematics and Science, University of Jyväskylä.

[14] Pohl M., Mumme J., Heeg K., and Nettmann E. (2012). Thermo- and mesophilic anaerobic digestion of wheat straw by the upflow anaerobic solid-state (UASS) process. Bioresource Technology 124: 321-327.

[15] Teghammar A. (2013). Biogas Production from Lignocelluloses: Pretreatment, Substrate Characterization, Co-digestion, and Economic Evaluation. PhD thesis. Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden.

[16] Kymäläinen M., Lähde K., Arnold M., Kurola J.M., Romantschuk M., and Kautola H. (2012). Biogasification of biowaste and sewage sludge -

Measurement of biogas quality. Journal of Environmental Management, 95: S122-S127.
[17] Kerga, G.A. (2011). Optimum production of Biogas from Bio-Municipal solid Wastes Using Two stages Anaerobic Digester. Msc Thesis. Addis Ababa university.
[18] Pipyn P. and Verstraete, W. (1980). Waste classification for digestibility in anaerobicnsystems. In Anaerobic digestion (e.d.) D.A. Stafford, Vol. 1, p. 15-35. scientific press, cardiff.
[19] Stafford D.A., Hawkes D.L. and Horton R. (1980). Methane production from waste organic matter. Boca Raton, FL: CRC Press. USA.
[20] Andersson, S. (2011). Characterization of Microbial community structure in solidwaste bioreactors. postdoctoral research, Royal institute of technology. Ardhi university, sweden.

Biogas production from sewage sludge by anaerobic digestion

Omar Mohammed Hassan[1] , Hamid Salman khamis[2]
[1] *Faculty of Science , Anbar University , Rumade , Iraq*
[2] *College of Education for Girls , University of Tikrit , Tikrit , Iraq*

Abstract:
Some plant residues with digested sewage sludge was used for biogas production at 35^{o} C, and a retention time of 30 days; has been shown that possibility of producing biogas from primary sludge, with daily production rate about 77.41 - 95.52 cm^{3} biogas . day^{-1}, and the average yield production between 89.22 - 113.88 cm^{3} biogas per g volatile solids added. And that the results of the gas chromatography analysis, show the presence of a acceptance percentage of methane within the contents of biogas between %59.2 - 52.6. with surpass of wheat straw media over other plant residues media in biogas production and methane content rate. The study reached to that anaerobic digestion process with batch culture efficient in organic treatment presence in swage sludge with plant residues with good quantity of biogas (methane) production.
Key words: Biogas, anaerobic, plant residues, swage sludge.