مجلة المثنى للعلوم الزراعية المجلد (8) العدد(4) لسنة 2021
Al-Muthanna J. For Agric Sci. Print ISSN: 2226-4086 Online ISSN:2572-5149
DOI 10.52113/mjas04/8.4/39

مجلة المثنى للعلوم الزراعية
https://muthjas.mu.edu.iq/

Effect of hydraulic retention time on some properties of liquid organic manure produced in locally originated anaerobic digester

Email: ali.majid.j78@gmail.com

Article Info.
Received Date 10/11/2021
Accepted Date 30/12/2021
Keywords
poultry manure, anaerobic fermentation , biogas technology, sustainable agriculture,

Abstract

The study was conducted at the field of poultry at the Agricultural Advisory Office , College of Agriculture , University of Basra in (Karmat Ali), where the anaerobic digester of the fixed dome type bioreactor model was designed and installed on site to be exploited, Fresh poultry droppings as raw material for producing liquid organic manure through anaerobic fermentation and taking into account the qualitative characteristics of the maturation of the fermented materials inside the anaerobic digester during periods of Hydraulic Retention Time 0, 2, 4, 6, 8 weeks The averages were compared using the averaged least significant difference (RLSD) at the 5% level.. And the results showed that the periods of Hydraulic Retention at 8 weeks is the period best which the fermented material is decomposed in anaerobic digestion. An organic manure with positive qualitative characteristics in terms of pH 7.02, electrical conductivity EC 17.43 dS m^{-1} organic carbon 318.27 g kg^{-1} total (nitrogen, phosphorous, potassium) recorded 38.03, 13.70 and 25.25 g kg^{-1} Straight, the ratio of organic carbon to total nitrogen was 8.37, the total solids was 6.80% and The chemical oxygen requirement (COD) 2150 mg L^{-1}.

Paper cited by a master's thesis of the first author

تأثير زمن الاحتجاز الهيدروليكي في بعض الخصائص لسماد العضوي السائل المنتج في الهاضم اللاهوائي والمنشأ محليا

علي ماجد جابر عرنوص * زينب كاظم حسن **
*، **علوم التربة والموارد المائية – كلية الزراعة – جامعة البصرة – العراق

الخلاصة:

اجريت الدراسة في حقل الدواجن التابع للمكتب الاستشاري الزراعي - كلية الزراعة - جامعة البصرة في كرمة علي ، اذ تم تنصيب الهاضم اللاهوائي للمفاعل الحيوي نوع Fixed-dome modelفي الموقع لغرض استغلال مخلفات دواجن طازجة المتروكة كمادة أولية لإنتاج السماد العضوي السائل بالتخمير اللاهوائي ومراقبة الخصائص النوعية لنضج المواد المخمرة كالأس الهيدروجيني pH ، الايصالية الكهربائية EC ، الكاربون العضوي ، النتروجين الكل ، نسبة الكاربون العضوي الى النتروجين الكلي ، الفسفور الكلي ، البوتاسيوم الكلي ، المواد الصلبة الكلية ، المتطلب الكيميائي للأوكسجين داخل الهاضم اللاهوائي خلال مدد الاحتجاز الهيدروليكي 0 ، 2 ، 4 ، 6 ، 8 اسبوعا اذ قورنت المتوسطات باقل فرق معنوي معدل عند مستوى احتمال 0.05، أظهرت النتائج ان زمن الاحتجاز الهيدروليكي 8 اسبوع هي المدة التي حصل فيها اكتمال تحلل المواد المخمرة من مخلفات الدواجن في الهاضم اللاهوائي منتجة سماداً عضوياً سائلاً ذو خصائص نوعية إيجابية من ناحية الأس الهيدروجيني pH 7.02 ، الايصالية الكهربائية EC 17.43 ديسيمنز $م^{-1}$ ، الكاربون العضوي 318.27 غم $كغم^{-1}$ مادة جافة ، النتروجين الكلي 38.03 غم $كغم^{-1}$ مادة جافة ، نسبة الكاربون العضوي الى النتروجين الكلي 8.37 ، الفسفور الكلي 13.70 غم $كغم^{-1}$ مادة جافة ، البوتاسيوم الكلي 25.25 غم $كغم^{-1}$ مادة جافة ، المواد الصلبة الكلية 6.80% والمتطلب الكيميائي للأوكسجين 2150 ملغم لتر.$^{-1}$

الكلمات المفتاحية: مخلفات دواجن، التخمير اللاهوائي، تكنلوجيا الغاز الحيوي، الزراعة المستدامة

*بحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الأول

المقدمة :

لا شك ان تدوير (recycling) المخلفات العضوية سواء الحيوانية والنباتية المختلفة كمصدر للطاقة البديلة والمتجددة Li *et al.*, 2016) ; Hou *et al.*, 2017)، مع إنتاج للسماد العضوي السائل ذو الجودة العالية الغني بالمغذيات الاساسية الكبرى كالنتروجين والفسفور والبوتاسيوم والخالي من بذور الأعشاب والمسببات المرضية مع اعداد هائلة من الاحياء المجهرية المفيدة للتربة ينعكس إيجابيا على تحسين خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية والحيوية والخصوبية ((Bhandari, 2012، ان السماد العضوي السائل المنتج بالمفاعل الحيوي بتقنية الغاز الحيويBiogas technology)) ذو خصائص متأثرة بجملة من العوامل منها التغذية الأولية (البادئات) و درجة الحرارة و الرقم الهيدروجيني و نسبة الكاربون الى النتروجين و التقليب و نوع الركيزة العضوية المستخدمة و موقع تشييد الهاضم اللاهوائي و المواد الصلبة الكلية واهمها عامل زمن او مدة الاحتجاز الهيدروليكي (Hydraulic Retention Time)، حيث لمدة الاحتجاز تأثيرا مباشراً على اكتمال مراحل عملية الهضم اللاهوائي اذ ان مدة الاحتجاز القصيرة و قطع مراحل عملية الهضم اللاهوائي تنتج سماداً عضوياً غير متحلل وغير متكامل الخصائص او قد ينتج خصائص غير مرغوب بها (Terhoeven *et al.*, 2009 ; Nkoa, 2014)، اذ لوحظ ان معدل عالي من النتروجين يفقد بصورتي NH_3 و NO^-_2 قياسا مع السماد العضوي المكتمل التحلل في الهاضم اللاهوائي (Vallejo *et al.*, 2006; Wulf *et al.*, 2002)، كما وذكر Snell *et al.* (2005) ان استعمال السماد العضوي السائل والمنتج من الهضم اللاهوائي بمدة احتجاز غير كافية يستوجب معالجة لاحقة كمرحلة تمهيدية لتحسين نوعيته واستعماله لاحقا لرفع جودته وضمان خلوه النسبي من المسببات المرضية الخطرة على الصحة و البيئة ، وتؤكد اغلب الدراسات الحديثة ان مدة الاحتجاز الهيدروليكي 45 يوما تقريبا من الهضم اللاهوائي انعكست إيجابيا على معظم المؤشرات الإيجابية للمواد المهضومة قياسا بنفس الركائز العضوية المهضومة عند مدة 15 يوما والتي انتجت ما يقارب 14.3% من NH_3 و125.9 % من N_2O مما يقلل من كفاءة وجودة السماد العضوي السائل المنتج ولا سيما في الاستعمالات الزراعية اذ ان إتمام مدة الهضم اللاهوائي من الشروط المهمة في انتاج السماد العضوي السائل بالهاضم اللاهوائي (Li *et al.*, 2018)، ولقلة الدراسات المتعلقة بهذا الموضوع هدفت الدراسة الى بيان تأثير مدد الاحتجاز الهيدروليكي في بعض خصائص السماد العضوي السائل المنتج محليا بطريقة التخمير اللاهوائي في الهاضم اللاهوائي للمفاعل الحيوي المنشأ محلياً في موقع جامعة البصرة – كلية الزراعة موقع كرمة علي.

المواد وطرائق العمل

نفذت تجربة التخمير اللاهوائي لمخلفات الدواجن الطازجة في موقع ضمن حقل الدواجن التابع للمكتب الاستشاري الزراعي - كلية الزراعة - جامعة البصرة في كرمة علي باستعمال الهاضم اللاهوائي لوحدة المفاعل الحيوي الصورة 1 والمصنع محليا من مادة الفيبركلاس سعة 1000 لتر على شكل خزان أسطواني من نوع

صورة 1 : وحدة المفاعل الحيوي (الهاضم اللاهوائي)

Fixed-dome model ذو غطاء محكم و تثبيته على مساحة مستوية تماما من الارض وضعت مخلفات الدواجن الطازجة بواقع 350 كغم بالهاضم اللاهوائي بعدما حللت الخصائص الأولية لمخلفات الدواجن الطازجة والموضحة بالجدول 1 و خلطها بالماء بواقع 350 كغم / 600 لتر ماء إضافة الى محتواها الرطوبي البالغ 78% مع مراعاه الخلط لجعل المزيج ذو قوام سائل .

سُحبت عينات ممثلة عن المواد المتخمرة من داخل المفاعل الحيوي خلال المدد 0 ، 2 ، 4 ، 6 ، 8 أسبوعا وقدرت بعض الخصائص النوعية المتمثلة بالاس الهيدروجيني و الايصالية الكهربائية و الكاربون العضوي والنتروجين والفسفور والبوتاسيوم الكلي ونسبة الكاربون العضوي الى النتروجين الكلي إضافة الى المواد الصلبة الكلية والمتطلب الكيميائي للأوكسجين بعد تجفيف العينات الخاصة بالسماد العضوي السائل المنتج في الهاضم اللاهوائي على درجة 70^{o}-65 م ، اخذ وزن 0.2 غم من المخلفات العضوية الجافة وهضمها باستعمال الخليط الحامضي (96 %) حامض الكبريتيك المركز و 4) %) حامض البيروكلوريك وسخنت لحين الحصول على

جدول 1: بعض الخصائص الاولية لمخلفات الدواجن قبل التخمير اللاهوائي

الخاصية	الوحدة	القيمة
pH (5:1)	-	6.50
EC (5:1)	ديسيمنز م $^{1-}$	21.22
الكاربون العضوي	غم كغم $^{1-}$	344.42
النتروجين الكلي		21.88
الفسفور الكلي		9.34
البوتاسيوم الكلي		17.19
C/N		15.74
المواد الصلبة الكلية TS	%	22
المحتوى الرطوبي	W/W %	78.00

محلول رائق وفق طريقة Cresser and Parsons (1979) ، قدر النتروجين بجهاز التقطير بالبخار وبحسب ما ورد في Bremner (1970)، والفسفور بجهاز Spectrophotometer عند طول موجي 700 نانوميتر وفق ما ورد في Murphy and Riley (1962) اما البوتاسيوم قدر بجهاز انبعاث اللهب Flame photometer بعد تعديل حموضة المحاليل ووفق ما ورد في Page *et al*. (1982) ، اما الكاربون العضوي حسب بعد تقدير المادة العضوية باستخدام طريقة (Loss-on-ignition(LOI من خلال حرق النموذج لمدة8 ساعة عند درجة 550م^{o} وبحسب ما ورد في European committee for standardition (1999) ، و المواد الصلبة الكلية قدرت من خلال تجفيف حجم معلوم من المواد

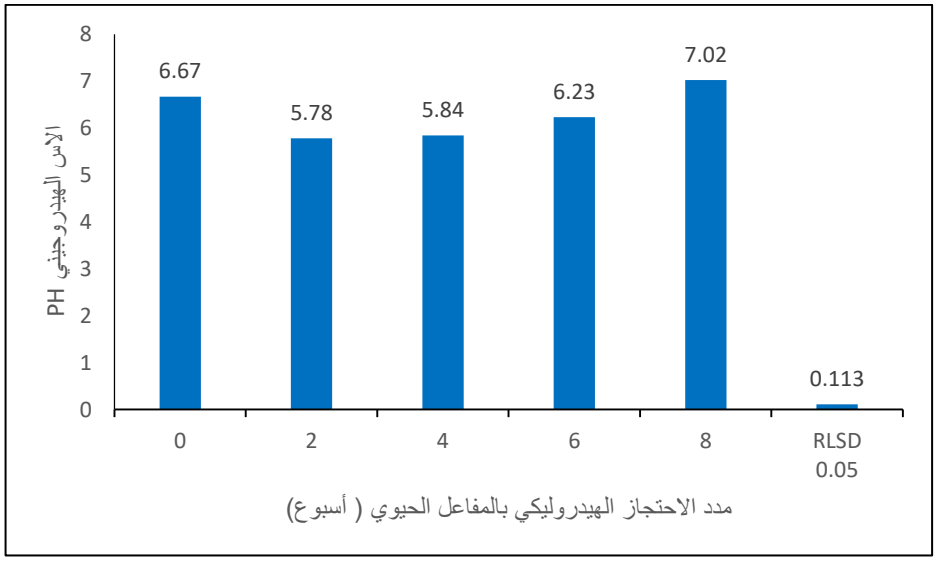
المتخمرة وعلى درجة حرارة 105 – 103°م ومن ثم وزنها وكما مذكور في Standard Methods (1995) ، اما المتطلب الكيميائي للأوكسجين قدر بحسب طريقة Dichromate reflux والموصوفة في Standard Methods (1995) والتي تعتمد على تسخين العينة بوجود خليط دايكرومات البوتاسيوم القياسي ($7K_2Cr_2O$) ذا عياريه (N 0.25) وحامض الكبريتيك المركز مع التكثيف وتسحيح المتبقي من الدايكرومات مع محلول قياسي من كبريتات الحديدوز الامونياكي بوجود دليل الفريون .

النتائج والمناقشة

الاس الهيدروجيني **pH**

أظهرت النتائج في الشكل 1

بوجود تأثيراً معنويا لمدد الاحتجاز الهيدروليكي في خفض الاس الهيدروجيني لسائل الهضم للمدتين 2 و 4 أسبوع اذ بلغتا 5.78 و 5.84 بالتتابع وارتفاع قيمها عند المدتين 6 و 8 أسبوعا والبالغة 6.23 و 7.02 بالتتابع قياسا بالمدة 0 أسبوعا والبالغة 6.67 ، ان الانخفاض في قيم الاس الهيدروجيني عند المدتين 2 و 4 أسبوع 5.78 و 5.84 بالتتابع جاء متفق مع Corral *et al*. (2008) اذ أذكروا الى ان الاس الهيدروجيني لسائل الهضم في المفاعل الحيوي تنخفض في بداية مدد الاحتجاز كون البكتيريا اللاهوائية النامية تعمل على تفكيك المواد السهلة التحلل وتحويلها الى احماض عضوية في مرحلة تكون الحموضة (Acidogenesis) مثل حامض الخليك Acetic Acid وما يصاحبه من انطلاق لبعض الايونات الموجبة مثل الهيدروجين والامونيوم اذ تعمل هذه المركبات والايونات بخفض الاس الهيدروجيني للوسط.



شكل 1: تأثير مدد الاحتجاز الهيدروليكي في الاس الهيدروجيني السماد العضوي السائل المنتج بالمفاعل الحيوي

ويلاحظ من الشكل 1 ارتفاع قيم الاس الهيدروجيني عند المدد 6 و 8 أسبوعا اذ بلغت 6.23 و 7.02 بالتتابع قياسا بالمدد 4,2 أسبوع وهذا ربما يعود الى قيام بكتيريا الميثانوجينات اللاهوائية باستهلاك المواد المنتجة بمرحلة تكون الحموضة المسببة لحموضة سائل الهضم، وهذا يتفق مع Chu *et al*. (2007) الذين ذكروا ان انتاج الميثان بفعل نشاط بكتيريا الميثانوجينات Methanogenic bacteria ناتج من استهلاكها للهيدروجين وثاني أوكسيد الكاربون و الاحماض الامينية والدهنية الموجودة في سائل الهضم مما يعمل على رفع الاس الهيدروجيني للوسط بحدود التعادل.

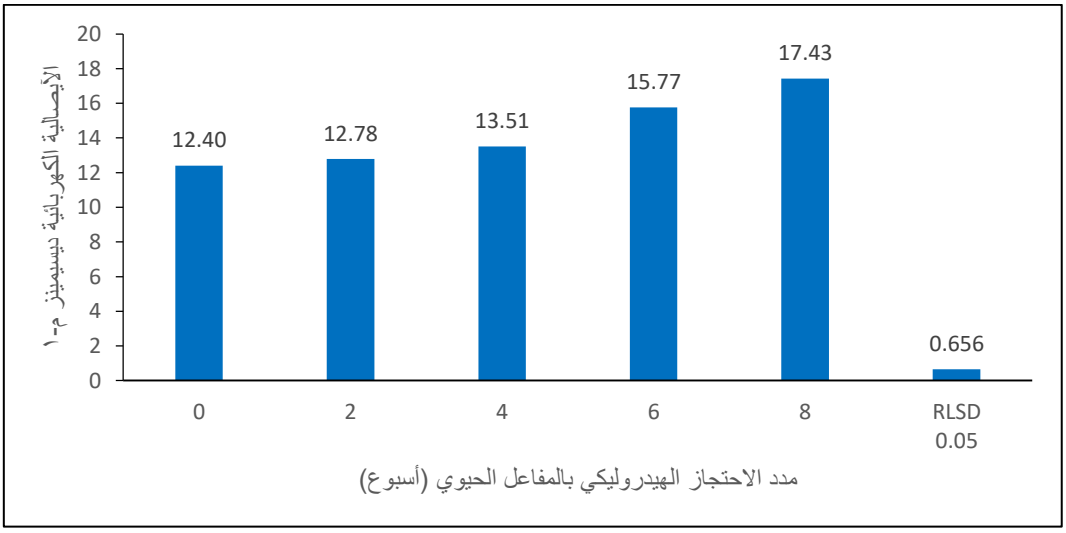
الايصالية الكهربائية

أظهرت النتائج في الشكل 2 وجود تأثيرا معنويا لمدد الاحتجاز الهيدروليكي في رفع قيم الايصالية الكهربائية لسماد العضوي السائل المنتج في الهاضم اللاهوائي للمفاعل الحيوي للمدد 4 و 6 و 8 أسبوعا اذ بلغت 13.51 و 15.77 و 17.43

ديسيمنز م $^{-1}$ بالتتابع قياسا بالمدتين 0 و2 أسبوعا وبلغت 12.40 و 12.78 ديسيمنز م $^{-1}$ بالتتابع.

الايصالية الكهربائية

أظهرت النتائج في الشكل 2 وجود تأثيرا معنويا لمدد الاحتجاز الهيدروليكي في رفع قيم الايصالية الكهربائية لسماد العضوي السائل المنتج في الهاضم اللاهوائي للمفاعل الحيوي للمدد 4 و 6 و 8 أسبوعا اذ بلغت 13.51 و 15.77 و 17.43 ديسيمنز م $^{-1}$ بالتتابع قياسا بالمدتين 0 و2 أسبوعا وبلغت 12.40 و 12.78 ديسيمنز م $^{-1}$ بالتتابع.



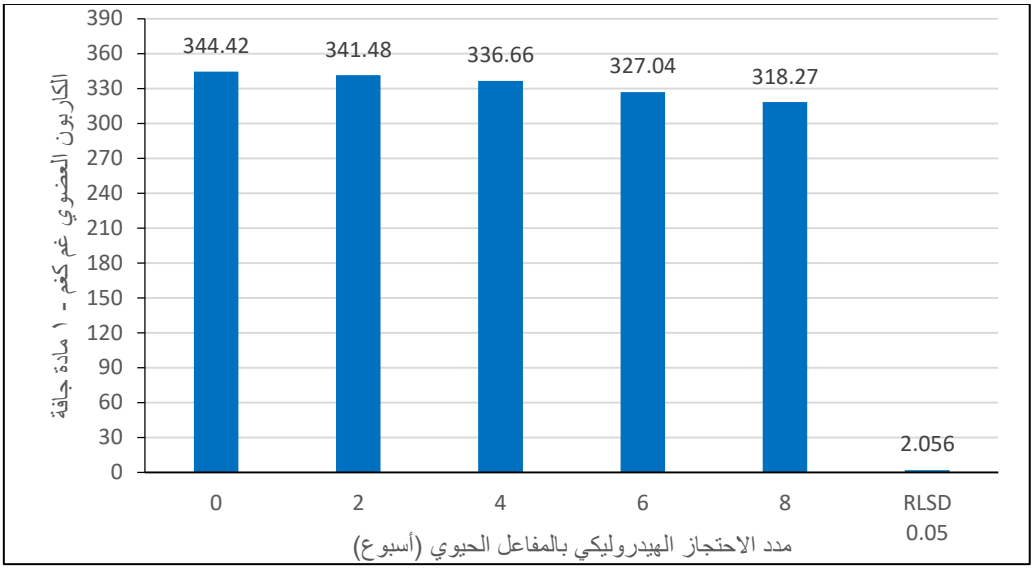
شكل 2: تأثير مدد الاحتجاز الهيدروليكي في الايصالية الكهربائية ديسيمنز م $^{-1}$ للسماد العضوي السائل المنتج بالهاضم اللاهوائي للمفاعل الحيوي

ان الارتفاع التدريجي لقيم الايصالية الكهربائية للسماد العضوي السائل للمدد 4 و 6 و 8 أسبوعا والبالغة 13.51 و 15.77 و 17.43 ديسيمنز م $^{-1}$ بالتتابع قياسا بالمدتين 0 و2 أسبوعا 12.40 و 12.78 ديسيمنز م $^{-1}$ بالتتابع ربما يعود لزيادة تركيز الاملاح الذائبة المنطلقة نحو سائل الهضم والناتجة من معدنة المركبات العضوية وتحولها الى املاح في سائل الهضم للهاضم اللاهوائي للمفاعل الحيوي لان انخفاض الاس الهيدروجيني للوسط وازدياد فعالية الاحياء المجهرية اللاهوائية النامية تعمل على تحسين عملية معدنة المركبات العضوية وزيادة تراكيز املاحها الذائبة ، وهذا جاء متفقاً مع Goddek *et al*.(2018) اذ ذكروا ان الظروف الحامضية لسائل الهضم في الهاضم اللاهوائي تعمل على معدنه مركبات النتروجين والفسفور والبوتاسيوم بنسبة تتراوح بين 71-26% قياسا بسائل الهضم ذو درجة تفاعل عند حدود التعادل مما تنعكس على قيم الايصالية الكهربائية لسائل الهضم خلال مدد الاحتجاز، ومن خلال الشكل 2 يلاحظ انه قيمه الايصالية الكهربائية للسماد العضوي السائل عند المدة 8 أسبوع كانت 17.43 ديسيمنز م $^{-1}$ وهي قيمة ايصالية كهربائية يمكن اعتبارها افضل قياسا بقيمة الايصالية الكهربائية لمخلفات الدواجن الطازجة الغير مخمرة والتي تصل 21.22 ديسيمنز م $^{-1}$.

الكاربون العضوي

أظهرت النتائج في الشكل 3 وجود تأثير معنويا لمدد الاحتجاز الهيدروليكي في خفض محتوى السماد العضوي السائل داخل الهاضم اللاهوائي للمفاعل الحيوي من الكاربون العضوي للمدد 2 و 4 و 6 و 8 أسبوعا و البالغة 341.48 و 336.66 و 327.04 و 318.27 غم كغم $^{-1}$ مادة جافة بالتتابع قياسا بالمدة 0 أسبوعا والبالغة 344.42 غم كغم $^{-1}$ مادة جافة، قد يعزا هذا الى قيام البكتيريا اللاهوائية بهضم مركبات الكاربون العضوية السهلة التحلل ومعدنتها للحصول على الطاقة اللازمة للنمو واطلاق CH_4 و CO_2 و CO كمنتج ايضي و فقد الكاربون ونقصان محتواه في سائل الهضم مع مرور مدد الاحتجاز الهيدروليكي، وهذا اتفق مع Wellinger *et al*. (2013) اذ بينوا ان نواتج الفعاليات الايضية لبكتيريا التخمير اللاهوائي للمواد العضوية يتكون بدرجة رئيسية من80-45 % من غاز CH_4 و50-25%

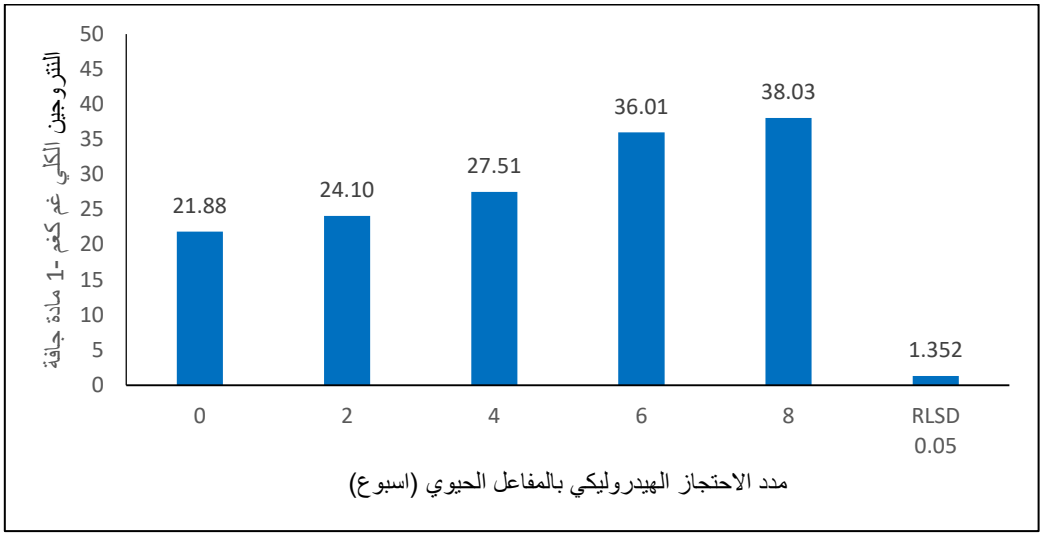
من غاز CO^2، مما يفسر الانخفاض التدريجي الحاصل بمحتوى السماد العضوي السائل من الكاربون العضوي الكلي مع الوقت.



شكل 3: تأثير مدد الاحتجاز الهيدروليكي في محتوى الكاربون العضوي (غم كغم $^{1-}$ مادة جافة) في السماد العضوي السائل المنتج بالهاضم اللاهوائي للمفاعل الحيوي

النتروجين الكلي

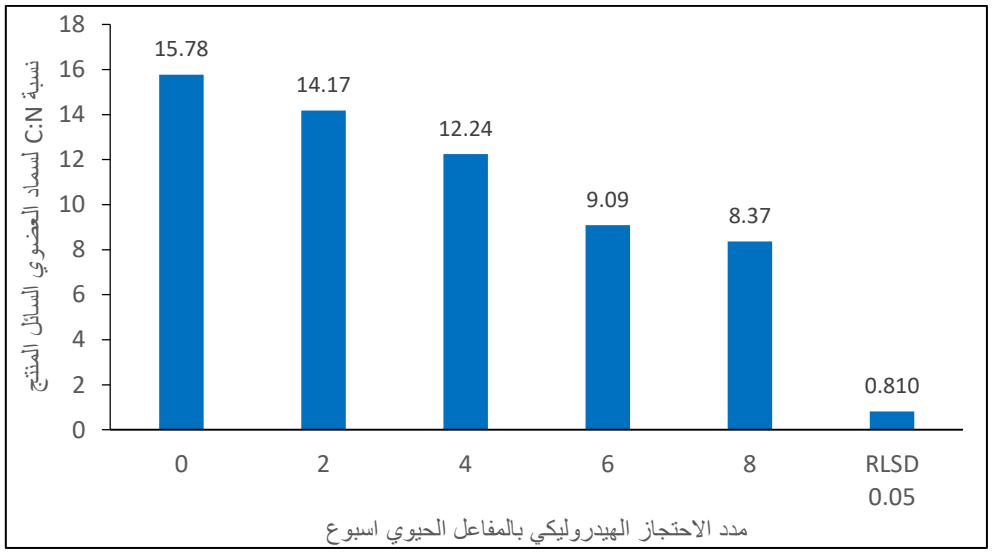
أظهرت نتائج الشكل 4 وجود تأثيرا معنويا لمدد الاحتجاز الهيدروليكي في رفع محتوى السماد العضوي السائل المنتج بالمفاعل الحيوي من النتروجين الكلي للمدد 2 و 4 و 6 و 8 أسبوعا اذ بلغت 24.10 و 27.51 و 36.01 و 38.03غم كغم $^{1-}$ مادة جافة بالتتابع قياسا بالمدة 0 أسبوعا والبالغة 21.88 غم كغم$^{1-}$ مادة جافة، ان زيادة محتوى السماد العضوي السائل المنتج من النتروجين يعود الى المحتوى الأصلي العالي للنتروجين الكلي في مخلفات الدواجن الطازجة المستعملة كمادة أولية وهذا جاء متفقاً مع Mondini *et al*. (1996) اذ ذكروا ان لمخلفات الدواجن محتوى اولي عالي من النتروجين الكلي إضافة الى عناصر مغذية أخرى قياسا بباقي المخلفات الحيوانية وذكر Roschke (2003) ان 70% من مجموع النتروجين العضوي الكلي قد يتحول الى صيغة معدنية بهيئة NH_4 بعملية التخمير اللاهوائي، كما ويظهر الشكل 4 ارتفاعا معنويا للنتروجين من 21.88 غم كغم $^{1-}$مادة جافة عند المدة 0 أسبوع الى 38.03 غم كغم $^{1-}$مادة جافة عند المدة 8 اسبوعا مما أضاف ميزة نوعية ضرورية للسماد العضوي السائل المنتج بعملية التخمير اللاهوائي بالمفاعل الحيوي كونه اصبح مصدراً سمادياً نتروجينياً مفيد للاستعمالات الزراعية .



شكل 4: تأثير مدد الاحتجاز الهيدروليكي في محتوى النتروجين الكلي غم كغم $^{-1}$ مادة جافة في السماد العضوي السائل المنتج بالهاضم اللاهوائي للمفاعل الحيوي

الكاربون الى النتروجين **C:N**

اظهرت النتائج في الشكل 5 وجود تأثيرا معنويا لمدد الاحتجاز الهيدروليكي في خفض نسبة C:N للسماد العضوي السائل المنتج داخل المفاعل الحيوي للمدد 2 و 4 و 6 و 8 أسبوعا اذ بلغت 14.17 و 12.25 و 9.09 بالتتابع قياسا بالمدة 0 أسبوع اذ كانت 15.78، ان انخفاض تركيز الكاربون العضوي



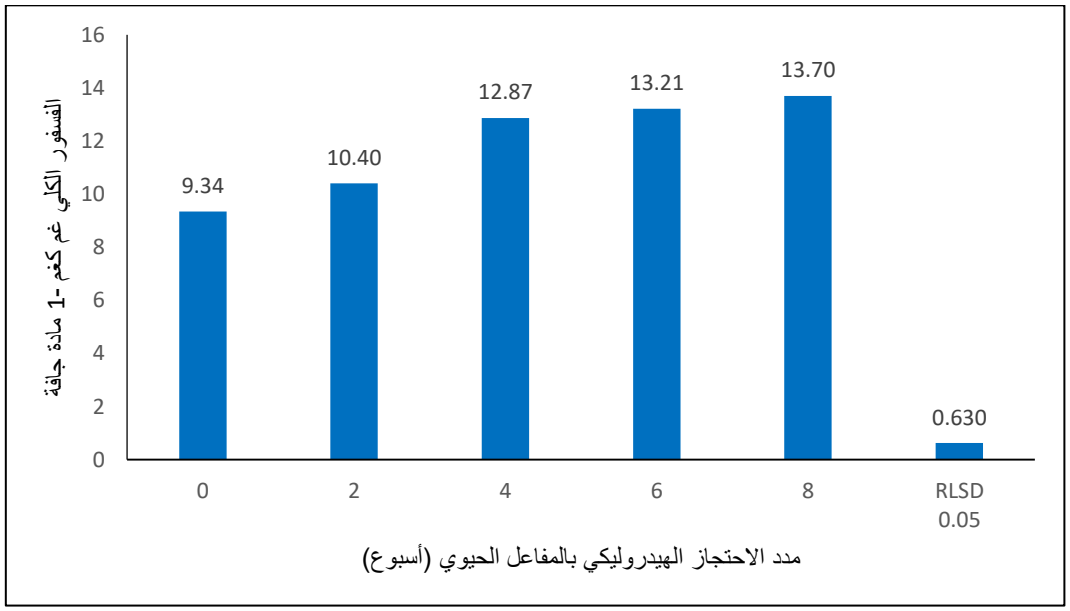
شكل 5: تأثير مدد الاحتجاز الهيدروليكي في نسبة N:C بالسماد العضوي السائل المنتج بالهاضم اللاهوائي للمفاعل الحيوي

لهذه المدد 2 و 4 و 6 و 8 أسبوعا بالشكل 3 مع زيادة محتوى النتروجين الكلي بالشكل 4 لهذه الدراسة لنفس المدد انعكست على انخفاض نسبة C:N لسائل الهضم مع الوقت نتيجة عملية التخمير اللاهوائي، وهذا جاء متفقاً مع Igoni *et al.* (2008) اذ ذكروا ان البكتيريا اللاهوائية الداخلة في عملية الهضم اللاهوائي للمواد العضوية تقوم بهضم الكاربون بمقدار 30-35 مرة اسرع من معدل استعمالها لتحويل النيتروجين الى صورة معدنية، وهذا ما كان واضح في انخفاض نسبة C:N للمدد 2 و 4 و 6 و 8 أسبوعا بالتتابع ، مع ملاحظة انخفاض هذه النسبة اثناء المدتين 6 و 8 أسبوعا ولكن بشكل غير معنوي اذ بلغت النسبة 9.09 و 8.37

بالتتابع وهو مؤشر على اكتمال عملية الهضم اللاهوائي لسماد العضوي السائل ، اذ أشاروا Hachicha *et al* (2009) بان استقرار نسبة C:N للسماد دون تغير ملحوظ يعتبر مؤشرا على اكتمال عملية التحلل الحيوي، واظهر الشكل 5 انخفاض قيمة C:N للسماد العضوي السائل المنتج للمدة 8 أسبوع والبالغة 8.37 قياسا بقيمة C:N بالمدة 0 والبالغة 15.78 و بنسبة انخفاض 46.96%وهذه مؤشرا نوعيا أخر يضاف الى الخصائص النوعية للسماد العضوي السائل المنتج في المفاعل الحيوي.

الفسفور الكلي

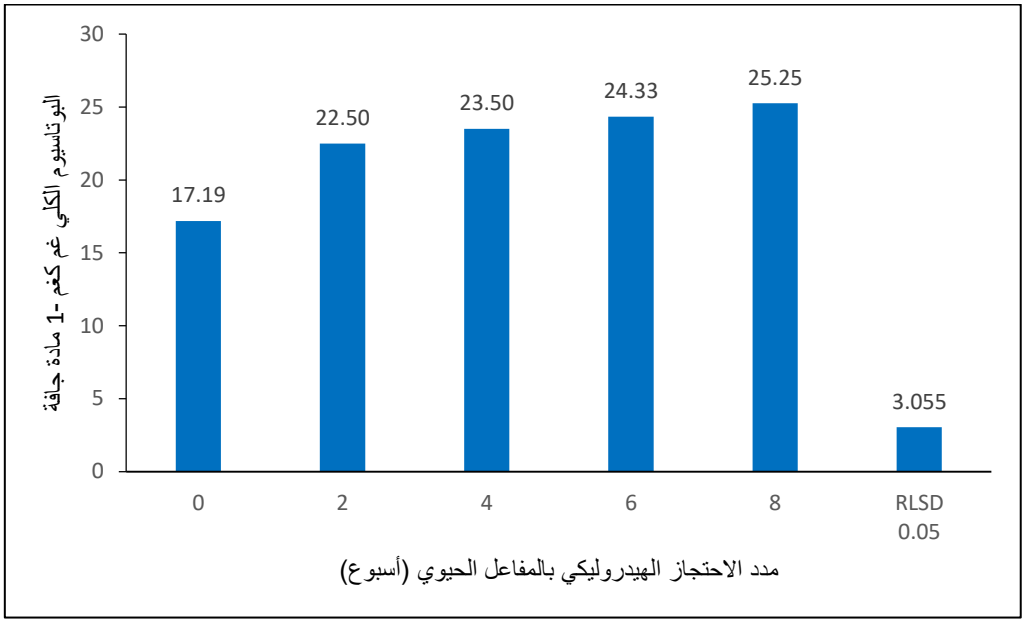
أظهرت النتائج في الشكل 6 وجود تأثيرا معنويا لمدد الاحتجاز الهيدروليكي في الفسفور الكلي في السماد العضوي السائل المنتج في المفاعل الحيوي للمدد 2 و 4 و6 و 8 أسبوعا والتي بلغت 10.40 و 12.87 و 13.21 و 13.70غم كغم $^{-1}$ مادة جافة بالتتابع قياسا بالمدة 0 أسبوعا 9.34 غم كغم $^{-1}$ مادة جافة ، و يظهر تأثير مدد الاحتجاز الهيدروليكي في زيادة الفسفور الكلي محتوى السماد العضوي السائل المنتج بالمفاعل الحيوي معنويا للمدة 8 أسبوع اذ بلغ 13.70 غم كغم $^{-1}$ مادة جافة قياسا بالمدة 0 أسبوع 9.34 غم كغم $^{-1}$ مادة جافة وبنسبة زيادة 46.68 % مما اضاف صفة نوعية اخرى للسماد العضوي السائل المنتج والذي يمكن اعتباره مصدراً سمادياً غنياً بالفسفور ضرورياً للاستعمالات الزراعية Bhandari (2012) وهذه جاء متفقا مع Kolar *et al* (2008). اذ حصل على زيادة محتوى الفسفور الكلي للسماد العضوي السائل المنتج بالمفاعل الحيوي بعد عملية التخمير اللاهوائي اذ بلغ 176.30ملغم لتر$^{-1}$ قياسا بالمدة 0 أسبوع 134.50ملغم لتر$^{-1}$ و بنسبة زيادة للفسفور الكلي 31.11% .



شكل 6: تأثير مدد الاحتجاز الهيدروليكي في الفسفور الكلي غم كغم $^{-1}$ مادة جافة في السماد العضوي السائل المنتج بالهاضم اللاهوائي للمفاعل الحيوي

البوتاسيوم الكلي

أظهرت النتائج في الشكل 7 وجود تأثيرا معنويا لمدد الاحتجاز الهيدروليكي في زيادة البوتاسيوم الكلي في السماد العضوي السائل المنتج بالمفاعل الحيوي للمدد 2 و 4 و 6 و 8 أسبوعا وبلغت 22.50 و 23.50 و 24.33 و 25.25 غم كغم $^{-1}$ مادة جافة بالتتابع قياسا بالمدة 0 أسبوع اذ كانت 17.19 غم كغم $^{-1}$ مادة جافة.

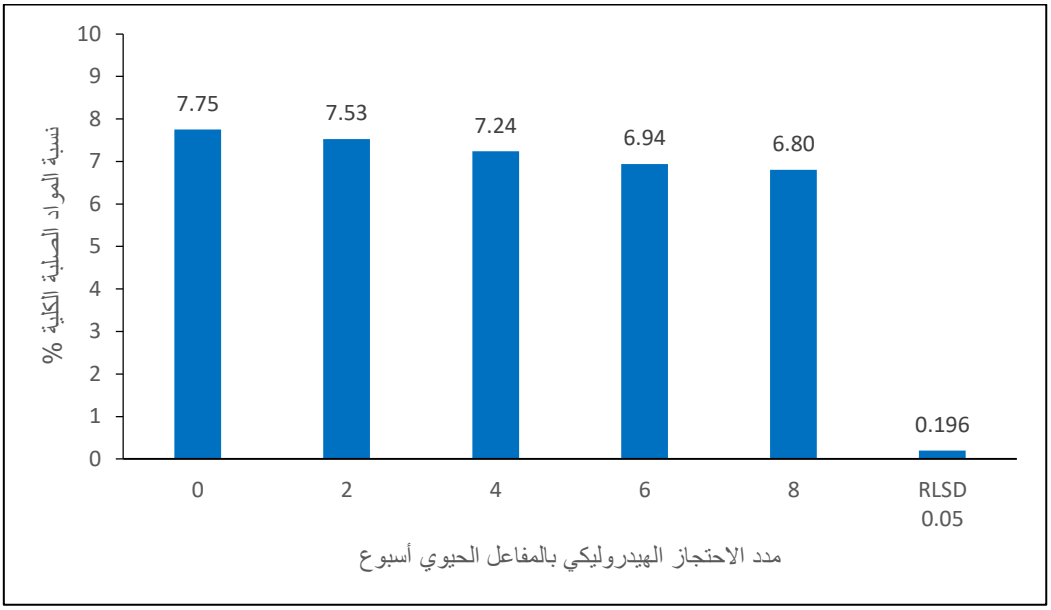


شكل 7: تأثير مدد الاحتجاز الهيدروليكي في البوتاسيوم الكلي غم كغم $^{-1}$ مادة جافة في السماد العضوي السائل المنتج بالهاضم اللاهوائي للمفاعل الحيوي

اذ يلاحظ تعزيز لخصائص السماد العضوي السائل من البوتاسيوم الكلي للمدة 8 أسبوعا والبالغة 25.25 غم كغم $^{-1}$ مادة جافة قياسا بالمدة 0 أسبوعا 17.19 غم كغم $^{-1}$ مادة جافة وبنسبة زيادة 46.88% مما يحسن من نوعية وجودة السماد العضوي السائل المنتج بالهاضم اللاهوائي للمفاعل الحيوي ، وتتفق هذه النتائج مع Kolar *et al*. (2008) اذ حصلوا على زيادة للبوتاسيوم الكلي في السماد العضوي السائل المنتج بالهاضم اللاهوائي للمفاعل الحيوي 184.10 ملغم لتر $^{-1}$ قياسا بالبوتاسيوم الكلي في السماد العضوي السائل قبل عملية التخمير اللاهوائي 172.9 ملغم لتر $^{-1}$ واعزوا السبب الى نشاط البكتيريا اللاهوائية في تحطيم وتحلل المواد العضوية الموجودة في الهاضم اللاهوائي واطلاق العناصر كالبوتاسيوم بصورته المعدنية نحو سائل الهضم مع مرور الوقت .

نسبة المواد الصلبة الكلية

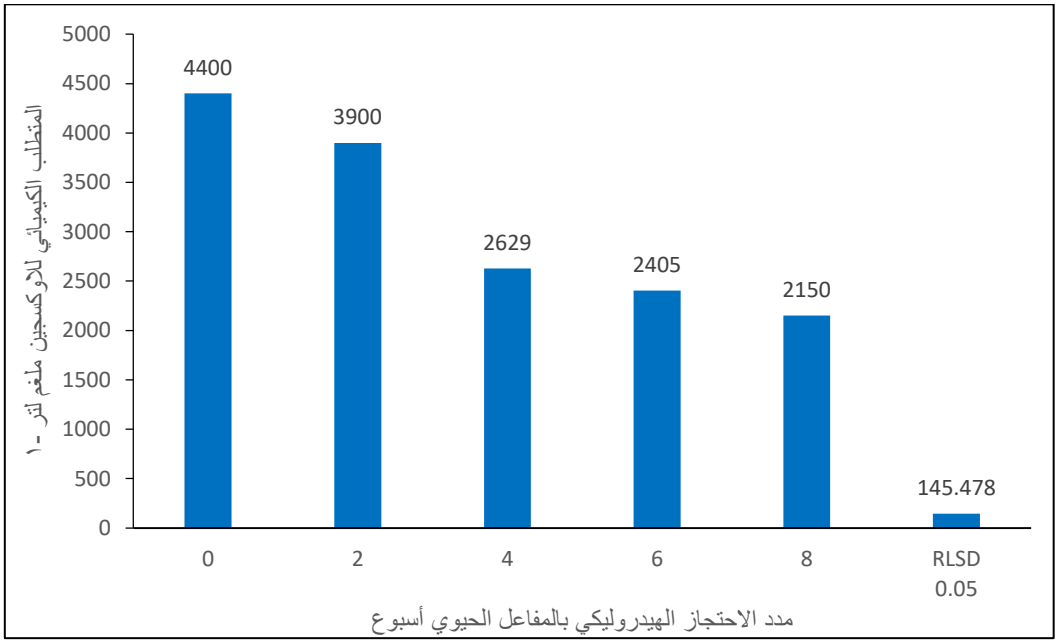
أظهرت النتائج في الشكل 8 وجود تأثير معنويا لمدد الاحتجاز الهيدروليكي في خفض نسبة المواد الصلبة الكلية للسماد العضوي السائل المنتج بالمفاعل الحيوي للمدد و 2 و 4 و 6 و 8 أسبوعا وبلغت 7.53 و 7.24 و 6.94 و 6.80 % بالتتابع قياسا بالمدة 0 أسبوعا وبلغت 7.75 % ،جاءت هذه النتائج مؤشرا لمدى تحطيم المواد العضوية الصعبة التحلل مثل الدهون والسكريات المتعددة والبروتينات نتيجة البكتيريا اللاهوائية الداخلة بعملية التخمير اللاهوائي وتحويلها الى مواد قابلة للتطاير Volatile (suspended solids) وهذا جاء متفقاً مع Pečar *et al.* (2020)اذ بينوا ان انخفاض قيمه المواد الصلبة الكلية قبل وبعد التخمير اللاهوائي هو نتيجة التحول البايلوجي (Biotransformation) للمركبات العضوية الى مواد عضوية قابلة للتطاير بفعل البكتيريا اللاهوائية وفقدها بعملية الايض الحيوي بشكل احماض دهنية و امينية متطايرة و الميثان CH_4 وكبريتيد الهايدروجين H_2S وثاني أوكسيد الكاربون CO_2 و أول أوكسيد الكاربون CO والهايدروجين H_2 والامونيا NH_3 مما يتبعه انخفاض المواد الصلبة الكلية لاحقا، ولم تظهر المدتين 6 و 8 أسبوعا فارقا معنويا بينهما (6.94 و 6.80 %) بالتتابع وهو مؤشر الى بلوغ السماد العضوي السائل مدة النضج واكتمال التحلل والتحطيم الحيوي (Biodegradation) نسبيا.



شكل 8: تأثير مدد الاحتجاز الهيدروليكي في نسبة المواد الصلبة الكلية في السماد العضوي السائل المنتج بالهاضم اللاهوائي للمفاعل الحيوي

العضوي السائل المنتج بالمفاعل الحيوي للمدد 2 و 4 و 6 و 8 أسبوعا اذ اعطت 3900 و 2629 و 2405 و 2150 ملغم لتر$^{-1}$ بالتتابع قياسا بالمدة 0 أسبوع 4400 ملغم لتر$^{-1}$ ، ان نشاط بكتيريا المتطلب الكيميائي للأوكسجين

اظهرت نتائج الشكل 9 وجود تأثيرا معنويا لمدد الاحتجاز الهيدروليكي في خفض المتطلب الكيميائي للأوكسجين للسماد



شكل 9: تأثير مدد الاحتجاز الهيدروليكي في المتطلب الكيميائي للأوكسجين ملغم لتر$^{-1}$ في السماد العضوي السائل المنتج بالهاضم اللاهوائي للمفاعل الحيوي

الميثانوجينات اللاهوائية وأنواع البكتيريا اللاهوائية الداخلة بعملية التخمير اللاهوائي عملت على تحطيم المواد الصعبة التحلل مثل البروتينات والدهون والبكتينات والاحماض الدهنية للحصول على الغذاء والطاقة وتحويلها الى مواد عضوية متحللة ذات اوزان جزيئية واطئة مما انعكس على انخفاض قيم المتطلب الكيميائي للأوكسجين مع الوقت وهذا جاء متفقاً مع Corral *et*

al.(2008) اذ ذكروا ان الانخفاض في قيم المتطلب الكيميائي للأوكسجين بعملية الهضم اللاهوائي يحصل بفعل نشاط عملية التخمير اللاهوائي و بكتيريا الميثانوجينات اللاهوائية ، كما يلاحظ من الشكل 9 انخفاض قيم COD بين المدتين 0 و8 أسبوع و بنسبة انخفاض 51.14% قياسا بالمدة 0 أسبوعا وهو مؤشرا إيجابيا

لكفاءة عملية الهضم اللاهوائي وهذا اتفق مع Meegoda *et al*.(2018) اذ ذكروا ان انخفاض قيمة المتطلب الكيميائي للأوكسجين للمواد المتخمرة في المفاعل الحيوي مع الوقت يدل على مستوى التحلل و استهلاك المواد العضوية من قبل البكتيريا اللاهوائية مما يدعم كفاءة عملية الهضم اللاهوائي بالمفاعل الحيوي.

Reference

Bhandari DS., (2012). Biogas production, upgradation and slurry management. New Delhi: Narosa Publication; 2012. p. 73–4.

Bremner, J.M. (1970). Regular Kjeldahl methods. In: A.L. Page; R.H. Miller and D.R. Keeney (1982) (eds.) Methods of soil analysis. Part 2, 2nd ed. ASA. Lnc. inadison, Wisconsin, U.S.A.

Chu, C. H.; Wang, C. and Huang, C. C. (2007). Pilot study of the influence of stirring and pH on anaerobes converting high-solid organic wastes to hydrogen. International Journal of Hydrogen Energy. 33:1550–1558.

Cresser, M.S. and J.W. Parsons. 1979. Sulphuric-Perchloric acid digestion of plant material for the determination of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium Analytica Chimica Acta. 109:431-436.

European committee for standardition (1999). soil improvers and growing media - determination of organic matter content and ash technical committee CEN/TC 223.

Goddek, S.; Delaide, B. P.; Joyce, A.; Wuertz, S.; Jijakli, M. H.; Gross, A. and Keesman, K. J. (2018). Nutrient mineralization and organic matter reduction performance of RAS-based sludge in sequential UASB-EGSB reactors. Aquacultural engineering. 83: 10-19.

Hachicha, S. ; Sellami, F. ; Cegarra, J. ; Hachicha, R. ; Drira, N. ; Medhioub, K. and Ammar, E. (2009). Biological activity during co-composting of sludge issued from the OMW evaporation ponds with poultry manured Physico-chemical characterization of the processed organic matter. J. Hazard. Mater. 162 : 402-409.

Hou, J. ; Zhang, W. ; Wang, P. ; Dou, Z. ; Gao, L. and Styles, D. (2017). Greenhouse gas mitigation of rural household biogas systems in China: a life cycle assessment. Energies. 10(2):1–14

Kolář, L.; Kužel, S.; Peterka, J.; Štindl, P. and Plát, V. (2008). Agrochemical value of organic matter of fermenter wastes in biogas production. Plant, Soil and Environment. 54(8): 321-328.

Igoni, H. A. ; Ayotamuno, M. J. ; Eze, C. L. ; Ogaji, S. O. T. and Probert, S. D. (2008). Design of anaerobic digesters for producing biogas from municipal solid-waste. Appl. Energ. 85 (6) : 430-438.

Li, F. ; Cheng, S. ;Yu, H. and Yang, D. (2016). Waste from livestock and poultry breeding and its potential assessment of biogas energy in rural

Roschke, M. (2003). Verwertung der Faulsubstrate. Biogas in der Landwirtschaft-Leitfaden für Landwirte und Investoren im Land Brandenburg. Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg, Potsdam. 29-33.

Pečar, D.; Pohleven, F. and Goršek, A. (2020). Kinetics of methane production during anaerobic fermentation of chicken manure with sawdust and fungi pre-treated wheat straw. Waste Management. 102: 170-178.

Snell-Castro, R. ; Godon, J. J. ; Delgenes, J. P. and Dabert, P. (2005). Characterisation of the microbial diversity in a pig manure storage pit using small subunit rDNA sequence analysis. FEMS microbiology ecology. 52(2):229-242.

Standard Methods for the examination of water and wastewaters, American water Public Health Assoc., American water works Assoc. 19th ed., New York. 1995.

Terhoeven-Urselmans, T. ; Scheller, E. ; Raubuch, M. ; Ludwig, B. and Joergensen, R. G. (2009). CO2 evolution and N mineralization after biogas slurry application in the field and its yield effects on spring barley. Applied Soil Ecology.42(3): 297-302.

Vallejo, A.; Skiba, U. M.; García-Torres, L.; Arce, A.; López-Fernández, S. and Sánchez-Martín, L. (2006). Nitrogen oxides emission from soils bearing a potato crop as influenced by fertilization with treated pig slurries and composts. Soil Biology and Biochemistry. 38(9): 2782-2793.

China. Journal of Cleaner Production. 126: 451-460.

Li, Y. ; Luo, W. ; Lu, J. ; Zhang, X. ; Li, S. ; Wu, Y. and Li, G. (2018). Effects of digestion time in anaerobic digestion on subsequent digestate composting. Bioresource technology. 267: 117-125.

Macias-Corral, M.; Samani, Z.; Hanson, A.; Smith, G.; Funk, P.; Yu, H. and Longworth, J. (2008). Anaerobic digestion of municipal solid waste and agricultural waste and the effect of co-digestion with dairy cow manure. Bioresource technology. 99(17): 8288-8293.

Meegoda, J. N.; Li, B.; Patel, K. and Wang, L. B. (2018). A review of the processes, parameters, and optimization of anaerobic digestion. International journal of environmental research and public health. 15(10): 2224.

Mondini, C. ; Chiumenti, R. ; DaBorso, F. ; Leita, L. and De Nobili, M. (1996). Changes during processing in the organic matter of composted and air-dried poultry manure. Bioresou. Technol. 55 : 243-249 .

Murphy, T. and Riley, J.R. (1962). A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Anal. Chem. Acta. 27:31-36.

Nkoa, R. (2014). Agricultural benefits and environmental risks of soil fertilization with anaerobic digestates: a review. Agronomy for Sustainable Development. 34(2): 473-492.

Page, A.L.; Miller, R.H. and D.R. Keeney (1982). Methods of soil analysis. Par 2. 2nd ed. ASA Inc. Madison, Wisconsin, U.S.A.

WELLINGER, A.; MURPHY, J. D. and BAXTER, D., (2013). The biogas handbook:science, production and applications, Cambridge, UK, Woodhead Publishing Limited.

Wulf, S. ; Maeting, M. and Clemens, J. (2002). Application technique and slurry co-fermentation effects on ammonia, nitrous oxide, and methane emissions after spreading: II. Greenhouse gas emissions. Journal of environmental quality. 31(6): 1795-1801.