تأثير سماد البيوغاز في الخصائص الخصوبيّة الأساسيّة للتّربة وفي تراكم المادّة الجافّة لنبات الذّرة الصّفراء (صنف غوطة 82)

أ.د. محمود عودة[1] د. محمود مريعي[2] سومر الشعبان[3]

ملخّص

هَدَفَ البحث إلى دراسة تأثير السّماد النّاتج عن الهاضم الحيويّ في المؤشرات الخصوبية الأساسيّة للتربة وفي بعض مؤشرات النّمو لنبات الذّرة الصّفراء (*Zea Mays L.*). زُرعت نباتات الذّرة الصّفراء الصّنف المعتمد غوطة 82 في أُصص بلاستيكيّة سعة 10 [كغ] وذلك في مزرعة خاصّة في ناحية القبو بريف محافظة حمص الغربيّ والتي تبعد عن مركز المدينة حوالي 30 [كيلومتر] في موسميّ 2019 و2020 (العروة الرّبيعيّة). نُفذت التجربة بسبعة معاملات وثلاثة مكررات لكلّ معاملة وشملت المعاملات استخدام أسمدة الغاز الحيوي Biogas fertilizers النّاتجة عن التخمّر اللّاهوائي لكل من (روث الأبقار Bc، وروث الأغنام Bs، وخليط من روث الأبقار والتّبن Bmix بنسبة 1:1) بالإضافة إلى استخدام الأسمدة السّابقة الذّكر قبل تخميرها (روث الأبقار C، وروث الأغنام S، وخليط من روث الأبقار والتّبن Mix بنسبة 1:1) بالإضافة إلى الشّاهد(Ø). حُللت التّربة وجميع الأسمدة المستخدمة قبل إجراء التّجربة، وتمّ تقدير درجة تفاعل التّربة (pH)، والنّاقليّة الكهربائيّة (EC)، والمادّة العضويّة (OM)، والنّتروجين الكليّ (TN)، والفوسفور القابل للإفادة (Available P)، والبوتاسيوم القابل للإفادة

[1] أستاذ في قسم التربة واستصلاح الأراضي، كلية الزراعة، جامعة البعث.
[2] أستاذ مساعد في قسم الهندسة الريفية، كلية الزراعة، جامعة البعث.
[3] طالب ماجستير في قسم الهندسة الريفية، كلية الزراعة، جامعة البعث.

(Available K) في التّربة بنهاية التّجربة، كما تمّ قياس ارتفاع النّبات والوزن الرّطب والجاف للنبات وذلك بعد 60 يوماً من الإنبات.

ترافق استخدام أسمدة البيوغاز مع انخفاض درجة (pH) التّربة وجعلتها أقرب للتعادل، لكنّها زادت من النّاقليّة الكهربائيّة للتربة مع بقاء التّربة غير مالحة وساهمت أسمدة البيوغاز في رفع محتوى التّربة من المادّة العضويّة وكان أفضلها سماد الـ (Bc) الذي زاد من محتوى التّربة من المادّة العضويّة بما يعادل 84% مقارنة بالشّاهد، ولوحظ ارتفاع محتوى التّربة المسمدة بأسمدة البيوغاز من العناصر المغذّية الكبرى (الآزوت الكليّ والفوسفور والبوتاسيوم القابلين للإفادة)، وكان أفضل الأسمدة المستعملة سماد الـ (Bc) الذي رفع محتوى التّربة من الآزوت الكليّ بنسبة قدرها 1230% ومن الفوسفور المتاح بنسبة 70% ومن البوتاسيوم المتاح بنسبة 119% مقارنة بالشّاهد.

لوحظ حصول زيادة في ارتفاع النّباتات المسمدة بأسمدة البيوغاز مقارنةً بالشّاهد وكان أفضلها المعاملة المسمّدة بسماد البيوغاز النّاتج عن روث الأبقار (Bc) حيث بلغت الزّيادة 95% مقارنة بالشّاهد، وأبدت المعاملات المسمدة بأسمدة البيوغاز زيادة في الوزن الرّطب والوزن الجاف للنباتات وكان أفضلها معاملة الـ (Bc) التّي حقّقت زيادة في الوزن الجاف قدرها 152% مقارنة بالشّاهد.

نقترح استخدام أسمدة البيوغاز وبخاصّة النّاتجة عن روث الأبقار في تسميد التّرب الزراعيّة لما لها من تأثير في الخصائص الخصوبيّة للتّربة وفي نمو نبات الذّرة الصّفراء.

الكلمات المفتاحية: أسمدة البيوغاز– تربة – خصائص خصوبيّة – ذرة صفراء – مادة جافّة.

Effect of Biogas Fertilizer on the Basic Fertility Properties of the Soil and on the Accumulation of Dry Matter of Maize (Ghouta 82)

Mahmoud Oudeh[4] Mahmoud Mreay[5] Somar Al Shaaban[6]

Abstract

The research aimed to study the effect of biogas fertilizers on the basic fertility indicators of soil and the growth indicators of maize (Zea Mays L.). Maize plants (variety Ghouta 82), were planted in plastic pots with a capacity of 10 [kg], in a private farm in Al-Qabou district in the western countryside of Homs Governorate, which is about 30 [km] away from the city center, in two seasons 2019 and 2020 (spring season). The experiment was carried out with seven treatments and three replications for each treatment. The treatments included the use of biogas fertilizers resulting from the anaerobic fermentation; cow manure (Bc), sheep manure (Bs), and a mixture of cow manure and straw (Bmix) at a ratio of 1:1 in addition to the use of the previous fertilizers before fermentation; cow dung (C), sheep dung (S), a mixture of cow dung and straw (Mix) in a ratio of 1:1 in addition to the control (Ø). Soil and all fertilizers used were analyzed before conducting the experiment, and the soil reaction (pH), electrical conductivity (EC), organic matter (OM), total nitrogen (TN), available phosphorous (Available P), and available potassium (Available K) in the soil were estimated. At the end of the experiment, the height of the plant and the wet and dry weight of the plant were also measured, after 60

[4] Pro. in department of soil and lands reclamation, Faculty of Agriculture, AL Baath University.
[5] Assistant Pro. in department of rural engineering, Faculty of Agriculture, AL Baath University.
[6] Master's Student, department of rural engineering, faculty of Agriculture, Al-Baath University.

days of germination. The use of biogas fertilizers was accompanied by a decrease in the degree of (pH) of the soil and made it closer to neutrality, but it increased the electrical conductivity of the soil while the soil remained unsalty. The organic matter equivalent to 84% compared to the control, and the higher content of (total nitrogen, available P, available K) was observed in the soil fertilized with biogas fertilizer and the best fertilizer was (BC), which raised the soil content of total nitrogen by 1230% and phosphorous Available by 70% and available potassium by 119% compared to the control. It was observed that there was an increase in the height of plants fertilized with biogas fertilizer compared to the control, and the best one was the treatment fertilized with biogas fertilizer resulting from cow manure (Bc), where the increase in height reached 95% compared to the control. (Bc), which achieved an increase in dry weight of 152% compared to the control. We suggest the use of biogas fertilizers, especially those produced by cow manure, in fertilizing agricultural soils because of their impact on the fertility properties of the soil and on the growth of maize plants.

Key words: Biogas Fertilizers, Soil, Fertility Properties, Zea Mays L., Dry Matter.

المقدمة Introduction:

أكد تقرير صندوق الأمم المتّحدة للنشاطات السكانية لعام 1982 أن مشكلة الفجوة الغذائيّة ستصبح أكثر تعقيداً بسبب الأثر الذي يتركه ازدياد السكان في البيئة، وذلك نتيجة إزالة الأشجار بسبب التّوسع في زراعة الأراضي وازدياد الطّلب على الأخشاب للوقود، الأمر الذي يؤدي إلى حدوث التّعرية والفيضانات التي تقود بدورها إلى حدوث تدهور التّربة والحد من الإنتاجيّة الزّراعيّة.

تعد غالبية التّرب السّوريّة فقيرة بالمادّة العضويّة ما أدى لاستخدام الأسمدة الكيميائيّة بصورة كبيرة (14)، وبسبب قلة الأسمدة العضوية البلديّة وغلاء ثمنها وارتفاع تكاليف نقلها وتوزيعها نسبياً كان لابد من بدائل كالأسمدة العضوية غير التقليدية (كالكومبوست وأسمدة البيوغاز).

يعتبر سماد الغاز الحيوي (سماد البيوغاز) Biogas fertilizer سماد عضويّ متكامل يقلل من استخدام الأسمدة المعدنيّة (18). وقد بيّنت نتائج دراسة قام بها (15) استُخدِم فيها نوعان من سّماد الغاز الحيويّ (صلب، سائل) في تسميد الذّرة الرفيعة المزروعة في أُصص؛ تحسّن محتوى النّبات والتّربة من المادّة العضويّة والنّتروجين والفوسفور والكالسيوم والمغنيزيوم وزيادة إنتاجيّة ووزن المجموع الخضريّ للنبات (16).

تعد أسمدة البيوغاز من الأسمدة القيّمة نظراً لارتفاع محتواها من النّتروجين المتاح للنّبات، إضافة إلى أن المعالجة اللّاهوائيّة تقلل من بقاء مسببات الأمراض وهو أمر مهم لاستخدام بقايا الهضم اللّاهوائي كسماد (13)، يضاف لذلك أن هذا السّماد غنيّ بمحتواه من المادّة العضويّة والعناصر السّماديّة الكبرى والصغرى وبالتّراكيز الملائمة للنّبات فضلاً عن احتوائه على الهرمونات النّباتية والفيتامينات ومنظمات النّمو ويكون خالياً من اليرقات والبويضات وبذور الحشائش التي تهلك تماماً أثناء تخمّر المخلّفات العضويّة

مما يجعله سماداً نظيفاً لا يلوث البيئة ولا خطورة من استخدامه في تسميد جميع المحاصيل (18).

مبررات وأهداف البحث Justifications and Objectives:

تتصف التّرب السوريّة عموماً بانخفاض محتواها من المادة العضوية، الأمر الذي يؤثر سلباً على خصوبتها وإنتاجيتها مما دفع المزارعين للاعتماد على الأسمدة الكيميائية في رفع السوية الخصوبية للتّربة وزيادة إنتاجيتها، ونظراً لندرة الأسمدة العضوية التقليدية وغلاء ثمنها فإنه يمكن للأسمدة العضوية غير التقليدية كأسمدة الكومبوست وأسمدة البيوغاز أن تساعد في حل هذه المشكلة.

وانطلاقاً مما سبق فإن هذا البحث يهدف إلى دراسة:

1- تأثير بعض أسمدة البيوغاز في الخصائص الخصوبيّة الأساسيّة للتّربة.
2- تأثير أسمدة البيوغاز في تراكم المادّة الجافة في الذّرة الصّفراء (صنف غوطة 82).

مواد وطرائق البحث Materials and Method:

تمّ تنفيذ البحث في مزرعة خاصّة في ناحية القبو في محافظة حمص والتي تبعد حوالي 30 [كم] غرب مدينة حمص، وأُجريت التّحاليل المخبريّة في مخابر كليّة الزّراعة بجامعة البّعث.

التّربة المستخدمة:

تمّ جمع التّربة المستخدمة في الدّراسة من الطّبقة السّطحيّة (0–30) [سم] من ناحية القبو، ومن ثم وضعت في أُصص بلاستيكية سعة 10 [كغ]، والجدول رقم (1) يبيّن الخصائص الكيميائيّة الأساسيّة للتّربة المستخدمة في الدّراسة.

الجدول رقم (1) الخصائص الكيميائيّة الأساسيّة لتربة التّجربة

الموسم الزراعي	pH	EC [dS/m]	OM [%]	Available P [ppm]	Available K [ppm]	TN [%]
2019	8.82	0.34	1.34	25.2	132.6	0.017
2020	8.74	0.36	1.26	25.6	134.5	0.013

يُلاحظ من الجدول السّابق بأن التّربة قلوية، وغير مالحة، وفقيرة بكل من المادّة العضويّة والنّتروجين الكليّ والبوتاسيوم القابل للإفادة، لكنها غنيّة المحتوى بالفوسفور القابل للإفادة.

المعاملات المستخدمة:

استخدم في الدّراسة 7 معاملات وهي:

T1: شاهد (Ø).

T2: روث أبقار (C).

T3: روث أغنام (S).

T4: روث أبقار مضاف إليه تبن القمح بنسبة 1:1 (Mix) (1؛ 10).

T5: سماد غاز حيويّ ناتج عن روث الأبقار (Bc).

T6: سماد غاز حيويّ ناتج عن روث الأغنام (Bs).

T7: سماد غاز حيويّ ناتج عن روث الأبقار والتّبن (Bmix) (1؛ 10).

تم الحصول على روث الأبقار وروث الأغنام والتبن المعاملات (T2, T3, T4) من مزرعة قريبة من موقع التجربة في ناحية القبو، أمّا أسمدة الغاز الحيوي المعاملات

(T5, T6, T7) فكان مصدرها أسمدة البيوغاز الناتجة عن تجربة البيوغاز والجدول رقم (2) يبيّن الخصائص الكيميائيّة الأساسيّة للأسمدة العضويّة المستخدمة في التّجربة.

الجدول رقم (2) الخصائص الكيميائيّة الأساسيّة للأسمدة العضويّة المستعملة في التّجربة

نوع السّماد	الرطوبة	pH	EC	TOM	TN	P	K
	%		dS/m	%			
روث أبقار	78	7.75	0.25	60	0.80	0.50	0.46
روث أغنام	70	7.90	0.24	55	0.70	0.45	0.39
سماد خليط بين روث الأبقار والتّبن	50	8.01	0.23	65	0.57	0.33	0.30
سماد بيوغاز ناتج عن روث الأبقار	91	7.42	0.27	3	0.27	0.04	0.37
سماد بيوغاز ناتج عن روث الأغنام	92	7.65	0.26	2	0.19	0.03	0.28
سماد بيوغاز ناتج عن روث الأبقار والتّبن	91	7.72	0.26	4	0.12	0.03	0.27

ولقد أضيفت الأسمدة السّابقة جميعها بمعدل 20 [طن/هـ] على أساس الوزن الجاف، وجرى خلط كمية السماد المخصصة لكل أص جيداً مع تربة هذا الأص ومن ثم وضع

الخليط النّاتج في الأص. والجدول (3) يبين المعاملات المستخدمة في التّجربة ومعدل التسميد في كل منها.

الجدول (3) المعاملات المستخدمة في التّجربة.

رقم المعاملة	رمز المعاملة	نوع السّماد	معدل التّسميد [طن/هـ]
T1	Ø	بلا سماد	0
T2	C	روث أبقار	20
T3	S	روث أغنام	20
T4	Mix	روث أبقار وتبن 1:1	20
T5	Bc	سماد غاز حيويّ ناتج روث الأبقار	20
T6	Bs	سماد غاز حيويّ ناتج روث الأغنام	20
T7	Bmix	سماد غاز حيويّ ناتج روث الأبقار والتبن 1:1	20

تصميم التجربة:

بلغ عدد المعاملات في التجربة 7 معاملات، كما بلغ عدد المكررات 3 مكررات لكل معاملة، حيث بلغ العدد الكليّ للوحدات التجريبيّة 21 وحدة، ولقد استخدم في هذه التّجربة تصميم القطّاعات العشوائيّة الكاملة CRBD، وجرى تحليل البيانات المتحصل عليها وحساب أقلّ فرق معنويّ (L.S.D 0.05) باستخدام برنامج GenStat Twelfth Edition 12.1، والجدول (4) يبيّن تصميم التجربة.

الجدول (4) تصميم التجربة.

تصميم التجربة		
Ø	BS	C
C	Mix	BC
BC	Bmix	S
S	Ø	BS
BS	C	Mix
Mix	BC	Bmix
Bmix	S	Ø

حيث: Ø شاهد، C سماد أبقار، BC سماد غاز حيويّ ناتج عن روث الأبقار، S روث أغنام، BS سماد غاز حيويّ ناتج عن روث الأغنام، Mix روث أبقار مضاف إليه التبن، Bmix سماد غاز حيويّ ناتج عن روث الأبقار والتبن.

العمليات الزّراعيّة:

تمت زراعة حبوب الذّرة الصّفراء (*Zea Mays L.*) صنف غوطة 82 في العروة الرئيسية (الربيعية) بتاريخ 2019/4/18 في الموسم الأول وبتاريخ 2020/4/17 في الموسم الثاني، ويتصف هذا الصنف بكونه متوسط التبكير بالنضج (110–120) يوم، ونباتاته متوسطة الطول، ويستجيد لمستوى خصوبة التّربة والرّي (21).

وبعد اكتمال الإنبات تمت عمليّة التفريد بحيث تم الإبقاء في كل أصيص على نبات واحد فقط، وكانت تتمّ السقاية بمياه بئر جوفي حسب الحاجة وتمّ وضع صواني أسفل كل أصيص لتجميع الماء النّاتج عن عمليّة التصريف ومن ثم إعادته إلى الأُصص مرّة ثانية.

وعند وصول النّباتات لعمر 60 [يوم] (22)، تمّ قص النباتات على مستوى سطح التربة وأخذها للمخبر لتقدير الوزن الرّطب، ومن ثم جرى تجفيف النّباتات على درجة حرارة 70 [درجة مئوية] وحساب الوزن الجاف فيها.

كما تمّ أخذ عينات التّربة من كل أص لإجراء التحليل المخبري عليها وذلك في كل من موسمي التجربة 2019 و2020، ولقد أجريت على عينات التّربة التحاليل التّالية:

- pH التّربة في معلق مائي للتربة (2.5:1) (تربة: ماء) بواسطة جهاز قياس الـ pH (7).
- النّاقليّة الكهربائيّة في مستخلص مائي للتربة 5:1 بواسطة جهاز قياس الموصلية الكهربائيّة EC (5).
- المادّة العضويّة الكليّة TOM% بطريقة الأكسدة الرّطبة بديكرومات البوتاسيوم في وسط حمضي (12) في (20).
- تقدير النّتروجين الكليّ بطريقة كلداهل (12) في (20).
- الفوسفور القابل للإفادة بطريقة أولسن (20).
- البوتاسيوم القابل للإفادة بجهاز التحليل باللهب (Flame photometer) (20).

كما تمّ تحليل الأسمدة العضوية المستخدمة باتباع الطرائق التالية:

- pH السّماد في معلّق مائي (10:1) (سماد: ماء) بواسطة جهاز قياس الـ pH (7).
- النّاقليّة الكهربائيّة EC في مستخلص مائي 10:1 بواسطة جهاز قياس الموصليّة الكهربائيّة EC (5).
- المادّة العضويّة الكليّة TOM% بطريقة الحرق الجاف (20).
- النّتروجين الكليّ بطريقة كلداهل في (20).

- الفوسفور الكليّ باستخدام محلول موليبدات - فاندات الأمونيوم والقياس باستخدام جهاز القياس الطيفي (20) في (16).
- البوتاسيوم الكليّ باستخدام جهاز التحليل باللهب (Flame photometer) في (20).

النّتائج والمناقشة Results and discussion:

- تأثير معاملات التّجربة في الخصائص الخصوبيّة الأساسيّة للتربة:

يبيّن الجدول رقم (5) تأثير المعاملات المستخدمة في الخصائص الخصوبية الأساسية للتربة، ويتضح من هذا الجدول انخفاض pH التّربة تحت تأثير إضافة الأسمدة العضويّة عموماً وبخاصّة أسمدة البيوغاز، ما ينعكس إيجاباً على جاهزيّة العناصر المغذّية كالفوسفور والعناصر الصغرى وإتاحتها للنّبات. ويعزى هذا الانخفاض في pH التّربة إلى تحرّر الأحماض العضويّة أثناء تحلّل المواد العضويّة وبخاصة عندما يتم هذا التحلّل في ظروف لا هوائية (19)، وتتوافق النّتيجة السّابقة مع ما توصّل إليه (4).

يلاحظ من النّتائج المبوّبة في الجدول (5) حصول ارتفاع في الناقليّة الكهربائيّة للتّربة تحت تأثير المعاملات المستخدمة في التّسميد العضوي سواءً عند استخدام الأسمدة العضويّة التقليديّة أو أسمدة البيوغاز، لكنّ التربة بقيت غير مالحة بغضّ النّظر عن المعاملة المستخدمة. ويمكن أن يعزى ارتفاع الناقلية الكهربائية للتربة تحت تأثير التسميد العضوي إلى تحرّر الأملاح الذّائبة كعملية مرافقة لتفكّك المواد العضويّة للأسمدة العضويّة المستخدمة في التّجربة وهذا يتفق مع (2) و (8).

يتضح من الجدول (5) أيضاً التأثير الإيجابيّ للتسميد العضويّ في محتوى التّربة من المادة العضويّة، فالأسمدة العضوية على اختلاف أنواعها تعدّ مصدراً هامّاً يغني التّربة بالمادة العضويّة (2). وتشير النتائج إلى تفوّق أسمدة البيوغاز المعاملات (T5, T6, T7) على الأسمدة الأخرى من حيث التّأثير في محتوى التّربة من المادّة

العضويّة. ويمكن أن يعزى ذلك إلى كون المواد العضويّة الموجودة في أسمدة البيوغاز قد وصلت إلى حالة مستقرّة نوعاً ما، بينما تلك الموجودة بالأسمدة العضويّة الأخرى (المعاملات T2, T3, T4) قد تعرّض قسماً منها للفقد على شكل CO_2 أثناء تفككها ضمن التّربة باعتبارها غير تامّة التخمّر (2).

الجدول رقم (5) تأثير المعاملات المستخدمة في الخصائص الكيميائية الأساسية للتربة (متوسط موسمين)

OM	EC	pH	المعاملات المدروسة	
%	dS/m		رمزها	نوع المعاملة
1.26 c	0.34 d	8.77 e	Ø	الشّاهد
2.20 ab	0.38 b	7.85 bc	C	روث الأبقار
2.11 b	0.38 bc	7.87 c	S	روث الأغنام
2.12 b	0.37 c	7.93 d	Mix	روث الأبقار وتبن
2.33 a	0.40 a	7.79 a	Bc	سماد البيوغاز النّاتج عن روث الأبقار
2.25 ab	0.39 ab	7.80 a	Bs	سماد البيوغاز النّاتج عن روث الأغنام
2.27 a	0.38 b	7.82 ab	Bmix	سماد البيوغاز النّاتج عن روث الأبقار والتّبن
0.143	0.010	0.04	L.S.D 5%	
3.85	1.6	0.3	C.V %	

حيث تدل الأحرف **(a, b, c, ..)** على ترتيب المعاملات المتفوّقة معنوياً على باقي المعاملات بحسب الترتيب الأبجدي، حيث تكون المعاملة التي يظهر على قيمتها الحرف **(a)** متفوّقة على بقيّة الأحرف، وكذلك تدل الأحرف المتشابهة عند أي معاملتين على عدم وجود فروق معنويّة بين المعاملتين المدروستين.

وتظهر النتائج المبوبة بالجدول رقم (6) أيضاً تفوّق معاملات التّسميد العضويّ بأسمدة البيوغاز على معاملات التّسميد بالأسمدة العضويّة التقليديّة والشّاهد من حيث التأثير في محتوى التّربة من النّتروجين الكلّي. حيث ارتفع محتوى التّربة من النّتروجين الكلّي من (0.071, 0.083, 0.091) في المعاملات (T2, T3, T4) على التّرتيب ليصل إلى (0.110, 0.120, 0.133) في المعاملات (T5, T6, T7) على التّرتيب. وهذا يتفق مع (3) ومع (6) الذين وجدوا بأن الهضم اللّاهوائي للمواد العضويّة ينتج سماد بيوغاز غنيّ بالنّتروجين، وكذلك يتفق أيضاً مع (16) الذين وجدوا بأن استخدام السّماد السّائل النّاتج عن التّخمّر اللّاهوائي أدى إلى زيادة محتوى التّربة المزروعة بالذّرة الصّفراء من الآزوت الكليّ.

ويُظهر الجدول (6) أيضاً تفوّق واضح لأسمدة البيوغاز المستخدمة في التّجربة على الأسمدة العضويّة التّقليديّة من حيث التأثير في محتوى التّربة من الفوسفور القابل للإفادة، فعلى الرّغم من غنى التّربة المستخدمة بالفوسفور القابل للإفادة ارتفع محتوى التّربة من الفوسفور القابل للإفادة من (24.93 ppm) في معاملة الشّاهد ليصل إلى (42.27, 35.60, 35.4 ppm) في المعاملات (T5, T6, T7) على التّرتيب مما يشير إلى تحوّل أجزاء مهمّة من الفوسفور العضويّ المضمّن في المواد العضويّة إلى فوسفور معدنيّ (H_2PO4^-, HPO^{2-}) متاح للنبات عبر عمليّة التّخمّر اللّاهوائيّ للمواد العضويّة، وهذا يتفق مع العديد من الأبحاث التي تشير إلى تحسن محتوى التّربة من الفوسفور القابل للإفادة عند تسميدها بسماد البيوغاز (17),(16),(15).

تُشير النّتائج التي يتضمنها الجدول (6) إلى تفوّق واضح لمعاملات التّسميد بأسمدة البيوغاز على الشّاهد والمعاملات الأخرى من حيث التّأثير في محتوى التّربة من البوتاسيوم القابل للإفادة فلقد ارتفع محتوى التّربة من البوتاسيوم القابل للإفادة معنويّاً من (119.90 ppm) في معاملة الشّاهد و (161.85, 158.85, 134.25 ppm) في المعاملات (T2, T3, T4) ليصل إلى (262.85, 257.60, 250.90 ppm) في

المعاملات (T5, T6, T7) على التّرتيب وهذا إن دلّ على شيء فإنما يدلّ على مساهمة عمليّة التّخمّر اللّاهوائيّ للمواد العضوية في زيادة جاهزية البوتاسيوم وإتاحته للنّبات (9). وتتفق هذه النّتيجة مع نتائج (6) الذين وجدوا بأن سماد البيوغاز يحتوي على كمّية كبيرة من البوتاسيوم القابل للإفادة، فالهضم اللّاهوائي ينتج عنه سماد غنيّ بالبوتاسيوم حسب (3) وكذلك تتفق النّتيجة مع نتائج (16) الذي وجد بأن استخدام السّماد السّائل النّاتج عن التّخمّر اللّاهوائي أدّى إلى زيادة محتوى التّربة المزروعة بالذّرة الصّفراء من البوتاسيوم القابل للإفادة.

الجدول رقم (6) تأثير المعاملات المستخدمة في محتوى التربة من العناصر المغذية الكبرى (متوسط موسمين)

Available K	Available p	TN	المعاملات المدروسة	
PPM	PPM	%	رمزها	نوع المعاملة
119.90 c	24.93 c	0.010 d	Ø	الشّاهد
161.85 b	28.87 c	0.091 bc	C	روث الأبقار
158.85 b	27.67 c	0.083 c	S	روث الأغنام
134.25 c	25.63 c	0.071 c	Mix	روث الأبقار والتّبن
262.85 a	42.27 a	0.133 a	Bc	سماد البيوغاز النّاتج عن روث الأبقار
257.60 a	35.60 b	0.120 a	Bs	سماد البيوغاز النّاتج عن روث الأغنام
250.90 a	35.47 b	0.110 ab	Bmix	سماد البيوغاز النّاتج عن روث الأبقار والتّبن
20.60	5.66	0.027	L.S.D 5%	
6.0	10.1	17.0	C.V %	

حيث تدل الأحرف **(a, b, c, ..)** على ترتيب المعاملات المتفوّقة معنوياً على باقي المعاملات بحسب الترتيب الأبجدي، حيث تكون المعاملة التي يظهر على قيمتها الحرف **(a)** متفوّقة على بقيّة الأحرف، وكذلك تدل الأحرف المتشابهة عند أي معاملتين على عدم وجود فروق معنويّة بين المعاملتين المدروستين.

- تأثير معاملات التّجربة في مؤشرات النّمو الأساسيّة لنبات الذّرة الصّفراء:

يبيّن الجدول رقم (7) تأثير المعاملات المستخدمة في مؤشرات النّمو لنبات الذّرة الصّفراء، ويلاحظ من هذا الجدول تفوّق المعاملة Bc معنوياً على الشّاهد وعلى المعاملات (C, Mix, S, Bmix) في حين أنها لم تتفوّق معنوياً على المعاملة Bs وذلك في الصفات المدروسة (ارتفاع النّبات، الوزن الرطب للنّبات، الوزن الجاف للنّبات) فقد ازداد ارتفاع النّبات من 73 [سم] في معاملة الشّاهد و (87.00, 89.17, 96.32) [سم] في المعاملات (T2, T3, T4) ليصل إلى (99.69, 107.32, 142.32) [سم] في المعاملات (T5, T6, T7) على التّرتيب، وازداد تراكم المادة الجافّة في النّبات من 31.84 [غ] في معاملة الشّاهد و (36.61, 40.41, 54.11) [غ] في المعاملات (T2, T3, T4) ليصل إلى (57.63, 65.42, 80.18) [غ] في المعاملات (T5, T6, T7) على التّرتيب، وهنا يمكن القول بأن أسمدة الغاز الحيويّ تفوّقت على نظيراتها الأسمدة العضويّة التّقليديّة (غير المخمّرة بالطريقة اللّاهوائيّة). يمكن أن يعزى ذلك إلى غنى هذا السّماد بالأشكال المتاحة من العناصر المغذّية كالنّتروجين والفوسفور والبوتاسيوم مما يساعد على نمو النّبات وزيادة ارتفاعه، وعلى تراكم أكبر للمادّة الجافّة فيه وتتوافق هذه النّتيجة مع نتائج (11)، كما وتوصلت دراسة لـ (16) إلى أن التّسميد بالسّماد العضويّ السّائل (سماد البيوغاز) زاد من وزن المجموع الخضريّ لنبات الذّرة الصّفراء، كما أنّه ينتج كميّات كبيرة من الكتلة الحيويّة كما وجد(4) .

الجدول (7) تأثير معاملات التجربة على مؤشرات النمو الأساسية لنمو نبات الذرة الصفراء (متوسط موسمين)

المعاملات المدروسة		ارتفاع النّبات [سم]	الوزن الرّطب للنبات [غ]	الوزن الجاف للنبات [غ]
نوع المعاملة	رمزها			
الشّاهد	Ø	73.00 b	104.30 d	31.84 e
روث الأبقار	C	96.32 b	178.30 c	54.11 bcd
روث الأغنام	S	89.17 b	128.50 cd	40.41 cde
روث الأبقار والتّبن	Mix	87.00 b	125.20 cd	36.61 de
سماد البيوغاز النّاتج عن روث الأبقار	Bc	142.32 a	263.50 a	80.18 a
سماد البيوغاز النّاتج عن روث الأغنام	Bs	107.32 ab	246.40 ab	65.42 ab
سماد البيوغاز النّاتج عن روث الأبقار والتّبن	Bmix	99.69 b	184.60 bc	57.63 bc
L.S.D 5%		39.30	67.53	19.59
C.V %		22.25	21.6	21.1

حيث تدل الأحرف **(a, b, c, ..)** على ترتيب المعاملات المتفوّقة معنوياً على باقي المعاملات بحسب الترتيب الأبجدي، حيث تكون المعاملة التي يظهر على قيمتها الحرف **(a)** متفوّقة على بقيّة الأحرف، وكذلك تدل الأحرف المتشابهة عند أي معاملتين على عدم وجود فروق معنويّة بين المعاملتين المدروستين.

الاستنتاجات Conclusions:

1- حقّق استخدام أسمدة البيوغاز انخفاضاً معنويّاً في pH التّربة بالمقارنة مع الشّاهد، بينما ارتفعت النّاقليّة الكهربائيّة للتّربة تحت تأثير استخدام هذه الأسمدة ولكن التّربة المستخدمة في الدّراسة بقيت غير مالحة.

2- تميّزت أسمدة البيوغاز عن الأسمدة العضويّة الأخرى المستخدمة من حيث التّأثير الإيجابيّ في كلّ من محتوى التّربة من المادّة العضويّة والنّتروجين الكلّيّ، كما في محتواها من كلّ من الفوسفور والبوتاسيوم القابلين للإفادة.

3- تفوّق سماد البيوغاز النّاتج عن روث الأبقار على كلّ من سماديّ البيوغاز النّاتجين عن روث الأغنام وروث الأبقار مع التّبن من حيث التّأثير في المؤشرات الخصوبيّة المدروسة للتّربة (pH, EC, OM, TN, Available P and K).

4- تفوّقت أسمدة البيوغاز المستعملة على الأسمدة العضويّة التّقليديّة من حيث التّأثير في ارتفاع نبات الذّرة الصّفراء (صنف غوطة 82) وفي الوزن الرّطب وفي إنتاجه من المادّة الجافّة.

المقترحات Suggestions:

1- استخدام أسمدة البيوغاز وبخاصة النّاتجة عن روث الأبقار في تسميد نبات الذّرة الصّفراء ومحاصيل أخرى لتأثيرها الإيجابي في خصوبة التّربة ونمو النّبات.

2- التوسّع في الأبحاث المتعلّقة بأسمدة البيوغاز من حيث دراسة تأثيرها في نظام تربة – نبات وإمكانيّة مساهمتها في إغناء التّربة بالمادّة العضويّة والعناصر المغذّية، والحد – ولو جزئياً – من استعمال الأسمدة المعدنية.

المراجع References

المراجع العربية

14. الأمين ع، الشوا ف، الغضبان ص. 2008. أداء وحدات الغاز الحيوي - طراز صيني في الظروف المناخية السورية. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية 24، 343-354.
15. المغربي ن. 2016. تأثير التسميد العضوي والمعدني على بعض خواص التربة ومحتوى نبات الذرة الرفيعة من بعض العناصر الغذائية (Sorghum bicolor L). مجلة الإسكندرية للتبادل العلمي 37، 146-157.
16. برهوم ع. 2020. التخلص من نبات زهرة النيل في منطقة زاهد باستخدامه في التسميد العضوي وإنتاج الغاز الحيوي. أطروحة دكتوراه، جامعة البعث.
17. رومية غ، كريدي ن، الزعبي م، الخليل ل، حوراني م. 2011. دراسة تأثير السماد العضوي الناتج عن وحدات البوغاز على بعض خواص التربة وإنتاجية نباتات الطماطم والباذنجان. المجلة العلمية لجامعة الملك فيصل 12، 37-58.
18. صوان أ، بكري م، فرج م، مصطفى م، ابوحسين ش، محمود ح. 2010. دليل تدوير المخلفات الزراعية. وزارة الدولة لشئون البيئة. 80 pp.
19. عبدو أ. 2014. دراسة العوامل المؤثرة على مردود مفاعل لإنتاج الغاز الحيوي من مخلفات منزل ريفي في محافظة طرطوس. رسالة ماجستير، جامعة تشرين.
20. عودة م، شمشم س. 2007. خصوبة التربة وتغذية النبات. منشورات جامعة البعث.
21. مهنا أ، حيّاص ب. 2007. إنتاج محاصيل الحبوب والبقول. جامعة البعث، كلية الزراعة: منشورات جامعة البعث.
22. مهنا أ، سليمان م، خضر و. 2015. تأثير حمض الهيوميك والتسميد الآزوتي على بعض صفات مكونات محصول الذرة الصفراء وإنتاجيتها (Zea mays.L). المجلة الأردنية للعلوم الزراعية 11، 229-242.

المراجع الأجنبية

.1 Adawi O. 2008. *Design, building and techno-economic evaluation of biogas digester*. Master Thesis, An-Najah National University, Nablus-Palestine.

.2 Antil RS, Singh M. 2007. Effects of organic manures and fertilizers on organic matter and nutrients status of the soil . *Archives of Agronomy and Soil Science* 53:519-528.

.3 Dioha I, Ikeme C, Nafi'u T, Soba N, Yusuf M. 2013. Effect of carbon to nitrogen ratio on biogas production. *International Research Journal of Natural Sciences* 1:1-10.

.4 Głowacka A, Szostak B, Klebaniuk R .2020 .Effect of biogas digestate and mineral fertilisation on the soil properties and yield and nutritional value of switchgrass forage. *Agronomy* 10:490.

.5 Jones Jr JB. 1999. *Soil analysis handbook of reference methods*. CRC press.

.6 Jurgutis L, Šlepetienė A, Šlepetys J, Cesevičienė J. 2021. Towards a full circular economy in biogas plants: Sustainable management of digestate for growing biomass feedstocks and use as biofertilizer. *Energies* 14:42-72.

.7 McLean E. 1983. Soil pH and lime requirement. *Methods of soil analysis: Part 2 Chemical and microbiological properties* 9:199-224.

.8 Nagy G, Takács A, Kállay AA, Mentes D. 2018. The anaerobic digestion of sheep manure in self-designed low-cost biogas reactor. *Analecta Technica Szegedinensia* 12:13-23.

.9 P. Dahlberg S, A. Lindley J, F. Giles J. 1988. Effect of Anaerobic Digestion on Nutrient Availability from Dairy Manure. *Transactions of the ASAE* 31:1211-1216.

.10 Rani P, Pathak VV, Bansal M. 2021. Co-digestion of wheat straw and animal manure pretreated with calcium hydroxide

for biomethane production: kinetic study. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry* 4:100-145.

.11 Valentinuzzi F, Cavani L, Porfido C, Terzano R, Pii Y, et al. 2020. The fertilising potential of manure-based biogas fermentation residues: Pelleted vs. liquid digestate. *Heliyon* 6:e03325

.12 Walkley A, Black IA. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil science* 37:29-38

.13 Weiland P. 2010. Biogas production: current state and perspectives. *Applied microbiology and biotechnology* 85:849-60