دراسة تأثير الأسمدة الكيميائية والعضوية في بعض الصفات الفيزيولوجية والتطورية والإنتاجية للفول السوداني

توفيق عثمان* **أميمة ناصر****

هيثم عيد*** **محمد منهل الزعبي*****

الملخص

أُجرِيت التجربة خلال الموسم الزراعي 2020 بهدف معرفة تأثير كل من السماد الكيميائي وسماد البيوغاز العضوي في بعض الصفات الفيزيولوجية والتطورية والإنتاجية لمحصول الفول السوداني في محطة زاهد لبحوث المياه والري في محافظة طرطوس. وُضِعت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) بثلاثة مكررات.

* طالب دراسات عليا (دكتوراه) قسم الوقاية البيئية – المعهد العالي لبحوث البيئة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
tofek.othman@damascusuniversity.edu.sy

** أستاذ مساعد – قسم الوقاية البيئية – المعهد العالي لبحوث البيئة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
Omeima.Nasser@damascusuniversity.edu.sy

*** دكتور في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية– سورية.
Manhal.Alzoaby@damascusuniversity.edu.sy

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي بالنسبة لمعاملات سماد البيوغاز تفوق المعاملة (T4) على المعاملتين (T2) و (T3) في صفات عدد الأوراق الكلي، دليل المسطح الورقي، الوزن الرطب والجاف، ونسبة البروتين (251.33 ورقة. نبات$^{-1}$، 1.72، 371.89 غ، 131.16 غ، 24.69 %). في حين أنه لم تُلحظ فروقات معنوية بين المعاملتين (T3) و (T4) بالنسبة لصفة الغلّة البذرية (2.06، 2.17 طن. هكتار$^{-1}$) على الترتيب.

أما بالنسبة للسماد الكيميائي وسماد البيوغاز كل منهما بمفرده، فقد تبيّن عدم وجود فروقات معنوية بين المعاملتين (T1) و (T4) بالنسبة لجميع الصفات المدروسة، وبيّنت النتائج تفوق كلا السمادين معنوياً على معاملة الشاهد (بدون تسميد) في جميع الصفات المدروسة.

الكلمات المفتاحية: الفول السوداني، صفات النمو، الإنتاجية، سماد كيميائي، سماد البيوغاز.

Study the effect of Chemical and Organic fertilizers on some physiological, phonological and yield traits of Peanut

Tofek Othman* **Omeima Nasser****
Haitham Eid*** **Mohamed Manhal Alzoaby*****

Abstract

The experiment was carried out during the growing season 2020 to find out the effect of chemical fertilizers and organic bioslurry fertilizer on some physiological, phenological and productive traits of peanut, at Zahed Station for Water and Irrigation Research, which is located in Tartous Governorate - Syria. The experiment was designed according to Randomized Complete Blocks Design (RCBD), with three replicates.

The results of the statistical analysis for the BS treatments showed the superiority of the third level (T4) treatment (10) L / m^2 over the first and second level (T2) and (T3) treatments in total number of leaves, leaf area index, wet weight, dry weight and protein ratio (251.33 leaf. $plant^{-1}$, 1.72, 371.89 g, 131.16 g, 24.69 %) respectively, while the treatments of BS (T3) and (T4) showed no significant difference regarding sees yield (2.06 and 2.17 ton. ha^{-1}) respectively.

The results showed that for CF and BS treatments, CF (T1) and BS of third level (T4) (10) L / m^2 had the same effect on all studies traits. Also, it was showed the superiority of both CF and BS over fertilizer, control treatment (without fertilizer) for all studies traits.

Key words: *Arachis hepogaya*, Peanut, Growth Parameters Traits, Yield, Chemical Fertilizer, Bioslurry Fertilizer**.**

* Postgraduate student, Department of Environmental Prevention, Higher Institute for Environmental Research, Tishreen University.

** Assistant Professor in Higher Institute for Environmental Research, Department of Environmental Prevention, Higher Institute for Environmental Research, Tishreen University.

*** Doctor in Agricultural Scientific Researches, Syria.

المقدمة:

يُزرع الفول السوداني Peanut (*Arachis hypogaea*) بشكلٍ رئيس من أجل الحصول على البذور للاستهلاك المباشر أو للحصول على زيت وبروتين عالي الجودة، لذلك تمّ تصنيفه ثالث محصول زيتي عالمياً بعد كلٍّ من فول الصويا Soybean (*Glycine max*) والقطن Cotton (*Gossypium*) (FAO، 2010؛ Kambiranda وآخرون، 2011؛ Sarkar وآخرون، 2014)، أما باقي أجزاء النبات يُستفاد منها بشكل علف ممتاز للحيوانات (Wan وآخرون، 2003؛ Shah وآخرون، 2012). يُزرع الفول السوداني في أكثر من (100) دولة حول العالم، حيث احتلت الهند والصين أكبر إنتاج منه نحو 60 % من الإنتاج العالمي، في حين أن إفريقيا شكلت قرابة 25 % من الإنتاج العالمي (Noba وآخرون، 2014).

وتُعتبر المساحة المزروعة بالفول السوداني في سورية قليلة قياساً إلى مساحة المحافظات التي تزرعه فقد بلغت حوالي 5000 هكتاراً بإنتاجٍ قدره 15000 طناً خلال العام 2019 (FAOSTAT، 2019)، ويمكن أن يُعزى لعدة عوامل أبرزها انخفاض خصوبة التربة وتدهورها مع الاستمرار في الاستخدام العشوائي للأسمدة والمبيدات، كما أن عامل غلاء الأسمدة بأنواعها وانخفاض وفرتها في البلاد كان من العوامل المساهمة في انخفاض تلك المساحة، لذلك فقد اتجه المزارعون إلى زراعة أنواع نباتية أخرى بديلاً عنه، وقد تمت العديد من الدراسات لزيادة الإنتاجية كاستعمال الأسمدة الكيميائية والتحول نحو الأسمدة العضوية، والتي من أبرزها سماد البيوغاز الذي يُعد بديلاً نظيفاً عن الأسمدة الكيميائية (Singla وآخرون، 2013؛ Kumar وآخرون، 2015؛ Panuccio وآخرون، 2019).

يعتبر سماد البيوغاز سماداً جيداً بالنسبة للتربة فهو يُحسّن من الخصائص الفيزيائية لها كزيادة قدرتها على الاحتفاظ بالماء، والكيميائية بسبب محتواه الجيد من العناصر الكبرى والصغرى، والخصوبية من خلال زيادة محتواها من المادة العضوية والعناصر القابلة للإتاحة، فضلاً عن أنّه صديق للبيئة (Hartanto و Putri، 2013؛ Debebe و Itana،

2016؛ Islam وآخرون، 2016). وأشارت الدراسات إلى أنّ استعمال سماد البيوغاز ذو كلفةٍ منخفضة مقارنة مع الأسمدة الكيميائية، إذ يُقلّل من استخدامها ويمكن أن يكون بديلاً عنها، إضافةً إلى أنّه يُخفف من التلوث البيئي الناتج عن إضافة الأسمدة الكيميائية، وبالتالي يؤدي استخدامه إلى تحسين كفاءة استعمال الموارد الطبيعية الزراعية (Haile وAyalew، 2018؛ Devarenjan، 2019).

أشارت نتائج Gohari وNiyak (2010) إلى أنّ إضافة السماد الآزوتي بمعدّل 60 كغ. هكتار$^{-1}$ والحديد بمعدّل 4.5 غ. ليتر$^{-1}$ أعطت أفضل غلّة من القرون والبذور للفول السوداني حيث بلغت القيم (2916، 1828 كغ. هكتار$^{-1}$ على التوالي). كما أشارت نتائج Land (2017) إلى أنّ إضافة السماد الكيميائي (فسفور وبوتاسيوم) وفق المعدَّل (67.6، 112.1 كغ. هكتار$^{-1}$) على الترتيب، أدّت إلى الحصول على أكبر غلّة من محصول الفول السوداني بالمقارنة مع الشاهد غير المسمَّد.

خلصت نتائج Zheng وآخرون (2013) إلى أنّ إضافة السماد الكيميائي بشكله الفسفوري تؤدي إلى زيادة في طول المجموع الجذري وتطوره لدى الفول السوداني، كما تؤدي إلى زيادة في الغلّة الحيوية Biological yield والاقتصادية له بالمقارنة مع الشاهد غير المسمَّد. وقد أشار Hasan وIsmail (2016) إلى أنّ أفضل معدّل من السماد الفسفوري لتحسين جميع الصفات الشكلية والإنتاجية والنوعية للفول السوداني هو 82.5 كغ P_2O_5. هكتار$^{-1}$، حيث بلغت الغلة من القرون ونسبة الزيت نحو (2524 كغ. هكتار$^{-1}$، 47% على التوالي) وذلك مقارنةً مع الشاهد غير المسمَّد (2116.2 كغ. هكتار$^{-1}$، 46% على الترتيب). كما وجد Silitonga وآخرون (2018) أنّ إضافة السماد الفسفاتي قد حسّنت من إنتاجية بذور الفول السوداني، كما تبين أنّ إضافة هذا السماد وروث الأبقار كل منهما بمفرده قد أعطى النتيجة نفسها بالنسبة لصفة الغلّة البذرية.

بيَّن Almeida وآخرون (2015) أنّ إضافة عنصر البوتاسيوم على الفول السوداني أدّت إلى تحسين خصائص المحصول الشكلية والإنتاجية بالمقارنة مع عدم إضافته. وأوضح Purbajanti وآخرون (2019) أنّ إضافة السماد الكيميائي (آزوت، فسفور، بوتاسيوم) قد أدّت إلى زيادة ارتفاع نبات الفول السوداني، ومحتوى الأوراق من الكلوروفيل (الأصبغة اليخضورية).

ذكر Sasanya و Ogedengbe (2019) أنّ سماد البيوغاز الناتج عن التخمر اللاهوائي له دور فعّال في زيادة معدّلات النمو الخضري والإنتاجية عند الخضار الورقية. كما أظهرت تجارب You وآخرون (2019) أنّ إضافة سماد البيوغاز على نبات شاي الكاميليا (*Camellia oleifera*) بمعدّل 30 كغ. نبات$^{-1}$. سنة$^{-1}$ قد أدت إلى الحصول على أكبر وزن للثمار والبذور وأعلى نسبة للزيت. وبيّن Zhao وآخرون (2014) أنّ نقع بذور نبات الفول العادي بسماد البيوغاز السائل بتركيز 75 % مدّة 4 ساعات، قد أدت إلى زيادة نسبة الإنبات وحسَّنت من صفات النمو الخضري للنبات.

أجرى Borole وآخرون (2015) تجربة لدراسة تأثير كلٍ من السماد الكيميائي وسماد البيوغاز وخليط منهما والكومبوست في إنتاجية نبات البصل Onion (*Allium cepa*)، فأظهرت النتائج أنّ معاملة التسميد الكيميائي الموصى بها أعطت 16.98 طن. هكتار$^{-1}$ تفوقت معنوياً على جميع معاملات التسميد الأخرى، وبيّن Anteneh (2020) أنّ تأثير كلٍ من الأسمدة الكيميائية وسماد البيوغاز بمفرده أدّى إلى تحسين الوزن الجاف والغلّة البذرية لمحصول حشيشة الرودس العلفي (*Chloris gayana*)، وكانت أفضل القيم عند خلط كلا السمادين معاً. وأشار Xu وآخرون (2021) في ذات السياق إلى أنّ خلط السماد الكيميائي بمعدّل 37.5 طن. هكتار$^{-1}$ مع سماد البيوغاز بمعدّل 100.5 طن. هكتار$^{-1}$ قد أدّى إلى زيادة في إنتاج الكتلة الحية Biomass والخصائص النوعية لنبات الزوان الإيطالي العلفي (*Lolium multiflorum*).

أهمية البحث وأهدافه:

تعود أهمية هذا البحث إلى الأهمية الكبيرة لمحصول الفول السوداني، حيث أنّ له العديد من الاستعمالات الغذائية، ويُعدّ مصدراً جيداً للبروتين والزيت النباتي، كما أنّه من المحاصيل النقدية التي تعود بالريعية الاقتصادية الجيدة على المزارع، لذلك كان لابدّ من الاهتمام به وزيادة إنتاجيته عن طريق اتباع الطرائق الزراعية المناسبة وإضافة الأسمدة الكيميائية والعضوية بكميات كافية له. كما تعود أهمية البحث أيضاً في إمكانية استبدال التسميد الكيميائي بسماد البيوغاز نظراً لعدم توفر السماد الكيميائي بسهولة ولغلاء الأسعار الكبير في حال الظروف السائدة في سورية.

ومن هنا هدف البحث إلى دراسة تأثير نوعين من السماد (كيميائي وسماد البيوغاز) في بعض صفات النمو والغلّة البذرية للفول السوداني (الصنف سوري2) تحت ظروف محافظة طرطوس.

مواد البحث وطرائقه:

1 – مكان تنفيذ البحث:

نُفِّذ البحث في محطة زاهد لبحوث المياه والري التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية في طرطوس، التي تقع بالقرب من قرية زاهد جنوب مدينة طرطوس على مسافة 25 كم، وترتفع عن سطح البحر 12م. ويتميز موقع الدراسة بمناخٍ رطب، شتاؤه ماطر معتدل، وصيفه جاف. تتميز تربة الموقع بأنّها ذات قوام طيني جيدة المحتوى من المادة العضوية والآزوت، وغنية بالفسفور، لكنّها فقيرة بالبوتاسيوم، حيث تمّ إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية عليها وفق الطرائق المعتمدة في مخابر الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية (الزعبي وآخرون، 2013).

جُمعت عينات التربة من عمق (0–30) سم، وتمّ قياس درجة الحموضة باستخدام pH meter، الناقلية الكهربائية (ECe) لمحلول عجينة التربة المشبعة بجهاز التوصيل الكهربائي، وتحديد النسب المئوية لمكونات التربة (رمل، سلت، طين) (التحليل الميكانيكي) بطريقة الهيدرومتر، وتقدير الكربونات الكلية بصورة كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) بجهاز الكالسيمتر، والمادة العضوية بطريقة الأكسدة الرطبة (Jackson، 1958). تمّ تقدير الآزوت الكلي بطريقة الهضم الرطب كيلداهل، وتقدير الفسفور المتاح بطريقة Olsen وآخرون (1954) بالاستخلاص بمحلول بيكربونات الصوديوم، أما البوتاسيوم المتاح فتمّ تقديره بمستخلص خلات الأمونيوم والقياس على جهاز مطياف اللهب (Jackson، 1958)، ثمّ سجلت النتائج في الجدول (1).

الجدول (1): خصائص التربة قبل الزراعة في موقع تنفيذ التجربة

الخصائص	عجينة مشبعة		(%)			مع. كغ$^{-1}$		التحليل الميكانيكي (%)			نسيج التربة
عمق التربة	pH	ECe dS/m	الكربونات الكلية	المادة العضوية	الآزوت الكلي	الفسفور المتاح	البوتاسيوم المتاح	رمل	سلت	طين	طيني
0–30سم	7.59	0.51	آثار	1.54	0.122	5	166	12	23	65	

تم أخذ عينات سماد البيوغاز وإجراء الاختبارات اللازمة، وسُجِّلت النتائج في الجدول (2).

الجدول (2): محتوى سماد البيوغاز من بعض العناصر المغذية.

الرطوبة (%)	(%)				
	N total	P total	K total	المادة العضوية (%)	الكربون العضوي (%)
91.48	0.137	0.13	0.21	2.77	1.61

2– الفول السوداني: نُفِّذتْ الدراسة على الصنف سوري2 وهو نصف قائم، القرن صلب يحتوي بذرتين صغيرتين في الحجم، وتمّ الحصول عليه من الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.

3- تجهيز الأرض: تمّت حراثة الأرض حراثتين متعامدتين في منتصف شهر آذار وتمّ تنعيمها لتكسير الكدر الناتجة عن الفلاحة.

4 – التسميد: أُضيف نوعان من السماد كلاً منهما بمفرده، الأوّل كيميائي والثاني عضوي.

أ – السماد الكيميائي: أُضيفت كامل الكمية من السماد الفسفوري والبوتاسي قبل الزراعة مع الفلاحة الثانية وعلى عمق انتشار الجذور، أما كمية السماد الآزوتي فقد أُضيفت على دفعتين متساويتين نصف الكمية قبل الإزهار والنصف الآخر عند اكتمال الإزهار (حيث لا يمكن الإضافة وقت الإزهار كي لا تتأثر العملية، وأُضيفت هذه الدفعة لاستكمال متطلبات المحصول منه حسب نتائج تحليل التربة). وطُبِّق هذا الإجراء على مكررات القطع التي ستُسمد بسماد كيميائي فقط. وقد كان الاحتياج السمادي لتربة الموقع حسب تحليل التربة: آزوت يوريا قرابة 140 كغ. هكتار$^{-1}$، سوبر فسفات 174 كغ. هكتار$^{-1}$، وسلفات بوتاس 80 كغ. هكتار$^{-1}$.

ب – سماد البيوغاز العضوي: يُعرّف السائل الناتج عن عملية التخمر اللاهوائي لروث الأبقار بسماد البيوغاز، ويُطلق عليه علمياً مصطلح Bioslurry (BS). تمّت إضافة هذا النوع على دفعتين، حيث أُضيفتْ نصف الكمية قبل الإزهار والنصف الآخر بعد اكتمال الإزهار، وتمّت الإضافة يدوياً على خط الزراعة بواسطة وعاء مدرج حتى (10) ليتر. حيث أُضيف سماد البيوغاز بمعدّل (60، 80، 100) م^3. هكتار$^{-1}$.

5 – المعاملات التجريبية والزراعة:

صُمِّمت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (Randomized Complete Block Design RCBD) بثلاثة مكررات، وبلغ عدد القطع التجريبية 15 قطعة، حيث

احتوت كل قطعة على أربعة خطوط كانت المسافة بينها 70 سم وقد بلغت مساحتها 12 م^2. أما البذور فقد زُرِعت يدوياً في جور بواقع (2–3) بذرة في الجورة الواحدة وعلى عمق 3–5 سم، وبلغت المسافة بين الجورة والأخرى 40 سم. تمت الزراعة بتاريخ 2020/4/20، وأجريت بعد الزراعة كافة العمليات الزراعية الخاصة بالمحصول من عزق وتعشيب وري (بالتنقيط) عند انخفاض الرطوبة عن السعة الحقلية (Field Capacity). وتمّ توزيع المعاملات على الشكل الآتي:

T0: شاهد لم يُسمَّدْ.

T1: تسميد كيميائي.

T2: سماد البيوغاز 6 ل. م$^{-2}$ (مستوى أوَّل).

T3: سماد البيوغاز 8 ل. م$^{-2}$ (مستوى ثانٍ).

T4: سماد البيوغاز 10 ل. م$^{-2}$ (مستوى ثالث).

6 – الصفات والقياسات المدروسة:

تمّ تعليم خمس نباتات من الخطين الوسطيين لكل قطعة تجريبية، لتسجيل القراءات الآتية:

1 – دليل المسطح الورقي (Leaf Index Area): تمّ قياسه بطريقة (Radford، 1967) كالآتي:

دليل المسطح الورقي = مساحة المسطح الورقي سم^2 / المساحة التي يشغلها النبات سم^2؛ حيث قُدِّرت مساحة المسطح الورقي بطريقة الأقراص (Vivekanandan وآخرون، 1972).

2 – عدد الأوراق الكلي في النبات (ورقة. نبات$^{-1}$).

3 – الوزن الجاف للنبات (غ. نبات$^{-1}$): تمّ حسابه في مرحلة النضج التام، وقد تمّ التجفيف طبيعياً تحت أشعة الشمس.

4 – عدد الأيام من تاريخ الزراعة حتى النضج التام (يوم): تم حساب عدد الأيام من تاريخ زراعة المحصول وحتى الوصول إلى مرحلة نضج القرون وذلك من خلال ملاحظة علائم النضج (اصفرار الأوراق).

5 – الغلّة البذرية (طن. هكتار$^{-1}$): عبارة عن وزن البذور الجافة حيث أنه بعد عملية حصاد القرون تمّ تجفيفها هوائياً ثم تمّ استخراج البذور الجافة منها، ووزن بذور كل قطعة تجريبية لوحدها، بعدها تم التحويل إلى القيمة طن. هكتار$^{-1}$.

6 – نسبة البروتين في البذور (%): تمّ تقديره بحساب كمية الآزوت في العينة وذلك بطريقة كيلداهل، وبما أن البروتين يحتوي على 16 % آزوت فإنّه يتم ضرب كمية الآزوت بمعامل التحويل (6.25) فيتم الحصول على نسبة البروتين في البذور.

تمّ إجراء التحليل الإحصائي للبيانات بطريقة تحليل التباين (One Way- ANOVA) باستعمال برنامج (Costat)، وتمّ إجراء اختبار أقل فرق معنوي (LSD) للمتوسطات عند مستوى معنوية 5% لتحديد معنوية الفروقات بينها.

النتائج والمناقشة:

أولاً: دليل المسطح الورقي:

بيَّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في صفة دليل المساحة الورقية بين معاملات التسميد المدروسة، حيث كان متوسط LAI الأعلى معنوياً عند المعاملتين T1 وT4، وبدون فروقات معنوية بينهما (1.75، 1.72 على التوالي)، وكلاهما تفوق بفروقات معنوية على المعاملة T3 (1.51)، ثم على المعاملة T2 (1.24)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الشاهد بدون تسميد T0 (0.942) (الجدول، 3).

بينت النتائج تفوق معاملات سماد البيوغاز على معاملة الشاهد في هذه الصفة، وهذا ما اتفق مع Jabeen وAhmad (2017) على نبات زهرة الشمس sunflower

(*Helianthus annus*)، كما تفوقت معاملات التسميد الكيميائي على معاملة الشاهد، وهذا ما اتفق مع Liu وآخرون (2019) على الفول السوداني.

كما تبيّن أنه كلما ازدادت كمية سماد البيوغاز المضافة ازداد دليل المسطح الورقي، حيث توافقت هذه النتائج مع نتائج جلول وآخرون (2018) على نبات البندورة ومع Islam وآخرون (2010) على نبات الذرة (*Zea mays*). يمكن تفسير ذلك بأن سماد البيوغاز له دور إيجابي في تحسين صفات التربة الفيزيائية والكيميائية والحيوية، كما أنه يحتوي على العديد من المغذيات الضرورية للنبات (Garg، 2005)، بالتالي يزداد عدد الأوراق الكلي للنبات ويزداد معه دليل المسطح الورقي.

الجدول (3): قيم الصفات المدروسة بالنسبة للمعاملات المدروسة

المعاملة	دليل المسطح الورقي	عدد الأوراق الكلي (ورقة. نبات$^{-1}$)	الوزن الجاف (غ)	عدد الأيام حتى النضج (يوم)	الغلة البذرية (طن. هكتار $^{-1}$)	نسبة البروتين (%)
T0	0.942 d	125.33 d	58.37 d	130 c	0.87 c	23.74 c
T1	1.75 a	258.66 a	130.21 a	134.33 a	2.44 a	24.82 a
T2	1.24 c	175.33 c	84.55 c	131.67 b	1.96 b	24.39 b
T3	1.51 b	207.66 b	113.70 b	132.33 b	2.06 ab	24.53 b
T4	1.72 a	251.33 a	131.16 a	133 ab	2.17 ab	24.69 a
$L.S.D_{0.05}$	0.04	20.37	12.56	1.49	0.4	0.13

تشير الأحرف المتماثلة إلى عدم وجود فروقات معنويّة بين المعاملات عند مستوى دلالة (5) %.

ثانياً: عدد الأوراق الكلي:

تفوقت جميع معاملات التجربة على معاملة الشاهد في صفة عدد الأوراق الكلي وهذا ما بينته نتائج ميدع وآخرون (2017) ونتائج Sudana وآخرون (2019) على نبات الملفوف

Cabbage (*Brassica oleracea*). بالنسبة للسماد الكيميائي فقد تفوق على معاملة الشاهد وهذا ما توافق مع Adeyeye وآخرون (2019) على نبات اللوبياء (*Vigna Subterranean*)، بسبب احتوائه على العناصر الكبرى بالكمية اللازمة لنمو النباتات وتطورها وخاصة عنصر الآزوت (N) الذي له دور مهم في تشجيع النمو الخضري بتكوين الكلوروفيل (الأصبغة اليخضورية) المهمة في امتصاص الفوتونات الضوئية الضرورية لعملية التمثيل الضوئي Photosynthesis وتنشيط الانقسام الخلوي Cell division (علوش وبوعيسى، 2006) بالتالي تكوين عدد أوراق أكبر.

ازداد عدد الأوراق تدريجياً وبشكل معنوي بازدياد جرعة سماد البيوغاز، وهذا ما توافق مع ديب وآخرون (2020) على نبات البطاطا، إذْ أنّ هذا السماد يزيد محتوى التربة من العناصر القابلة للامتصاص كالآزوت والفسفور والبوتاسيوم (رومية وآخرون، 2011). وقد كان متوسط عدد الأوراق الأدنى معنوياً في معاملة الشاهد (T0) (125.33 ورقة. نبات$^{-1}$)، في حين كان الأعلى معنوياً (258.66 ورقة. نبات$^{-1}$) عند معاملة السماد الكيميائي(T1) (الجدول 3).

ثالثاً: الوزن الجاف (غ):

بيَّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في صفة الوزن الجاف بين معاملات التسميد المدروسة، حيث كان المتوسط الأعلى معنوياً عند المعاملتين T1 وT4، وبدون فروقات معنوية بينهما (130.21، 131.16 غ على التوالي)، وكلاهما تفوق بفروقات معنوية على المعاملة T3 (113.70) غ، ثم على المعاملة T2 (84.55) غ، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الشاهد بدون تسميد T0 (58.37) غ (الجدول، 3).

أظهرت النتائج تفوق معاملات التسميد العضوي بجميع مستوياته على معاملة الشاهد، وهذا ما تبين لدى Otitoloju (2014) على نبات الفول السوداني، كما بينت نتائج التجربة أنه مع زيادة كمية سماد البيوغاز يزداد الوزن الجاف، وتوافقت هذه النتائج مع Abd-Eladl

وآخرون (2016) حيث حصل على أكبر وزن جاف عند تطبيق سماد البيوغاز بكميته القصوى على نبات الفول العادي Broad beans (*Vicia faba*)، وتوافقت أيضاً مع نتائج كل من Yamika وآخرون (2019) عند إضافة جرعات متدرجة من سماد البيوغاز على نبات الخيار Cucumber (*Cucumis sativus*)، ويمكن تفسير ذلك بأن سماد البيوغاز يزيد المادة العضوية في التربة، كما يزيد من توافر المغذيات في منطقة الرايزوسفير، مما يتيح للنبات تمثيل العناصر وزيادة تراكم الكتلة الحية ويزداد وزن النبات وادخار المادة الجافة مع كل زيادة في كمية السماد المضاف (Devarenjan، 2019؛ You وآخرون، 2019).

يمكن تفسير عدم وجود فروقات معنوية بين معاملة التسميد الكيميائي ومعاملة سماد البيوغاز العظمى (T4) بأن كلا السمادين قد احتويا على الكمية اللازمة من العناصر الكافية لنمو النبات وتطوره أي أن سماد البيوغاز قد عادل السماد الكيميائي عند هذه المعاملة مما يعني إمكانية استبدال السماد الكيميائي بسماد البيوغاز للحصول على نفس الوزن الجاف.

يمكن تفسير الحصول على أقل قيمة لصفة الوزن الجاف عند معاملة سماد البيوغاز الدنيا (T2) بعدم قدرة الكمية المضافة منه على تأمين الاحتياجات الأساسية لنمو وتطور النبات، كما أن تركيز العناصر المغذية يكون أدنى من الحد الأمثل لنمو النبات وتكوين كتلة حيوية. إذ أن إضافة سماد البيوغاز بالكمية المناسبة يحسن من خصائص التربة، ويزيد من تراكم الكتلة الحيوية في النبات (Tan وآخرون، 2020).

رابعاً: عدد الأيام من الزراعة حتى النضج:

يعد طول هذه الفترة من المؤشرات الجيدة لإنتاجية النبات، إذْ بيَّنت نتائج التحليل الإحصائي تفوق جميع معاملات التجربة على معاملة الشاهد في مدة حياة النبات من الزراعة وحتى بلوغه النضج التام وقد توافقت النتيجة مع Namvar و Sharifi (2011) عند إضافة السماد الكيميائي (بشكله الآزوتي) على نبات الحمص chickpea (*Cicer arietinum*)، ومع Manoj وآخرون (2013) عند إضافة السماد الكيميائي على نبات البندورة Tomato

(*Solanum lycopersicum*). بلغت أكبر قيمة عند معاملة السماد الكيميائي (T1)، أما أدنى قيمة عند معاملة الشاهد (T0) وذلك بمعدل (134.33، 130) يوم على الترتيب. كما بينت النتائج عدم وجود فروقات معنوية بين معاملتي سماد البيوغاز من المستوى الأول والثاني (T2، T3) مع تفوقها على معاملة الشاهد.

تؤدي عملية إضافة الأسمدة بأنواعها إلى جعل فترة نمو النبات أطول مقارنةً بعدم إضافتها، حيث يتسنى للنبات خلالها تقوية مجموعه الخضري والجذري من خلال الاستفادة من العناصر المتوافرة في الأسمدة، كما تتم الاستفادة من الظروف البيئية المناسبة (حرارة، ضوء، رطوبة) فتزداد كفاءة عملية التمثيل الضوئي وتنشط العمليات الفيزيولوجية داخل النبات ويخزن النبات مدخراته في البذور، وتطول فترة حياته مما يجعله يعطي أكبر غلة من المجموع الخضري والبذور.

خامساً: الغلة البذرية:

بيَّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في صفة الغلة البذرية بين معاملات التسميد المدروسة، حيث كان المتوسط الأعلى معنوياً عند المعاملة T1 (2.44 طن. هكتار$^{-1}$)، وبدون فروقات معنوية بين باقي معاملات التسميد T2، T3، T4 (1.96، 2.06، 2.17 طن. هكتار $^{-1}$ على التوالي)، وقد تفوقت كل معاملات التسميد بفروقات معنوية على معاملة الشاهد (بدون تسميد) T0 (0.87 طن. هكتار $^{-1}$) حيث كانت الأدنى معنوياً (الجدول، 3).

توافقت نتائج التجربة عند مقارنة معاملة التسميد الكيميائي ومعاملة الشاهد مع نتائج Jahan وآخرون (2014) على نبات اللوبياء Cowpea (*Vigna radiata*). كما توافقت النتائج عند مقارنة معاملة سماد البيوغاز ومعاملة الشاهد مع Abd-Eladl وآخرون (2016) على نبات الفول العادي Broad beans (*vicia faba*) ومع نتائج Sutresnawan و Trisnadewi(2015) على النبات البقولي (*Clitoria ternatea*).

كما أظهرت النتائج أنه مع كل إضافة تدريجية للسماد العضوي تزداد الغلة الذرية، وقد توافقت هذه النتائج مع Makadi وآخرون (2008) على نبات فول الصويا Soybean (*Glycine max* L.)، واتفقت هذه النتيجة أيضاً مع نتائج Mollah وآخرون (2018) الذي وجد أيضاً أن زيادة الجرعة بشكل تدريجي تؤدي لزيادة في الغلة البذرية لمحصول فول الصويا. يمكن تفسير الزيادة في غلة المحصول مع زيادة كمية سماد البيوغاز المضافة بأن سماد البيوغاز يلعب دوراً هاماً في زيادة محتوى التربة من العناصر المغذية ويشجع على تطور المجموع الجذري والورقي للنبات فتزداد كفاءة التمثيل الضوئي وتنشط العمليات الحيوية في النبات مما يدفعه لتشكيل عدد أكبر من الأزهار يليها عدد قرون وبذور أكبر، وهذا من شأنه أن يؤدي لزيادة في غلة النبات (Rizqiani وآخرون، 2006).

سادساً: نسبة البروتين:

بيَّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في صفة نسبة البروتين في البذور بين معاملات التسميد المدروسة، حيث كان المتوسط الأعلى معنوياً عند المعاملتين T1 وT4، وبدون فروقات معنوية بينهما (24.82، 24.69 % على التوالي)، وكلاهما تفوق بفروقات معنوية على المعاملتين T3 وT2 وبدون فروقات معنوية بينهما (24.53، 24.39 % على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً عند معاملة الشاهد بدون تسميد T0 (23.74 %) (الجدول، 3).

توافقت نتائج هذه الدراسة مع Ewais وآخرون (2017) على الفول السوداني حيث تفوقت جميع معاملات التسميد على معاملة الشاهد. كما تفوق السماد الكيميائي على معاملتي سماد البيوغاز ذوات المستوى الأول والثاني وهذا ما توافق مع Tekulu وآخرون (2020) على نبات الفول السوداني. ويمكن تعليل عدم وجود فروقات معنوية بين معاملة التسميد الكيميائي (T1) ومعاملة سماد البيوغاز ذات المستوى الثالث (T4) بأن كلا المعاملتين قد احتويتا على ذات القدر من المغذيات اللازمة لتكوين البروتين وخاصة عنصر الآزوت.

يمكن تفسير زيادة نسبة البروتين عند التسميد بكافة أشكاله بأن إضافة السماد قد ساهمت بتوفر عنصر الآزوت والفسفور اللذين لهما دوراً هاماً في تمثيل وتخليق الأحماض الأمينية والتي هي أساس تشكل البروتينات (Souri و Aslani، 2018)، حيث أن للفوسفور له دوراً مهماً في زيادة نسبة البروتين في البذور (Zhou وآخرون، 2007)، كما له دوراً هاماً في مراحل النمو الأولى من خلال تشكيل المجموع الجذري وتقويته، مما يُسهم في امتصاص العناصر الغذائية الأخرى وخاصة الآزوت الذي أدت إضافته قبل مرحلة الإزهار إلى تنشيط تكون العقد الجذرية وبالتالي زيادة معدله في خلايا النبات وأنسجته.

الاستنتاجات والمقترحات:

1 – يُعد كلاً من التسميد الكيميائي وفق التوصية السمادية والعضوي مهماً لتحسين نمو وتطور وإنتاجية محصول الفول السوداني (الصنف سوري 2) في المنطقة البيئية المستخدمة.

2 – يمكن أن يحل السماد العضوي (Bioslurry) محل التسميد الكيميائي شريطة ألا يقل معدل التسميد العضوي عن 10 ل. م$^{-2}$ في تربة المنطقة المدروسة.

3 – يُسهم التسميد الكيميائي والعضوي (10 ل. م$^{-2}$) في تحسين نوعية بذور محصول الفول السوداني.

4 – دراسة أهمية توقيت إضافة السماد العضوي والكيميائي خلال المراحل التطورية المختلفة لزيادة كفاءة استعمال الأسمدة.

المراجع References:

1. الزعبي، محمد منهل، درغام، حسان، الحصني، أنس والشاطر، محمد سعيد. 2013. **كتاب طرائق تحليل التربة والنبات والمياه والأسمدة**. ط: 1. سورية: دمشق. منشورات الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية. ص: 223.
2. ديب، ميس، زيدان، علي والزعبي، محمد منهل. 2020. تأثير مستويات مختلفة من سماد البيوغاز في نمو وتطور محصول البطاطا المزروع في محافظة طرطوس. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. 36(1): 191-206.
3. جلول، أحمد، كبيبو، عيسى، عيد، هيثم، ابراهيم، دعد .2018. تأثير الأسمدة العضوية الصلبة والسائلة الناتجة عن التخمر اللاهوائي في بعض المواصفات الخضرية للبندورة في البيوت المحمية. مجلة جامعة البعث 40(2): 39-67.
4. ديب، ميس، وزيدان، علي، والزعبي، محمد منهل. 2018. تأثير مستويات مختلفة من سماد البيوغاز الجاف وكومبوست التبغ في نمو وانتاجية البطاطا العادية المزروعة في محافظة طرطوس. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم البيولوجية، 40(5): 245-254.
5. رومية، غادة، وكريدي، نبيلة، والزعبي، محمد منهل، والخليل، لؤي وحوراني، محمود. 2011. دراسة تأثير السماد العضوي الناتج عن وحدات البيوغاز على بعض خواص التربة وإنتاجية نبات الطماطم والباذنجان. المجلة العلمية لجامعة الملك فيصل. 12(2): 37-58.
6. علوش، غياث وبوعيسى، عبد العزيز. 2006. خصوبة التربة وتغذية النبات. منشورات جامعة تشرين، كلية الزراعة، 423 ص.
7. ميدع، لينا، وزهير، زاهر، ونبيلة، كريدي، وعيد، هيثم.2017. دراسة تأثير مستويات مختلفة من السماد الآزوتي وسماد البيوغاز في إنتاجية محصول الذرة الصفراء وبعض خواص التربة. المجلة السورية للبحوث الزراعية 4(2): 120-128.

8. Abd-Eladl, M., Fouda, S., & Abou-Baker, N. 2016. Bean yield and soil parameters as response to application of biogas residues and ammonium nitrate under different water requirements. Egyptian Journal of Soil Science. 56(2): 313-326.

9. Adeyeye, A.S, Dimas, A. E., Olalekan, K. K., Lamidi, W. A., Othman, H. J., & Ishaku, M. A. 2019. The Effect of Organic and Inorganic Nutrient Sources on The Growth and Seed Yield of Bambara Nut (*Vigna Subterranean* (L) Verdc) Variety. World Journal of Agriculture and Soil Science – WJASS. 2(3).

10. Almeida, H. J., Pancelli, M. A., Prado, R. M., Cavalcante, V. S., and Cruz, F.R. 2015. Effect of potassium on nutritional status and productivity of peanuts in succession with sugar cane. Journal of soil science and plant nutrition. 15(1): 1-10.

11. Anteneh, G. 2020. Effects of fertilizer types on agronomic performance and chemical composition of rhodes grass (*Chloris gayana*) at Bahir Dar, northwestern Ethiopia. Msc Thesis, Bahir Dar Univesity, pp 93.

12. Borole, V. K., Dhake, A. V., Suryawanshi, P. C., & Patil, D. G. 2015. Effect of inorganic fertilizers in combination with biogas slurry and compost on production and quality of white onion (*Allium cepa* L.). In VII International Symposium on Edible Alliaceae. 1143: 187-192.

13. Debebe, Y., & Itana, F. 2016. Comparative study on the effect of applying biogas slurry and inorganic fertilizer on soil properties, growth, and yield of white cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata f. alba). Journal of Biology, Agriculture and Healthcare. 6(19): 19-26.

14. Devarenjan J, Joselin-Herbert G. M, Amutha D. 2019. Utilization of bioslurry from biogas plant as fertilizer. Int J Recent Technol Eng. 8(4):12210-12213.

15. Ewais, M. A., Zakaria, S. M., & Mostafa, S. S. 2017. Effect of bio and organic n fertilizer as a partial substitute for mineral-n fertilizer on

yield of peanut (*Arachis hypogaea* L.). Menoufia Journal of Soil Science. 2(1): 1-17.

16. F.A.O. 2010. Retrieved from http://faostat.fao.org/default.aspx Accessed August 2010.

17. FAOSTAT. 2019. Production and trade data for groundnuts (peanuts). FAOSTAT, Food and Agricultural Organization of the United Nations, Statistics Division.

18. Garg, R. N., Pathak, H., Das, D. K., & Tomar, R. K. 2005. Use of flyash and biogas slurry for improving wheat yield and physical properties of soil. Environmental monitoring and assessment. 107(1): 1-9.

19. Gohari, A.A., and Niyaki, S. N. 2010. Effects of iron and nitrogen fertilizers on yield and yield components of peanut (*Arachis hypogaea* L.) in Astaneh Ashrafiyeh, Iran. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science. 9(3): 256-262.

20. Haile, A., & Ayalew, T. 2018. Comparative study on the effect of bio-slurry and inorganic N-fertilizer on growth and yield of kale (*Brassica oleracea* L.). African Journal of Plant Science. 12(4): 81-87.

21. Hartanto, Y., & Putri, C. H. 2013. Guidelines for the use and provision, management and utilization of bio-slurry. Home biogas team (blue), energy home foundation. Jakarta, 1-31.

22. Hasan, M.& Ismail, S. 2016. Effects of phosphorous fertilizer on growth and yield of groundnut. In AIP Conference Proceedings. 1784 (1): 060018,1-6.

23. Islam, M. R., Rahman, S. M. E., Rahman, M. M., Oh, D. H., & Ra, C. S. 2010. The effects of biogas slurry on the production and quality of maize fodder. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 34(1): 91-99.

24. Islam, M. R., Hossain, M. N., Fakruddin, M., Rabbi, K., & Baten, M. A. 2016. Effect of solid waste slurry from biogas plant on soil parameters and yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.). Journal of Agriculture and Ecology Research International, 1-11.

25. Jabeen, N., and Ahmad, R. 2017. Growth response and nitrogen metabolism of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to vermicompost and biogas slurry under salinity stress. Journal of Plant Nutrition. 40(1): 104-114.

26. Jackson, L. 1958. Soil chemical analysis. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffe N J. pp 151-153, 331-334.

27. Jahan, M. S., Sarkar, M. R., & Salim, M. 2014. Nutrient management on leaf area index of potato-mungbean-T. aman rice cropping pattern. Bangladesh Journal of Agricultural Research, 39(3): 515-527.

28. Kambiranda, D. M., Vasanthaiah, H. K., Katam, R., Ananga, A., Basha, S. M., & Naik, K. 2011. Impact of drought stress on peanut (*Arachis hypogaea* L.) productivity and food safety. Plants and environment, 249-272.

29. Kumar, S., Malav, LC., Malav, MK., and Khan, SA. 2015. Biogas slurry: source of nutrients for eco-friendly agriculture. International Journal of Extensive research. 2: 42-46.

30. Land, A. 2017. The effects of varying rates of P and K fertilizer on sandy soil and peanut production. Doctoral dissertation, University of Florida., p 1-24.

31. Liu, Z., Gao, F., Yang, J., Zhen, X., Li, Y., Zhao, J., and Li, X. (2019). Photosynthetic characteristics and uptake and translocation of nitrogen in peanut in a wheat–peanut rotation system under different fertilizer management regimes. Frontiers in plant science. 10(86): 1-13.

32. Makadi, M., Tomocsik, A., Eichler-Loebermann, B., and Schiemenz, K. 2008. Nutrient cycling by using residues of bioenergy production-effects of biogas-digestate on plant and soil parameters. Cereal Research Communications. 36: 1807-1810.

33. Manoj, K., Meena, M. L., Sanjay, K., Sutanu, M., & Devendra, K. 2013. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on the growth, yield and quality of tomato var. Azad T-6. Asian Journal of Horticulture. 8(2): 616-619.

34. Mollah, A., & Iswoyo, H. 2018. Effectiveness of bio-slurry on the growth and production of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 157(1): 012019.

35. Namvar, A., & Sharifi, R. S. 2011. Phenological and morphological response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to symbiotic and mineral nitrogen fertilization. Žemdirbystė (Agriculture). 98(2): 121-130.

36. Noba, K., Ngom, A., Guèye, M., Bassène, C., Kane, M., Diop, I., & Ba, A. T. 2014. L'arachide au Sénégal: état des lieux, contraintes et perspectives pour la relance de la filière. OCL, 21(2): D205.

37. Olsen, S.R., Cole C.V., Watanabe F.S., and Dean L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. US Department of Agriculture Circular 939, Washington, DC.

38. Otitoloju, K. 2014. Effect of Integrated Use of Soil Conditioner with Fertilizers on Growth, Chlorophyll Content and Yield of Groundnut (*Arachis hypogea* L.). Molecular Soil Biology. 5(5): 1-9.

39. Panuccio, M. R., Papalia, T., Attinà, E., Giuffrè, A., and Muscolo, A. 2019. Use of digestate as an alternative to mineral fertilizer: effects on growth and crop quality. Archives of Agronomy and Soil Science. 65(5): 700-711.

40. Purbajanti, E. D., Slamet, W., and Fuskhah, E. 2019. Effects of organic and inorganic fertilizers on growth, activity of nitrate reductase and chlorophyll contents of peanuts (*Arachis hypogaea* L.). In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 250(1): 012048.

41. Radford, P. J. 1967. Growth analysis formulae-their use and abuse 1. Crop science. 7(3): 171-175.

42. Rizqiani, Nur Fitri; Erlina, Ambarwati and Nasih Widya, Yuwono. 2006. Effect of Dose and Frequency of Liquid Organic Fertilizer on Growth and Yield of Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Lowlands, Journal of Soil and Environmental Science. 7(1): 43-53.

43. Sarkar, T., Thankappan, R., Kumar, A., Mishra, P., and Dobaria, J. R. 2014. Heterologous expression of the atdreb1a gene in transgenic peanut conferred tolerance to drought and salinity stresses. PLoS One, 9 (12), e110-507.

44. Sasanya, F. & Ogedengbe, K. 2019. Investigating the Effects of Bioslurries on Some Agronomic Properties of Common Vegetables. J Food Process Technol. 10(780): 2.

45. Shah, H., Khan, M. A., Azeem, T., Majid, A., & Mehmood, A. 2012. The Impact of Gypsum Application on Groundnut Yield in Rainfed Pothwar: An Economic Perspective. Lahore Journal of Economics. 17(1).

46. Silitonga, L., Turmudi, E., & Widodo, W. 2018. Growth and Yield Response of Peanut (*Arachis hypogaea* L.) to Cow Manure Dosage and Phosphorus Fertilizer on Ultisol. Akta Agrosia. 21(1): 11-18.

47. Singla, A., Dubey, K., Iwasa, H., and Inubushi, K. 2013. Nitrous oxide flux from Komatsuna (*Brassica rapa*) vegetated soil: a comparison between biogas digested liquid and chemical fertilizer. Biology and fertility of soils. 49(7): 971-976.

48. Souri, M. K., & Aslani, M. 2018. Beneficial effects of foliar application of organic chelate fertilizers on French bean production under field conditions in a calcarous soil. Advances in Horticultural Science. 32(2): 265-272.

49. Sudana, I. M., Raka, G. N., & Jaya, D. A. 2019. Utilization of Biogas Reactor Waste (Bio-slurry) to Control of Club Root Disease on Cabbage Plants (*Brassica oleracea* L.). Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. 8(9): 415-421.

50. Sutresnawan, I. W., & Trisnadewi, S. 2015. Pertumbuhan dan Produksi Kembang Telang (*Clitoria ternatea*) yang Diberi Berbagai Jenis dan Dosis Pupuk Organik. Jurnal Peternakan Tropika. 3(3): 586-596.

51. Tan, F., Zhu, Q., Guo, X., & He, L. 2020. Effects of digestate on biomass of a selected energy crop and soil properties. Journal of the Science of Food and Agriculture. 101 (3): 927-936.

52. Tekulu, K., Taye, G., & Assefa, D. 2020. Effect of starter nitrogen and phosphorus fertilizer rates on yield and yield components, grain protein content of groundnut (*Arachis Hypogaea* L.) and residual soil nitrogen content in a semiarid north Ethiopia. Heliyon. 6(10): e05101.

53. Vivekanandan, A.S.; Gunasena, H.P.M. and Shivanayagan, T. 1972. Statistical evaluation of accuracy of three techniques used in the estimation of leaf area of crop plants. Indian Journal of Agricultural Sciences. 42: 857-860.

54. Wan SB, Zhang JM, Zhang XY, Feng HS, Yu SL, Li TS and Liao BS. 2003. Peanut cultivation science in China. Shanghai, China: Shanghai Science and Technology Press. 647 pp**.**

55. Xu, W., Zhu, Y., Wang, X., Ji, L., Wang, H., Yao, L., & Lin, C. 2021. The Effect of Biogas Slurry Application on Biomass Production and Forage Quality of *Lolium multiflorum*. Sustainability, 13(7): 3605.

56. Yamika, W. S. D., Herlina, N., & Amriyanti, S. 2019. The effect of biogas slurry and inorganic fertilizer on soil fertility and yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.). Journal of Degraded and Mining Lands Management. 6(4): 1829.

57. You, L., Yu, S., Liu, H., Wang, C., Zhou, Z., Zhang, L., & Hu, D. 2019. Effects of biogas slurry fertilization on fruit economic traits and soil nutrients of *Camellia oleifera* Abel. PloS one, 14(5): e0208289.

58. Zhao, Y., Yang, S., Yang, S., Zhao, H. M., Duan, Q. S., Yang, Y. X., & Qin, X. D. 2014. Effects of biogas slurry pretreatment on germination and seedling growth of *Vicia faba* L. In Advanced Materials Research. 955: 208-212.

59. Zheng, Y. P., Xin, C. Y., Wang, C. B., Sun, X. S., Yang, W. Q., Wan, S. B., & WU, Z. F. 2013. Effects of phosphorus fertilizer on root morphology, physiological characteristics and yield in peanut (*Arachis hypogaea*). Chinese Journal of Plant Ecology. 37(8): 777-785.

60. Zhou, L. Y., Li, X. D., Tang, X., Lin, Y. J., & Li, Z. F. 2007. Effects of different application amount of N, P, K fertilizers on physiological characteristics, yield and kernel quality of peanut. The journal of applied ecology. 18(11): 2468-2474.