

تأثير إضافة مستويات مختلفة من التسميد الفوسفوري وسماد البيوغاز في بعض خواص التربة الخصوبية وإنتاجية الفول السوداني

لينا ميدع⁽¹⁾ وعلاء خلوف^{(1)*} ورزان قرفول⁽²⁾ ونسرین بدور⁽²⁾ ومحمد ميّوس⁽²⁾ وهيثم عيد⁽²⁾

(1). إدارة بحوث الموارد الطبيعية، الهيئة العاملة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.

(2). مركز بحوث طرطوس، الهيئة العاملة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.

(*للمراسلة: م. علاء خلوف. البريد الإلكتروني: alaakhallouf@gmail.com).

تاريخ القبول: 2019/08/03

تاريخ الاستلام: 2019/06/14

الملخص

يهدف دراسة تأثير مستويات مختلفة من التسميد العضوي (سماد البيوغاز السائل) مع مستويات مختلفة من التسميد الفوسفوري في بعض خواص التربة الخصوبية (% للمادة العضوية OM، %الأزوت الكلي N_{total} ، الفوسفور المتاح P_{av} ، البوتاسيوم المتاح K_{av})، وبعض المؤشرات الإنتاجية للفول السوداني، صنف ساحل (إنتاجية المجموع الخضري، وإنتاجية القرون الخضراء). نفذت تجربة حقلية في محطة زاهد لبحوث المياه والري التابعة لمركز بحوث طرطوس في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية خلال موسمي 2015 و 2016 باستخدام 12 معاملة: 4 مستويات من سماد البيوغاز السائل (0-4-6-8 ل سماد/م²)، ومستويين من التسميد الفوسفوري (66.7% من التوصية السمادية، و 100% من التوصية السمادية) بثلاثة تكررات وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة. وبينت نتائج التجربة أن إضافة سماد البيوغاز وفق المعاملة P2G3 (8 ل سماد بيوغاز/ م² + 100% من التوصية السمادية) قد أدت إلى زيادة معنوية في كل من المادة العضوية (2.772%)، والأزوت الكلي (0.1933%)، والفوسفور المتاح (13.667 مغ/كغ تربة)، في حين حققت إضافة سماد البيوغاز وفق المعاملة G3 (8 ل سماد بيوغاز/ م²) لوحده زيادة معنوية في كمية البوتاسيوم المتاح (313.7 مغ/كغ تربة). أما بالنسبة للمؤشرات الإنتاجية فقد حققت المعاملة P2G3 زيادة معنوية في إنتاجية المجموع الخضري وفي إنتاجية القرون الخضراء (65.47، 11.1 طن/هكتار) على التوالي مقارنةً بالشاهد و 100% من التوصية السمادية، وكانت الفروق ظاهرة مع المعاملة P1G3 (8 ل سماد بيوغاز/ م² + 66.7% من التوصية السمادية) وبالتالي يمكن التوصية بهذه الإضافة وتوفير حتى 100 كغ من سماد السوبر فوسفات عند استخدام 8 ل سماد بيوغاز/ م² مع السماد المعدني الفوسفوري.

الكلمات المفتاحية: تسميد فوسفوري، خواص خصوبية، سماد البيوغاز، فول سوداني، الصفات الإنتاجية.

المقدمة:

يعد التلوث من أهم المشاكل التي تواجه العالم اليوم، ويأتي تلوث التربة في مقدمتها (Mahakavi et al., 2014) حيث يؤدي الاستخدام المكثف وغير المتوازن للأسمدة الكيميائية إلى تملح التربة وتدهور إنتاجيتها، إضافة إلى تناقص كمية الكربون العضوي نتيجة لانخفاض المجاميع الميكروبية في منطقة الجذور Rhizosphere، كما تسبب تلوث المسطحات المائية بالأسمدة الأزوتية،

الأمر الذي يؤثر سلباً على صحة كل من الإنسان والحيوان (Rahman *et al.*, 2008) بالإضافة إلى أن أسعار الأسمدة الكيميائية في تزايد مستمر لدرجة أن صغار المالكين *small holders* من المزارعين أصبحوا غير قادرين على تحمل تكلفتها (Hukkeri *et al.*, 1977). إن إضافة المخلفات الحيوانية بشكل مباشر للتربة دون أي عملية إدارة أو تخمير تعتبر من المصادر الملوثة الرئيسة للأراضي الزراعية (Balsari *et al.*, 2005) ولذلك يعد سماد البيوجاز Biogas slurry الناتج عن التخمير اللاهوائي للمخلفات الحيوانية من الطرائق الأقل كلفة لتدوير هذه المخلفات والتخلص من آثارها البيئية السيئة، إضافة للمحتوى المرتفع لسماد البيوجاز من الآزوت والفسفور وبقية العناصر الكبرى والصغرى الضرورية للحفاظ على خصوبة التربة والحد من تدهورها. (Mosquera *et al.*, 2000) وكذلك يحتوي سماد البيوجاز على مركبات عضوية آزوتية وغالباً ما تكون أحماض أمينية، بالإضافة إلى مركبات ذات وزن جزيئي منخفض ومنها بعض الهرمونات والأحماض الهيومية والفيتامينات وغيرها. وقد أثبتت العديد من الدراسات احتوائه على تراكيز محدودة من العناصر الصغرى ومنها الحديد والبورون والزنك والنحاس، واحتوائه على الكالسيوم والمغنيزيوم والكبريت. (Gupta, 2007) وهي عناصر بالغة الأهمية في نمو وتطور النبات، كما تبين أنه يسهم في زيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء، وتحسين خواص التربة الهوائية، واحتوائه على مواد محفزة ومنشطة للنمو، مما يساعد على تحفيز نمو الجذور بشكل أسرع، ووجد أيضاً أن إضافته قد تحدّ من انتشار ونمو الاعشاب الضارة (Liu *et al.*, 2008). وقد أثبت العديد من الباحثين أن استخدام مخلفات عملية التخمير اللاهوائي للمخلفات العضوية الحيوانية كسماد عضوي (سماد البيوجاز) أدى إلى زيادة في إنتاجية المحاصيل وخاصة محاصيل الخضار، إضافة إلى تحسن واضح في الخصائص النوعية كالشكل والحجم مقارنة بمحاصيل خضار مسمدة بأسمدة كيميائية، كما أنه خفض من الحاجة للأسمدة الكيميائية وبالتالي خفض مشاكل التلوث ورشح النترات للمياه الجوفية (Krishna, 2001). حيث استخدم (Zheng *et al.*, 2015) سماد البيوجاز السائل ودرس تأثيره في كل من إنتاجية الفول السوداني، والعناصر الغذائية في التربة (أزوت، فوسفور، بوتاسيوم)، ومخزون التربة من الكربون العضوي *C storage*، والنشاط الميكروبي في التربة. وأظهرت النتائج زيادة معنوية بكل من عدد القرون، والآزوت الكلي، والفسفور المتاح والكلي، مع زيادة واضحة بالنشاط الميكروبي. في حين درس (Shankarappa *et al.*, 2012) تأثير سماد البيوجاز الغني بالفوسفور في نمو وإنتاجية نبات عباد الشمس *Sunflower (Helianthus annuus)*، ولاحظ أن إضافة 100% من التوصية السمادية قد أدت إلى فروق معنوية في طول النبات مقارنة 75% و25% من التوصية السمادية. وكذلك أضاف (Jeptoo *et al.*, 2013) سماد البيوجاز كبديل عن السماد الكيميائي ودرس تأثيره في نمو وإنتاجية نبات الجزر *(Daucus carota) Carrot* ولاحظ أن إضافته أدت إلى زيادة عدد أوراق النبات وطوله وإنتاجيته حوالي 7.8 طن/هكتار. كما تمت العديد من الدراسات في سورية على سماد البيوجاز وعلى محاصيل مختلفة، حيث بيّنت رومية وآخرون (2011) أن استخدام سماد البيوجاز قد أدى إلى زيادة معنوية في محتوى التربة من الآزوت والفسفور والبوتاسيوم مع زيادة معنوية في إنتاجية الذرة الصفراء *(Zea mays)* وبشكل تدريجي مع زيادة تركيز سماد البيوجاز. ودرست ميدع وآخرون (2017) تأثير مستويات مختلفة من السماد الأزوتي وسماد البيوجاز في إنتاجية محصول الذرة الصفراء وخصائص التربة. ووجدوا أنه عند إضافة سماد بيوجاز بتركيز 10 ل/م² مع 24 كغ/هكتار من السماد الأزوتي قد أدت إلى زيادة معنوية في إنتاجية النبات مع زيادة في نسبة المادة العضوية، الآزوت الكلي، الفوسفور والبوتاسيوم المتاحين في جميع المعاملات المسمدة بسماد البيوجاز. يلعب الفوسفور على الرغم من كميته القليلة في خلية النبات إلا أن له دوراً كبيراً في العمليات والاستقلابية، كما أنه يدخل في تركيب ATP وهو مركب الطاقة الضروري لامتصاص العناصر الغذائية واصطناع الكثير من المركبات العضوية وفي مقدمتها النشاء (Marschner and Marschner, 2012) ازداد نتيجة التزايد المتسارع لعدد السكان الاهتمام بالبحث عن مصادر غذائية غنية بالبروتين والزيت وغيرها من المركبات الضرورية لصحة الإنسان، ولوحظ أن محصول الفول السوداني من أهم المحاصيل التي يمكن اعتبارها كبديل عن القطن كمصدرٍ للزيت (مباركة وآخرون، 2006) ويصنف بأنه المحصول الرابع على العالم من حيث محتواه من الزيت والثالث عالمياً من

حيث محتواه من البروتين النباتي (Lusas, 1979) حيث تتراوح نسبة الزيت فيه 40-50%، و 25-30% بروتين، و 20% كربوهيدرات، و 5% ألياف (Fageria, 1997) وتحتوي بذور الفول السوداني على معظم الأحماض الأمينية الضرورية، ويتصف بأنه ذو قيمة غذائية عالية نتيجة وجود الليستين والترتوفان، الأمر الذي يجعله قريباً من البروتين الحيواني، وبالتالي يمكن اعتباره مصدر غذائي مهم و خاصة للأطفال (Ajay, 2006 ; رقية، 1997). وفي سورية، ووفقاً للمجموعة الاحصائية في وزارة الزراعة للعام 2015 (وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي، 2015) فقد بلغت مساحة الأراضي المزروعة بالفول السوداني 5510 هكتاراً وإنتاج 15399 طناً، في حين بلغت الغلة 2795 كغ/هكتاراً. إن الدراسات عن تأثير المتكامل للتسميد الفوسفوري وسماد البيوغاز على محصول الفول السوداني قليلة عالمياً ومحلياً، ولذلك يهدف البحث إلى دراسة التأثير المتكامل لإضافات مختلفة ومتدرجة من السماد الفوسفوري مع سماد البيوغاز في كل من بعض المؤشرات الإنتاجية لمحصول الفول السوداني وفي بعض خصائص التربة الخصوبية.

مواد البحث وطرقه:

1- الموقع و المناخ:

نفذ البحث في محطة زاهد بحوث المياه والري التابعة لمركز بحوث طرطوس، والواقعة جنوب مدينة طرطوس بنحو 25 كم عند تقاطع خط طول $37^{\circ} 00' 37''$ شرقاً ودائرة عرض $34^{\circ} 41' 33''$ شمالاً، وترتفع عن سطح البحر 13 م. يتصف مناخ هذه المنطقة بأنه متوسطي، حيث تتراوح كمية الهول المطري بين 800-1000 ملم، تهطل معظمها في أشهر كانون الأول، وكانون الثاني، وشباط. في حين أن معدل الحرارة السنوي 20.4 م²، وأعلى معدل للرطوبة النسبية 92% في شهر تموز، وتتنخفض في شهر كانون الثاني إلى 22%. (بيانات محطة زاهد الغربية لمدة 16 عام) (الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، 2016).

2- توصيف تربة الموقع:

أخذت عينات تربة من العمق 0-0.25، و 0.25-0.5 م من مواقع مختلفة من الحقل قبل البدء بالزراعة، ومن كل قطعة تجريبية بعد القلع، مزجت جيداً لمجانستها ومررت من منخل قطر فتحاته 2 ملم، وأجريت التحاليل الفيزيائية، والكيميائية التالية: التحليل الميكانيكي: بطريقة الهيدرومتر (Gupta, 2000)، وقدرت درجة حموضة التربة pH: بواسطة جهاز pH-meter (Peech et al., 1965)، والناقلية الكهربائية ECe: بواسطة جهاز التوصيل الكهربائي في مستخلص العجينة المشبعة (Rhoades, 1990)، وكربونات الكالسيوم الكلية: باستخدام الكالسيوميتر (Jackson, 1958)، والفوسفور المتاح: باستخدام طريقة Olsen وتمت القراءة باستخدام جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer) على طول الموجة 660 نانو متر، والآزوت الكلي: بواسطة جهاز كلداهل Kjeldahl (Mulvaney and Bremner, 1982)، والمادة العضوية: بطريقة الأكسدة الرطبة. وقدر البوتاسيوم المتاح: باستخدام جهاز اللهب (Jackson, 1958). ويمكن أن توصف تربة التجربة بأنها تربة ذات نسيج طيني، متعادلة تقريباً كما يوضحها الجدول (1)، غير مالحة، خالية تقريباً من كربونات الكالسيوم، ومتوسطة المحتوى من المادة العضوية، وغنية بالآزوت الكلي، في حين أنها فقيرة بكل من الفوسفور والبوتاسيوم المتاحين.

الجدول 1. خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية لموقع التجربة

%			مغ/كغ		%			ECe dS/m	pH	العمق
طين	سلت	رمل	فوسفور متاح	بوتاسيوم متاح	آزوت كلي	مادة عضوية	CaCO ₃			
52	28	20	7.81	102.5	0.0885	1.56	آثار	0.54	7.4	25-0
46	30	24	4.46	100.8	0.0385	1.44	آثار	0.55	7.8	50-25

3- المخمر و تحضير السماد:

تم تحضير سماد البيوغاز باستخدام وحدة التخمر في محطة بحوث زاهد الشرقية في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، من خلال تخمير مخلفات حيوانية بقرية بعد خلطها بالماء بنسبة (50/50) تركت بالمخمر لمدة 45 يوماً. أخذت عينة مركبة من سماد البيوغاز

وتمت عليها التحاليل التالية: تم هضم العينات بالطريقة الرطبة ثم قَدَّر الأزوت الكلي والفسفور الكلي في جهاز المطياف الضوئي (Rubæk *et al.*, 1996) وقَدَّر البوتاسيوم الكلي بجهاز مطياف اللهب، وقدرت المادة العضوية بطريقة الفقد بالترميد (Jackson, 1958)، ورقم الحموضة باستخدام جهاز pH-meter واستخدم جهاز الناقلية الكهربائية في تقدير EC. ويمكن توصيف السماد الناتج بأنه متعادل مائل للحموضة قليلاً، غير مالحة، غني بكل من المادة العضوية والأزوت الكلي والفسفور والبوتاسيوم، ويوضح الجدول (2) توصيف سماد البيوغاز السائل.

الجدول 2. توصيف سماد البيوغاز

C/N	%						EC dS/m	pH
	رطوبة	كربون عضوي	مادة عضوية	أزوت كلي	فسفور كلي	بوتاسيوم كلي		
25.42	90.23	40.68	70.15	1.6	0.89	0.24	0.46	7.41

4- تحضير التربة و الزراعة:

أعدت الأرض بحراستها بالمحراث القلاب لعمق نحو 0.25 م، أعقبها تنعيم التربة وتسويتها إلى ثلاثة قطاعات (يحتوي كل واحد منها 12 قطعة تجريبية) المسافة بينها 1 م، في حين كانت المسافة بين كل قطعة تجريبية وأخرى 1 م، ومساحة القطعة التجريبية 10 م². زرعت التجربة بمحصول الفول السوداني من الصنف /ساحل/ على موسمين 2015-2016. خطت التجربة على خطوط (3 خطوط في كل قطعة تجريبية بمسافة فاصلة 0.7 م)، والمسافة الفاصلة بين النباتات والآخر 0.4 م، بحيث احتوت كل قطعة تجريبية على 40 نبات. تم نثر سماد السوبر فوسفات وفق المعاملات قبل زراعة البذور بحوالي 15 يوم و أضيف 50 كغ/هـ سماد سلفات البوتاسيوم وفق التوصية السمادية واعتماداً على تحليل التربة، في حين أضيف 140 كغ/هكتار سماد نترات الأمونيوم 33% على دفعتين أولها عند الزراعة والثانية عند العزيق الأول. وتمت إضافة سماد البيوغاز بعد 45 يوم من الزراعة وفق معاملات التجربة.

5- المعاملات وتصميم التجربة:

نُفذت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (R.C.B.D) Randomized Complete Block Design وبثلاثة مكررات واثنًا عشر معاملة:

- C: شاهد بدون إضافة.

- P1: تسميد فوسفوري 66.7% من التوصية السمادية (200 كغ سوبر فوسفات /هكتار).

- P2: تسميد فوسفوري 100% من التوصية السمادية (300 كغ سوبر فوسفات /هكتار).

- P1G1: 4 ل سماد بيوغاز / م² + 66.7% من التوصية السمادية.

- P2G1: 4 ل سماد بيوغاز / م² + 100% من التوصية السمادية.

- P1G2: 6 ل سماد بيوغاز / م² + 66.7% من التوصية السمادية.

- P2G2: 6 ل سماد بيوغاز / م² + 100% من التوصية السمادية.

- P1G3: 8 ل سماد بيوغاز / م² + 66.7% من التوصية السمادية.

- P2G3: 8 ل سماد بيوغاز / م² + 100% من التوصية السمادية.

- G1 : 4 ل سماد بيوغاز / م²

- G2 : 6 ل سماد بيوغاز / م²

- G3 : 8 ل سماد بيوغاز / م²

استخدم في تحديد الفروق بين المتوسطات اختبار أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى ثقة 5% باستخدام على برنامج Genstat V12 .

6- التحاليل والاختبارات:

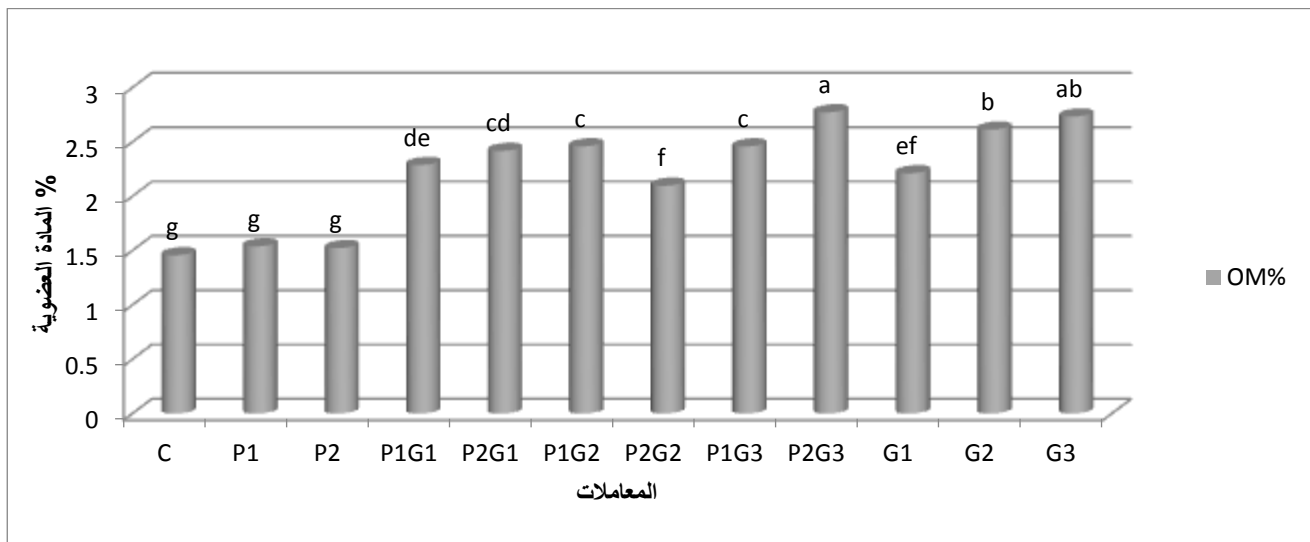
أخذت القراءات المورفولوجية وفق ما يلي: الإنتاجية الكلية من القرون الخضراء، والإنتاجية الكلية من المجموع الخضري (مادة خضراء). أما بالنسبة للتربة فقد درست خصائص التربة: % للمادة العضوية، % للأزوت الكلي، ومحتوى التربة من البوتاسيوم والفسفور المتاحين.

النتائج والمناقشة:

أولاً: تأثير كل من التسميد الفوسفوري وسماد البيوغاز في خواص التربة الخصوبية:

1- نسبة المادة العضوية OM:

أظهرت النتائج أن إضافة سماد البيوغاز بكل مستوياته أدت إلى زيادة معنوية في نسبة المادة العضوية في التربة بعد قلع المحصول (الشكل 1، الجدول 3)، وظهرت النسبة الأعلى في المعاملة P2G3 (2.772%) التي تفوقت معنوياً مقارنة بالشاهد C وبقية المعاملات ما عدا المعاملة G3 (2.733%) حيث كانت الفروق فيما بينهما ظاهرية، وتلاهما المعاملة G2 (2.613%) وبفروق معنوية عن بقية المعاملات والشاهد، ولم تظهر فروق ما بين المعاملات P1G2 و P1G3، و P2G1 ولكنها كانت بفروق معنوية عن بقية المعاملات. وحلت المعاملات الباقية P1، P2، C، أخيراً مع عدم وجود فروق فيما بينها. وقد يعود السبب في زيادة نسبة المادة العضوية إلى المحتوى المرتفع من المادة العضوية في السماد وخصوصاً عند إضافة المستوى الأعلى من السماد 8 ل سماد/م² (Nasir, 2010; Debebe, 2013 Khan, 2015).

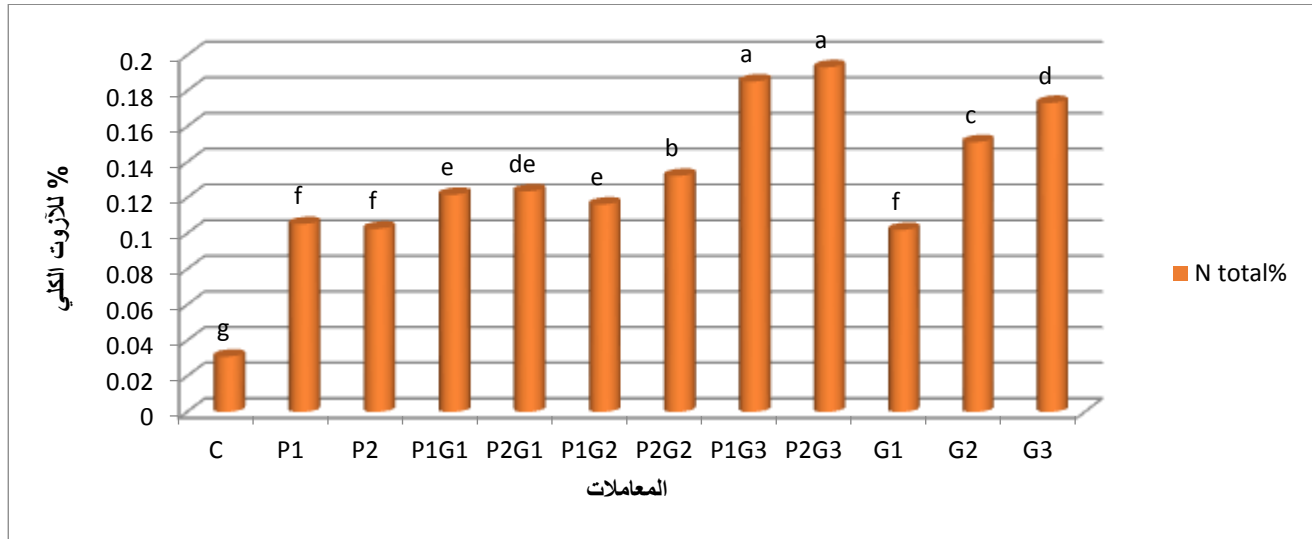


الشكل 1. تأثير المعاملات المختلفة في نسبة المادة العضوية (%) خلال الموسمين 2015 و2016

2- النسبة المئوية للأزوت الكلي N total:

بينت نتائج التجربة أن إضافة سماد البيوغاز عند المستوى 8 ل سماد/م² ويكلا مستوي التسميد الفوسفوري (P1G3, P2G3) أدى إلى زيادة معنوية في نسبة الأزوت الكلي مقارنة بالشاهد وبقية المعاملات في حين لم تظهر فروق فيما بينهما، في حين تلاها معاملات التسميد بسماد بيوغاز G2، G3، والمعاملة P2G2 حيث حققت 0.1513، 0.1733، 0.1323 % على التوالي وبفروق معنوية فيما بينها ومع الشاهد. ولم يظهر وجود فروق ما بين المعاملات P1G2، P2G1 فيما بينها ولكن كانت بفروق معنوية عن بقية المعاملات والشاهد. في حين جاءت معاملات التسميد الفوسفوري لوحده P1، P2، وبفروق معنوية عن الشاهد الذي حل أخيراً. وقد يعود سبب ارتفاع نسبة الأزوت الكلي في التربة بعد قلع المحصول من التربة إلى المحتوى العالي من الأزوت الكلي في سماد البيوغاز

السائل على الرغم من أن الفول السوداني من المحاصيل المستنزفة للأزوت بشكل كبير (Jeptoo *et al.*, 2013; Alemneh, (Dhussa *et al.*, 1985 ; More, 1994; ; 2011).



الشكل 2. تأثير المعاملات المختلفة في نسبة الأزوت الكلي (%) خلال الموسمين 2015 و2016

3- الفوسفور المتاح P_{av} :

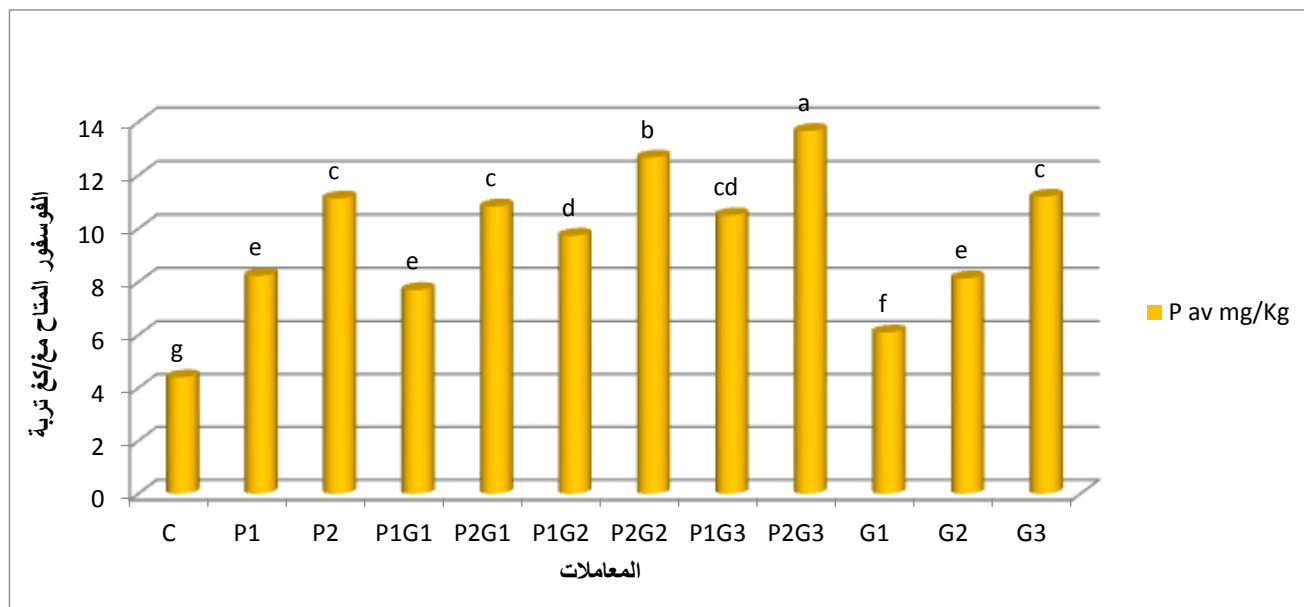
يبين الشكل (3) أنه كلما زاد مستوى التسميد الفوسفوري ومستوى سماد البيوغاز كلما زاد تركيز الفوسفور المتاح في محلول التربة، حيث تفوقت المعاملة P2G3 معنوياً على بقية المعاملات والشاهد وحققت 13.667 مغ/كغ فوسفور متاح. وفي معاملات التسميد الفوسفوري لوحده تبين كذلك أن زيادة مستوى الفوسفور أدى إلى زيادة في كمية الفوسفور المتاح كما في المعاملتين P2، P1 ويفروق معنوية عند مقارنتهما ببعضهما ومع الشاهد C. وكذلك من الواضح أن زيادة مستوى سماد البيوغاز السائل أدى إلى زيادة كمية الفوسفور المتاح، وهذا ما يظهر عند تطبيق المعاملات G1، G2، G3 على التوالي ويفروق معنوية فيما بينها والشاهد، وفي معاملات التسميد المشترك لوحظ أنه كلما ازداد مستوى التسميد الفوسفوري ومستوى سماد البيوغاز زادت كمية الفوسفور المتاح في محلول التربة ويفروق معنوية فيما بينها ماعدا المعاملات P1G2، P1G3 كانت الفروق فيما بينها ظاهرية وقد يفسر الزيادة المعنوية في تركيز الفوسفور المتاح إلى المحتوى العالي من الفوسفور المتاح في سماد البيوغاز من جهة، ونتيجة لزيادة النشاط الحيوي للمجاميع الميكروبية في التربة، والتي بدورها تعمل على افراز أحماض عضوية قادرة على إذابة الفوسفور في كل من السماد والتربة من جهة أخرى (Debebe, 2013; الزعبي وآخرون، 2007; Dhussa *et al.*, 1985).

4- البوتاسيوم المتاح K_{av} :

يلاحظ من الشكل (4) أن إضافة سماد البيوغاز السائل عند المستوى الثالث G3 لوحده قد أدى إلى زيادة معنوية في كمية البوتاسيوم المتاح في التربة (313.7 مغ/كغ) مقارنة بالشاهد ويفروق ظاهرية عن المعاملات P2G3، P1G3 والتي حققت (267.0، 275.3) على التوالي، في حين كانت الفروق ظاهرية ما بين بقية المعاملات فيما بينها ومع الشاهد. وعند إضافة سماد البيوغاز السائل لوحده زاد محتوى التربة من البوتاسيوم المتاح بزيادة مستوى إضافة السماد العضوي. وقد تعود سبب هذه الزيادة الواضحة في تركيز البوتاسيوم المتاح في التربة بعد قلع المحصول إلى محتوى سماد البيوغاز المرتفع من البوتاسيوم المتاح وإلى النشاط الحيوي المتزايد بفعل توفر مصادر الكربون الموجود في سماد البيوغاز بوفرة. وقد بينت رومية وآخرون (2011) أنه عند التسميد بسماد البيوغاز أدى إلى زيادة معنوية بالعناصر الغذائية NPK مقارنة بالشاهد، وكذلك أوضح (Muhammad, 2011) أن إضافة سماد بيوغاز سائل مع سماد معدني وفق التوصية السمادية أدى إلى زيادة معنوية في إتاحة البوتاسيوم والعناصر الغذائية الأخرى.

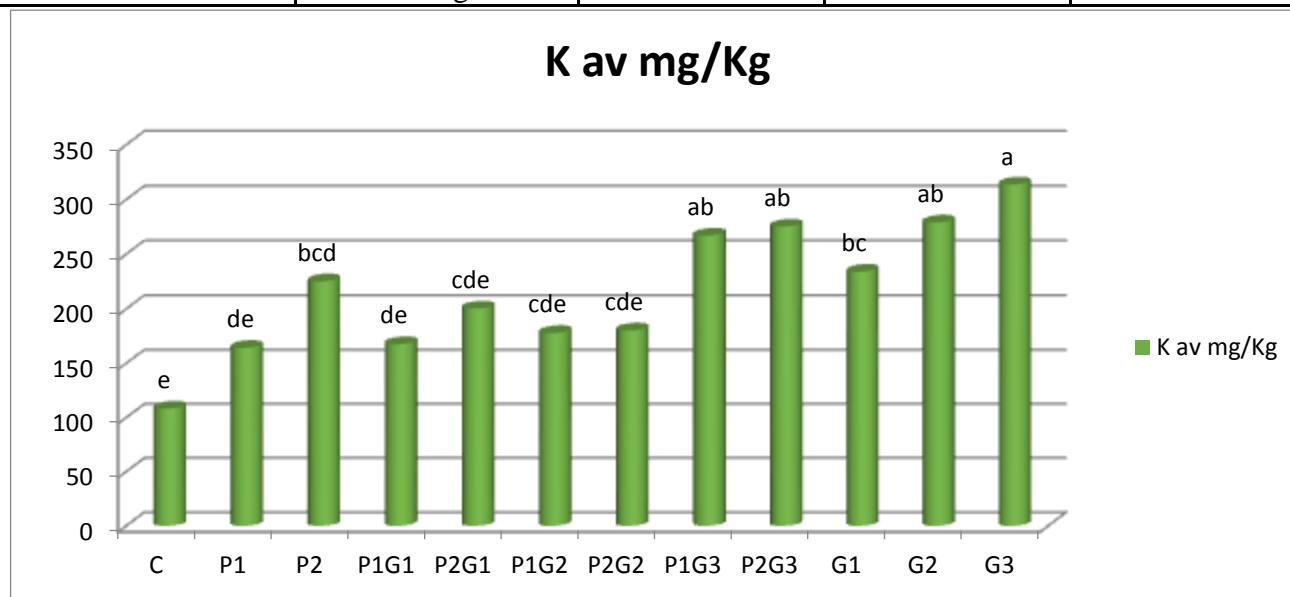
الشكل 3. تأثير المعاملات المختلفة في كمية الفوسفور المتاح (مغ/كغ) خلال الموسمين 2015 و2016

الشكل 4. تأثير المعاملات المختلفة في كمية البوتاسيوم المتاح (مغ/كغ) خلال الموسمين 2015 و2016



الجدول 3. تأثير المعاملات المختلفة في بعض المؤشرات الخصوبية

المعاملة	OM%	N total%	P av mg/Kg	K av mg/Kg
C	1.457 h	0.031 b	4.4 g	108.3 e



164.3 de	8.233 e	0.1053 b	1.539 h	P1
225.3 bcd	11.133 c	0.1027 b	1.522 h	P2
167.7 de	7.7 e	0.1217 b	2.72 e	P1G1
200.3 cde	10.833 c	0.1237 a	2.417 f	P2G1

178 cde	9.733 d	0.1163 b	3.459 c	P1G2
180.3 cde	12.667 b	0.1323 ab	3.097 d	P2G2
267 ab	10.5 cd	0.1853 ab	3.458 c	P1G3
275.3 ab	13.667 a	0.1933 b	3.772 a	P2G3
234 bc	6.1 f	0.102 b	2.211 g	G1
279 ab	8.133 e	0.1513 b	2.733 e	G2
313.7 a	11.2 c	0.1733 b	3.613 b	G3
17.2	5.5	13.6	13.2	CV%

ثانياً - تأثير التسميد الفوسفوري وسماد البيوغاز في بعض الصفات الإنتاجية لمحصول الفول السوداني:

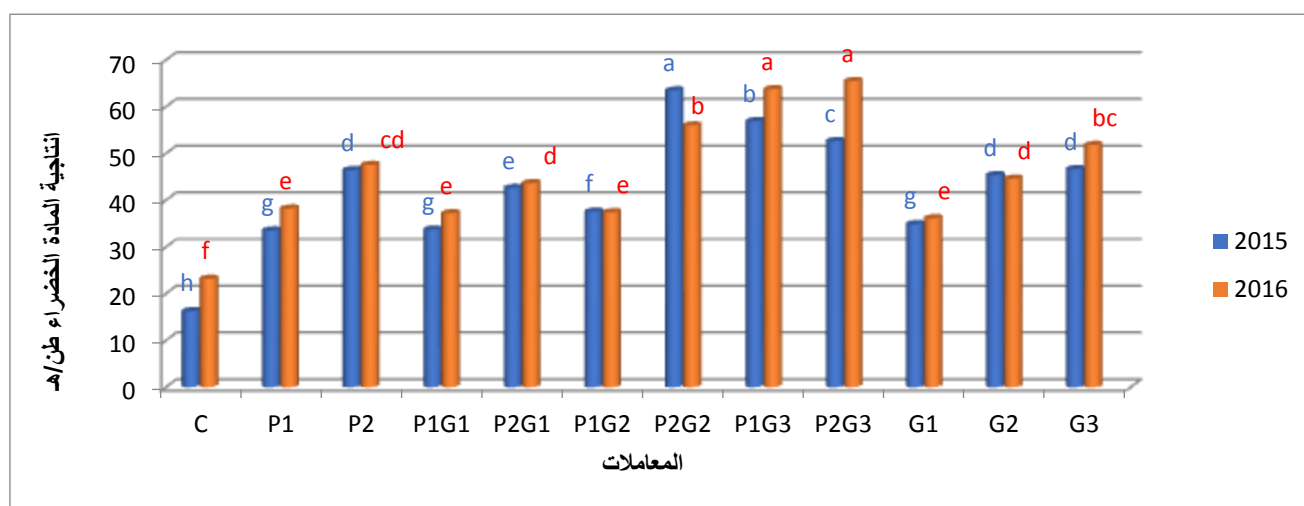
1- إنتاجية المجموع الخضري (مادة خضراء):

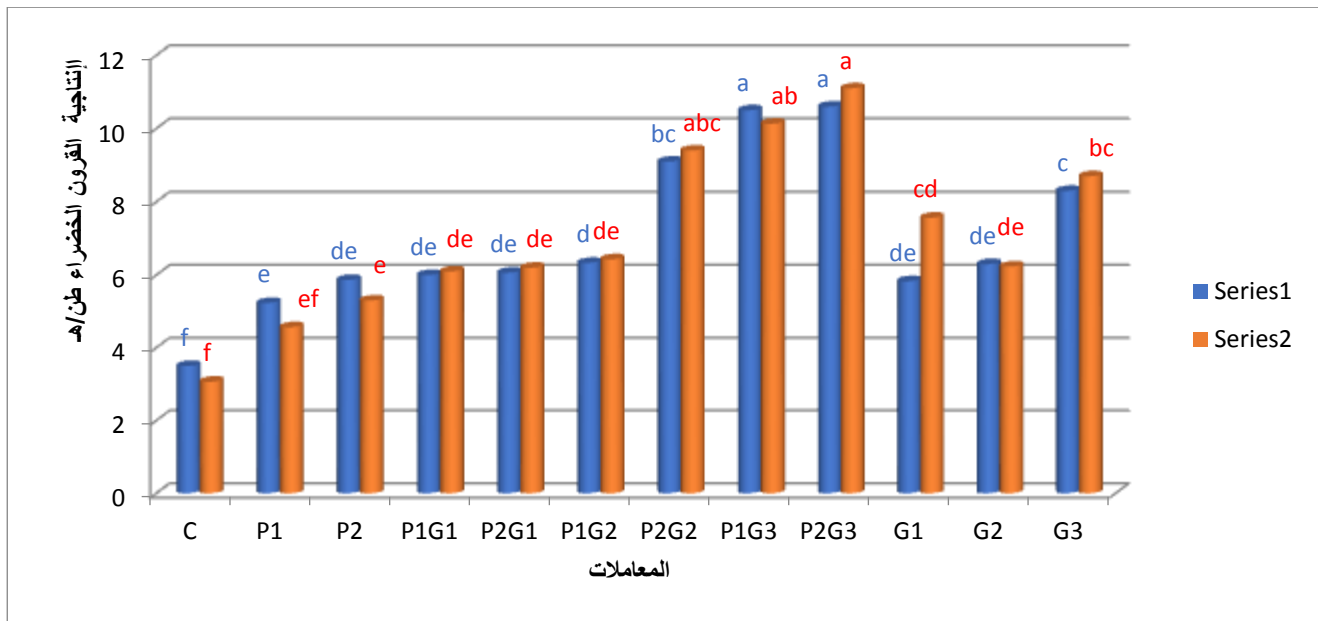
يمكن الاستفادة بالإضافة لبذور الفول السوداني من مجموعته الخضري كمادة علفية مستساغة للماشية (Khan *et al.*, 2012) ولذلك تعد إنتاجية المجموع الخضري من المؤشرات الإنتاجية الهامة. أظهرت نتائج التجربة في الموسمين 2015 و 2016 كما يوضحها الشكل (5) والجدول (4)، حيث يلاحظ أن التسميد الفوسفوري وفق 100% من التوصية السمادية P2 و إضافة 66.7% من التوصية P1 قد أدى إلى زيادة معنوية في إنتاجية المجموع الخضري وبفروق معنوية فيما بينها ومقارنة بالشاهد في كلا الموسمين. في حين حققت المعاملة P2G2 أعلى إنتاجية للمجموع الخضري في موسم 2015 بمقدار 63.47 طن/هكتار، وبفروق معنوية عن المعاملات P1G3، P2G3 والتي حققت 56.9، 52.63 على التوالي. أما بالنسبة للموسم 2016 فقد حققت المعاملتين P1G3، P2G3 أعلى إنتاجية للمجموع الخضري 63.37، 65.47 طن/هكتار. على التوالي وبدون وجود فوارق فيما بينهما، وتلاههما المعاملة P2G2 التي حققت 55.97 طن/هكتار وبفروق معنوية عن بقية المعاملات وعن الشاهد. ويلاحظ أن في حال التسميد بسماد البيوغاز السائل لوحده بدون إضافات السماد الفوسفوري وعند المستوى G3 قد حقق إنتاجية أعلى للمجموع الخضري مقارنة بالتسميد الفوسفوري لوحده في كلا الموسمين. بالإضافة إلى ذلك يمكن ملاحظة أن هناك زيادة متدرجة في إنتاجية المجموع الخضري مع زيادة مستوى التسميد بسماد البيوغاز السائل. ويمكن تفسير الزيادة في إنتاجية المجموع الخضري إلى توفر العناصر الغذائية الأساسية الكبرى والصغرى في سماد البيوغاز وخاصة الأزوت والكربون العضوي (رومية وآخرون، 2011) وهذا ما يسهم في تنشيط الكائنات الحية الدقيقة في منطقة الجذور وبالتالي إتاحة العناصر بشكل مباشر للجذور (ميدع وآخرون، 2016)، ومن المعروف بأن وجود الفوسفور في محلول التربة يساعد في امتصاص الأزوت (Pandey, 2015) وهذا ما يساعد في زيادة العمليات الاستقلابية وتشكل الكلورفيل والبروتين (Malav *et al.*, 2015) بالإضافة إلى أن هذه العناصر وخاصة الفوسفور والبوتاسيوم تكون بصورة ذائبة وقابلة لإفادة النبات بشكل مباشر وما يساعد على زيادة الانقسام الخلوي وبالتالي زيادة في نمو المجموع الخضري، كما أن الفوسفور يسهم في تشكل مجموع جذري قوي ومنتشر في عمق التربة وهذا ما يساعد على امتصاصه كمية أكبر من الماء والعناصر الغذائية لينعكس إيجابياً على النمو الخضري (Pandey, 2015).

2- إنتاجية القرون الخضراء:

أظهرت النتائج كما يوضحها الشكل (6) أنه في كلا العامين عند إضافة التوصية السمادية P2 والمستوى الأعلى من سماد البيوغاز G3 (P2G3) قد حققت أعلى إنتاج في كلا الموسمين (10.6، 11.1 طن/هكتار) على التوالي من القرون الخضراء و بفروق معنوية مقارنة بالشاهد C (3.5، 3.06 طن/هكتار) في حين لم تظهر فروق ما بينها والمعاملة P1G3 في عام 2015 (10.5 طن/هكتار) وكانت الفروق ظاهرية في عام 2016 (10.13 طن/هكتار). أما بالنسبة لمعاملات التسميد الفوسفوري لوحده فقد حققت

المعاملة P2 في كلا الموسمين (5.867 ، 5.3 طن/هكتار) على التوالي ويفروق ظاهرياً عن المعاملة P1 في الموسمين. ولوحظ أن الفوارق كانت ظاهرة ما بين التسميد بسماد البيوغاز لوحده (G3،G2،G1) مع 66.7% من التوصية السمادية الفوسفورية (المعاملة P1) في موسم 2015 في حين كانت الفروق معنوية في موسم 2016. وقد يفسر الزيادة في وزن القرون الخضراء إلى دور الفوسفور في العمليات الاستقلابية وتشكل الفوسفوليبيدات والأحماض النووية (Kabir *et al.*, 2013)، بالإضافة إلى أن الفوسفور ضروري لكل النباتات بشكل عام والعائلة البقولية بشكل خاص حيث يدخل في تركيب ATP (Malavolta, 1997) والذي يقوم بدور رئيس في تحولات الطاقة واصطناع النشاء والسيلولوز والسكروز وتشكل البذور في القرون. كما أن توفر البوتاسيوم في محلول التربة يسهم في زيادة الغلة وتحسين نوعية الثمار، وله دور هام في الاصطناع الضوئي وتشكل القرون (Collins and Burkhart, 1941) الشكل 5. تأثير المعاملات المختلفة في إنتاجية المجموع الخضري (طن/هكتار) للموسمين 2015 و2016





الشكل 6. تأثير المعاملات المختلفة في إنتاج القرون الخضراء للفول السوداني (طن/هكتار) خلال الموسمين 2015 و2016

الجدول 4. تأثير المعاملات المختلفة في بعض المؤشرات الإنتاجية

إنتاجية القرون الخضراء (طن/هكتار)		إنتاجية المجموع الخضري (طن/هكتار)		المعاملة
2016	2015	2016	2015	
3.067 f	3.5 f	23.17 f	16.23 h	C
4.567 ef	5.233 e	38.2 e	33.5 g	P1
5.3 e	5.867 de	47.53 cd	46.43 d	P2
6.1 de	6 de	37.17 e	33.7 g	P1G1
6.2 de	6.067 de	43.63 d	42.6 e	P2G1
6.433 de	6.333 d	37.4 e	37.53 f	P1G2
9.4 abc	9.1 bc	55.97 b	63.47 a	P2G2
10.133 ab	10.5 a	63.73 a	56.9 b	P1G3
11.1 a	10.6 a	65.47 a	52.63 c	P2G3
7.567 cd	5.833 de	36.13 e	34.87 g	G1
6.233 de	6.3 de	44.6 d	45.33 d	G2
8.7 bc	8.3 c	51.8 bc	46.63 d	G3
14.7	17.0	12.3	13.6	CV%

الاستنتاجات:

1- إن إضافة سماد البيوغاز السائل بمقدار 8 ل/م² بوجود التسميد الفوسفوري وفق التوصية السمادية قد أدى إلى زيادة معنوية في كل من نسبة المادة العضوية (2.772 %) حيث كانت الفوارق ظاهرية عن المعاملة G3 (2.733%). وأظهرت كل من المعاملتين P1G3, P2G3 زيادة معنوية في نسبة الأزوت الكلي بالتربة مع عدم وجود فروق فيما بينهما (0.1933)، (0.1853 %) على التوالي. وحقت المعاملة P2G3 زيادة معنوية في كمية الفوسفور المتاح في محلول التربة (13.667 مغ/كغ) مقارنة ببقية المعاملات والشاهد. في حين أدت إضافة سماد البيوغاز السائل لوحده G3 إلى زيادة معنوية في كمية البوتاسيوم المتاح في التربة (313.7 مغ/كغ تربة) مقارنة ببقية المعاملات والشاهد.

2- في الموسم 2015 حققت المعاملة P2G2 أعلى إنتاجية المجموع الخضري (63.47 طن/هكتار)، في حين في الموسم 2016 حققت كلتا المعاملتين P1G3, P2G3 أعلى إنتاجية المجموع الخضري (65.47، 63.37 طن/هكتار) مع عدم

وجود فروق فيما بينهما. وأيضاً حققت المعاملة P2G3 أعلى إنتاج من القرون الخضراء في كلا الموسمين (10.6، 11.1 طن/هكتار) على التوالي مع عدم وجود فروق مع المعاملة P1G3 في عام 2015 (10.5 طن/هكتار) وكانت الفروق ظاهرة في الموسم 2016 (10.13 طن/هكتار)

التوصيات:

بينت نتائج التجربة بأنه يمكن اعتماد المعاملة P1G3 (8ل/م 2 سماد بيوغاز + 200 كغ فوسفور/هكتار) في تحقيق إنتاج عالي وفي توفير الأسمدة الفوسفورية بمقدار 100 كغ/هكتار.

شكر:

يتوجه فريق العمل بالشكر للأستاذ المهندس محمود داود رئيس محطة بحوث بيت كمونة وكادر مخبر بحوث فيزياء وكيمياء التربة في مركز بحوث طرطوس وكادر محطة بحوث زاهد الغربية لجهودهم المبذول في المساعدة على اتمام البحث.

المراجع:

- الزعبي، محمد منهل وهيثم عيد ومحمد برهوم (2007). دراسة تأثير السماد العضوي والحيوي في إنتاجية نبات البطاطا وفي خواص التربة. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. 23(2): 151-162.
- الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية (2016). بيانات مناخية غير منشورة لمحطة بحوث زاهد الغربية. دمشق. سورية.
- رقية، نزيه (1997). إنتاج وتكنولوجيا المحاصيل السكرية والزيتية، منشورات جامعة تشرين. ص 324.
- رومية، غادة ونبيلة كريدي ومحمد منهل الزعبي ولؤي الخليل ومحمد الحوراني (2011). دراسة تأثير السماد العضوي الناتج عن وحدات البيوغاز على بعض خواص التربة وإنتاجية نبات الطماطم والبادنجان. المجلة العلمية لجامعة الملك فيصل. 12(2): 63-84.
- مباركة، يسر وعبد الغني عبد اللطيف وناديا الطرشة (2006). الجدوى الاقتصادية لإمكانية استبدال زراعة القطن جزئياً بمحصول الفول السوداني في سورية. مجلة جامعة البعث للعلوم الهندسية. 28(8).
- ميدع، ليلى و زهير زاهر ونبيلة كريدي وهيثم عيد (2017). دراسة تأثير مستويات مختلفة من السماد الأزوتي وسماد البيوغاز في إنتاجية محصول الذرة الصفراء وبعض خواص التربة. المجلة السورية للبحوث الزراعية. 4(2):120-128.
- وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (2015). المجموعة الإحصائية لعام 2015. دمشق . سورية.
- Ajay, B.C. (2006). Evaluation of groundnut varieties for confectionery traits and selection of donors for their improvement. University of Agricultural Sciences, Dharwad, Master of Science in Agriculture September. P18.
- Alemneh, Z. (2011). The contribution of biogas production from cattle manure at household level for forest conservation and soil fertility improvement. Msc. Thesis, Addis Ababa University, Addis Ababa, Ethiopia.pp.16-23
- Burkhart, L.; and E.R. Collins (1941). Mineral nutrient in peanut plant growth. Proceedings of Soil Science Society of America, 6: 272- 280.
- Balsari, P.; A. Airoidi; and F. Gioilli (2005). Improved recycling of livestock slurries on maize by means of a modular tanker and spreader. Bio resource Technology. DOI: 10.1016/j.biortech.2004.05.012. 96(2):229-34.
- Bremner, J.M.; and C.S. Mulvaney (1982). Nitrogen—total. In: A.L. Page, R.H. Miller, and D.R. Keeney (eds), Methods of soil analysis. Part 2. Soil Sci. Soc. Am. Inc. Madison, WI. p. 595–624.
- Debebe, Y. (2013). 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*)

- at Sebeta Hawas Woreda, South West Shewa zone. M. Sc. (Environmental sci.) Thesis Addis Ababa University South West Shewa zone.
- Dhussa, A.K. (1985). Biogas plant effluent handling and utilization. *Changing Villages*. 7: 5-6.
- Fageria, N.K.; V.C. Baligar; and C.A. Jones (1997). Growth and mineral nutrition of field crops. 2nd Edition. Marcel Dekker. Inc, New York. 1001.
- Gupta, M.K. (2007). Hand book of organic farming and bio fertilizers (1st Edn.) ABD publishers, Jaipur, India.
- Gupta, P.K. (2000). Soil, plant, water and fertilizer analysis. Agrobios (India), Jodhpur, New. Delhi, India. p.438.
- Hukkeri S.B.; N.P. Shukla; and R.K. Rajput (1977). Effect of levels of soil moisture and nitrogen on the fodder yield of oat on two types of soils. *Ind. J. Agron.*, 47: 204-209.
- Jackson, M.L. (1958). Soil chemical analysis. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffe N J., pp 151-153 and 331-334.
- Jeptoo, A.; J.N. Aguyoh; and S. Mwanarusi (2013) . Improving carrot yield and quality through the use of bio-slurry manure. *Sustainable Agric. Res.*, (2) 164-172.
- Kabir, R.; S. Yeasmin; A.K.M.M. Islam; and Md.A. Sarkar (2013). Effect of phosphorus, calcium and boron on the growth and yield of groundnut (*Arachis hypogea* L.). *Inter. J. Bio-Sci. Bio-Technol.*, 5 (3): 51- 60.
- Khan, M.T.; N.A. Khan; M. Bezabih; M. S. Qureshi; and A. Rahman (2012). The nutritional value of peanut hay (*Arachis hypogaea* L.) as an alternate forage source for sheep. *Tropical Animal Health and Production*. DOI 10.1007/s11250-012-0297-8
- Khan, S.A.; L.C. Malav; S. Kumar; M.K. Malav; and N. Gupta (2015). Resource utilization of biogas slurry for better yield and nutritional quality of baby corn. *Advances Environ. Agric. Sci.*, 382-394.
- Krishna, P.G. (2001). Response to bio-slurry application on maize and cabbage in Lalitpur District. Final Report his Majesty's Government of Nepal, Ministry of Science and Technology. Alternative Energy Promotion Centre, Nepal.
- Liu, W.K.; L.F. Du; and Q.C. Yang (2008). Biogas slurry added amino acids decreased nitrate concentrations of lettuce in sand culture. *Acta Agric Scandinavica, Section B- Soil Plant Sci.*, 58: 1-5.
- Lusas, E.W. (1979). Food uses of peanut protein. *Journal of American Oil Chemistry Society*, 56: 425-430.
- Mahakavi, T.; L. Baskaran; M. Rajesh; and K. Sankar Ganesh (2014). Efficient of bio fertilizers on growth and yield characteristics of groundnut *Arachis hypogaea* L. 2(4):158-161.
- Malav, L.Ch.; Sh.A. Khan; and N. Gupta (2015). Impacts of biogas slurry application on soil environment, yield and nutritional quality of baby corn. *VEGETOS*. 28(2):194-202.
- Malavolta, E.; G.C. Vitti; and S.A. Oliveira (1997). Avaliacao do estado nutricional das plantas. In: principios e aplicacoes, 2nd ed. Potafos, Piracicaba, p. 319.
- Marschner, H.; and P. Marschner (2012). Marschner's mineral nutrition of higher plants, 3rd edn. Elsevier/Academic Press, London.
- Mosquera, M.E.L.; C. Moiron; and E. Carral (2000). Use of dairy-industry sludge as fertilizer for grasslands in northwest Spain: heavy metal levels in the soil and plants. *Resource Conserve Recycle*. 30: 95-109.
- More, S.D. (1994). Effect of farm wastes and organic manure on soil properties, nutrient availability and yield of rice- wheat grown on sodic Vertisols. *J. Indian Soc. Soil Sci.*, 42:253-256
- Muhammad, S. (2011). Potential of bio-slurry and compost at different levels of inorganic nitrogen to improve growth and yield of okra (*Hibiscus esculetus* L.). Msc. Thesis, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan. pp 46-49.

- Nasir, A; K. M. Usman; A. Munir; S. Anwar; C.H. Arslan; and A. M. Ajhar (2010). Comparative study of mechanically dried biogas slurry and commercial fertilizer. *J. Res. Engg. Technol.* 1:81-88.
- Pandey, R. (2015). Mineral nutrition of plants. IN: *Plant Biology and Biotechnology: Volume I: Plant Diversity, Organization, Function and Improvement*, DOI 10.1007/978-81-322-2286-6_20.
- Peech, M. (1965). Hydrogen-ion activity. In: *Methods of Soil Analysis, Part II, Chemical and Microbiological Properties* (Ed. Black, C.A.). American Society of Agron., Madison, WI. pp. 914-926.
- Rahman, S.M.E.; M.A. Islam; and Oh. DH. Rahman (2008). Effect of cattle slurry on growth, biomass yield and chemical composition of maize fodder. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 21: 1592-1598.
- Rubaek, G.H.; K. Henriksen; J. Petersen; B. Rasmussen; and S.G. Sommer (1996). Effects of application technique and anaerobic digestion on gaseous nitrogen loss from animal slurry applied to ryegrass (*Lolium perenne*). *J. Agric. Sci.*, 126:481 -492.
- Rhoades, J.D. (1990). Determining soil salinity from measurements of electrical conductivity. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 21: 1887-1926.
- Shankarappa, T.H.; S.B. Gurumurthy; S.V. Patil; and M.S. Lokesh (2012). Influence of phosphorus enriched biogas spent slurry (BSS) on growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus*). *J. plant Sci.*, 7: 253-258.
- Zheng, X.; J. Fan; J. Cui (2016). Effects of biogas slurry application on peanut yield, soil nutrients, carbon storage, and microbial activity in an Ultisol soil in southern China. *Journal of Soils and Sediments.* 16 (2): 449–460.

The Effect of Different Levels of Phosphorous and Biogas Fertilizers Addition on Some Soil Fertility Properties and Productivity of Peanut

Lina Maydaa⁽¹⁾ Alaa Khallouf*⁽¹⁾ Razan Karfoul⁽²⁾ Nisren Badour⁽²⁾
 Mohammad Mayous⁽²⁾ and Haitham Eid⁽²⁾

(1). Natural Resources Research Administration, General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Damascus, Syria.

(2). Tartous Agricultural Research Center, GCSAR , Damascus, Syria.

(*Corresponding author: Eng. Alaa Khallouf. E-Mail: alaakhallouf@gmail.com).

Received: 14/06/2019

Accepted: 03/08/2019

Abstract

In order to study the effect of different levels of organic fertilizer (liquid biogas manure) and different levels of phosphorous fertilization in some soil fertility properties (OM%, N total%, Pav, K av), a field experiment was carried out at Zahid Research Station, Tartous Research Center, General Commission for Scientific Agricultural Research(GCSAR) during 2015 and 2016 seasons, including 12 treatments: 4 levels of liquid biogas manure (0-4-6-8 L. manure/m²) and two levels of phosphorous fertilizer (66.7% of P fertilizer recommendation, 100% of P fertilizer recommendation) with three replicates according to Randomized Complete Blocks Design. The results of the experiment demonstrated that the P2G3 treatment led to a significant increase in organic matter (2.772%), total nitrogen (0.1933%) and available phosphorus (13.667 mg/kg soil), and significant increase in the quantity of available potassium (313.7 mg/kg soil). In terms of production parameters, P2G3 showed a significant increase in vegetative production and yield of green pods (65.47 and 11.1 tons /ha), respectively, compared to the control, also of 100% fertilizer recommendation. The difference with P1G3 was not significant. Because of that the study concluded the addition of P1G3 to save 100 kg/ha of superphosphate fertilizers.

Key words: Phosphorous fertilizer, Soil fertility properties, Manure biogas, Peanut, Production traits.