

تأثير إضافة مستويات من السماد المركب NPK واللقاح البكتيري (*Bacillus subtilis*) وفطر المايكوريزا (*Glomus mosseae*) في نمو وإنتاجية الذرة الصفراء (*Zea may L.*)

عبد الله كريم جبار⁽¹⁾ وغانم بهلول نوني⁽¹⁾ ومحمد رضوان محمود*⁽¹⁾

(1). قسم مكافحة التصحر، كلية الزراعة، جامعة المثنى، العراق.

(*للمراسلة: د. محمد رضوان محمود، البريد الإلكتروني: modrn@windowslive.com).

تاريخ القبول: 2018/03/26

تاريخ الاستلام: 2017/11/27

الملخص:

تُقدِّم تجربة حقلية للموسم الزراعي (2015/2014) في محطة الأبحاث التابعة لكلية الزراعة جامعة المثنى في العراق، لدراسة تأثير إضافة اللقاح الحيوي والتسميد المركب NPK في نمو وإنتاجية الذرة الصفراء (*Zea may L.*)، إذ تضمنت الأسمدة الحيوية أربع معاملات: معاملة الشاهد (صفر: بدون لقاح)، ومعاملة اللقاح البكتيري (*Bacillus subtilis*)، ومعاملة فطر المايكوريزا (*Glomus mosseae*) (1 كغ لقاح لكل 10 كغ بذور) واللقاحين معاً، وثلاثة مستويات من التسميد المركب NPK، الذي تضمن معاملات الرش على المجموع الورقي وهي: $C_1 = 5000$ مغ/ليتر، $C_2 = 7500$ مغ/ليتر إضافة إلى معاملة الرش بالماء فقط كشاهد C_0 . تُقدِّم التجربة بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة (R.C.B.D.) وفق ترتيب القطع المنشقة، وبثلاثة مكررات. أظهرت النتائج أن إضافة الملقح البكتيري F_1, F_2, F_3 قد أثر معنوياً في الصفات التالية: ارتفاع النبات (209.41 سم)، ووزن 500 حبة (156.08 غ)، والغلة الحبيبية (6.96 كغ/هكتار). كما أدى رش السماد NPK إلى زيادة معنوية إذ سجلت المعاملة (C_2) «تفوقاً معنوياً» على باقي المعاملات في الصفات التالية: ارتفاع النبات (210.39 سم)، ونسبة النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم في النبات (22.20، 4.24 و 19.99%) على التوالي، ووزن 500 حبة في النبات (157.06 غ)، والغلة الحبيبية (373.39 كغ/هكتار)، وإنتاجية النبات من البذور (6.91 كغ/هكتار). **الكلمات المفتاحية:** الذرة الصفراء، التسميد الحيوي، بكتريا *Bacillus subtilis*، NPK، ميكوريزا.

المقدمة:

تنتج الأسمدة الحيوية Biofertilizers من عزل وتنقية وتوصيف أحياء مجهرية مختلفة، وإكثارها في مزارع ملائمة لحين استعماله كلقاح، فهو إما أن يخلط مع البذور قبل الزراعة أو تغمر به جذور البادرات، أو يضاف مباشرة في الحقل قرب جذور النباتات النامية (Lakshmama, 2000). تُستعمل الأسمدة الحيوية للتقليل من إضافة الأسمدة الكيميائية بما لا يقل عن (25%)، فضلاً عن دورها في الحد من مشكلات التلوث البيئي. التلقيح الميكروبي (البذور + البكتريا) تقيد في المحافظة على تربة جيدة (Sunita Gaiind and Gaur, 2004). كما تؤدي الأسمدة الحيوية (Biofertilizer) دوراً مهماً في تعويض النقص في الإنتاجية من المغذيات، وتستخدم بفعالية لدعم واستدامة الزراعة (Surendra Singh et al., 2002). تُعد الأسمدة الحيوية مصدراً طبيعياً لتنظيم نمو محصول الذرة الصفراء، إذ أدى إضافته إلى زيادة نمو المحصول، وزيادة دليل المساحة الورقية، ومحتوى الكلوروفيل في النبات (Kouchebagh et al., 2012)، ومن أهم التأثيرات الغذائية المهمة، هو تحسين امتصاص العناصر غير المتحركة مثل النحاس والزنك (Nirmalnath, 2010). استُخدم هذا اللقاح كسماد نيتروجيني مناسب في تحسين نمو العديد من المحاصيل الزراعية (Papic – Vidakovic, 2000). كذلك أشار كل من Assefa و Woyessa (2011) وحمدان (2011) إلى أن فطر المايكوريزا يزيد من كمية منظمات النمو المتحررة في وسط النمو (الأوكسين والجبرلين والسايوتوكاينين) التي تعمل على تحفيز نمو الشعيرات الجذرية. ذكر (Thind et al., 2002) أن استعمال بكتريا *Azospirillum* كسماد حيوي يشجع نمو النبات من خلال إمداده بالنيتروجين وهذا ينعكس على جميع صفات نبات الذرة الصفراء. وجد العبيدي (2013) أن تلقيح بذور الذرة الصفراء ببكتريا *Azospirillum SPP* أو *Pseudomonas fluoescence* قد أدى إلى زيادة تركيز الكلوروفيل في النبات، والمساحة الورقية، ووزن المجموع الخضري الجاف، والمحتوى المائي. وتحققت أفضل النتائج عند استعمال اللقاحين معاً. تأتي التغذية الورقية بسماد NPK كرد فعل إيجابي نحو توجيه عملية التسميد ضمن الاتزان البيئي المعقول في التربة ومحيطها فهي تزيد من كفاءة النبات من امتصاص المتاح من هذه العناصر في محلول التربة قبل تمثله حيوياً أو غسله أو تطايره كما في النتروجين (Pholsen and Suksri, 2001) ولذلك جاء الهدف من التجربة هو دراسة تأثير التغذية الورقية وإيجاد بدائل حيوية تغني التربة بالعناصر الغذائية المتاحة للنبات وبالتالي زيادة الإنتاجية.

مواد البحث وطرقه:

تمت الزراعة بتاريخ 2015/3/15 في أرض بور (لم تكن مزروعة سابقاً)، حيث حُرثت تربة الحقل بالمحراث الثلاثي القلاب وبعمق 25 سم، ونُعمت بواسطة الأمشاط القرصية، وسويت ثم فتحت فيها السواقي الرئيسية والفرعية. ومن ثم قُسمت إلى ثلاثة قطاعات ضم القطاع الواحد 18 وحدة تجريبية، مساحة الوحدة التجريبية (2 × 3) م². اشتملت الوحدة التجريبية على ثلاثة خطوط بطول 3 م، والمسافة بين خط والآخر 70 سم، المسافة بين الجورة والأخرى 20 سم، وثُرثت مسافة 75 سم بين المكرر والآخر على شكل قناة ري. تم استعمال السماد الحيوي المحضر في مختبر الأحياء المجهرية في كلية الزراعة بجامعة المثلى، إذ استخدمت في التسميد عزلات بكتيرية جاهزة من بكتريا *Bacillus subtilis* وفطر الميكوريزا (*Glomus mosseae*) (1 كغ لقاح لكل 10 كغ بذور). تضمنت أربع معاملات (صفر: بدون لقاح)، بكتريا *Bacillus subtilis* وفطر الميكوريزا (*Glomus mosseae*) واللقاحين معاً (F₃ - F₂ - F₁ - F₀) على التوالي (Muraleedharan et al., 2010). إذ تمّ التلقيح بخلط البذور مع اللقاح بالماء المقطر والمعقم وإضافة الصمغ العربي لضمان التصاق اللقاح بالبذور ثم حملت باستعمال حامل معدني (طين الكاؤولينايت) والذي تمّ الحصول عليه من وزارة العلوم والتكنولوجيا وتركت لمدة نصف ساعة قبل الزراعة (Bashan et al., 1993)، واستعمل ثلاثة مستويات من التسميد المركب NPK، إذ تضمن رش سماد (20-20-20) N:P:K هي: C₁=5000 مغ/ليتر، C₂=7500 مغ/ليتر فيما تضمنت المعاملة الثالثة رش الماء فقط كمعاملة شاهد للسماد السائل C₀، وأجريت كافة عمليات الخدمة بشكل متساوي لكل المعاملات التجريبية في الدراسة، وكلما دعت الحاجة لذلك. وتمت عملية الحصاد بتاريخ 2015/7/11. أخذت عينات من تربة الحقل قبل الزراعة، إذ أخذت عينات عشوائية عدّة موزعة على الحقل على عمق 0-30 سم وأخذ منها عينات ممثلة لغرض إجراء التحاليل الكيميائية والفيزيائية للتربة والموضحة نتائجها في الجدول (1).

الجدول 1. بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة قبل الزراعة

الصفة	الكمية	وحدة القياس	الصفة	الكمية	وحدة القياس	الصفة	الكمية	وحدة القياس
Ph	7.8	-	الزئبق الجاهز	0.000042	%	الرملة	32.5	%
EC	2.9	dS.m ⁻¹	النتروجين المعدني	0.0022	%	الغرين	37.92	%
CEC	22.4	Cmolc.Kg ⁻¹	الفوسفور المعدني	0.0012	%	الطين	29.58	%
O.M	2.21	%	البوتاسيوم المعدني	0.0143	%	قوام التربة	لومية رملية	

نُفذت التجربة العاملية بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD)، وحللت البيانات إحصائياً حسب طريقة تحليل التباين باستعمال برنامج Genstat discovery edition 3 وتمت المقارنة بين المتوسطات باستعمال اختبار أقل فرق معنوي (LSD) وعند مستوى معنوية 0.05.

القراءات النباتية:

- 1- ارتفاع النباتات (سم): تم قياس طول السوق من كل قطعة تجريبية عند النضج وذلك من مستوى سطح الأرض إلى قمة النورة المذكورة للنبات.
- 2- نتروجين النبات (%): حسب الطريقة الموضحة من قبل Champen و Parker عام (1961) باستخدام جهاز مايكروكالدال (Micro Keldhal).
- 3- فوسفور النبات (%): تمّ تقديره باستخدام مولبيدات الأمونيوم وحامض الاسكوريك بعد تعديل درجة تفاعل المحاليل المستخدمة باستخدام صيغة بارا نترافينول كدليل، والقياس بالمطياف الضوئي على طول موجي 882 نانوميتر (Olsen and Sommers, 1982).
- 4- بوتاسيوم النبات (%): قدر في المستخلص النباتي باستخدام جهاز FlamePhotometer وفق ما بينه (Haynes, 1980).
- 5- متوسط وزن 500 حبة (غ): أخذ وزن 500 حبة باستخدام العداد الإلكتروني والميزان الحساس، وعدلت على أساس رطوبة 15% كما في المعادلة:

$$\text{وزن 500 حبة (غ)} \times (100 - \text{الرطوبة الحقيقية})$$

$$= \text{وزن 500 حبة (غ)}$$

85

- 6- الغلة الحيوية: تمّ وزن كامل النباتات عند الحصاد للمادة الجافة فوق سطح التربة والمنتجة خلال فصل النمو، حصدت نباتات كامل القطعة التجريبية ووزنت ثم حوّلت إلى كغ/هكتار.

7- إنتاجية البذور (كغ/هكتار): تم تقدير الغلة الحبيبة بحصاد العرائيس لثلاثة صفوف من الذرة الصفراء في منتصف القطعة التجريبية الواحدة والتي تضم خمسة صفوف، ثم وزنت العرائيس بعد الحصاد مباشرة مع القشور وبدون القشور، كما أحصي عددها، ثم فرطت وتم قياس رطوبتها مباشرة عن طريق ميزان مخبري (foss)، ثم حسبت الغلة (العودة ورويلي، 2005) حسب العلاقة التالية:

$$\text{إنتاجية البذور (كغ/هكتار)} = \frac{\text{وزن العرائيس المحصودة الرطبة (كغ)} \times (100 - \text{رطوبة العينة})}{\text{المساحة المحصودة (م}^2\text{)}} \times \text{نسبة التصافي} \times 0.118$$

$$\text{حيث الرقم } 0.118 = \frac{\text{الهكتار (10000 م}^2\text{)}}{1000 \times (15-100)}$$

$$\text{نسبة التصافي} = \frac{\text{وزن الحبوب الصافي}}{\text{وزن الحبوب مع القوالح}} \times 100$$

ارتفاع النبات (سم):

يُلاحظ من الجداول (2) أنّ إضافة الملقح البكتيري قد أثر معنوياً في زيادة ارتفاع النبات حيث تفوقت المعاملة F_3 على بقية المعاملات إذ بلغت 209.41 سم وبزيادة مقدارها 4.7 % مقارنة بمعاملة الشاهد (F_0)، ثم تلاها المعاملتين (F_1 , F_2) إذ بلغت 203.15، 202.00 سم على التوالي، بينما كانت معاملة الشاهد (F_0) أقل ارتفاعاً 199.59 سم، ويمكن أن يُعزى سبب الزيادة في ارتفاع النبات إلى الدور الإيجابي للبيكتريا المستعملة كلقاح، إذ تمتاز بمدى واسع من الخصائص الإيجابية التي تعزز نمو النبات، منها مقدرتها على تثبيت النتروجين الجوي (Heulin et al., 1994). كذلك زيادة ذوبان الفوسفور في التربة وتحويل الصور غير الجاهزة إلى صورة أكثر جاهزية، وإنتاج المضادات الحيوية (Antibiotic) وإنتاج Chitinase والعديد من أنزيمات التحلل المائي Hydrolysis enzymes، فضلاً عن دورها الإيجابي في تحسين خواص التربة الفيزيائية، منها تحسين المسامية Porosity (Gouzou et al., 1993). كما بيّنت الدراسة (الجدول 2) أنّ رش السماد NPK قد أدى إلى زيادة معنوية في ارتفاع النبات، إذ سجلت المعاملة (C_2) «تفوقاً معنوياً» على باقي المعاملات إذ أعطى أعلى متوسط بلغ (210.39 سم) بينما سجلت معاملة الشاهد أقل متوسط بلغ (191.53 سم). أدت زيادة تراكيز NPK المضافة إلى دورها في رفع كفاءة النبات في عملية التمثيل الضوئي، مما أدى إلى زيادة معدل إنتاج الكربوهيدرات والتي تنتقل بوساطة النسغ النازل إلى مواقع الامتصاص في الجذور، إذ أنّ الكربوهيدرات تُعدّ مصدراً مهماً لطاقة الامتصاص الحيوي عبر الجذور، فتزداد كفاءة النبات في تمثيل المغذيات من التربة، فضلاً عن الأوراق فيحدث اتزان متجانس بالنسبة لهذه العناصر في مواقع بناء المركبات الكربوهيدراتية، والبروتينية، وخاصة في الأوراق (أبو ضاحي وآخرون، 2005) وهذا يتفق مع حمدان، (2011). فدخل النتروجين والفوسفور في بناء معظم الأغشية الخلوية في النسيج النباتي وخاصة البلاستيدات الخضراء، يمكن النبات من عمل صافي تمثيل ضوئي عالٍ يزيد من معدل إنتاج مواد الهيكل الكربوني، الذي يعد ركيزة بناء المجموع الخضري الأساسية، فضلاً عن مساهمة البوتاسيوم في تكوين الخلايا الكولونكيميية التي تزيد من سمك السيقان و تقويتها وبالتالي زيادة الوزن الجاف لنبات الذرة الصفراء، ودور البوتاسيوم الفعال في زيادة المساحة الورقية وبالتالي زيادة المواد الكربوهيدراتية التي تحقّر أنزيمات نقلها إلى أندوسبيرم الحبة وهذا يفسّر زيادة الوزن الجاف للحبوب بصورة خاصة، والوزن الحيوي، وهذا يتفق مع ما توصل إليه (أبو ضاحي، 2005). وظهرت فروق معنوية بين معاملات تداخل إضافة اللقاح البكتيري وإضافة NPK حيث تفوقت معاملة (C_2XF_3) وأعطت أعلى ارتفاع (216.22 سم) بينما أعطت معاملة (C_0XF_2) أقل ارتفاع (181.67 سم).

الجدول 2. تأثير إضافة اللقاح الحيوي ومستويات NPK في ارتفاع النبات (سم).

Mean	F ₃	F ₂	F ₁	F ₀	F / C
191.53	201.00	181.67	192.22	191.22	C ₀
208.69	211.00	214.33	215.22	194.22	C ₁
210.39	216.22	210.00	202.00	213.33	C ₂
203.53	209.41	202.00	203.15	199.59	Mean
LSD _{0.05}					
FC	C			F	
4.59	2.65			2.29	
6.3				C.V	

نتروجين النبات (%):

يُلاحظ من الجدول (3) أنّ إضافة الملقح البكتيري قد أثر معنوياً في نسبة النتروجين في النبات، حيث تفوقت المعاملات F₁, F₂, F₃ على معاملة الشاهد إذ بلغت نسبة الزيادة (4.26، 1.55، و1.9%) عن معاملة الشاهد وبلغت أعلى قيمة لها في المعاملة (F₃) 21.82% ويمكن أن يُعزى الدور الإيجابي للقاح الحيوي البكتيري والفطري إلى الدور الذي تقوم به الأحياء المجهرية المستعملة من توفير الاحتياجات الغذائية للنبات، خاصة من عنصر النتروجين وهذا يتفق مع (Manske et al., 2000). بينت النتائج أن رش السماد NPK أدى إلى زيادة معنوية في نتروجين النبات إذ سجلت المعاملة (C₂) «تقوفاً معنوياً» على باقي المعاملات إذ أعطت أعلى متوسط بلغ (22.20%)، بينما سجلت معاملة الشاهد أقل متوسط بلغ (20.15%)، وظهرت هناك فروق معنوية بين معاملات تداخل إضافة اللقاح البكتيري وإضافة NPK حيث تفوقت معاملة (C₂XF₃) وأعطت أعلى نسبة نتروجين (23.67%)، بينما أعطت معاملة (C₀XF₀) أقل نسبة نتروجين (18.64%).

الجدول 3. تأثير إضافة اللقاح الحيوي ومستويات NPK في نتروجين النبات.

Mean	F ₃	F ₂	F ₁	F ₀	F / C
2.015	2.066	2.169	1.951	1.874	C ₀
2.144	2.113	2.030	2.284	2.146	C ₁
2.220	2.367	2.166	2.101	2.247	C ₂
2.126	2.182	2.122	2.112	2.089	Mean
LSD _{0.05}					
FC	C			F	
0.19	0.11			0.09	
1.8				C.V	

فوسفور النبات (%):

يُلاحظ من الجدول (4) أنّ إضافة الملقح البكتيري قد أثر معنوياً في نسبة الفوسفور في النبات، حيث تفوقت المعاملات F₁, F₂, F₃ على معاملة الشاهد إذ بلغت نسبة الزيادة (9.13، 3.08، و3.07%) عن معاملة الشاهد، وبلغت أعلى قيمة لها في المعاملة (F₃) 4.16%، ويمكن أن يُعزى الدور الإيجابي للقاح الحيوي البكتيري والفطري إلى الدور الذي تقوم به الأحياء المجهرية المستعملة من توفير الاحتياجات الغذائية خاصة لعنصري النتروجين والفوسفور وهذا يتفق مع (Manske et al., 2000).

إن رش السماد NPK أدى إلى زيادة معنوية في نسبة الفوسفور في النبات إذ سجلت المعاملة (C_2) «تفوقاً معنوياً» على باقي المعاملات التي أعطت أعلى متوسط بلغ (4.24%)، بينما سجلت معاملة الشاهد أقل متوسط بلغ (3.59%)، وظهرت هناك فروق معنوية بين معاملات تداخل إضافة اللقاح البكتيري وإضافة NPK حيث تفوقت معاملة (C_2XF_3) وأعطت أعلى نسبة فوسفور (4.7%) بينما أعطت معاملة (C_0XF_0) أقل نسبة للفوسفور (3.07%).

الجدول 4. تأثير إضافة اللقاح الحيوي ومستويات NPK في الفوسفور في النبات.

Mean	F ₃	F ₂	F ₁	F ₀	F / C
3.59	3.82	4.05	3.44	3.07	C0
4.02	3.96	3.74	4.39	3.96	C ₁
4.24	4.70	4.06	3.88	4.32	C ₂
3.94	4.16	3.95	3.90	3.78	Mean
LSD _{0.05}					
FC	C			F	
0.05	0.03			0.02	
3.2				C.V	

بوتاسيوم النبات (%):

يلاحظ من الجدول (5) أنّ إضافة الملقح البكتيري قد أثر معنوياً في نسبة البوتاسيوم في النبات، حيث تفوقت المعاملات F_1, F_2 على معاملة الشاهد إذ بلغت نسبة الزيادة (5.2، 3.14، و3.37%) عن معاملة الشاهد، وبلغت أعلى قيمة لها في المعاملة (F_3) 17.47%. ويمكن أن يُعزى الدور الإيجابي لللقاح الحيوي البكتيري والفطري إلى الدور الذي تقوم به الأحياء المجهرية المستعملة من توفير الاحتياجات الغذائية خاصة للعنصر البوتاسيوم وهذا يتفق مع (Manske et al., 2000). إن الرش بالسماد NPK أدى إلى زيادة معنوية في نسبة البوتاسيوم في النبات إذ سجلت المعاملة (C_2) «تفوقاً معنوياً» على باقي المعاملات إذ أعطت أعلى متوسط بلغ (17.99%)، بينما سجلت معاملة الشاهد أقل متوسط بلغ (15.91%)، وظهرت هناك فروق معنوية بين معاملات تداخل إضافة اللقاح البكتيري وإضافة NPK حيث تفوقت معاملة (C_2XF_3) وأعطت أعلى نسبة للبوتاسيوم (19.67%)، بينما أعطت معاملة (C_0XF_0) أقل نسبة للبوتاسيوم في النبات (14.53%).

الجدول 5. تأثير إضافة اللقاح الحيوي ومستويات NPK في نسبة البوتاسيوم في النبات.

Mean	F ₃	F ₂	F ₁	F ₀	F / C
15.91	16.26	17.41	15.45	14.53	C0
16.98	16.49	15.93	18.78	16.72	C ₁
17.99	19.67	17.32	16.53	18.44	C ₂
16.96	17.47	16.88	16.92	16.56	Mean
LSD _{0.05}					
FC	C			F	
0.16	0.09			0.08	
4.1				C.V	

وزن 500 حبة (غ) :

بيّنت النتائج في الجدول (5) زيادة معنوية في مُعدّل وزن 500 حبة لنبات الذرة الصفراء عند إضافة اللقاح الحيوي، إذ حققت المعاملة التلقيح المزدوج (F_3) أعلى وزن حبة والذي بلغ 156.08 غ وبزيادة مقدارها 4.63% مقارنةً بمعاملة الشاهد (F_0) التي بلغت 148.84 غ. ويمكن أن يُعزى الدور الإيجابي للقاح الحيوي البكتيري والفطري إلى الدور الذي تقوم به الأحياء المجهرية المستعملة من توفير الاحتياجات الغذائية خاصة لعنصري النتروجين والفوسفور، ومن ثم زيادة وزن البذور. إنّ الرش بالسماد NPK أدى إلى زيادة معنوية في وزن حبة النبات، إذ سجلت المعاملة (C_2) «تفوقاً معنوياً» على باقي المعاملات، إذ أعطى أعلى متوسط بلغ (157.06 غ) بينما سجلت معاملة الشاهد أقل متوسط بلغ (142.74 غ)، حيث أدت زيادة تراكيز NPK المضافة إلى دورها في رفع كفاءة النبات في عملية التمثيل الضوئي مما يؤدي إلى زيادة معدل إنتاج الكربوهيدرات ومن ثم زيادة تراكم المادة الجافة في البذور، وظهرت هناك فروق معنوية بين معاملات تداخل إضافة اللقاح البكتيري وإضافة NPK حيث تفوقت معاملة (C_2XF_3) وأعطت أعلى وزن حبة (164.11 غ)، بينما أعطت معاملة (C_0XF_2) أقل وزن حبة (141.03 غ).

الجدول 6. تأثير إضافة اللقاح الحيوي ومستويات NPK في وزن 500 حبة.

Mean	F_3	F_2	F_1	F_0	F / C
142.74	147.50	141.03	140.75	141.67	C0
155.55	156.62	159.31	160.66	145.60	C ₁
157.06	164.11	155.63	149.25	159.24	C ₂
151.78	156.08	151.99	150.22	148.84	Mean
LSD _{0.05}					
FC	C			F	
1.85	1.07			0.92	
8.8				C.V	

الغلة الحيوية كغ/هكتار:

يُلاحظ من الجدول (7) أنّ إضافة الملقح البكتيري قد أثر معنوياً في زيادة الغلة الحيوية، حيث تفوقت المعاملة F_3 على بقية المعاملات إذ بلغت 371.82 كغ/هكتار وبزيادة مقدارها 6.9% مقارنةً بمعاملة الشاهد (F_0)، ثم تلاها المعاملتين (F_2 , F_1) إذ بلغت 362.73, 362.95 كغ/هكتار على التوالي بينما كانت معاملة الشاهد (F_0) أقل غلة حيوية 358.82 كغ/هكتار وقد يُعزى سبب الزيادة في مُعدّل الوزن الجاف للجزء الخُضري للنبات عند إضافة اللقاح الحيوي بشكل منفرد ومتداخل، للدور الإيجابي للقاح البكتيرية *Bacillus subtilis* والفطر *G. mosseae*. إذ تمتاز بمدى واسع من الخصائص الإيجابية التي تعزز نمو النبات. كما بيّنت الدراسة (الجدول 7) أنّ الرش بالسماد NPK أدى إلى زيادة معنوية في الغلة الحيوية، إذ سجلت المعاملة (C_2) «تفوقاً معنوياً» على باقي المعاملات إذ أعطت أعلى متوسط بلغ (373.39 كغ/هكتار)، بينما سجلت معاملة الشاهد (C_0) أقل متوسط بلغ (347.01 كغ/هكتار). أدت زيادة تراكيز NPK المضافة إلى رفع كفاءة النبات في عملية التمثيل الضوئي، مما يؤدي إلى زيادة معدل إنتاج الكربوهيدرات والتي تنتقل بوساطة النسغ النازل إلى مواقع الامتصاص في الجذور، إذ أنّ الكربوهيدرات تعد مصدراً مهماً لطاقة الامتصاص الحيوي عبر الجذور، فتزداد كفاءة النبات في تمثيل المغذيات من التربة، فضلاً عن الأوراق فيحدث اتزان متجانس بالنسبة لهذه العناصر في مواقع بناء المركبات الكربوهيدراتية والبروتينية، خاصةً في الأوراق وهذا يتفق مع (خبرو، 2003). إنّ دخول النتروجين والفوسفور في بناء معظم الأغشية الخلوية في النسيج النباتي وخاصةً البلاستيدات الخضراء، يمكن النبات من عمل صافي تمثيل ضوئي عالٍ يزيد من معدّل إنتاج مواد الهيكل الكربوني، الذي يعد ركيزة بناء المجموع الخضري الأساسية (الألوسي وآخرون، 2001). تُعزى زيادة الوزن الجاف للحبوب والوزن البيولوجي عند إضافة السماد بصورة مكمّلة لإضافة السماد إلى التربة ورقياً في مراحل تطوّر الأجزاء التكاثرية لنبات الذرة الصفراء، لدور الأوراق الفسيولوجي الفعال في تمثيل عناصر NPK الممتصة خلالها في الأجزاء العليا، أي مواقع احتياجها في هاتين المرحلتين المتقدمتين من النمو والذي انعكس إيجاباً في بناء مادة جافة أكبر في هذه المواقع وخاصةً في الوزن الجاف للحبوب، وهذا يتفق مع ما توصل إليه (Ramhelda and Al-fouly, 2002).

ظهرت هناك فروق معنوية بين معاملات تداخل إضافة اللقاح البكتيري وإضافة NPK حيث تفوقت معاملة (C₂XF₃) وأعطت أعلى غلة حيوية (381.48 كغ/هكتار) بينما أعطت، معاملة (C₀XF₂) أقل غلة حيوية (334.33 كغ/هكتار).

الجدول 7. تأثير إضافة اللقاح الحيوي ومستويات NPK في الغلة الحيوية في النبات .

Mean	F ₃	F ₂	F ₁	F ₀	F	C
347.01	360.40	334.33	346.90	346.39		C ₀
371.41	373.57	380.90	379.93	351.26		C ₁
373.39	381.48	372.95	362.02	377.12		C ₂
363.93	371.82	362.73	362.95	358.26		Mean
LSD _{0.05}						
FC	C		F			
5.26	3.04		2.63			
					C.V	
9.6						

إنتاجية النبات من البذور (كغ/هكتار):

يُلاحظ من الجدول (8) أنّ إضافة الملقح البكتيري قد أثر معنوياً في زيادة الإنتاجية، حيث تفوقت المعاملة F₃ على بقية المعاملات إذ بلغت 6.91 كغ/هكتار وبزيادة معنوية مقدارها 0.18 كغ/هكتار مقارنة بمعاملة الشاهد (F₀)، بينما كانت معاملة الشاهد (F₀) أقل إنتاجية النبات من البذور 6.73 كغ/هكتار، وقد يُعزى سبب الزيادة في مُعدل الوزن الجاف للجزء الخُضري للنبات عند إضافة اللقاح الحيوي بشكل منفرد ومتداخل للذور الإيجابي للفاحة البكتيرية *Bacillus subtilis* والفطر *G. mosseae* إذ تمتاز بمدى واسع من الخصائص الإيجابية التي تعزز نمو النبات، كما تعزى الزيادة في الوزن الجاف للبذور إلى قدرة فطر الميكوريزا (VAM) نوع *G.mosseae* على زيادة جاهزية العناصر المغذية ذات الفائدة الكبيرة للنبات من خلال انتشار هيفات الفطر في التربة، حول الشعيرات الجذرية أو في منطقة الرايزوسفير، وقد حصل بشير (2003) و Rabie (2005) على نتائج مقاربة مع نبات القمح. وفي دراسة سابقة قام بها حمدان (2011) مع نبات الذرة الصفراء توصل إلى أن إضافة اللقاح الحيوي الفطري يؤدي إلى زيادة الوزن الجاف للمجموع الخضري، إذ رجح سبب هذه الزيادة في الوزن الجاف للمجموع الخضري إلى قدرة فطر الميكوريزا (VAM) نوع *G.mosseae* على زيادة جاهزية العناصر المغذية ذات الفائدة الكبيرة للنبات من خلال انتشار هيفات الفطر في التربة حول الشعيرات الجذرية أو في منطقة الرايزوسفير. كما بيّنت الدراسة (الجدول 8) أنّ الرش بالسماذ NPK أدى إلى زيادة معنوية في إنتاجية النبات من البذور إذ سجلت المعاملة (C₂) «تفوقاً معنوياً» على باقي المعاملات إذ أعطى أعلى متوسط بلغ (6.95 كغ/هكتار) بينما سجلت معاملة الشاهد (C₀) أقل متوسط بلغ (6.31 كغ/هكتار). أدت زيادة تراكيز NPK المضافة إلى دورها في رفع كفاءة النبات في عملية التمثيل الضوئي مما يؤدي إلى زيادة معدل إنتاج الكربوهيدرات والتي تنتقل بواسطة النسغ النازل إلى مواقع الامتصاص في الجذور، إذ أنّ الكربوهيدرات تُعدّ مصدراً مهماً لطاقة الامتصاص الحيوي عبر الجذور فتزداد كفاءة النبات في تمثيل المغذيات من التربة، فضلاً عن الأوراق فيحدث انزاح متجانس بالنسبة لهذه العناصر في مواقع بناء المركبات الكربوهيدراتية والبروتينية وخاصةً في الأوراق وهذا يتفق مع (طه، 2007). إنّ دخول النتروجين والفوسفور في بناء معظم الأغشية الخلوية في النسيج النباتي وخاصةً البلاستيدات الخضراء، يمكن النبات من عمل صافي تمثيل ضوئي عالٍ يزيد من معدل إنتاج مواد الهيكل الكربوني، الذي يُعدّ ركيزة بناء المجموع الخضري الأساسية (الألوسي وآخرون، 2001)، فضلاً عن مساهمة البوتاسيوم في تكوين الخلايا الكلورنكيميائية التي تزيد من سمك السيقان وتقويتها وبالتالي زيادة الوزن الجاف لنبات الذرة الصفراء، ودور البوتاسيوم الفعال في زيادة المساحة الورقية وبالتالي زيادة المواد الكربوهيدراتية التي يحفز أنزيمات نقلها إلى أندوسبيرم الحبة وهذا يفسر سبب زيادة الوزن الجاف للحبوب بصورة خاصةً والوزن البيولوجي بصورة عامة وهذا يتفق مع ما توصل إليه (Ramhelda and Al-fouly, 2002). وظهرت هناك فروق معنوية بين معاملات تداخل إضافة اللقاح البكتيري وإضافة NPK حيث تفوقت معاملة (C₂XF₃) وأعطت أعلى إنتاجية للنبات من البذور (7.27 كغ/هكتار)، بينما أعطت معاملة (C₀XF₁) أقل غلة حيوية (6.22 كغ/هكتار).

الجدول 8. تأثير إضافة اللقاح الحيوي ومستويات NPK في إنتاجية النبات من البذور (كغ/هكتار)

Mean	F ₃	F ₂	F ₁	F ₀	F	C
6.31	6.53	6.26	6.22	6.24		C ₀
6.89	6.94	6.44	7.12	7.06		C ₁
6.95	7.27	7.05	6.61	6.89		C ₂
6.71	6.91	6.59	6.65	6.73		Mean
LSD _{0.05}						
FC	C			F		
0.08	0.05			0.041		
5.4				C.V		

الإستنتاجات:

- 1- أدت عملية إضافة الملقح البكتيري إلى زيادة معنوية في بعض صفات النمو والإنتاجية .
- 2- عملية إضافة السماد المركب NPK حسنت بعض صفات النمو وبالتالي زيادة الإنتاجية .

التوصيات:

- 1- إضافة السماد المركب NPK بتركيز 7500 مغ/ليتر .
- 2- معاملة البذار بفطر الميكوريزا (*Glomus mosseae*) بالتركيز (1 كغ لقاح لكل 10 كغ بذور).

المراجع:

- أبو ضاحي، ويوسف محمد وحמיד خلف السلماي وأوراس محي طه (2005). تأثير إضافة النتروجين إلى التربة وبالرش في حاصل قش وحبوب الحنطة وتركيز عناصر NPK فيهما. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 36(2): 13-22 .
- الألوسي، يوسف احمد محمود ومنذر ماجد تاج الدين وحسين محمود شكري (2001). دراسة تأثير التداخل بين مواعيد إضافة السماد البوتاسي ومستويات من السماد النتروجيني في نمو الذرة الصفراء. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 32(4): 65-70. بشير، عفراء يونس (2004). التداخل بين الميكوريزا وبكتريا الازوتوبكتريا الازوسبيريليم وتأثيره في نمو وحاصل الحنطة. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق. عدد الصفحات 110.
- العودة، أيمن وماجدة رويلي (2005). تقييم استجابة أربعة طرز وراثية من الذرة الصفراء (غوطة-1- غوطة-82- باسل 1 - باسل 2) لظروف الإجهاد المائي خلال مراحل النمو الفينولوجية المختلفة من حياة المحصول. ص 16-24.
- حمدان، نور طالب (2011). تأثير فطر الميكوريزا *Glomus mosseae* وبكتريا *Azotobacter chroococcum* ومستويات الأسمدة الكيميائية في زيادة بعض معايير النمو والإنتاجية في الذرة الصفراء *Zea mays*. رسالة ماجستير. كلية العلوم. الجامعة المستنصرية، العراق. عدد الصفحات 118.
- خيرو، أوس ممدوح (2003). تأثير الرش التكميلي بالنتروجين والبوتاسيوم في نمو و حاصل الذرة الصفراء *Zea mays L.* رسالة ماجستير، قسم علوم التربة و المياه، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق. عدد الصفحات 102.
- طه، أوراس محي (2007). تأثير إضافة النتروجين والبوتاسيوم إلى التربة وبالرش في تراكم المادة الجافة وتراكيز النتروجين في المجموع الخضري لنبات الحنطة *Triticum aestivum L.* مجلة كلية التربية الاساسية. (52): 455-468.
- Chapman, H.D.; and P.F. Packer (1961). Method analysis of soil, plants and water. Univ. of Calif. Div. of Agric. Sci.,
- Ramhelda, V.; and M.M Al-fouly (2002). Foliar Nutrient Application: Challenge and Limits in Crop production. www.global-green.com. in 27/3/2006.Pp 1-7
- Jat, B.L.; and M.S. Shaktwat (2003). Effect of residual phosphorus, sulphur and biofertilizers on productivity, economics and nutrient content of pearl millet (*Pennisetum glaucum L.*) in fenugreek (*Trigonella foenum gracceum L.*) pearl millet cropping sequence. Indian Journal of Agricultural Science. 73 (3): 134-137.

- Lakshmana, M. (2000). Azotobacter inoculation and crop productivity. In: Azotobacter in Sustainable Agriculture. Ch. 11 (ed.) Neeru Narula. India.
- Singh, S.; R.N. Singh, and B. Kumar (2002). Effect green manuring, fym and biofertilizer in relation to fertilizer nitrogen on yield and major nutrient uptake by upland Rice. J. Indian Soc. Soil Sci., 50(3): 313-314.
- Gaind, S.; A.C. Gaur (2004). Evaluation of fly ash as a carrier for diazotrophs and phospho-bacteria bioresource. Technology. 95: 187-190.
- Manske, G.G.; R.K Behlm; A.B. Luttger; and G.L.G. Vlek (2000). Enhancement of mycorrhizal (VAM) infection, nutrient efficiency and plant growth by *Azotobacter chroococcum* in wheat: Evidence of varietal Effects. Azotobacter in Sustainable Agriculture. Ch., (13th) (ed) Neeru Narula. India.
- Nirmalnath, P.J. (2010). Molecular diversity of arbuscular mycorrhizal fungi, pink-pigmented facultative methylotrophic bacteria, and their influence on grapevine (*vitis vinifera*). University of Agricultural Sciences. Dharwad.
- Woyessa, D. and F. Assefa (2011). Effect of plant growth promoting rhizobacteria on growth and yield of Tef (*Eragrostis tef* Zucc . Trotter) under greenhouse condition. Res. J. Microbia. 16: 343 – 355.
- Baier, J.; V. Baierova and Z. Baratova (2002). Possibilities of using analyses for plant nutrition diagnostics for nutrient foliar application. www.global-green.com.in 27/3/2006 page: 1-13
- Haynes, R.L. (1980). A comparison of two modified kjeldahi digestion techniques multi-element plant analysis with Conventional wet and dry ashing Method. Comm. of. Soil. Sci. and Plant Analysis. 11(5): 459-467.
- Pholsen, S.; D.E. Higgs; and A. Suksri (2001). Effect of nitrogen and potassium fertilizers on growth, chemical components and seed yield of forage sorghum *Sorghm biolor* L Muench growth on toxic paleus tults soil Northeast Thailand. Pakistan. J. Bio. Sci., 4(1): 27-31.
- Hassan, R.G. (2005). Contribution of arbuscular mycorrhizal fungus to red kidney and wheat plants tolerance grown in heavy metal-polluted soil. African Journal of Biotechnology. 4(4):332-345.
- Olsen, S.K.; and L.E. Sommers (1982). Phosphorus. in page, A.L *et al.*, (Eds) Methods of Soil Analysis. Am. Soc. Agron. Inc. Medison, wisconsin, New york.

Effect of NPK, Biofertilizers (*Bacillus Subtilis*) and (*Glomus Mosseae*) Additions on Yield and Growth of Maize (*Zea mays* L.)

Abdallah Karim Jabar⁽¹⁾ Ghanim Bahlul Nuni⁽¹⁾ and Mahmoud Radwan Mahmoud^{*(1)}

(1). Department of desertification combat, Faculty of Agriculture, Muthanna University, Iraq.

(*Corresponding author: Dr. Mahmoud Radwan Mahmoud.

E-Mail: modrn@windowslive.com).

Received: 27/11/2017

Accepted: 26/03/2018

Abstract:

Field experiment was carried out at Research Station of the Faculty of Agriculture, Muthanna University, Iraq, during 2014/2015 season, to study the effect of adding NPK, biofertilizers *Bacillus Subtilis* and *Glomus Mosseae* on the growth and yield of maize (*Zea may* L.). The treatments were i.e control (zero: no vaccine), biofertilizers *Bacillus subtilis* treatments, *Glomus mosseae*, both biofertilizers (F₀, F₁, F₂ and F₃), respectively, Three levels of NPK liquid fertilizer i.e. 0, 5000, 7500 mg (C₀, C₁, and C₂ respectively). The experiment design was RCBD with three replications arranged according to split plot. The results showed that the addition of the biofertilizers had a significant effect on the following traits: Plant height of (209.41 cm), and weight of 500 seeds (156.08 g) and yield seeds (6.96 kg/h). NPK fertilizer spraying showed a significant increase, C₂ treatment had higher effect more than the other treatments on the following traits: Plant height (210.39 cm), plant nitrogen (22.20%), plant phosphorus (4.24%), plant potassium (17.99%), weight of 500 seeds (157.06 g), biological yield (373.39 kg/ha) and yield of seeds (6.91 kg).

Keywords: *Zea mays* L., Biofertilizers, *Bacillus Subtilis*, NPK, Mycorrhiza.