تأثير الأسمدة الحيوية في تحسين خصوبة التربة ومعايير النمو المورفولوجية والكيميائية لنبات الفريز

محمد العمر * (1) وورلا بايرلي(1) وحنان شرابي(1)

(1). قسم علوم البستنة، كلية الزراعة، جامعة دمشق، دمشق، سورية.

(*للمراسلة: م. محمد العمر. البريد الالكتروني: m.alomar@damascusuniversity.edu.sy).

تاريخ الاستلام: 2023/01/20 تاريخ القبول: 2023/02/14

الملخص:

نفذت التجربة في البيت البلاستيكي بمنطقة العدوي بمحافظة دمشق والمختبرات التابعة لكلية الزراعة، جامعة دمشق خلال الموسم 2020–2021، بهدف دراسة تأثير السماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) بتراكيز (0، 5، 10 مل.ل$^{-1}$) والسماد الحيوي (Em1) بتراكيز (0، 4، 8 مل.ل$^{-1}$) والتداخل بينهما في معايير خصوبة التربة ومعايير النمو المورفولوجية والكيميائية لنبات الفريز صنف Festival. أعطت معاملة التداخل بين السماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) بتركيز 10 مل.ل$^{-1}$ والسماد الحيوي (Em1) بتركيز 8 مل.ل$^{-1}$ أفضل القيم بالنسبة لمعايير خصوبة التربة (7.18، 0.28 %، 16 مغ/كغ، 442.22 مغ.كغ$^{-1}$ على التوالي لدرجة الحموضة والنيتروجين الكلي والفوسفور الجاهز والبوتاسيوم الجاهز على التوالي) ومعايير النمو المورفولوجية والكيميائية للفريز (2.73 مداد/نبات، 117.93 سم، 4.27 عدد النباتات الجديدة/مداد، 2.42 %، 0.49 %، 1.83 %، 3.56 مغ/غ وزن رطب، 1.29 مغ.غ$^{-1}$ وزن رطب، 1.07 مع.غ$^{-1}$ وزن رطب لعدد المدادات وطولها وعدد النباتات الجديدة المتكونة عن كل مداد والأزوت والفوسفور والبوتاسيوم والكلوروفيل a وb والكاروتينات الكلية على التوالي)، وذلك بالمقارنة مع نباتات الشاهد التي أعطت أقل القيم لهذه الصفات.

الكلمات المفتاحية: نبات الفريز، السماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*)، السماد الحيوي (Em1).

المقدمة:

يتبع الفريز المملكة النباتية Plant Kingdom، رتبة Rosales، العائلة Rosaceae، تحت العائلة Rosaideae، الجنس Fragaria، النوع *Fragaria* × *ananassa* Duch (Pua and Davey, 2007). الفريز نبات عشبي معمر مجموعه الجذري سطحي ليفي ينتشر في الطبقة العليا من التربة، ساقه قصيرة خشبية مضغوطة، أوراقه مركبة تتوضع بشكل حلزوني على الساق، الأزهار خنثى أو وحيدة الجنس، ثماره متجمعة (Schaffer and Andersen, 2018). تتميز ثماره بمذاقها اللذيذ وقيمتها الغذائية الكبيرة ومحتواها المرتفع من الفيتامينات والمركبات الهامة فهي مصدر رئيسي لفيتامينات C وE وB وA والكاروتينات وبعض المركبات الفينولية ومضادات الأكسدة كالفلافونيدات والأنثوسيانينات والعناصر الصغرى (Giampieri *et al.*, 2012؛ Husaini and Zaki, 2016)، كما لها أهمية طبية كبيرة في الوقاية من أمراض القلب والسرطان (Torronen and Maatta, 2002).

يعتمد الفريز اعتماداً كبيراً على الأسمدة الكيمائية والتي تسبب تهديداً خطيراً لصحة الإنسان وخصوبة التربة فضلاً عن كلفتها الاقتصادية العالية (Bayoumi and Hafez, 2006)، يتم إكثار الفريز بعدة طرق إذ يمكن أن يكاثر جنسياً بالبذور أو خضرياً

(الفسائل، العقل الصغيرة، الميرستيم، المدادات)، بينما يكاثر تجارياً من النباتات الصغيرة التي تتكون على المدادات المتكونة عن النباتات الأم، ومن هنا فإن عدد المدادات التي تنتجها النباتات الأم وعدد النباتات الجديدة المتكونة عن هذه المدادات هو أحد العوامل الرئيسية التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند إكثار نباتات الفريز (Sayed *et al.*, 2011). تعرف بكتريا *Azotobacter Chroococcum* بقدرتها على إنتاج هرمونات النمو المختلفة مثل: إندول حامض الخليك (IAA) والأوكسينات الأخرى، الجبرلينات والسيتوكينينات (Abbass *et al.*, 1993؛ Chennappa *et al.*, 2018). بالإضافة لقدرتها على تحويل النتروجين الجوي إلى أشكال قابلة للاستفادة من قبل النبات كالنترات والأمونيا، كما أنها تزيد من جاهزية العناصر الغذائية، فضلاً عن دورها في تحسين خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية من خلال تحسين مسامية التربة من خلال دمج دقائق التربة مع بعض وزيادة المادة العضوية، بالإضافة للدفاع عن النبات ضد المسببات المرضية (Rashid *et al.*, 2016؛ Prajapati *et al.*, 2008؛ Demir, 2020). وجد Rueda *et al* (2016) أن معاملة التداخل ببكتريا *Azotobacter* spp بتركيز 1 مل.نبات$^{-1}$ و*Azospirillum* spp بتركيز 1 مل.نبات$^{-1}$ بالاشتراك مع النيتروجين بتركيز 100 ppm تفوقت في زيادة ارتفاع النبات والكلوروفيل والوزن الرطب والجاف للجذور وطول الجذر بينما أدت معاملة التداخل بين *Azotobacter* spp بتركيز 1 مل.نبات$^{-1}$ والنيتروجين بتركيز 150 ppm إلى زيادة المساحة الورقية والوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري والإنتاجية بالمقارنة مع باقي المعاملات ومع الشاهد. بين Jain and Kumar (2021) دور السماد الحيوي *Azotobacter* في تحسين الإنتاجية لنبات الفريز وخفض درجة حموضة التربة (PH) وتحسين محتوى التربة من الأزوت الكلي والفوسفور الجاهز والبوتاسيوم الجاهز. وجد Demir (2020) أن معاملة نبات الباذنجان بنوعين من الأسمدة الحيوية (*Azotobacter chroococum* و*Azotobacter vinelandii*) أدت إلى تحلل وتمعدن المخلفات العضوية، وزيادة العناصر المعدنية الكبرى (N وP وK وCa وMg) والصغرى (Fe وMn وZn وB) والفوسفور والبوتاسيوم الجاهزان كما أدت إلى تحسين المسامية والقدرة على الاحتفاظ بالرطوبة وتقليل تعرض النباتات للجفاف وزيادة في الكربون العضوي للتربة. وجد Tripathi *et al* (2017) في تجربة على نباتات الفريز صنف Chandler تفوق المعاملة ببكتريا Azotobacter بالتركيز المرتفع (7 كغ.هكتار$^{-1}$) مع التغطية بغطاء polyethlene في زيادة ارتفاع النبات ومتوسط عدد الأوراق وعدد المدادات وعدد التيجان وعدد الثمار وإنتاجية النبات الواحد ومتوسط طول الثمار وقطرها ووزنها وحجمها قياساً بمعاملة الشاهد.

يعد السماد الحيوي (Em1) أحد أنواع الأسمدة الحيوية وهو اختصار لكلمتي Effective microorganism أي الكائنات الحية الدقيقة الفعالة، وهو عبارة عن مستحضر طبيعي يحتوي 80 نوعاً من الكائنات الحية الدقيقة النافعة (بكتريا التمثيل الضوئي، بكتريا حمض اللاكتيك، الخمائر، الفطريات والأكتينومايسيس ومذيبات الفسفور ومثبتات الآزوت) (Javaid, 2010) حيث تعمل الأحياء الدقيقة التي يحتويها على توفير وتسهيل امتصاص النبات للعناصر الغذائية، كما أنها تفرز بعض منظمات النمو مثل إندول حامض الخليك (IAA) والجبرلينات والتي تؤثر على نمو النباتات (Talaat, 2019). وجد Hassan and Emam (2015) أن تطبيق السماد الحيوي (Em) بمعدل 20 ل.فدان$^{-1}$ مع الأسمدة المعدنية (N.P.K بمعدل 200 و95 و240 كغ.فدان$^{-1}$ على التوالي) على نباتات الفريز أدى إلى زيادة معايير النمو الخضري (المساحة الورقية، طول النبات، عدد التيجان، قطرها، عدد الأوراق) والإنتاجية ومحتوى الأوراق من العناصر المعدنية الكبرى (N.P.K)، ومعايير الجودة الفيزيائية والكيميائية لثمار نباتات الفريز. وجد Ghazal *et al* (2011) أن إضافة السماد الحيوي (Em1) إلى تربة نبات القمح أدى إلى تحسين محتوى التربة من الأزوت والفوسفور الجاهز والبوتاسيوم بالمقارنة مع الشاهد. بين Sharma *et al* (2017) أن المعاملة بالسماد الحيوي (Em1) حسنت من الأنزيمات المسؤولة عن تحسين خصوبة التربة وتوافر العناصر المغذية بشكل جاهز لنبات الزينة القطيفة. لاحظ Ngilangil and Vilar (2020) أن

استخدام السماد الحيوي (Em) حسن درجة الحموضة (PH) والتوصيل الكهربائي للتربة، ومحتواها من المواد العضوية، والفوسفور والبوتاسيوم. بين Shokouhian (2018) في دراسة أعدت لمعرفة تأثير المعاملة بثلاث تراكيز من السماد الحيوي (EM) (1 و2 و3 %) تفوق نباتات الفريز المعاملة بالسماد الحيوي (EM) بتركيز 2 % في زيادة الوزن الجاف للأوراق والجذور، وطول الجذر، وعدد المدادات، والكلوروفيل a وb وعدد الأوراق والإنتاجية والمساحة الورقية بالمقارنة مع باقي المعاملات ومع الشاهد. وجد Cui *et al* (2021) أن إضافة التداخل بين الفحم الحيوي بتركيز 3 % (وزن/ وزن التربة) والسماد الحيوي (Em) بتركيز 4 مل.ل$^{-1}$ (من المحلول المخفف 1: 200 (EM: ماء، حجم/ حجم)) إلى التربة القلوية المتدهورة أدى إلى تحسين نمو وإنتاجية نبات القنب كما أدى إلى تحسين خصوبة التربة والتخفيف من ملوحتها كما أدى إلى زيادة الكربون والنيتروجين الكلي والفوسفور والبوتاسيوم الجاهزان. بين Hu and Qi (2013) أن التداخل بين السماد الحيوي (Em) والسماد العضوي (الكمبوست) أفضل بكثير من استخدام السماد العضوي بمفرده كما حسن من المادة العضوية في التربة ومحتواها من النيتروجين الكلي، الفوسفور والبوتاسيوم الجاهزان ودرجة حموضة التربة (pH).

تأتي أهمية هذا البحث من إمكانية استخدام الأسمدة الحيوية كمصدر رديف للأسمدة الكيميائية بهدف التقليل من الأثار الضارة على التربة والبيئة وصحة الإنسان ودراسة أثر هذه الأسمدة على نباتات الفريز، ومن هنا جاء هدف هذا البحث في دراسة تأثير السماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) والسماد الحيوي (Em1) على تحسين خصوبة التربة ومعايير النمو المورفولوجية والكيميائية لنبات الفريز.

مواد وطرائق البحث:

1) المادة النباتية:

أجريت الدراسة على نبات الفريز (صنف Festival) وهو من نباتات النهار القصير، معتدل النمو، الثمار متوسطة الحجم، مخروطية الشكل (بيضوية)، اللون الخارجي للثمار أحمر داكن ولامع (Whitaker *et al.*, 2012).

2) موقع البحث:

نفذت الدراسة في بساتين منطقة العدوي في مدينة دمشق في بيت بلاستيكي خاص خلال موسم النمو 2020–2021. كما تم أخذ القراءات والقياسات والتحاليل ضمن المخابر التابعة لكلية الزراعة في جامعة دمشق.

3) تحضير الأرض وزراعتها:

تم حراثة الأرض بالمحراث لعمق نحو 0.25 م، أعقبها تنعيم التربة وتسويتها على شكل مصاطب، زرعت الشتول بتاريخ 2020/12/26 على خطوط ضمن المصاطب وكانت المسافة 70 سم بين الخط والأخر و20 سم بين النباتات على الخط الواحد.

4) عمليات الخدمة والتسميد والري:

تم إجراء عمليات الري والتعشيب والتسميد حيث أضيف السماد العضوي قبل الزراعة بمقدار 1 طن.دنم$^{-1}$، وتم التسميد بالسماد الكيميائي N.P.K (20:20:20) بمعدل 1 غ/ل أضيفت مع ماء الري على دفعتين: الدفعة الأولى بعد التشتيل بأسبوعين والثانية بعد 5 أسابيع من التشتيل.

5) توصيف التربة:

تم تحليل التربة قبل البدء بالزراعة أخذت عينات التربة من أعماق مختلفة (من 0 حتى 25 سم) ومن مواقع مختلفة من تربة البيت ومزجت جيداً لمجانستها ومررت من منخل قطر فتحاته 2 مم، وأجريت التحاليل الكيميائية والفيزيائية التالية (جدول 1):

– التحليل الميكانيكي: باستخدام طريقة الهيدرومتر.

– درجة حموضة التربة pH: قدرت باستخدام جهاز pH meter.

– الناقلية الكهربائية: قدرت باستخدام جهاز التوصيل الكهربائي.

– المادة العضوية: قدرت وفق طريقة Jackson (1985).

– الأزوت الكلي: باستخدم جهاز كلداهل (Kjeldahl).

– الفسفور الجاهز: استخلص الفسفور الجاهز باستخدام طريقة Olsen (Olsen *et al.*, 1954). وقدر باستخدام جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer).

– البوتاسيوم الجاهز: تم تقديره باستخدام جهاز اللهب (flame photometer) (Jackson, 1985).

الجدول (1): الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة في مكان اجراء البحث للعام 2020 قبل البدء بالزراعة

التحليل الميكانيكي للتربة (%)			معلق pH	EC مستخلص 1:5	المادة العضوية	N الكلي	P_2O_5 الجاهز	K_2O الجاهز
رمل	سلت	طين	(1:2.5)	$dS.m^{-1}$	%		مغ.كغ$^{-1}$	
28.9	18.3	52.8	7.8	0.65	2.4	0.12	4.42	386.5

6) المعاملات:

– تم استخدام المواد التالية كما هو موضح في الجدول (2):

الجدول (2): المواد المستخدمة في المعاملات:

	السماد	التركيز	طريقة الإضافة
1	معلق من بكتيريا *Azotobacter Chroococcum* بتركيز 1 مل= $8*10^9$ خلية	✓ 5 مل.ل$^{-1}$. ✓ 10 مل.ل$^{-1}$.	مع مياه الري
2	المخصب الحيوي Em1	✓ 4 مل.ل$^{-1}$. ✓ 8 مل.ل$^{-1}$.	مع مياه الري

✓ **وكانت معاملات التجربة على النحو التالي:**

1) نباتات الشاهد غير معاملة.

2) المعاملة بالسماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) بتركيز 5 مل.ل$^{-1}$.

3) المعاملة بالسماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) بتركيز 10 مل.ل$^{-1}$.

4) المعاملة بالسماد الحيوي (Em1) بتركيز 4 مل.ل$^{-1}$.

5) المعاملة بالسماد الحيوي (Em1) بتركيز 8 مل.ل$^{-1}$.

6) المعاملة بالسماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) بتركيز 5 مل.ل$^{-1}$ +السماد الحيوي(Em1) بتركيز 4 مل.ل$^{-1}$.

7) المعاملة بالسماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) بتركيز 5 مل.ل$^{-1}$ +السماد الحيوي(Em1) بتركيز 8 مل.ل$^{-1}$.

8) المعاملة بالسماد الحيوي(*Azotobacter Chroococcum*) بتركيز 10 مل.ل$^{-1}$ +السماد الحيوي(Em1) بتركيز 4 مل.ل$^{-1}$.

9) المعاملة بالسماد الحيوي(*Azotobacter Chroococcum*) بتركيز 10 مل.ل$^{-1}$ السماد الحيوي (Em1) بتركيز 8 مل.ل$^{-1}$.

– تم تطبيق المعاملات في المواعيد التالية: بعد أسبوع من التشتيل. بعد شهر من الزراعة. بعد شهر ونصف من الزراعة. بعد شهرين من الزراعة. بعد شهرين ونصف من الزراعة. بعد الزراعة بثلاث شهور.

7) المؤشرات المدروسة:

1. معايير خصوبة التربة:

1) **درجة حموضة التربة pH:** قدرت باستخدام جهاز pH meter.

2) **الأزوت الكلي:** استخدم جهاز كلداهل Kjeldahl في تقدير الآزوت الكلي.

3) **الفوسفور الجاهز:** استخلص الفوسفور الجاهز باستخدام طريقة Olsen (Olsen *et al.*, 1954). كما استخدم جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer).

4) **البوتاسيوم الجاهز:** تم تقديره باستخدام جهاز اللهب (flame photometer) (Jackson, 1985).

– تم تقدير معايير خصوبة التربة في نهاية موسم النمو بعد الحصاد.

2. معايير النمو المورفولوجية والكيميائية لنبات الفريز:

1) **عدد المدادات (مداد.نبات$^{-1}$):** تم حساب متوسط عدد المدادات المتكونة عن النبات الواحد نهاية الموسم.

2) **طول المداد (سم):** باستخدام متر قياسي من نقطة التفرع وحتى نهاية القمة النامية للمداد.

3) **عدد النباتات الجديدة (نبات.مداد$^{-1}$):** تم حساب عدد النباتات المتكونة عن كل مداد.

4) **محتوى الأوراق من الأزوت (%):** عن طريق هضم العينات ومن ثم تقطيرها وتقديرها باتباع طريقة Kjeldahl.

5) **محتوى الأوراق من الفوسفور (%):** باستخدام جهاز المطياف الضوئي وفق طريقة Jones *et al* (1991).

6) **محتوى الأوراق من البوتاسيوم (%):** باستخدام جهاز المطياف باللهب وفق طريقة Tendon (1993).

7) **تركيز صبغات البناء الضوئي a وb والكاروتينات الكلية في الأوراق:** تم تقديرهم وفق طريقة Beerh and Siddappa (1959).

– تم قياس معايير النمو المورفولوجية (عدد المدادات، طول المداد، عدد النباتات الجديدة) في نهاية موسم النمو.

– تم تقدير المعايير الكيميائية (محتوى الأوراق من العناصر N,P,K، وصبغات البناء الضوئي a وb والكاروتينات الكلية في الأوراق) بعد 110 يوم من الزراعة.

8) تصميم التجربة والتحليل الإحصائي للتجربة:

صممت التجربة وفق التصميم العشوائي البسيط حيث شمل هذا البحث على 9 معاملات وكررت كل معاملة 3 مرات وكل مكرر يحوي 20 نبات، تم تحليل النتائج باستخدام برنامج التحاليل الإحصائية (Xl-state, 2016) ومقارنة المتوسطات حسب اختبار Fisher وحساب أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى معنوية 5 %.

النتائج والمناقشة:

1) تأثير الأسمدة الحيوية في معايير خصوبة التربة بعد الحصاد:

توضح النتائج في الجدول (3) أن جميع المعاملات المدروسة أدت إلى خفض درجة حموضة التربة عند استخدام السماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) بمفرده والسماد الحيوي (Em1) بمفرده والتداخل بينهما، وكانت أفضل المعاملات هي معاملة التداخل بين السماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) بتركيز 10 مل.ل$^{-1}$ والسماد الحيوي (Em1) بتركيز 8 مل.ل$^{-1}$ حيث أعطت أقل درجة حموضة (7.18) بالمقارنة مع الشاهد (7.64). كما تبين النتائج تأثير المعاملات المدروسة في محتوى التربة من الأزوت الكلي حيث أدت المعاملة بالسماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) بمفرده والسماد الحيوي (Em1) بمفرده إلى زيادة محتوى الأزوت الكلي في التربة بالمقارنة مع الشاهد (0.16 %)، بينما لوحظ أعلى محتوى من الأزوت الكلي (0.28 %) عند التداخل بين السماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) بتركيز 10 مل.ل$^{-1}$ والسماد الحيوي (Em1) بتركيز 8 مل.ل$^{-}$

[1]. تبين أن جميع المعاملات المدروسة أدت إلى زيادة الفوسفور الجاهز في التربة معنوياً بالمقارنة مع الشاهد (10.47 مغ/ كغ) وكانت أفضل معاملة هي معاملة التداخل بين السماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) بتركيز 10 مل.ل$^{-1}$ والسماد الحيوي (Em1) بتركيز 8 مل.ل$^{-1}$ حيث أعطت أعلى قيمة للفوسفور الجاهز في التربة (16.00 مغ/كغ). لوحظ أعلى قيمة للبوتاسيوم الجاهز في التربة عند استخدام معاملات التداخل بين السماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) والسماد الحيوي (Em1) وبغض النظر عن التراكيز المستخدمة لكليهما، وكانت أفضل معاملة هي معاملة التداخل بين السماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) بتركيزه المرتفع والسماد الحيوي (Em1) بتركيزه المرتفع (222.41 غ/نبات)، كما أدت جميع المعاملات المدروسة إلى زيادة البوتاسيوم الجاهز في التربة معنوياً بالمقارنة مع الشاهد (442.22 %).

قد يفسر خفض درجة حموضة التربة وزيادة عناصر N وP وK إلى دور السماد الحيوي (*Azotobacter*) في إنتاج أيونات الهيدروجين والأحماض (الأكساليك، الستريك، الخليك، الأسبارتيك، السيرين..) كما تطلق خلال نشاطها غاز co_2 الذي ينحل في الماء مكوناً حامض الكاربونيك الذي يؤدي لخفض pH (Revillas *et al.*, 2005). في تثبيت الأزوت الجوي وتحويله إلى أمونيا ونترات في التربة (Jnawali *et al.*, 2015) وبالتالي زيادة النيتروجين الكلي في التربة، بالإضافة لدوره في زيادة أنشطة أنزيمات التربة التي تعمل على إذابة مركبات الفوسفور وتحويلها إلى الشكل الجاهز (Dehury *et al.*, 2018). بالإضافة لدورها في تمعدن وتحلل المواد العضوية وإفراز العناصر (NPK) (Demir, 2020). وهذا يتوافق مع وجده Jain *et al* (2021) عند المعاملة ببكتريا *Azotobacter*. قد يفسر دور السماد الحيوي (Em1) في زيادة N وP وK في التربة إلى دور أجناس بكتريا التمثيل الضوئي (*Rhodopseudomonas palustris* و*Rhodobacter sphaeroides*) والتي تعمل على تثبيت الأزوت الجوي وتوفيره في التربة (Arashida *et al.*, 2019). ودور الأجناس البكتيرية والفطرية الحاوي عليها (*Penicillium* و*Aspergillus*) في إذابة فوسفات التربة غير القابل للذوبان عن طريق إنتاج الأنزيمات مثل phosphoesterases وphosphodiesterases وphytases وphospholipases بالإضافة لإنتاجها للأحماض العضوية (الكبريتيد، النيتريك، الكربونيك، النيتريك، اللاكتيك، الكربوكسيل، المالونيك وغيرها..) التي تعمل على خفض درجة حموضة التربة وإذابة الفوسفور وإتاحته في التربة (Kalayu, 2019). كذلك تعمل هذه الأحماض على تحويل البوتاسيوم غير القابل للذوبان (mica وmuscovite وillite وbiotite feldspar) إلى شكل قابل للذوبان وذلك من خلال تخليب الأيونات مثل Si وAl المرتبطة بالمعادن مع البوتاسيوم (Sharma *et al.*, 2016). كما يعزز السماد الحيوي (Em) التمعدن والتحلل السريع للمكونات العضوية وبالتالي إطلاق المغذيات النباتية (Shaheen *et al.*, 2017). وهذا يتوافق مع ما وجده Ghazal *et al* (2011) عند المعاملة بالسماد الحيوي (Em) في زيادة محتوى النبات من البوتاسيوم والفوسفور.

الجدول (3): تأثير الأسمدة الحيوية في متوسط درجة حموضة التربة ومحتوى التربة من الأزوت الكلي والفوسفور الجاهز والبوتاسيوم الجاهز بعد الحصاد

المعاملة	درجة حموضة التربة (pH)	النيتروجين الكلي (%)	الفوسفور الجاهز (مغ/كغ)	البوتاسيوم الجاهز (مغ/كغ)
الشاهد	7.64 ^{a}	0.16 ^{c}	10.47 ^{d}	406.67 ^{d}
***Azotobacter Chroococcum*= 5 m.l^{-1}**	7.53 ^{bc}	0.21 ^{abc}	12.60 ^{cd}	420.00 ^{c}
***Azotobacter Chroococcum*= 10 m.l^{-1}**	7.34 ^{d}	0.23 ^{abc}	13.53 ^{bc}	424.44 ^{bc}
Em1= 4 m.l^{-1}	7.56 ^{b}	0.18 ^{bc}	14.80 ^{ab}	433.33 ^{ab}
Em1= 8 m.l^{-1}	7.48 ^{c}	0.21 ^{abc}	14.73 ^{abc}	435.56 ^{a}

435.56 a	15.53 ab	0.26 ab	7.21 e	***Azotobacter Chroococcum*= 5 m.l^{-1}+ Em1= 4 m.l^{-1}**
44.00 a	15.73 a	0.25 ab	7.19 e	***Azotobacter Chroococcum*= 5 m.l^{-1} + Em1= 8 m.l^{-1}**
437.78 a	15.87 a	0.27 a	7.19 e	***Azotobacter Chroococcum*= 10 m.l^{-1} + Em1= 4 m.l^{-1}**
442.22 a	16.00 a	0.28 a	7.18 e	***Azotobacter Chroococcum*= 10 m.l^{-1} + Em1= 8 m.l^{-1}**
9.84	2.13	0.07	0.06	**LSD 0.05**

تشير الأحرف المختلفة لوجود فروق معنوية بين المعاملات.

2) تأثير الأسمدة الحيوية في عدد المدادات وطولها وعدد النباتات الجديدة المتكونة على كل مداد لنبات الفريز:

تبين النتائج في الجدول (4) أن استخدام المزيج بين السماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) بتركيز 10 مل.ل$^{-1}$ مع السماد الحيوي (Em1) بتركيز 8 مل.ل$^{-1}$ أدى إلى زيادة عدد المدادات (2.73 مداد/نبات) معنوياً بالمقارنة مع الشاهد (1.30 مداد/نبات)، وبالمقارنة مع جميع المعاملات الأخرى المدروسة. كما تبين أن جميع المعاملات أدت إلى زيادة طول المداد بالمقارنة مع الشاهد (59.31 سم/مداد) وكانت أفضل معاملة هي معاملة التداخل بين السماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) بتركيز 10 مل.ل$^{-1}$ مع السماد الحيوي (Em1) بتركيز 8 مل.ل$^{-1}$ حيث أعطت أكبر طول للمدادات (117.93 سم/مداد). من جهة أخرى، لوحظ زيادة عدد النباتات الجديدة المتكونة على المدادات عند استخدام السماد الحيوي (Em1) بشكل منفرد والسماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) بمفرده أو بالتداخل بينهما بالمقارنة مع الشاهد (1.90 نبات/مداد). من جهة أخرى، لوحظ أعلى عدد من النباتات الجديدة المتكونة على المدادات عند معاملة التداخل بين السماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) بتركيز 10 مل.ل$^{-1}$ والسماد الحيوي (Em1) بتركيز 8 مل.ل$^{-1}$ (4.27 نبات/مداد)، كما أدت جميع معاملات السماد الحيوي (Em1) بمفرده والسماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) بمفرده والتداخل بينهما إلى زيادة عدد النباتات الجديدة المتكونة بالمقارنة مع الشاهد (1.90 نبات/مداد).

قد يفسر التأثير المعنوي للسماد الحيوي (Em1) والسماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) في زيادة عدد المدادات وطولها وعدد النبات الجديدة المتكونة على المداد إلى الدور الهام لبكتريا *Azotobacter Chroococcum* في توفير النيتروجين في التربة وإنتاج الهرمونات النباتية مثل الأوكسينات (Chennappa *et al.*, 2018 ؛Rashid *et al.*, 2016)، والدور الهام للأحياء الدقيقة الموجودة في السماد الحيوي (Em1) على تصنيع هذه المنظمات مثل الأوكسينات والجبرلينات (Talaat, 2019)، التي تؤدي دوراً تحفيزياً في نمو واستطالة الخلايا وبالتالي زيادة طول المدادات وطول وقطر التاج وبالتالي زيادة عدد البراعم التي تتطور وتعطي مدادات جديدة ونتيجة استطالة هذه المدادات تزداد عدد النباتات الجديدة المتكونة عليها وهذا يتفق مع ما وجده Shokouhian (2018) عند معاملة نباتات الفريز بالسماد الحيوي (Em1). ومع ما وجده Tripathi *et al* (2017) عند المعاملة بالسماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) عند معاملة نباتات الفريز.

الجدول (4): تأثير الأسمدة الحيوية في عدد المدادات وطولها وعدد النباتات الجديدة المتكونة على كل مداد

المعاملة	عدد المدادات (مداد/نبات)	طول المداد (سم)	عدد النباتات (نبات/مداد)
الشاهد	1.30 e	59.31 g	1.90 e
***Azotobacter Chroococcum*= 5 m.l^{-1}**	1.33 e	71.31 f	2.87 cd
***Azotobacter Chroococcum*= 10 m.l^{-1}**	1.53 cde	87.33 d	3.07 c
Em1= 4 m.l^{-1}	1.4 de	74.77 e	2.73 d
Em1= 8 m.l^{-1}	1.60 cd	94.38 c	3.13 c
***Azotobacter Chroococcum*= 5 m.l^{-1}+ Em1= 4 m.l^{-1}**	1.67 bc	85.57 d	3.00 cd
***Azotobacter Chroococcum*= 5 m.l^{-1} + Em1= 8 m.l^{-1}**	1.73 bc	95.75 c	3.13 c

3.53 b	101.83 b	1.87 b	***Azotobacter Chroococcum*= 10 m.l^{-1} + Em1= 4 m.l^{-1}**
4.27 a	117.93 a	2.73 a	***Azotobacter Chroococcum*= 10 m.l^{-1} + Em1= 8 m.l^{-1}**
0.28	2.35	0.25	**LSD $_{0.05}$**

تشير الأحرف المختلفة لوجود فروق معنوية بين المعاملات.

3) تأثير الأسمدة الحيوية في محتوى أوراق نبات الفريز من الأزوت والفوسفور والبوتاس:

تبين النتائج في الجدول (5) أن جميع المعاملات المدروسة أدت إلى زيادة تركيز الآزوت في الأوراق بالمقارنة مع الشاهد (1.82 %)، وكانت أفضل معاملة هي معاملة التداخل بين السماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) بتركيز 10 مل.ل$^{-1}$ مع السماد الحيوي (Em1) بتركيز 8 مل.ل$^{-1}$ حيث أعطت أكبر تركيز من الآزوت (2.42 %). تبين نتائج التحليل الإحصائي تأثير معاملات السماد الحيوي (Em1) و السماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) في تركيز الفوسفور في الأوراق، حيث أدى استخدام السماد الحيوي (Em1) بمفرده أو بالتداخل مع السماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) إلى زيادة تركيز الفوسفور بالمقارنة مع الشاهد (0.29 %)، وكانت أفضل معاملة هي معاملة التداخل بين السماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) بتركيز 10 مل.ل$^{-1}$ مع السماد الحيوي (Em1) بتركيز 8 مل.ل$^{-1}$ حيث أعطت أعلى تركيز من الفوسفور (0.49 %). لوحظ أن استخدام التداخل بين السماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) بتركيز 10 مل.ل$^{-1}$ مع السماد الحيوي (Em1) بتركيز 8 مل.ل$^{-1}$ أدى إلى زيادة تركيز البوتاسيوم (1.83 %) معنوياً بالمقارنة مع الشاهد (1.30 %) وبالمقارنة مع جميع المعاملات المدروسة. من جهة أخرى، لم تؤثر معاملات السماد الحيوي (Em1) بتركيزه المنخفض والسماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) بتركيزه المنخفض معنوياً في زيادة تركيز البوتاسيوم في الأوراق.

تتوافق النتائج التي توصلنا إليها مع ما وجده Hassan and Emam (2015) عند المعاملة بالسماد الحيوي (Em1) ومع ما وجده Chandramohan Reddy *et al* (2021) عند المعاملة بالسماد الحيوي (*Azotobacter*) في زيادة تركيز العناصر N.P.K في الأوراق وتعزى هذه الزيادة إلى دور بكتريا *Azotobacter Chroococcum* والأحياء الدقيقة التي يحتويها السماد الحيوي (Em1) مثل مذيبات الفوسفور ومثبتات النيتروجين (*Azotobacter* و*Bacillus*) (Javaid, 2010)، حيث تعمل هذه الأحياء على توفير وتسهيل امتصاص النبات للعناصر الغذائية وانتقالها من خلال الجذور إلى الأوراق، كما أنها تفرز بعض منظمات النمو مثل الأوكسينات والسايتوكينينات والجبرلينات والتي تزيد وتشجع من النمو الخضري وزيادة كفاءة عملية التمثيل الضوئي ونمو النبات وتعزز من محتواه من هذه العناصر (Javaid, 2010؛ Chennappa *et al.*, 2018).

الجدول (5): تأثير الأسمدة الحيوية في محتوى أوراق نبات الفريز من الأزوت والبوتاس والفوسفور

البوتاسيوم (%)	الفوسفور (%)	النيتروجين (%)	المعاملة
1.30 e	0.29 f	1.82 c	**الشاهد**
1.37 e	0.33 ef	2.05 b	***Azotobacter Chroococcum*= 5 m.l^{-1}**
1.63 bc	0.35 de	2.14 b	***Azotobacter Chroococcum*= 10 m.l^{-1}**
1.33 e	0.32 ef	2.03 b	**Em1= 4 m.l^{-1}**
1.57 bc	0.38 cd	2.07 b	**Em1= 8 m.l^{-1}**
1.40 de	0.36 cde	2.11 b	***Azotobacter Chroococcum*= 5 m.l^{-1}+ Em1= 4 m.l^{-1}**
1.53 cd	0.40 bc	2.16 b	***Azotobacter Chroococcum*= 5 m.l^{-1} + Em1= 8 m.l^{-1}**
1.70 ab	0.43 b	2.18 b	***Azotobacter Chroococcum*= 10 m.l^{-1} + Em1= 4 m.l^{-1}**
1.83 a	0.49 a	2.42 a	***Azotobacter Chroococcum*= 10 m.l^{-1} + Em1= 8 m.l^{-1}**
0.16	0.04	0.15	**LSD$_{0.05}$**

تشير الأحرف المختلفة لوجود فروق معنوية بين المعاملات.

4) تأثير الأسمدة الحيوية في محتوى الأوراق من الكلوروفيل a و b والكاروتينات الكلية لنبات الفريز:

توضح النتائج في الجدول (6) أن استخدام التداخل بين السماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) بتركيز 10 مل.ل$^{-1}$ مع السماد الحيوي (Em1) بتركيز 8 مل.ل$^{-1}$ أدى إلى زيادة تركيز الكلوروفيل a (3.56 مغ/غ وزن رطب) بالمقارنة مع الشاهد (1.82 مغ/غ وزن رطب) وبالمقارنة مع جميع المعاملات المدروسة. كما تبين نتائج التحليل الاحصائي تأثير المعاملات المدروسة في الكلوروفيل b، حيث لم يؤثر استخدام السماد الحيوي (Em1) بمفرده أو السماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) بمفرده في زيادة الكلوروفيل b بالمقارنة مع الشاهد (0.60 مغ/غ وزن رطب)، وكانت أفضل معاملة هي معاملة التداخل بين السماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) بتركيز 10 مل.ل$^{-1}$ مع السماد الحيوي (Em1) بتركيز 8 مل.ل$^{-1}$ حيث أعطت أعلى قيمة للكلوروفيل b (1.29 مغ/غ وزن رطب). تبين أن جميع المعاملات المدروسة أدت إلى زيادة الكاروتينات الكلية بالمقارنة مع الشاهد (0.50 مغ/غ وزن رطب)، وكانت أفضل معاملة هي معاملة التداخل بين السماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) بتركيز 10 مل.ل$^{-1}$ مع السماد الحيوي (Em1) بتركيز 8 مل.ل$^{-1}$ حيث أعطت أكبر تركيز من الكاروتينات الكلية (1.07 مغ/غ وزن رطب).

تتوافق النتائج التي توصلنا إليها مع ما وجده Beer and Singh (2015) عند المعاملة بالسماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) ومع ما وجده Taha and Salih (2012) عند المعاملة بالسماد الحيوي (Em1) في زيادة الكلوروفيل a و b والكاروتينات الكلية وتعزى هذه الزيادة إلى دور السماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) في إنتاج منظمات النمو ودور الكائنات الحية الدقيقة (البكتريا والخمائر) الموجودة في السماد الحيوي (Em1) في تكوين منظمات النمو ودور هذه المنظمات في زيادة مساحة المسطح الورقي وزيادة كفاءة عملية التمثيل الضوئي عن طريق زيادة معدل انقسام الخلايا وتوسعها وزيادة نفاذية الأغشية حيث يتم عن طريقها تصنيع الكثير من المركبات العضوية التي يحتاجها النبات لإتمام دورة حياته وتراكم المادة الجافة في النبات وانتقالها إلى الأوراق (Javaid, 2010؛ Chennappa *et al.*, 2018).

الجدول (6): تأثير الأسمدة الحيوية في محتوى الأوراق من الكلوروفيل a و b والكاروتينات الكلية لنبات الفريز

المعاملة	الكلوروفيل a (مع/ غ وزن رطب)	الكلوروفيل b (مع/ غ وزن رطب)	الكاروتينات (مع/ غ وزن رطب)
الشاهد	1.82 ^{f}	0.60 ^{c}	0.50 ^{f}
***Azotobacter Chroococcum*= 5 m.l^{-1}**	2.29 ^{de}	0.67 ^{c}	0.61 ^{ef}
***Azotobacter Chroococcum*= 10 m.l^{-1}**	2.38 ^{de}	0.77 ^{bc}	0.68 ^{de}
Em1= 4 m.l^{-1}	2.08 ^{ef}	0.72 ^{bc}	0.62 ^{ef}
Em1= 8 m.l^{-1}	2.63 ^{cd}	0.75 ^{bc}	0.77 ^{cd}
***Azotobacter Chroococcum*= 5 m.l^{-1}+ Em1= 4 m.l^{-1}**	2.89 ^{bc}	0.88 ^{bc}	0.88 ^{bc}
***Azotobacter Chroococcum*= 5 m.l^{-1} + Em1= 8 m.l^{-1}**	2.92 ^{bc}	0.90 ^{bc}	0.83 ^{bc}
***Azotobacter Chroococcum*= 10 m.l^{-1} + Em1= 4 m.l^{-1}**	3.24 ^{ab}	0.96 ^{b}	0.93 ^{b}
***Azotobacter Chroococcum*= 10 m.l^{-1} + Em1= 8 m.l^{-1}**	3.56 ^{a}	1.29 ^{a}	1.07 ^{a}
LSD$_{0.05}$	0.42	0.29	0.12

تشير الأحرف المختلفة لوجود فروق معنوية بين المعاملات.

الاستنتاجات والتوصيات:

1) يمكن تحسين خصوبة التربة ومعايير النمو المورفولوجية والكيميائية لنبات الفريز باستخدام أسمدة حيوية كالسماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) والسماد الحيوي (Em1) وبالتالي التقليل من استخدام الأسمدة الكيميائية.

2) ظهر التأثير الإيجابي للسماد الحيوي ببكتريا *Azotobacter Chroococcum* والسماد الحيوي (Em1) في المعاملات التي احتوت عليهما بشكل مفرد في تحسين جميع مؤشرات خصوبة التربة (درجة حموضة التربة، الأزوت الكلي، الفوسفور الجاهز والبوتاسيوم الجاهز) ومعايير النمو المورفولوجية والكيميائية (عدد المدادات وطولها وعدد النباتات الجديدة المتكونة عن كل مداد ومحتوى أوراق الفريز من العناصر N,P,K، وأصبغة البناء الضوئي a و b والكاروتينات الكلية) لنباتات الفريز المدروسة.

3) ينصح بمعاملة نبات الفريز بالسماد الحيوي (*Azotobacter Chroococcum*) بتركيز 10 مل.ل$^{-1}$ والسماد الحيوي (Em1) بتركيز 8 مل.ل$^{-1}$ كخليط مع مياه الري لإعطائهما دوراً أفضل بتحسين خصوبة التربة ومعايير النمو المورفولوجية والكيميائية لنبات الفريز.

المراجع:

Abbass, Z.A.; and Y. Okon (1993). Plant growth promotion by Azotobacter paspali in the rhizosphere. Soil Biology and Biochemistry, 25(8), 1075-1083.

Arashida, H.; Y. Kugenuma.; M.A. Watanabe.; and I. Maeda (2019). Nitrogen fixation in Rhodopseudomonas palustris co-cultured with Bacillus subtilis in the presence of air. *Journal of bioscience and bioengineering*, *127*(5), 589-593.

Bayoumi, Y.A.; and Y.M. Hafez (2006). Effect of organic fertilizers combined with benzo (1, 2, 3) thiadiazole-7-carbothioic acid S-methyl ester (BTH) on the cucumber powdery mildew and the yield production. Acta biologica szegediensis, 50(3-4), 131-136.

Beer, K.A.R.M.A.; and A.K. Singh (2015). Effect of vermicompost and biofertilizers on strawberry: Chlorophyll and nutrients concentration in leaves. *Annals of Plant and Soil Research*, *17*(2), 211-14.

Beerh, O.P.; and G.S. Siddappa (1959). A rapid spectrophotometric method for the detection and estimation of adulterants in tomato ketchup. Food Technology, 13: 414-418.

Chandramohan Reddy, G.; K. Goyal.; and A. Godara (2021). Response of Organic Manure and Azotobacter on Quality and Leaf Nutrient Status of Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) Cv. Winter Dawn. 33(24): 327-332.

Chennappa, G.; M.Y. Sreenivasa.; and H. Nagaraja (2018). Azotobacter salinestris: a novel pesticide-degrading and prominent biocontrol PGPR bacteria. In Microorganisms for Green Revolution (pp. 23-43). Springer, Singapore.

Cui, Q.; J. Xia.; H. Yang.; J. Liu.; and P. Shao (2021). Biochar and effective microorganisms promote Sesbania cannabina growth and soil quality in the coastal saline-alkali soil of the Yellow River Delta, China. *Science of the Total Environment*, *756*, (143801):1-11.

Dehury, S.R.; R. Das.; P. Seth.; M. Pradhan.; and S. Mohanty (2018). Effect of Azotobacter vinelandii strain SRIAz3 and N-source on microbiological properties of Rice grown soil. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, *7*(3), 2170-2178.

Demir, Z. (2020). Effects of microbial bio-fertilizers on soil physicochemical properties under different soil water regimes in greenhouse grown eggplant (Solanum Melongena L.). *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, *51*(14), 1888-1903.

Ghazal, F.M.; E.L. Hassan.; and M.A. Nasef (2011). Response of wheat plants to EM (Effective Microorganisms) application and/or cyanobacteria inoculation under sandy soil condition. *Journal of Agricultural Chemistry and Biotechnology*, *2*(2), 61-67.

Giampieri, F.; S. Tulipani.; J.M. Alvarez-Suarez.; J.L. Quiles.; B. Mezzetti.; and M. Battino (2012). The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health. *Nutrition*, *28*(1), 9-19.

Hassan, A.H.; and M.S. Emam (2015). Improving fruit quality and storability of strawberry fruits by using pre and postharvest treatments. J. Am. Sci., 11(1s), 44-50.

Hu, C.; and Y. Qi (2013). Long-term effective microorganisms application promote growth and increase yields and nutrition of wheat in China. *European Journal of Agronomy*, *46*, 63-67.

Husaini, A.M.; and F.A. Zaki (2016). Strawberries: A general account. Strawberry*: Growth, Development and Diseases; Husaini, AM, Neri, D., Eds*, 1-9.

Jackson, M.L. (1985). Soil Chemical Analysis- Advanced Course, 2nd edn. M.L. Jackson, Madison, WI.

Jain, N.; and A. Kumar (2021). Influence of INM on soil physical and chemical property before and after harvesting of strawberry cv. sweet Charlie. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, *10*(1), 2347-2350.

Javaid, A. (2010). Beneficial microorganisms for sustainable agriculture. In Genetic engineering, biofertilisation, soil quality and organic farming (pp. 347-369).

Jnawali, A.D.; R.B. Ojha.; and S. Marahatta (2015). Role of Azotobacter in soil fertility and sustainability–A Review. *Adv. Plants Agric. Res*, *2*(6), 1-5.

Jones, J.B.; B. Wolf.; and H.A. Mills (1991). Methods of Elemental Analysis (Chapter 4) pp27-38. In: Plant Analysis Handbook. Micro-Macro Publishing, Inc. 183 Paradise Blvd., Suite 108, Athens, Georgia.

Kalayu, G. (2019). Phosphate solubilizing microorganisms: promising approach as biofertilizers. *International Journal of Agronomy*, *(2019)*:1-7.

Ngilangil, L.E.; and D.A. Vilar (2020). Effective Microorganisms as Remediation for Marginal Soil in the Philippines. *Chemical Engineering Transactions*, *78*, 253-258.

Olsen, R.S., C.V. Cole.; F.S. Watanabe.; and L.A. Dean (1954). Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circular. (939).

Palei, S.; K. Das.; K. Sahoo.; D.K. Dash.; and S. Swain (2016). Influence of plant growth regulators on strawberry Cv. Chandler under Odisha condition. *Int. J. Sci. Res*, *7*, 9945-9948.

Prajapati, K.; K.D. Yami.; and A. Singh (2008). Plant growth promotional effect of Azotobacter Chroococcum, Piriformospora indica and vermicompost on rice plant. Nepal Journal of Science and Technology, 9, 85-90.

Pua, E.C.; and M.R. Davey (2007). Biotechnology in agriculture and forestry. Transgenic crops, V. Springer Berlin Heidelberg, 60, 309-328.

Qiu, Y.; S.C. Guan.; C. Wen.; P. Li.; Z. Gao.; and X. Chen (2019). Auxin and cytokinin coordinate the dormancy and outgrowth of axillary bud in strawberry runner. *BMC plant biology*, *19*(1), 1-16.

Rashid, A.; M.R. Mir.; and K.R. Hakeem (2016). Biofertilizer use for sustainable agricultural production. In Plant, Soil and Microbes, Springer, Cham, (pp. 163-180).

Revillas, J.J.; B. Rodelas.; C. Pozo.; M.V. Martinez-Toledo.; and J.G. López (2005). Production of amino acids by Azotobacter vinelandii and Azotobacter Chroococcum with phenolic compounds as sole carbon source under diazotrophic and adiazotrophic conditions. *Amino acids*, *28*(4), 421-425.

Rueda, D.; G. Valencia.; N. Soria.; B.B. Rueda.; B. Manjunatha.; R.R. Kundapur.; and M. Selvanayagam (2016). Effect of Azospirillum spp.; andAzotobacter spp. on the growth and yield of strawberry (Fragaria vesca) in hydroponic system under different nitrogen levels. J Appl Pharm Sci., 6(01), 48-54.

Sayed, M.Z.H.; A.M. Isam.; A. Aziz.; and A.B.Y. Wan (2011). Effect of photoperiod on propagation of Strawberry (*Fragaria Ã—ananassa* Duch.). *Journal of Horticulture and Forestry*, *3*(8), 259-263.

Schaffer, B.; and Andersen, P. C. (2018). *Handbook of environmental physiology of fruit crops*. CRC Press. pp: 1-367.

Shaheen, S.; M. Khan.; M.J. Khan.; S. Jilani.; Z. Bibi.; M. Munir.; and M. Kiran (2017). Effective Microorganisms (EM) co-applied with organic wastes and NPK stimulate the growth, yield and quality of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Sarhad J. Agric*, *33*(1), 30-41.

Sharma, A.; D. Shankhdhar.; and S.C. Shankhdhar (2016). Potassium-solubilizing microorganisms: mechanism and their role in potassium solubilization and uptake. In *Potassium solubilizing microorganisms for sustainable agriculture* (pp. 203-219). Springer, New Delhi.

Sharma, A.; T.N. Saha.; A. Arora.; R. Shah.; and L. Nain (2017). Efficient microorganism compost benefits plant growth and improves soil health in Calendula and Marigold. *Horticultural Plant Journal*, *3*(2), 67-72.

Shokouhian, A.A. (2018). Impactof effective microorganisms and nitrogen levels on morphological characteristics and yield of strawberry cv. Paros. journal of horticulture science (agricultural sciences and technology) spring, 32(1): 1-60.

Taha, S.M.; and L.M. Salih (2012). Effect of Spry with Seaweed Extract (Matrix-15) on Some Vegetative and Root Growth of two Strawberry Varieties (*Fragaria X Ananasa* Duch.). Journal of Kirkuk University for Agricultural Sciences. The Journal of Kikuk University, 3(2): 1-13.

Talaat, N.B. (2019). Effective microorganisms: An innovative tool for inducing common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) salt-tolerance by regulating photosynthetic rate and endogenous phytohormones production. Scientia Horticulturae, 250, 254-265.

Tendon, H.L.S., (1993). Methods of analysis of soils, plants, waters and fertilizers. Fertilization development and consultation organization, New Delhi. India. 2 edition. Pp, 138.

Torronen, R.; and K. Maatta (2002). Bioactive substances and health benefits of strawberries. Acta Horticulturae, 576, 797-803.

Tripathi, V.K.; A. Jain.; S. Kumar.; V. Dubey.; and A. Kumar (2017). Efficacy of bio-fertilizers and mulching on growth, yield and quality of strawberry (*Fragaria× ananassa*) cv. Chandler. Indian Journal of Agricultural Sciences, 87(9), 1179-1183.

Whitaker, V.M.; B.M. Santos.; and N.A. Peres (2012). University of Florida strawberry cultivars. University of Florida IFAS Extension HS1199, 1-4.

Effect of Biofertilizers on Improving Soil Fertility and Morphological and Chemical Growth Parameters of Strawberry Plant

Mohamad Alomar [(1)*], Roula Bayerli [(1)] and Hanan Sharaby [(1)]

(1). Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, Damascus University, Damascus, Syria.

(*Corresponding Author: Mohamad Alomar. E-Mail: m.alomar@damascusuniversity.edu.sy).

Received: 20/01/2023 Accepted: 14/02/2023

Abstract:

This experiment was carried out in the green house of Al-Adawi area of the Damascus Governorate, and labs of Horticulture Department, Faculty of Agriculture, Damascus University during the period 2020-2021, to study the effect of bio fertilizer, *Azotobacter Chroococcum* (0, 5, 10 ml/l) and Em1 (0, 4, 8 ml/l) and their interactions on parameters of soil fertility, morphological and chemical growth parameters of strawberry plant cv. Festival. The combination treatment of *Azotobacter Chroococcum* (10 ml/l) and Em1, (8 ml/l) resulted in the best soil fertility (7.18, 0.28 %, 16 mg/kg, 442.22 mg/kg for pH, total nitrogen, available phosphorous and available potassium respectively), and morphological, chemical growth parameters (2.73 runners, 117.93 cm, 4.27, 2.42 %, 0.49 %, 1.83 %, 3.56 mg/g wet weight, 1.29 mg/g wet weight, 1.07 mg/g wet weight for runners/plant, runners height, number of new plants/runners, nitrogen, phosphorous, potassium, chlorophyll a and b, and carotenoids respectively), The lowest values, however, were obtained in control non-treated plants.

Keywords: Strawberry Plant, Biofertilizer (*Azotobacter Chroococcum*), Biofertilizer (Em1).