

دور التلقيح البكتيري والرش بالـ Humus والتسميد بكبريتات المغنيسيوم في نمو ونوعية أوراق المعدنوس *Petroselinum crispum* Var. *Vulgare* ومحتواها من حامض الأوكزاليك

جمال احمد عباس

*مازن موسى عبد أمين

قسم البستنة وهندسة الحدائق/كلية الزراعة – جامعة الكوفة- جمهورية العراق

المستخلص

نفذت تجربة حقلية في محافظة النجف في الموسمين 2014–2015 و 2015–2016، بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة R.C.B.D. كتجربة عاملية بثلاثة عوامل وثلاث مكررات. قورنت المعدلات حسب اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال 0.05 وتضمنت :

العامل الأول : لقاح بكتيري بمستويين (لقاح وبدون لقاح) ، إذ لقت البذور قبل الزراعة وأضيفت دفعة ثانية منشطة على سطح التربة مع ماء الري بعد مرور 90 يوماً من تلقيح البذور.

العامل الثاني : السماد الدبالي Humus (Super humic) بثلاث تراكيز هي (0، 3 و 6 مل.لتر¹) بواقع رشتين الأولى بعد تكون 3-4 أوراق حقيقية والثانية بعد 20 يوماً من الرش الأولى.

العامل الثالث : كبريتات المغنيسيوم المائية MgSO₄.7H₂O (10.5% Mg) بثلاثة مستويات هي (0، 40 و 80 كغم. دونم⁻¹) وأضيف على دفتين الأولى إضافة نصف الكمية عند زراعة البذور، والدفعة الثانية إضافة نصف الكمية المتبقية بعد 60 يوماً من الدفعة الأولى .

أظهرت النتائج ان التلقيح البكتيري أدى إلى زيادة معنوية في عدد الأوراق الكلي و محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي والمغنيسيوم ، في حين أدى التلقيح البكتيري الى انخفاض معنوي في محتوى الأوراق من حامض الأوكزاليك و نسبة حامض الأوكزاليك / الكالسيوم و محتوى الأوراق من الكالسيوم ونسبة بلورات أوكزالات الكالسيوم في الأوراق قياساً مع معاملة المقارنة التي أعطت أعلى القيم للصفات أعلاه. وتفوق رشّ الـ Humus بالتركيز 3مل.لتر⁻¹ معنوياً في زيادة عدد الأوراق الكلية ومحتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي. كما تفوق التركيز 6 مل.لتر⁻¹ في محتوى الأوراق من المغنيسيوم. في حين أدى الرشّ بالـ Humus الى انخفاض معنوي في محتوى الأوراق من حامض الأوكزاليك ونسبة حامض الأوكزاليك / الكالسيوم ونسبة بلورات أوكزالات الكالسيوم في الأوراق قياساً مع معاملة المقارنة التي أعطت أعلى القيم للصفات أعلاه. وأدى التسميد بكبريتات المغنيسيوم المائية بالمستوى 80 كغم. دونم⁻¹ الى زيادة معنوية في عدد الأوراق الكلي و محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي و المغنيسيوم مقارنة بمعاملة المقارنة التي أنتجت أقل القيم، في حين أدى التسميد بكبريتات المغنيسيوم إلى أحداث انخفاض معنوي في محتوى الأوراق من حامض الأوكزاليك ونسبة

حامض الأوكزاليك / الكالسيوم و محتوى الأوراق من الكالسيوم ونسبة بلورات أوكزالات الكالسيوم قياساً مع معاملة المقارنة التي أعطت أعلى القيم للصفات أعلاه، كما كان لجميع التداخلات الثنائية والثلاثية لعوامل التجربة تأثير معنوي في جميع الصفات قيد الدراسة.

كلمات مفتاحيه: معدنوس، حامض الأوكزاليك. محتوى الأوكزالات. مخصب حيوي. كبريتات المغنسيوم. سماد دبالي.

*البحث مستل من أطروحة دكتوراه للباحث الأول

المقدمة

يعدُّ المعدنوس من نباتات الخُضَرِ الورقيةِ المهمةِ المُستعملةِ في المجالاتِ الغذائيةِ والطبيةِ لغناه بالعديدِ من المركباتِ الحيويةِ كالألاحِ المعدنيةِ والفيتاميناتِ وحامضِ الفوليكِ، وهي من العواملِ المهمةِ في التوازنِ الغذائي (2)، فضلاً عن كونه مصدراً للزيوتِ الطيارةِ ولعددٍ من الموادِ الفعالةِ لذا تُستعملُ بذورُ النباتِ وأوراقهُ وزيتُه الطيارِ في مجالاتِ الطبِّ العلاجيِ والتكميليِ والوقائيِ والصناعاتِ المرتبطةِ بهما (7). من جانبٍ آخر فإنَّ مجموعةَ الخُضري يُعدُّ ذا تركيزِ عالٍ من حامضِ الأوكزاليكِ Oxalic Acid والذي يقدرُ بحدودِ 100-170 ملغم. 100غم⁻¹ وزن طري (12) مما يزيدُ من فرصِ ارتباطه مع كاتيونِ الكالسيومِ مكوناً بلوراتِ أوكزالاتِ الكالسيومِ Calcium Oxalate Crystals غيرِ الذائبةِ التي تتراكمُ في فجواتِ الخلاياِ النباتيةِ مسببةً مضاراً صحيةً للإنسانِ بسببِ تبلورها في الكلى عند تناولِ النباتِ (29)، في حين ان هنالك إمكانيةً لربطِ الفائضِ من هذا الحامضِ بأيوناتِ معدنيةٍ أخرى كالمغنيسيومِ مكونةً أملاحاً ذائبةً في الخلاياِ النباتيةِ وبهذا يمكنُ خفضِ نسبةِ هذا الحامضِ والبلوراتِ غيرِ الذائبةِ الناتجةِ عنه في جسمِ الإنسانِ (27).

إنَّ نظامَ التنميةِ الزراعيةِ المستدامةِ Sustainable Agriculture Development هو الجمعُ بينِ التسميدِ

الحيويِ والعضويِ والكيميائيِ بهدفِ المحافظةِ على استدامةِ المقدرةِ الإمداديةِ للتربةِ من المغذياتِ من أجلِ تحسينِ صفاتِ النموِ وتحسينِ القيمةِ الغذائيةِ والعلاجيةِ للنباتاتِ وتقليلِ نسبِ المركباتِ الضارةِ لصحةِ الإنسانِ، لذا يُمكنُ توظيفِ فعاليةِ بعضِ الكائناتِ الحيةِ الدقيقةِ ونشاطها الحيويِ وتسخيرها بالشكلِ الأمثلِ في تحسينِ صفاتِ النموِ وخفضِ نسبِ المركباتِ الضارةِ في المعدنوس. *Petroselinum crispum* Mill. من خلالِ تلقيحِ البذورِ ببكتريا الأزوتوباكتر *Azotobacter chroococcum*، إذ تعمَّلُ على تثبيتِ النتروجينِ الجويِ حيويّاً بهيأةِ أمونيومِ NH_4^+ وإفرازِ عددٍ من الموادِ المنشطةِ للنموِ (25). أشارَ Abdollahi وآخرون (16) من ان استعمالِ مزيجِ الأسمدةِ الحيويةِ الأزوتوباكترِ والأزوسبيريليمِ *Azospirillum* SPP. بالتركيزِ 4 لتر. هكتار⁻¹ أحدثُ زيادةً معنويةً في مؤشراتِ النموِ والحاصلِ لنباتِ الكزبرةِ *Corianderum sativum* L. و توصلَ Yingpeng وآخرون (34) الى أن صورة التسميدِ النتروجيني كان لها تأثيرٌ واضحٌ على تركيزِ وتوزيعِ بلوراتِ أوكزالاتِ الكالسيومِ المتكونةِ في خلايا نباتِ السبانخِ. *Spinacea oleracea* L. وكان لإضافةِ النتروجينِ بهيأةِ أمونيومِ أثرٌ واضحٌ في خفضِ نسبةِ البلوراتِ إلى 38% بخلافِ التسميدِ بهيأةِ نتراتٍ رفعَ هذه النسبةِ إلى 69%

المهمة والضرورية لتغذية النبات فهو أهم كاتيون يعادل الأيونات غير المنتشرة لغشاء الثايلاوكد ويسهم في تخليص النبات من التراكيز العالية لحامض الأوكزاليك وتنشيط تثبيت النتروجين الجوي حيويًا (8 و 33)، إذ بين Mohamed (26) في تجربة على نبات أجوان (*Trachyspermum ammi* L. Ajowan) العائد إلى العائلة الخيمية وجود زيادة معنوية في الصفات الخضرية قيد الدراسة ومحتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي وأيون المغنيسيوم عند المعاملة بـ 50 كغم. فدان⁻¹* سماد كبريتات المغنيسيوم (20% MgO) مع 450 كغم. فدان⁻¹ سماد كبريتات الأمونيوم (20.5% N)، ولاحظ Yetilmezsoy وآخرون (35) في تجربة أصص لمعرفة تأثير إضافة السماد المعدني $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ (MNP) على صفات النمو الخضري لنباتات المعدنوس، الشمرة (الحبة الحلوة) *Foeniculum vulgare* L.، الشبنت *Anehum* L. والجرجير *ErUCA sativa graveolens* L. Mill. أنّ النباتات المعاملة بالمستوى 1.2 غم لكل أصيص نمت بشكل أسرع بكثير من نباتات المقارنة وتوقت معنويًا عليها في صفات النمو الخضري .

ونظرا لقلّة البحوث على نبات المعدنوس في العراق لذا هدفت هذه التجربة إلى دراسة دور التلقيح البكتيري والرش بالـ Humus والتسميد بكبريتات المغنيسيوم في نوعية أوراق المعدنوس ومحتواها من

، كذلك يمكن توظيف عوامل أخرى من أجل تحسين النمو وخفض كمية حامض الأوكزاليك من خلال تحديد نوعية الأسمدة المستعملة، إذ تُعد الأسمدة الدبالية Humus Fertilizers إحدى الوسائل الفعالة لتوفير بعض المغذيات الضرورية كالنيتروجين بهيأة أمونيوم والفسفور والكبريت والمواد المنشطة للنمو فضلاً عن إحتوائها على الأحماض الدبالية Humic acid و Fulvic acid التي لها دورٌ فاعلٌ في جاهزية المغذيات من خلال زيادتها لنفاذية الأغشية الخلوية وتنشيطها لحركة الأيونات وإنتقالها في النبات (8)، فقد وجد الدوجي ومطروود (4) ان رش نبات الحبة السوداء *Nigella sativa* L. بالهيوميت السائل بالتركيز 50 مل. لتر⁻¹ أدى إلى زيادة معنوية في عدد الأوراق قياساً بأوطأ المعدلات والتي نتجت من نباتات المقارنة، ولاحظ Smolen وآخرون (31) ان رش السماد الدبالي بتركيز 2% على نبات السبانغ قد خفض من نسبة بلورات أوكزالات الكالسيوم بنسبة 12% بينما أعطت النباتات غير المعاملة بالسماد العضوي زيادة في نسبة البلورات بلغت 16.10%، اما Citak و Sonmez (19) فقد وجد أنّ إضافة ثلاثة أنواع من الأسمدة العضوية مخلفات الأبقار والدواجن ودم المجازر بالمستويات 3.50، 5.00 و 6.00 طن. هكتار⁻¹ كان له تأثير معنوي على زيادة تركيز المغنيسيوم و الكالسيوم في نبات السبانغ مقارنة بتلك التي لم تسمد . كما يُعد المغنيسيوم أحد الأيونات

حامض الأوكزاليك ونسبة بلورات أوكزالات الكالسيوم فيها .

المواد وطرائق العمل

Materials and Methods

تنفيذ التجربة ومعاملاتها

نفذت تجربة حقلية في قضاء الكوفة - محافظة النجف الأشرف خلال الموسمين الزراعيين 2014—2015 و 2015—2016 بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة Completely Randomized Design (R.C.B.D.) كتجربة عاملية بثلاثة عوامل وثلاث مكررات كل عامل منها يضم 18 وحدة تجريبية، وقورنت المعدلات حسب اختبار دنكن متعدد الحدود عند مستوى احتمال 0.05. وتضمنت ثلاثة عوامل هي:

العامل الأول : القاح بكتيري بمستويين (لقاح وبدون لقاح) رمز لهما A1 وA0، عقت البذور سطحياً بإستعمال الكحول الايثيلي 95% لمنع التلوث ثم غسلت بالماء المقطر لإزالة المادة المعقمة ، لقح 1 كغم بذور مع 0.5 كغم لقاح بكتيريا *A.chroococcum* المحملة على البتموس المجهزة من قبل دائرة البحوث الزراعية / مركز التقانات الغذائية والإحيائية / هيئة العلوم والتكنولوجيا وذلك بتحضير اللقاح المعلق بنسبة 1 : 3 (لقاح بكتيري: ماء مقطر) وأضيف الصمغ العربي بنسبة 10% من الخليط بمقدار 10:1 (صمغ: ماء مقطر) لضمان التصاق اللقاح بالبذور(3)، خلط المزيج جيداً وترك لمدة ساعة ونصف مع

إبقاء بذور المقارنة من دون تلقيح تمهيداً لزراعتها في الحقل واضيفت دفعة ثانية منشطة من المخصب الحيوي على سطح التربة مع ماء الري بعد مرور 90 يوماً من تلقيح البذور الأول حيث اضيفت كمية متساوية لـ 27 وحدة تجريبية وبمعدل 18.51 غم لقاح بكتيري محمل على البتموس.

العامل الثاني : السماد الدبالي Humus نوع Super humic والمنتج من قبل شركة Alruya Company for Fertilizers الألمانية بثلاثة تراكيز هي (3,0 و 6 مل.لتر¹) بواقع رشتين الأولى بعد تكون 3-4 أوراق حقيقية والثانية بعد 20 يوماً من الرشة الأولى.

العامل الثالث : كبريتات المغنيسيوم المائبة MgSO4.7H2O (Mg% 10.5) بثلاثة مستويات هي (0، 40 و 80 كغم. دونم-1)*، وأضيفت على دفتين الأولى إضافة نصف الكمية عند زراعة البذور، والدفعة الثانية إضافة نصف الكمية المتبقية بعد 60 يوماً من الدفعة الأولى بعد ان قسم الحقل على ثلاثة مكررات كل منها يضم 18 وحدة تجريبية (لوح) بمساحة 2م طول × 2م عرض.

أخذت تسع عينات عشوائية من أماكن مختلفة من تربة الحقل لغرض إجراء التحليل الفيزيائية والكيميائية والحيوية في مختبر الدراسات العليا/ قسم التربة والموارد المائية/ كلية الزراعة /جامعة الكوفة (جدول، 1).

جدول(1): بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية والحيوية لتربة التجربة خلال الموسمين قبل وبعد الزراعة

بعد الزراعة (قبيل التبرعم)		قبل الزراعة		وحدة القياس	نوع التحليل	
الموسم الثاني	الموسم الأول	الموسم الثاني	الموسم الأول			
2015	2014	2015	2014			
2016	2015	2016	2015			
رملية مزيجيه	رملية مزيجيه	رملية مزيجيه	رملية مزيجيه	-	نسجه التربة	
700	780	695	785	غم . كغم ⁻¹	مفصولات التربة	
180	100	180	100	غم . كغم ⁻¹		الرمل
130	120	125	115	غم . كغم ⁻¹		الغرين
6.20	5.80	6.37	5.90	غم . كغم ⁻¹	الطين	
7.13	7.51	7.48	7.69	-	Organic Matter	
2.64	2.38	2.47	2.20	ديسي سيمنز.م ⁻¹	درجة تفاعل التربة pH	
50.10	44.85	40.90	36.12	ملغم.كغم ⁻¹	درجة الايصالية الكهربائية EC	
7.90	6.91	8.80	7.40	ملغم.كغم ⁻¹	النيتروجين الجاهز N	
16.00	14.05	16.80	15.10	ملي مول شحنة.لتر ⁻¹	الفسفور الجاهز P	
4.12	3.45	3.40	2.49	ملي مول شحنة.لتر ⁻¹	الكالسيوم الجاهز Ca ⁺⁺	
⁴ 10× 26.6	⁴ 10 × 21	⁴ 10× 1.4	⁴ 10× 1.5	غم ⁻¹ تربة *CFU جافة	المغنسيوم الجاهز Mg ⁺⁺	
					بكتريا الازوتوباكتر	

* الكثافة العددية للخلايا البكتيرية لكل غم⁻¹ تربة جافة ، قدرت بطريقة التخفيف والعد بالأطباق وفق طريقة Black (14).

* الفدان = 2 هكتار
* الدونم = 0.25 هكتار

3 - محتوى الأوراق من حامض الأوكزاليك Oxalic acid (ملغم.غم⁻¹ وزن طري): قدر تركيز حامض الأوكزاليك وفق ما ورد في A.O.A.C. (11).

4 - نسبة حامض الأوكزاليك / الكالسيوم: قدرت هذه النسبة في الأوراق حسب المعادلة التالية :

تم قياس الصفات الآتية مع بداية تكوين البراعم الزهرية بتاريخ 2015/5/10 في الموسم الأول و2016/5/15 في الموسم الثاني وهي:

1 - عدد الأوراق الكلي (ورقة نبات⁻¹)

2 - محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي (ملغم. 100 غم⁻¹ وزن طري): إذ تم قياسه بواسطة الاستون 80% ووفق ما ورد في طريقة Goodwin (22).

كمية حامض الأوكزاليك (ملغم.غم⁻¹)

$$\text{نسبة حامض الأوكزاليك/الكالسيوم} = \frac{\text{الطيب (6)}}{\text{كمية الكالسيوم (ملغم.غم⁻¹)}}$$

5 - محتوى الأوراق من الكالسيوم (ملغم.غم⁻¹ وزن جاف): قدر تركيز الكالسيوم بالتسحيح وفق طريقة Kalra (24) بحساب حجم محلول الفرسين ويرمز له EDTA المستهلك من السحاحة وسجلت القراءة من خلال المعادلة التالية:

تم تقدير بعض المغذيات في الأوراق بعد إجراء عملية الهضم الرطب لعينات الأوراق المأخوذة من التجربة قبل دخول النباتات في مرحلة التزهير وتكوين البذور وفق طريقة Parsons و Cresser (18) وهي:

حجم محلول الفرسين EDTA المستهلك × عيارية EDTA

$$\text{الكالسيوم} = \frac{1000 \times 40 \times \text{حجم راشح العينة المأخوذة}}{\text{حجم محلول الفرسين EDTA المستهلك} \times \text{عيارية EDTA}}$$

6 - محتوى الأوراق من المغنيسيوم (ملغم.غم⁻¹ وزن جاف): قدر تركيز المغنيسيوم وفق طريقة Kalra (24) بحساب حجم EDTA المستهلك وسجلت القراءة من خلال المعادلة التالية:

حجم EDTA المستهلك × عيارية EDTA

$$1000 \times 23 \times \frac{\text{حجم مستخلص العينة المأخوذة}}{\text{حجم EDTA المستهلك} \times \text{عيارية EDTA}} = \text{المغنيسيوم} + \text{الكالسيوم}$$

حجم مستخلص العينة المأخوذة

واللحصول على قيم المغنيسيوم لوحدها طرحت قيم الكالسيوم المستخرجة من المعادلة السابقة من مجموع قيم المغنيسيوم

والكالسيوم المستخرجة من المعادلة الأخرى ولجميع المعاملات وفقاً لطريقة Kalra (24).

7 - نسبة بلورات اوكزالات الكالسيوم في الأوراق % :
نوع Olympus ياباني المنشأ بقوة تكبير X10 ، ثم حسبت عدد البلورات التي تظهر ضمن مساحة 32 ملم² (مساحة العدسة العينية للمجهر الضوئي) بعدها استخرجت النسبة المئوية لتركيز البلورات وفق المعادلة التالية:
وفقاً للطريقة التي أوردها Cutler وآخرون (16) إذ حسبت عينات الأوراق الناضجة لخمسة نباتات مأخوذة عشوائياً من كل وحدة تجريبية باستعمال المجهر الضوئي

عدد الخلايا التي تحوي بلورات ضمن مساحة العدسة 32 ملم²

النسبة المئوية لبلورات اوكزالات الكالسيوم =

$$100 \times \frac{\text{عدد الخلايا الكلية}}{\text{عدد الخلايا التي تحوي بلورات ضمن مساحة العدسة 32 ملم}^2}$$

عدد الخلايا الكلية

النتائج

ويلاحظ تفوق رشّ الـ Humus بالتركيز 3مل.لتر-¹ معنوياً في عدد الأوراق الكلية وبلغت 28.77 ورقة/نبات-¹ قياساً مع معاملة المقارنة التي أعطت أقل القيم بلغت 26.49 ورقة/نبات-¹ في الموسم الأول، كما تفوق التركيز 3مل.لتر-¹ في هذه الصفة معنوياً وأعطى 29.22 ورقة/نبات-¹ والذي لم يختلف معنوياً مع التركيز 6مل.لتر-¹ قياساً بمعاملة المقارنة التي أعطت أقل القيم بلغت 27.10 ورقة/نبات-¹ في الموسم الثاني .

يتضح من الجدول (2) إن للتلقيح البكتيري تأثيراً معنوياً في عدد الأوراق الكلية، إذ تفوقت النباتات الناتجة من البذور المعاملة باللقاح البكتيري في هذه الصفة معنوياً مقارنة باللقاح البكتيري من البذور غير المعاملة باللقاح البكتيري وبلغ عدد الأوراق 28.29 و 29.18 ورقة/نبات-¹ قياساً بـ 26.84 و 27.69 ورقة/نبات-¹ الموسمي التجربة وعلى التوالي.

المقارنة بلغت 24.22 ورقة نبات¹ و 24.33 ورقة نبات¹ الموسمي التجريبية وعلى التوالي . أما التداخلات بين التسميد بكبريتات المغنيسيوم والرشّ Humus فيوضح الجدول نفسه وجود تأثير معنوي أيضاً، فقد أعطت النباتات المسمدة بـ 80 كغم. دونم¹ كبريتات المغنيسيوم والتي رشّت بالتركيز 3 مل/لتر¹ سماد دبالي أكبر عدد للأوراق بلغ 32.16 ورقة نبات¹ و 33.50 ورقة نبات¹ للموسمين ،على التوالي مقارنة بأقل المعدلات والتي نتجت من نباتات المقارنة في الموسم الأول بلغت 23.83 ورقة نبات¹ و 24.50 ورقة نبات¹ نتجت من النباتات غير المسمدة بكبريتات المغنيسيوم التي رشّت بالتركيز 3 مل/لتر¹ سماد دبالي في الموسم الثاني والتي لم تختلف معنوياً مع معاملة المقارنة. وكان للتداخل الثلاثي بين عوامل التجربة تأثير معنوي في هذه الصفة ، إذ أعطت النباتات الملقحة بذورها بالمخصب الحيوي والمسمدة بالمستوى 80 كغم.دونم¹ كبريتات المغنيسيوم التي رشّت بالتركيز 3 مل/لتر¹ سماد دبالي أكبر عدد للأوراق بلغ 33.33 ورقة نبات¹ و 36.00 ورقة نبات¹ للموسمين مقارنة بأقل عدد بلغ 23.33 ورقة نبات¹ و نتجت من نباتات المقارنة في الموسم الأول و 23.00 ورقة نبات¹ في الموسم الثاني و نتجت من النباتات غير الملقحة بذورها بالمخصب الحيوي وغير المسمدة بكبريتات المغنيسيوم التي رشّت بالتركيز 3 مل/لتر¹ سماد دبالي التي لم تختلف معنوياً مع معاملة المقارنة.

كما يتضح إن لزيادة مستويات سماد كبريتات المغنيسيوم المضافة تأثيراً معنوياً في زيادة عدد الأوراق الكلية في موسمي التجربة ويزداد التأثير كلما زاد مستوى السماد المضاف، إذ تفوقت المعاملة السمادية 80 كغم.دونم¹ كبريتات المغنيسيوم التي أعطت أقل القيم بلغت 30.16 و 31.66 ورقة نبات¹ قياساً بمعاملة المقارنة التي أعطت 25.05 و 25.05 ورقة نبات¹ لموسمي التجربة وعلى التوالي ويوضح الجدول نفسه وجود فرق معنوي للتداخلات بين التلقيح البكتيري ورشّ الـ Humus، إذ أعطت النباتات الناتجة من البذور الملقحة بالمخصب الحيوي التي رشّت بالتركيز 3 مل/لتر¹ سماد دبالي أكبر عدد للأوراق بلغ 29.66 ورقة نبات¹ و 30.66 ورقة نبات¹ للموسمين، على التوالي مقارنة بأقل المعدلات نتجت عن معاملة المقارنة وكانت 25.88 ورقة نبات¹ و 26.44 ورقة نبات¹ الموسمي التجريبية وعلى التوالي التي لم تختلف معنوياً عن بعض المعاملات الأخرى.

وقد كان للتداخلات بين التلقيح البكتيري وإضافة سماد كبريتات المغنيسيوم تأثير معنوي في هذه الصفة، إذ أعطت النباتات المعاملة بذورها باللقاح البكتيري والمسمدة بـ 80 كغم. دونم¹ كبريتات المغنيسيوم أكبر عدد للأوراق بلغ 30.88 ورقة نبات¹ و 33.00 ورقة نبات¹ مقارنة بأقل القيم والتي نتجت من معاملة

و 37.44 ملغم.100غم⁻¹ الموسمي التجربة وعلى التوالي .

ويوضح الجدول نفسه وجود فرق معنوي للتداخلات بين التلقيح البكتيري ورش الـ Humus، ففي الموسم الأول أعطت النباتات الناتجة من بذور ملقحة بالمخصب الحيوي التي رشّت بالتركيز 3مل.لتر⁻¹ أعلى القيم بلغت 50.62 ملغم.100غم⁻¹ أما في الموسم الثاني فأعطت النباتات الناتجة من البذور الملقحة بالمخصب الحيوي التي رشّت بالتركيز 6 مل.لتر⁻¹ أعلى القيم بلغت 57.99 ملغم.100غم⁻¹ مقارنة بأقل القيم نتجت عن معاملة المقارنة وبلغت 39.80 ملغم.100غم⁻¹ أو 49.77 ملغم.100غم⁻¹ لموسمي التجربة، على التوالي.

وقد كان للتداخلات بين التلقيح البكتيري وإضافة سماد كبريتات المغنيسيوم تأثيراً معنوياً، إذ أعطت النباتات المعاملة بذورها باللقاح البكتيري والمسمدة بـ 80كغم. دونم⁻¹ كبريتات المغنيسيوم أعلى القيم بلغت 57.85 ملغم.100غم⁻¹ و 72.80 ملغم.100غم⁻¹ مقارنة بأقل القيم التي نتجت من معاملة المقارنة وبلغت 35.33 ملغم.100غم⁻¹ و 36.64 ملغم.100غم⁻¹ الموسمي التجربة وعلى التوالي . أما التداخلات بين التسميد بكبريتات

كما يلاحظ من الجدول (3) إن التلقيح البكتيري تأثيراً معنوياً في محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي، إذ تفوقت النباتات الناتجة من البذور المعاملة باللقاح البكتيري في هذه الصفة معنوياً مقارنة بالنباتات الناتجة من البذور غير المعاملة باللقاح البكتيري وبلغت القيم 46.49 ملغم.100غم⁻¹ و 55.64 ملغم.100غم⁻¹ قياساً بـ 44.37 ملغم.100غم⁻¹ و 52.73 ملغم.100غم⁻¹ لموسمي التجربة وعلى التوالي .

ويلاحظ من الجدول نفسه تفوق الرشّ بالـ Humus بتركيز 3مل.لتر⁻¹ معنوياً في محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي وبلغ 49.11 ملغم.100غم⁻¹ في الموسم الأول و 57.10 ملغم.100غم⁻¹ في الموسم الثاني ونتج عن الرش بالتركيز 6مل.لتر⁻¹ والذي لم يختلف معنوياً عن معاملة رش الـ Humus بالتركيز 3 مل.لتر⁻¹ في حين أعطت معاملة المقارنة أقل محتوى بلغ 40.66 ملغم.100غم⁻¹ و 50.92 ملغم.100غم⁻¹ لموسمي التجربة وعلى التوالي . ويتضح إن لزيادة مستويات سماد كبريتات المغنيسيوم المضافة تأثيراً معنوياً في محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي في موسمي التجربة ويزداد التأثير كلما زاد مستوى السماد المضاف، إذ تفوقت المعاملة 80 كغم.دونم⁻¹ كبريتات المغنيسيوم على معاملة المقارنة التي أعطت أقل القيم وبلغت 56.17 ملغم.100غم⁻¹ و 71.68 ملغم.100غم⁻¹ قياساً بـ 35.85 ملغم.100غم⁻¹

المغنيسيوم	المغنيسيوم			المغنيسيوم	المغنيسيوم			المغنيسيوم (كغم، هكتار ⁻¹)
	H2	H1	H0		H2	H1	H0	
37.44c	36.96e	39.30e	36.08e	35.85c	36.29e	37.26e	34.02f	Mg0
53.43b	58.18c	52.64d	49.49d	44.27b	45.65c	45.73c	41.43d	Mg1
71.68a	76.18a	71.69ab	67.18b	56.17a	57.63b	64.36a	46.54c	Mg2
	57.10a	54.54a	50.92b		46.52b	49.11a	40.66c	معدل الـ Hummus
معدل التلقيح البكتيري	تركيز الـ Hummus (مل.لتر ⁻¹)			معدل التلقيح البكتيري	تركيز Hummus (مل.لتر ⁻¹)			التلقيح الكثيري
	H2	H1	H0		H2	H1	H0	
	52.73b	56.22a	52.21b		49.77b	44.37b	45.71c	
55.64a	57.99a	56.87a	52.07b	46.49a	47.34b	50.62a	41.53d	A1
	57.10a	54.54a	50.92b		46.52b	49.11a	40.66c	معدل الـ Hummus

*المعدلات التي تحمل الحروف الأبدية نفسها لا تختلف عن بعضها معنوياً وحسب إختبار دنكن متعدد الحدود على مستوى احتمال 5 %

يلاحظ من الجدول (4) ارتفاع محتوى الأوراق من حامض الأوكزاليك في نباتات المقارنة، إذ بلغ المحتوى 1.14 ملغم.غم⁻¹ و 0.88 ملغم.غم⁻¹ قياساً بالنباتات الناتجة من البذور المعاملة باللقاح البكتيري والتي إنخفض فيها المحتوى إلى 0.72 ملغم.غم⁻¹ و 0.75 ملغم.غم⁻¹ لموسمي التجربة وعلى التوالي. ويلاحظ ارتفاع محتوى الأوراق من حامض الأوكزاليك في نباتات المقارنة معنوياً التي لم ترشّ بالسماذ الدبالي السائل وبلغ المحتوى 1.09 ملغم.غم⁻¹ و 1.00 ملغم.غم⁻¹ قياساً بالنباتات التي رشّت بالسماذ الدبالي السائل بالتركيز 3 مل.لتر⁻¹ والتي إنخفض المحتوى فيها من حامض الأوكزاليك إلى 0.80 ملغم.غم⁻¹ في الموسم الأول و 0.70 ملغم.غم⁻¹ في الموسم الثاني ونتج عن رش السماذ الدبالي السائل بالتركيز 6 مل.لتر⁻¹ كما يتضح ارتفاع محتوى الأوراق من حامض الأوكزاليك في نباتات معاملة المقارنة التي لم تسمد بسماذ كبريتات المغنيسيوم وبلغ المحتوى 0.98 ملغم.غم⁻¹ و 0.89 ملغم.غم⁻¹ قياساً بالنباتات المسمدة بـ 80 كغم. دونم⁻¹ كبريتات المغنيسيوم والتي أدت الى خفض محتوى الأوراق من حامض الأوكزاليك إلى 0.87 ملغم.غم⁻¹ و 0.75 ملغم.غم⁻¹ الموسمي التجربة وعلى التوالي. أما التداخل بين التلقيح البكتيري ورشّ السـمـاذ Humus فيمكن ملاحظة ارتفاع محتوى الأوراق من حامض الأوكزاليك في نباتات معاملة المقارنة إلى 1.27 ملغم.غم⁻¹ و 1.07 ملغم.غم⁻¹ في حين

المغنيسيوم والرشّ السـمـاذ Humus فيوضح الجدول نفسه وجود تأثير معنوي أيضاً، فقد أعطت النباتات المسمدة بـ 80 كغم. دونم⁻¹ كبريتات المغنيسيوم التي رشّت بالتركيز 3 مل.لتر⁻¹ سماذ دبالي أعلى القيم بلغت 64.36 ملغم. 100 غم⁻¹ في الموسم الأول و 76.18 ملغم. 100 غم⁻¹ في الموسم الثاني ونتاجت من النباتات المسمدة بـ 80 كغم.دونم⁻¹ كبريتات المغنيسيوم التي رشّت بالتركيز 6 مل.لتر⁻¹ سماذ دبالي، مقارنة بأقل القيم والتي نتجت من نباتات المقارنة وبلغت 34.02 ملغم. 100 غم⁻¹ و 36.08 ملغم. 100 غم⁻¹ الموسمي التجربة وعلى التوالي .

وكان للتداخل الثلاثي بين عوامل التجربة تأثير معنوي في هذه الصفة، إذ أعطت النباتات الملقحة بذورها بالمخصب الحيوي والمسمدة بالمستوى 80 كغم.دونم⁻¹ كبريتات المغنيسيوم التي رشّت بالتركيز 3 مل.لتر⁻¹ سماذ دبالي أعلى القيم بلغت 67.58 ملغم. 100 غم⁻¹ في الموسم الأول و 76.70 ملغم. 100 غم⁻¹ في الموسم الثاني ونتاجت من النباتات الملقحة بذورها بالمخصب الحيوي والمسمدة بالمستوى 80 كغم.دونم⁻¹ كبريتات المغنيسيوم التي رشّت بالتركيز 6 مل.لتر⁻¹ سماذ دبالي قياساً بمعاملة المقارنة والتي أعطت أقل القيم بلغت 33.39 ملغم. 100 غم⁻¹ و 35.66 ملغم. 100 غم⁻¹ الموسمي التجربة وعلى التوالي .

الملقحة بذورها بالمخصب الحيوي والمسمدة بالمستوى 80 كغم. دونم¹- كبريتات المغنيسيوم والتي رشّت بالتركيز 3 و6 مل. لتر¹- سماد دبالي وأعطت أوطأ محتوى بلغ 0.46 ملغم. غم¹- أو 0.59 ملغم. غم¹- الموسمي التجربة وعلى التوالي.

يلاحظ من الجدول (5) أن نباتات المقارنة الناتجة من البذور غير المعاملة باللقاح البكتيري قد ازدادت فيها نسبة حامض الأوكزاليك / الكالسيوم وبلغت 0.056 و0.045 قياساً بالنباتات الناتجة من البذور المعاملة باللقاح البكتيري التي أعطت أقل نسبة بلغت 0.036 و 0.040 لموسمي التجربة وعلى التوالي.

كما يتضح من الجدول ان نباتات المقارنة التي لم ترشّ بالسماد الدبالي السائل قد ازدادت فيها نسبة حامض الأوكزاليك/الكالسيوم وبلغت 0.055 و0.052 قياساً بالنباتات التي رشّت بالسماد الدبالي السائل بالتركيز 3 مل. لتر¹- التي إنخفضت فيها هذه النسبة إلى 0.039 في الموسم الأول و0.037 في الموسم الثاني ونتج عند رش التركيز 6 مل. لتر¹-.

ويلاحظ من الجدول وجود فروق معنوية في هذه الصفة بين نباتات معاملة المقارنة التي ازدادت فيها نسبة حامض الأوكزاليك / الكالسيوم وبلغت 0.048 قياساً بالنباتات المسمدة بـ 80 كغم. دونم¹- كبريتات المغنيسيوم التي أعطت أوطأ نسبة بلغت 0.045 في الموسم الأول، وكذلك في الموسم الثاني فتفوقت معاملة المقارنة في هذه الصفة

إن المحتوى من الحامض إنخفض في النباتات الناتجة من البذور الملقحة بالمخصب الحيوي والتي رشّت بالتركيز 3 و6 مل. لتر¹- وبلغ المحتوى 0.59 ملغم. غم¹- و0.64 ملغم. غم¹- الموسمي التجربة، وعلى التوالي. ويلاحظ من التداخل بين التلقيح البكتيري وإضافة سماد كبريتات المغنيسيوم إرتفاع محتوى الأوراق من حامض الأوكزاليك في نباتات معاملة المقارنة إلى 1.18 ملغم. غم¹- أو 0.96 ملغم. غم¹- في حين ان المحتوى من الحامض إنخفض في النباتات الناتجة من البذور الملقحة بالمخصب الحيوي والمسمدة بـ 80 كغم. دونم¹- كبريتات المغنيسيوم إلى 0.66 ملغم. غم¹- أو 0.71 ملغم. غم¹-، لموسمي التجربة وعلى التوالي. أما التداخلات بين التسميد بكبريتات المغنيسيوم والرشّ السـ Humus فيوضح الجدول (4) وجود إرتفاع في محتوى الأوراق من حامض الأوكزاليك في نباتات معاملة المقارنة إلى 1.14 ملغم. غم¹- و1.12 ملغم. غم¹- في حين ان المحتوى من الحامض إنخفض في النباتات المسمدة بـ 80 كغم. دونم¹- كبريتات المغنيسيوم والتي رشّت بالتركيز 3 و6 مل. لتر¹- سماد دبالي وبلغ المحتوى 0.68 ملغم. غم¹- أو 0.65 ملغم. غم¹- الموسمي التجربة على التوالي. كما يلاحظ من التداخل الثلاثي بين عوامل التجربة وجود إرتفاع في محتوى الأوراق من حامض الأوكزاليك في نباتات معاملة المقارنة إلى 1.30 ملغم. غم¹- أو 1.21 ملغم. غم¹- في حين ان المحتوى من الحامض إنخفض في النباتات

جدول (4) تأثير التلقيح البكتيري والرشح بالـ Humus والتسميد بكريات المغنيسيوم والتدخلات بينها في محتوى الأوراق من حمض الأوكزاليك (ملغم.غم⁻¹) لموسم التجربة

2016-2015	تركيز الـ Humus (مل.لتر ⁻¹)			2015-2014	تركيز الـ Humus (مل.لتر ⁻¹)			المعاملات		
	H2	H1	H0		تناخل	H2	H1	H0	التسميد بكريات المغنيسيوم	التلقيح البكتيري
تناخل				تناخل						
A×Mg				A×Mg						
0.96a	0.86de	0.83efg	1.21a	1.18a	1.16abcd	1.08bcd	1.30a	Mg0	A0	
0.87b	0.75hij	0.80fgh	1.08b	1.16a	1.18abc	1.06cde	1.26b	Mg1		
0.81c	0.71jkl	0.78ghi	0.94c	1.08b	1.08bcd	0.90e	1.26b	Mg2		
0.81c	0.68k	0.73jkl	1.03b	0.78c	0.70f	0.66f	0.99de	Mg0	A1	
0.75d	0.67k	0.69k	0.91cd	0.74cd	0.68f	0.65f	0.89e	Mg1		
0.71e	0.59l	0.69k	0.85def	0.66d	0.65f	0.46g	0.89e	Mg2		

معدل سماد المغنيسيوم	تركيز الـ Humus (مل:لتر-1)			معدل سماد المغنيسيوم	تركيز Humus (مل:لتر-1)			معدل سماد المغنيسيوم (كغم:هكتار-1)
	H2	H1	H0		H2	H1	H0	
0.89a	0.77de	0.78c	1.12a	0.98a	0.93b	0.87b	1.14a	Mg0
0.81b	0.71f	0.74def	0.99b	0.95a	0.93b	0.85b	1.07a	Mg1
0.75c	0.65g	0.73ef	0.89c	0.87b	0.86b	0.68c	1.07a	Mg2
	0.70c	0.75b	1.00a		0.90b	0.80c	1.09a	معدل الـ Humus
معدل التلقيح البكتيري	تركيز الـ Humus (مل:لتر-1)			معدل التلقيح البكتيري	تركيز Humus (مل:لتر-1)			التلقيح البكتيري
	H2	H1	H0		H2	H1	H0	
	0.88a	0.77c	0.80c		1.07a	1.14a	1.14b	
0.75b	0.64e	0.70d	0.93b	0.72b	0.67e	0.59f	0.92d	A1
	0.70c	0.75b	1.00a		0.90b	0.80c	1.09a	معدل الـ Humus

*المعدلات التي تحمل الحروف الأبجدية نفسها لا تختلف عن بعضها معنوياً وحسب إختبار دنكن متعدد الحدود على مستوى احتمال 5 %

الموسم الأول أما في الموسم الثاني فأعطت النباتات المسمدة بـ 40 كغم. دونم-¹ كبريتات المغنيسيوم التي رشّت بالتركيز 6 مل.لتر-¹ سماد دبالي أقل نسبة بلغت 0.036 التي لم تختلف معنوياً عن بعض المعاملات الأخرى. كما يلاحظ من التداخل الثلاثي بين عوامل التجربة وجود زيادة في نسبة حامض الأوكزاليك/الكالسيوم في نباتات معاملة المقارنة بلغت 0.064 و 0.058 قياساً بالنباتات الملقحة بذورها بالمخصب الحيوي والمسمدة بالمستوى 80كغم.دونم-¹ كبريتات المغنيسيوم والتي رشّت بالتركيز 3 مل.لتر-¹ سماد دبالي التي أعطت أقل نسبة بلغت 0.025 في الموسم الأول وفي الموسم الثاني أعطت النباتات الملقحة بذورها بالمخصب الحيوي والمسمدة بالمستوى 80كغم.دونم-¹ كبريتات المغنيسيوم والتي رشّت بالتركيز 6 مل.لتر-¹ سماد دبالي وأعطت أقل نسبة بلغت 0.035 التي لم تختلف معنوياً عن بعض المعاملات الأخرى.

أظهرت النتائج المعروضة في الجدول (6) ان نباتات المقارنة الناتجة من البذور غير المعاملة بالمخصب الحيوي تفوقت معنوياً في محتوى الأوراق من الكالسيوم وأعطت أعلى محتوى بـ 19.91 ملغم.غم-¹ و 19.19 ملغم.غم-¹ قياساً بالنباتات الناتجة من البذور المعاملة باللقاح البكتيري التي أعطت أقل محتوى بـ 19.29 ملغم.غم-¹ و 18.41 ملغم.غم-¹ الموسمي التجربة وعلى التوالي .

وأعطت أعلى نسبة بلغت 0.043 التي لم تختلف معنوياً مع معاملة التسميد بـ 80كغم. دونم-¹ كبريتات المغنيسيوم قياساً مع معاملة التسميد بـ 40كغم. دونم-¹ كبريتات المغنيسيوم والتي أعطت أوطا نسبة بلغت 0.041.

أما التداخل بين التلقيح البكتيري ورشّ الـ Humus فيمكن ملاحظة إزدياد نسبة حامض الأوكزاليك / الكالسيوم في نباتات معاملة المقارنة وبلغت 0.063 و 0.056 قياساً بالنباتات الناتجة من البذور الملقحة بالمخصب الحيوي والتي رشّت بالتركيز 3 و 6 مل.لتر-¹ والتي أعطت أقل نسبة بلغت 0.029 و 0.035 لكلا الموسمين وعلى التوالي.

ويلاحظ من التداخل بين التلقيح البكتيري وإضافة سماد كبريتات المغنيسيوم إزدياد نسبة حامض الأوكزاليك/الكالسيوم في نباتات معاملة المقارنة وبلغت 0.058 و 0.046 مقارنة بالنباتات الناتجة من البذور الملقحة بالمخصب الحيوي والمسمدة بـ 40كغم. دونم-¹ كبريتات المغنيسيوم والتي أعطت أقل نسبة بلغت 0.036 و 0.039 والتي لم تختلف معنوياً مع بعض المعاملات الأخرى.

أما التداخلات بين التسميد بكبريتات المغنيسيوم والرشّ الـ Humus فيوضح الجدول (5) وجود زيادة في نسبة حامض الأوكزاليك/الكالسيوم في نباتات معاملة المقارنة بلغت 0.056 و 0.054 قياساً بالنباتات المسمدة بـ 80 كغم. دونم-¹ كبريتات المغنيسيوم والتي رشّت بالتركيز 3 مل.لتر-¹ سماد دبالي والتي أعطت أقل نسبة بلغت 0.035 في

جدول (5) تأثير التلقيح البكتيري والرشح بالك Humus والتسميد بكريبات المغنيسيوم والتداخلات بينهافي نسبة حامض الأوكزاليك / الكالسيوم في الأوراق لموسمي التجربة

2016-2015	تركيز الك Humus (مل.لتر ⁻¹)			2015-2014	تركيز الك Humus (مل.لتر ⁻¹)			المعاملات		التأثير البكتيري التلقيح
	تداخل	H2	H1		H0	تداخل	H2	H1	H0	
A×Mg					A×Mg				التسميد بكريبات المغنيسيوم	
0.046a	0.041e	0.040e	0.058a	0.058a	0.057bc	0.053cd	0.064a	Mg0		
0.044b	0.038ef	0.039e	0.055ab	0.058a	0.059ab	0.053cd	0.062a	Mg1		
0.046a	0.040e	0.044d	0.055ab	0.054b	0.055bc	0.045e	0.063a	Mg2		A0
0.040c	0.035fg	0.036fg	0.051c	0.038c	0.035f	0.032f	0.048de	Mg0		
0.039d	0.035fg	0.035fg	0.047d	0.036c	0.034f	0.031f	0.045e	Mg1		
0.042c	0.035fg	0.041e	0.050c	0.037c	0.035f	0.025g	0.049de	Mg2		A1
معدل سمد	تركيز الك Humus (مل.لتر ⁻¹)			معدل سمد	تركيز الك Humus (مل.لتر ⁻¹)			معدل سمد		سمد

المغذيات	المغذيات			المغذيات	المغذيات			المغذيات
	H2	H1	H0		H2	H1	H0	
0.043a	0.038d	0.038d	0.054a	0.048a	0.046b	0.042c	0.056a	Mg0
0.041b	0.036d	0.037d	0.051b	0.047ab	0.046b	0.042c	0.053a	Mg1
0.043a	0.037d	0.042c	0.052ab	0.045b	0.045b	0.035d	0.056a	Mg2
	0.037c	0.039b	0.052a		0.045b	0.039c	0.055a	معدل الـ Humus
معدل التفتيح البكتيري	Humus (مل.لتر-1)			معدل التفتيح البكتيري	Humus (مل.لتر-1)			التفتيح البكتيري
	H2	H1	H0		H2	H1	H0	
	0.045a	0.041c	0.056a		0.056a	0.057b	0.050c	
0.040b	0.035e	0.037d	0.049b	0.036b	0.034e	0.029f	0.047d	A1
	0.037c	0.039b	0.052a		0.045b	0.039c	0.055a	معدل الـ Humus

المعدلات التي تحمل الحروف الأبجدية نفسها لا تختلف عن بعضها معنوياً وحسب اختبار دنكن متعدد الحدود على مستوى احتمال 5 %

نباتات معاملة المقارنة معنوياً في هذه الصفة والتي أعطت أعلى محتوى بلغ 20.31 ملغم.غم⁻¹ و 20.62 ملغم.غم⁻¹ قياساً بالنباتات الناتجة من البذور الملقحة بالمخصب الحيوي والمسمدة بـ 80 كغم. دونم⁻¹ كبريتات المغنيسيوم والتي أعطت أقل محتوى بلغ 17.99 ملغم.غم⁻¹ و 16.68 ملغم.غم⁻¹ موسمي التجربة وعلى التوالي .

أما التداخلات بين التسميد بكبريتات المغنيسيوم والرشّ السـ Humus فيوضح الجدول (6) تفوق نباتات معاملة المقارنة معنوياً في هذه الصفة وأعطت أعلى محتوى بلغ 20.29 ملغم.غم⁻¹ و 20.29 ملغم.غم⁻¹ قياساً بالنباتات المسمدة بـ 80 كغم. دونم⁻¹ كبريتات المغنيسيوم التي رشّت بالتركيز 3 مل.لتر⁻¹ سماد دبالي التي أعطت أقل محتوى بلغ 18.68 ملغم.غم⁻¹ في الموسم الأول و 16.87 ملغم.غم⁻¹ في الموسم الثاني ونتجت من النباتات المسمدة بـ 80 كغم. دونم⁻¹ كبريتات المغنيسيوم التي لم ترشّ بالسماد الدبالي التي لم تختلف معنوياً مع النباتات المسمدة بـ 80 كغم. دونم⁻¹ كبريتات المغنيسيوم والتي رشّت بالتركيز 3 و 6 مل.لتر⁻¹ سماد دبالي.

ويلاحظ من التداخل الثلاثي بين عوامل التجربة تفوق نباتات معاملة المقارنة معنوياً في هذه الصفة وأعطت أعلى محتوى بلغ 20.38 ملغم.غم⁻¹ في الموسم الأول و 20.74 ملغم.غم⁻¹ في الموسم الثاني ونتجت من معاملة المقارنة والتي رشّت بالتركيز 6

ويتضح من الجدول نفسه ان معاملة رش السماد الدبالي لم يكن لها تأثير معنوي في محتوى الأوراق من الكالسيوم لموسمي التجربة وعلى التوالي . في حين يلاحظ ان نباتات المقارنة التي لم تسمد بكبريتات المغنيسيوم تفوقت معنوياً في محتوى الأوراق من الكالسيوم وأعطت أعلى محتوى بلغ 20.18 ملغم.غم⁻¹ و 20.06 ملغم.غم⁻¹ قياساً بالنباتات التي سُمدت بالمستوى 80 كغم.دونم⁻¹ كبريتات المغنيسيوم والتي أعطت أقل محتوى بلغ 18.79 ملغم.غم⁻¹ و 16.94 ملغم.غم⁻¹ الموسمي التجربة وعلى التوالي .

أما التداخل بين التلقيح البكتيري ورشّ الـ Humus فيلاحظ تفوق نباتات معاملة المقارنة معنوياً في محتوى الأوراق من الكالسيوم والتي أعطت أعلى محتوى بلغ 20.02 ملغم.غم⁻¹ في الموسم الأول و 19.27 ملغم.غم⁻¹ في الموسم الثاني ونتجت من النباتات غير الملقحة بذورها بالمخصب الحيوي التي رشّت بالتركيز 3 مل.لتر⁻¹ ، قياساً بالنباتات الناتجة من البذور الملقحة بالمخصب الحيوي التي لم ترشّ بالسماد الدبالي والتي أعطت أقل محتوى بلغ 19.23 ملغم.غم⁻¹ في الموسم الأول ، أما في الموسم الثاني أعطت النباتات الناتجة من البذور الملقحة بالمخصب الحيوي والتي رشّت بالتركيز 6 مل.لتر⁻¹ أقل محتوى بلغ 18.17 ملغم.غم⁻¹ .

ويلاحظ من التداخل بين التلقيح البكتيري وإضافة سماد كبريتات المغنيسيوم تفوق

جدول (6) تأثير التلقيح البكتيري والرشّ بالك Humus والتسميد بكريبات المغنيسيوم والتداخلات بينها في محتوى الأوراق من الكالسيوم (ملغم، 10^{-3}) الموسمي التجريبية

2016-2015	تركيز الك Humus (مل انتر 10^{-3})			2015-2014	تركيز الك Humus (مل انتر 10^{-3})			المعاملات	
	H2	H1	H0		تناخل A×Mg	H2	H1	H0	التسميد بكريبات المغنيسيوم
تناخل A×Mg									
20.62a	20.74a	20.45ab	20.67a	20.31a	20.25ab	20.31ab	20.38a	Mg0	A0
19.75b	19.62cde	20.05bc	19.58de	19.86c	19.72def	19.80de	20.06c	Mg1	
17.21d	17.43g	17.31gh	16.90hi	19.59d	19.61fg	19.52g	19.64efg	Mg2	
19.52b	18.99f	19.66cde	19.92cd	20.05b	19.82d	20.15bc	20.20bc	Mg0	A1
19.05c	18.91f	19.22ef	19.04f	19.83c	19.81d	20.08c	19.60fg	Mg1	
16.68e	16.63i	16.58i	16.85i	17.99e	18.24h	17.84i	17.90i	Mg2	
معدل سمد	تركيز الك Humus (مل انتر 10^{-3})			معدل سمد	تركيز الك Humus (مل انتر 10^{-3})			سمد	

المغذيات	معدل التلقيح البكتيري			المغذيات	معدل التلقيح البكتيري			معدل التلقيح البكتيري
	H2	H1	H0		H2	H1	H0	
20.06a	19.86bc	20.05ab	20.29a	20.18a	20.03b	20.23a	20.29a	Mg0
19.40b	19.26d	19.63c	19.31d	19.84b	19.76d	19.94bc	19.83cd	Mg1
16.94c	17.03e	16.94e	16.87e	18.79c	18.92e	18.68f	18.77f	Mg2
	18.71a	18.87a	18.82a		19.57a	19.61a	19.63a	معدل الـ Humus
معدل التلقيح البكتيري	تركيز الـ Humus (مل. لتر-1)			معدل التلقيح البكتيري	تركيز الـ Humus (مل. لتر-1)			معدل التلقيح البكتيري
	H2	H1	H0		H2	H1	H0	
	19.19a	19.26a	19.27a		19.05a	19.91a	19.86b	
18.41b	18.17c	18.48b	18.60b	19.29b	19.29cd	19.35c	19.23d	A1
	18.71a	18.87a	18.82a		19.57a	19.61a	19.63a	معدل الـ Humus

*المعدلات التي تحمل الحروف الأبجدية نفسها لا تختلف عن بعضها معنوياً وحسب إختبار دنكن متعدد الحدود على مستوى احتمال 5 %

الأوراق من المغنيسيوم في موسمي التجربة ، إذ تفوقت المعاملة 80 كغم.دونم-¹ كبريتات المغنيسيوم على معاملة المقارنة التي أعطت أقل محتوى وبلغت القيم 3.94 ملغم.غم -¹ و 4.33 ملغم.غم -¹ اقياساً بـ 3.30 ملغم.غم -¹ و 2.95 ملغم.غم -¹ لموسمي التجربة، وعلى التوالي .

ويوضح الجدول نفسه وجود فرق معنوي للتداخلات بين التلقيح البكتيري ورش الـ Humus، إذ أعطت النباتات الناتجة من بذور ملقحة بالمخصب الحيوي التي رشّت بالتركيز 6مل.لتر-¹ أعلى محتوى بلغ 3.76 ملغم.غم -¹ و 3.61 ملغم.غم -¹ مقارنة بأقل محتوى نتج عن معاملة المقارنة بلغ 3.33 ملغم.غم -¹ و 3.32 ملغم.غم -¹ لموسمي التجربة وعلى التوالي .

وقد كان للتداخلات بين التلقيح البكتيري وإضافة سماد كبريتات المغنيسيوم تأثير معنوي، إذ أعطت النباتات المعاملة بذورها باللقاح البكتيري والمسمدة بـ 80كغم. دونم-¹ كبريتات المغنيسيوم أعلى محتوى بلغ 4.26 ملغم.غم -¹ و 4.42 ملغم.غم -¹ مقارنة بأقل محتوى الذي نتج من معاملة المقارنة وبلغ 3.21 ملغم.غم -¹ و 2.94 ملغم.غم -¹ لموسمي التجربة، وعلى التوالي .

أما التداخلات بين التسميد بكبريتات المغنيسيوم والرش الـ Humus فيوضح الجدول نفسه وجود تأثير معنوي، فقد أعطت النباتات المسمدة بـ 80 كغم. دونم-¹ كبريتات المغنيسيوم التي رشّت بالتركيز 6 مل.لتر-¹

مل.لتر-¹ سماد دبالي التي لم تختلف معنوياً عن معاملة المقارنة ، قياساً بالنباتات الملقحة بذورها بالمخصب الحيوي والمسمدة بالمستوى 80كغم.دونم-¹ كبريتات المغنيسيوم التي رشّت بالتركيز 3مل.لتر-¹ سماد دبالي التي أعطت أقل محتوى بلغ 17.84 ملغم.غم -¹ و 16.58 لموسمي التجربة، على والتوالي.

يلاحظ من الجدول (7) إن للتلقيح البكتيري تأثيراً معنوياً في محتوى الأوراق من المغنيسيوم ، إذ تفوقت النباتات الناتجة من بذور معاملة باللقاح البكتيري في هذه الصفة معنوياً مقارنة بالنباتات الناتجة من بذور غير معاملة باللقاح البكتيري إذ بلغ المحتوى 3.70 ملغم.غم -¹ و 3.50 ملغم.غم -¹ قياساً بـ 3.36 ملغم.غم -¹ و 3.41 ملغم.غم -¹ لموسمي التجربة ، وعلى التوالي.

ويلاحظ تفوق رش الـ Humus بالتركيز 6مل.لتر-¹ معنوياً في محتوى الأوراق من المغنيسيوم وبلغ 3.58 ملغم.غم -¹ قياساً مع معاملة رش التركيز 3مل.لتر-¹ والتي أعطت أقل محتوى بلغ 3.49 ملغم.غم -¹ التي لم تختلف معنوياً مع معاملة المقارنة في الموسم الأول ، أما في الموسم الثاني تفوق رش الـ Humus بالتركيز 6مل.لتر-¹ معنوياً في محتوى الأوراق مع المعاملة المقارنة وبلغ 3.54 ملغم.غم -¹ قياساً مع معاملة المقارنة التي أعطت أقل محتوى بلغ 3.34 ملغم.غم -¹.

ويتضح إن لزيادة مستويات سماد كبريتات المغنيسيوم المضافة تأثيراً معنوياً في محتوى

إذ بلغت هذه النسبة 15.77% و10.55% قياساً بالنباتات الناتجة من البذور المعاملة باللقاح البكتيري التي إنخفضت النسبة فيها إلى 13.66 و 9.10 % لموسمي التجربة وعلى التوالي .

ويلاحظ إرتفاع هذه النسبة في نباتات المقارنة التي لم ترشّ بالسماذ الدبالي السائل وبلغت 15.83% و11.32% قياساً بالنباتات التي رشّت بالسماذ الدبالي بالتركيز 6مل.لتر-¹ التي إنخفضت فيها هذه النسبة إلى 13.66% و 9.05 % لموسمي التجربة وعلى التوالي.

ويتضح إرتفاع نسبة البلورات في نباتات معاملة المقارنة التي لم تسمد بسماذ كبريتات المغنيسيوم وبلغت 16.66% و11.49% قياساً بالنباتات المسمدة بـ80 كغم. دونم-¹ كبريتات المغنيسيوم والتي إنخفضت فيها النسبة إلى 12.50 % و 8.27 % لموسمي التجربة وعلى التوالي .

أما التداخل بين التلقيح البكتيري ورشّ الـ Humus فيمكن ملاحظة إرتفاع نسبة البلورات في نباتات معاملة المقارنة إلى 16.66% و 12.77 % في حين إن هذه النسبة إنخفضت في النباتات الناتجة من البذور الملقحة بالمخصب الحيوي التي رشّت بالتركيز 6 مل.لتر-¹ وبلغت 12.00 % و7.88 % لموسمي التجربة وعلى التوالي .

ويلاحظ من التداخل بين التلقيح البكتيري وإضافة سماذ كبريتات المغنيسيوم إرتفاع نسبة البلورات في نباتات معاملة المقارنة وبلغت 17.66 % و 12.22 % في حين

سماذ دبالي أعلى محتوى بلغ 4.03 ملغم.غم-¹ مقارنة بأقل محتوى والذي نتج من النباتات غير المسمدة بكبريتات المغنيسيوم التي رشّت بالتركيز 3 مل.لتر-¹ سماذ دبالي وبلغ 3.28 ملغم.غم-¹ والتي لم تختلف مع نباتات المقارنة في الموسم الأول، أما في الموسم الثاني فتفوقت النباتات المسمدة بـ80 كغم. دونم-¹ كبريتات المغنيسيوم التي رشّت بالتركيز 6 مل.لتر-¹ سماذ دبالي أعلى محتوى بلغ 4.42 ملغم.غم-¹ مقارنة بأقل محتوى الذي نتج من نباتات المقارنة إذ بلغ 2.79 ملغم.غم-¹.

وكان للتداخل الثلاثي بين عوامل التجربة تأثيرٌ معنويٌّ في هذه الصفة، إذ أعطت النباتات الملقحة بذورها بالمخصب الحيوي والمسمدة بالمستوى 80 كغم.دونم-¹ كبريتات المغنيسيوم التي رشّت بالتركيز 6 مل.لتر-¹ سماذ دبالي أعلى محتوى بلغ 4.40 ملغم.غم-¹ و4.57 ملغم.غم-¹ قياساً بالنباتات الناتجة من البذور غير الملقحة بالمخصب الحيوي والمسمدة بالمستوى 40 كغم.دونم-¹ كبريتات المغنيسيوم ورشّت بالتركيز 3 مل.لتر-¹ سماذ دبالي التي أعطت أقل محتوى بلغ 3.18 ملغم.غم-¹ التي لم تختلف مع معاملة المقارنة في الموسم الأول، أما في الموسم الثاني فأعطت معاملة المقارنة أقل محتوى بلغ 2.78 ملغم.غم-¹.

يلاحظ من الجدول (8) إرتفاع نسبة بلورات أوكزالات الكالسيوم في أوراق نباتات المقارنة

جدول (7) تأثير التلقيح البكتيري والرش بالـ Humus والتسميد بكريبات المغنيسيوم والتداخلات بينها في محتوى الأوراق من المغنيسيوم (ملغم، غم⁻²) الموسمي التجريبية

2016-2015	تركيز الك Humus (مل. لتر ⁻¹)			المعاملات	التأثير البكتيري
	H2	H1	H0		
تناحل				التسميد بكريبات المغنيسيوم	
A × Mg					
2.94e	3.06def	2.98f	2.78g	Mg0	A0
3.07d	3.12cd	3.10cd	2.99ef	Mg1	
4.24b	4.27b	4.26b	4.21b	Mg2	
2.98e	3.10cd	3.03def	2.81g	Mg0	A1
3.12c	3.17c	3.11cd	3.08cde	Mg1	
4.42a	4.57a	4.50a	4.20b	Mg2	
معامل سماد	تركيز الك Humus (مل. لتر ⁻¹)			معامل سماد	تركيز الك Humus (مل. لتر ⁻¹)

المغذيات	تركيز الـ Hummus (مل/لتر-1)			المغذيات	تركيز الـ Hummus (مل/لتر-1)			معدل الـ Hummus
	H2	H1	H0		H2	H1	H0	
2.95c	3.08de	3.00f	2.79g	3.30b	3.32d	3.28d	3.31d	Mg0
3.09b	3.14c	3.10cd	3.03ef	3.34b	3.40c	3.29d	3.35cd	Mg1
4.33a	4.42a	4.38a	4.20b	3.94a	4.03a	3.92b	3.87b	Mg2
	3.54a	3.49b	3.34c		3.58a	3.49b	3.51b	معدل الـ Hummus
معدل التافيح البكتيري				معدل التافيح البكتيري				معدل التافيح البكتيري
	H2	H1	H0		H2	H1	H0	
3.41b	3.48c	3.44c	3.32d	3.36b	3.40c	3.34cd	3.33d	A0
3.50a	3.61a	3.54b	3.36d	3.70a	3.76a	3.65b	3.69b	A1
	3.54a	3.49b	3.34c		3.58a	3.49b	3.51b	معدل الـ Hummus

*المعدلات التي تحمل الحروف الأبجدية نفسها لا تختلف عن بعضها معنوياً وحسب إختبار دنكن متعدد الحدود على مستوى احتمال 5 %

جدول (8) تأثير التلقيح البكتيري والرشح بـ Humus والتسميد بكمييات المغنيسيوم والتداخلات بينها في نسبة بلورات أوكزالات الكالسيوم في الأوراق (% للموسمي التجريبية)

2016-2015	تركيز السوس (مل إنتر ⁻¹) Humus			2015-2014	تركيز السوس (مل إنتر ⁻¹) Humus			المعاملات		
	تناخل	H2	H1		تناخل	H2	H1	H0	التسميد بكمييات المغنيسيوم	التلقيح البكتيري
A × Mg				A × Mg						
12.22a	11.66abc	11.00abcd	14.00a	17.66a	17.00b	17.00b	19.00a	Mg0	A0	
10.44bc	11.00abcd	7.00ef	13.33a	16.00ab	15.00d	16.00c	17.00b	Mg1		
9.00cd	8.00def	8.00def	11.00abcd	13.66bc	14.00e	13.00f	14.00e	Mg2		
10.77ab	9.66bcde	10.00bcde	12.66ab	15.66ab	14.00e	16.00c	17.00b	Mg0	A1	
9.00cd	8.00def	10.00bcde	9.00cdef	14.00b	13.00f	14.00e	15.00d	Mg1		
7.55d	6.00f	8.66cdef	8.00def	11.33c	9.00h	12.00g	13.00f	Mg2		

معدل سماد المغنسيوم	تركيز الـ Humus (مل.لتر-1)			معدل سماد المغنسيوم	تركيز Humus (مل.لتر-1)			سماد (كغم. هكتار-1) المغنسيوم
	H2	H1	H0		H2	H1	H0	
11.49a	10.66b	10.50bc	13.33a	16.66a	15.50abc	16.50ab	18.00a	Mg0
9.72b	9.50bcd	8.50cde	11.16b	15.00a	14.00bcd	15.00abc	16.00ab	Mg1
8.27c	7.00e	8.33de	9.50bcd	12.50b	11.50d	12.50cd	13.50bcd	Mg2
	9.05b	9.11b	11.32a		13.66b	14.66ab	15.83a	معدل الـ Humus
معدل التافيح البكتيري	تركيز الـ Humus (مل.لتر-1)			معدل التافيح البكتيري	تركيز Humus (مل.لتر-1)			التافيح البكتيري
	H2	H1	H0		H2	H1	H0	
	10.55a	10.22b	8.66bc		12.77a	15.77a	15.33a	
9.10b	7.88c	9.55bc	9.88b	13.66b	12.00b	14.00ab	15.00a	A1
	9.05b	9.11b	11.32a		13.66b	14.66ab	15.83a	معدل الـ Humus

*المعدلات التي تحمل الحروف الأبجدية نفسها لا تختلف عن بعضها معنويًا وحسب اختيار ذلك متعدد الحدود على مستوى احتمال 5 %

خلال دورها في تثبيت النتروجين الجوي حيويًا في التربة ، والذي تكمن أهميته في التأثير في العديد من العمليات الفسلجية والحيوية داخل النبات فهو يشكل القاعدة الأساسية لبناء الأحماض الأمينية والبروتينات والهرمونات النباتية والأنزيمات ذات الأهمية البالغة في عملية بناء البروتوبلازم وتنشيط النمو وزيادة أعداد وحجم الخلايا(1)، وهذا يتفق مع ما توصل اليه Shanmuga - Priya وآخرون (30) على نبات الريحان. وقد يعزى تفوق معاملة التلقيح البكتيري في صفة الكلوروفيل الكلي إلى ان هذه المعاملة أعطت افضل النتائج في عدد الأوراق(جدول2)، مما سمح للنبات باستقبال كمية أكبر من الأشعة الضوئية اللازمة لعملية التمثيل الكربوني والقيام بنشاط تمثيلي جيد وإنتاج كمية أكبر من الكربوهيدرات ومن ثم بناء المركبات الحيوية الأخرى ومنها الكلوروفيل قياساً بنباتات المقارنة.

وقد يعود سبب إنخفاض محتوى حامض الأوكزاليك في النباتات المعاملة بالمخصب الحيوي إلى توفر النتروجين بهيأة أمونيوم مما لو توفرت بهيئة نترات، ويفسر ذلك إلى أن توفر النتروجين بهيئة نترات يتطلب اختزالها إلى أمونيا بوساطة انزيمي مختزل النترات والنترت في النبات مما يسبب زيادة تكوّن أيون الهيدروكسيد OH^- وبالتالي رفع قيمة الرقم الهيدروجيني وجعل المحيط الخلوي قاعدي (28) ، كما قد يكون السبب إلى ان زيادة تركيز النترات في النباتات غير المعاملة

إنخفضت هذه النسبة في النباتات الناتجة من البذور الملقحة بالمخصب الحيوي والمسمدة بـ80كغم. دونم-¹ كبريتات المغنيسيوم وبلغت 11.33% و7.55% لموسمي التجربة وعلى التوالي .

أما التداخلات بين التسميد بكبريتات المغنيسيوم والرّشّ Humus فيوضح الجدول (8) وجود إرتفاع في نسبة البلورات في نباتات معاملة المقارنة وبلغت 18.00% و13.33% في حين إنخفضت هذه النسبة في النباتات المسمدة بـ80كغم. دونم-¹ كبريتات المغنيسيوم والتي رشّت بالتركيز 6 مل.لتر-¹ سماد دبالي وأعطت 11.50% و7.00% لموسمي التجربة وعلى التوالي .

ويلاحظ من التداخل الثلاثي بين عوامل التجربة وجود إرتفاع في نسبة البلورات في نباتات معاملة المقارنة بلغت 19.00% و14.00% في حين كانت أوطأ نسبة بلورات والتي نتجت من النباتات الملقحة بذورها بالمخصب الحيوي والمسمدة بالمستوى 80كغم.دونم-¹ كبريتات المغنيسيوم التي رشّت بالتركيز 6 مل.لتر-¹ سماد دبالي وأعطت 9.00% و6.00% لموسمي التجربة وعلى التوالي .

المناقشة

قد يُعزى تفوق معاملة التلقيح البكتيري في صفة عدد الأوراق الكلي إلى ان إضافة السماد الحيوي قد عمل على تلبية الحاجات الغذائية للنبات من عنصر النتروجين من

الهياكل الكربونية من عملية البناء الضوئي لغرض إنتاج البروتينات وبناء الخلايا لاحقاً (1) فضلا عن ان تنشيط عملية البناء الضوئي تحتاج إنتاج ما يكفي من جزيئات الكلوروفيل مما أدى الى زيادة إمتصاص المغنيسيوم من قبل النبات ويدعم ذلك القول ان النباتات المعاملة بالمخصب الحيوي ارتفع محتواها من الكلوروفيل (جدول3).

قد تعزى الزيادة المتحققة في عدد الأوراق نتيجة الرش الورقي للأسمدة الدبالية قياساً بمعاملة المقارنة إلى ان طريقة الإضافة كانت مناسبة لإنتقال المغذيات مباشرة داخل النبات باعتبار ان الأوراق مركزاً مهماً تحدث فيها العديد من العمليات الفسلجية والحيوية (5) مما قد ساعد على إظهار تأثير الأحماض الدبالية (الهيوميك والفولفيك) الموجودة في السماد الدبالي السائل بشكل فعال والتي عملت على زيادة نفاذية الأغشية الخلوية إذ لها القدرة على إختراق الخلايا بسهولة وعبور الأغشية نصف النافذة مثل جدران الخلايا مما سهل عملية انتقال المغذيات (8) ، كما إن الأسمدة الدبالية غنية بالنتروجين والفسفور واللذان يدخلان في تركيب البروتينات والمرافقات الإنزيمية والأحماض النووية DNA و RNA و tRNA التي تحفز على تكوين الساييتوكاينينات وتشجع بدورها الإنقسام السريع للخلايا وبناءها ومن ثم تشجيع التفرعات الجانبية وهذه التأثيرات تعمل منفردة أو مجتمعة لأداء دورها الفسلجي بتنشيط الفعاليات الحيوية (1) مما إنعكس في زيادة عدد الأوراق (جدول 2)،

بالمخصب الحيوي قد حفز زيادة تكوين مركب Glyoxylate الذي يعد أحد المركبات الرئيسية في إنتاج حامض الأوكزاليك فضلا عن ان زيادة حامض الأوكزاليك بسبب تحفيز النترات قد يعود الى أكسدة حامض الإسكوربيك إلى مركب Dehydro - ascorbic acid ثم إلى حامض 2,3- Dioxo- gulonic acid والذي بدوره يتحول إلى حامض الأوكزاليك (17)، وتتفق ايضا مع ما توصل اليه Guoyi وآخرون (23) على نبات السبانغ. ويمكن أن يفسر سبب إنخفاض نسبة حامض الأوكزاليك/الكالسيوم في النباتات الملقحة بالمخصب الحيوي قياساً بنباتات المقارنة إلى إنخفاض المحتوى من حامض الأوكزاليك وعنصر الكالسيوم مما سبب في نقصان هذه النسبة، وقد يعود سبب إنخفاض محتوى الأوراق من الكالسيوم ونسبة بلورات أوكزالات الكالسيوم في الأوراق نتيجة التلقيح البكتيري إلى إن إضافة المخصب الحيوي قد وفّر النتروجين بهيأة امونيوم الذي يعمل على منافسة الكالسيوم ومزاحمته عند الإمتصاص بسبب تحرر أيون الهيدروجين من الأمونيوم أو يكون السبب من التأثير المباشر للأمونيوم نفسه (10).

وقد يعزى إرتفاع محتوى المغنيسيوم في أوراق النباتات المعاملة بالمخصب الحيوي إلى إن بكتيريا الازوتوباكترا قد وفرت إحتياجات النبات الغذائية من عنصر النتروجين مما يستدعي توفر ما يكفي من

المحتوى من حامض الأوكزاليك مما سبب في انخفاض هذه النسبة . كما أن الزيادة المعنوية المتحققة في محتوى الأوراق من المغنيسيوم نتيجة الرش الورقي للأسمدة الدبالية السائلة قياساً بمعاملة المقارنة قد تُعزى إلى تأثير الأحماض الدبالية (الهيوميك والفولفيك) في تسهيل عملية إمتصاص المغنيسيوم من محلول التربة مترافقاً مع زيادة تركيزه فيها على اعتبار ان هذه الأحماض تعد نواقل نشطة لأيونات موجبة الشحنة بسبب إمتلاكها للمجاميع الفعالة كالهيدروكسيل hydroxyl group والكاربوكسيل carboxyl group سالبة الشحنة إضافة إلى عملها في زيادة نفاذية الأغشية الخلوية من خلال قدرتها على اختراق الخلايا بسهولة وعبور الأغشية نصف النافذة مثل جدران الخلايا وكل هذا يسهل عملية إمتصاص وإنتقال المغذيات من محلول التربة إلى داخل خلايا وأنسجة النبات (21) أو أن رشّ الأسمدة الدبالية ساعد في زيادة نشاط النمو الخضري والمتمثل في زيادة عدد الأوراق (جدول 2) مما أسهم بشكل مباشر أو غير مباشر في زيادة قدرة النبات على إمتصاص المغذيات من التربة وتراكمها في الأنسجة النباتية وخاصة المغنيسيوم، وتتفق هذه النتائج مع الطيب(6).

وقد يعود سبب انخفاض نسبة بلورات أوكزالات الكالسيوم في أوراق النباتات التي رشّت بالسماذ الدبالي إلى دور هذه الأسمدة في خفض محتوى أوراق هذه النباتات من

وهذه النتائج تتفق مع ما توصل إليها الدوجي ومطروود (4) على نبات الحبة السوداء من ان رشّ الأسمدة الدبالية السائلة زاد من عدد الأوراق . كما ان سبب زيادة محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي عند رش الـ Humus قد يعود إلى توفر عنصر النتروجين الذي يشترك في تكوين مجاميع Porphyrins الأربعة الداخلة في تركيب الكلوروفيل(33)، وتتفق هذه النتائج مع الطيب (7) على نبات السبانغ من أنّ رشّ الأسمدة الدبالية زاد من الكلوروفيل الكلي في الأوراق.

ويمكن أن يكون سبب انخفاض محتوى حامض الأوكزاليك في النباتات المعاملة بالسماذ الدبالي قياساً مع نباتات المقارنة إلى وجود بعض المغذيات في السماذ الدبالي التي عملت على زيادة نشاط وفعالية بعض الأنزيمات ومنها أنزيم Oxalic acid oxidase الذي يعمل على أكسدة حامض الأوكزاليك وبالتالي انخفاض نسبته في الأوراق(35)، أو إلى احتواء السماذ الدبالي على الأحماض الدبالية حامض الهيوميك والفولفيك التي عملت على خفض pH المحيط الخلوي ولأجل محافظة الخلية على قاعدية السايئوبلازم أو يبقى متعادلاً فإنها قد تخفض من إنتاج الأحماض العضوية ومنها حامض الأوكزاليك (10 و 16)، أما انخفاض نسبة حامض الأوكزاليك/الكالسيوم في النباتات المعاملة بالسماذ الدبالي قد يعود إلى انخفاض

الكالسيوم وحدثت زيادة معنوية في تركيز أيون المغنيسيوم في الأوراق، ومع ما توصل إليه Mohamed (26) على نبات أجوان بتحقيق زيادة معنوية لأيون المغنيسيوم في المادة الجافة للنبات عند زيادة مستويات سماد كبريتات المغنيسيوم. كما قد يعزى سبب انخفاض نسبة بلورات أو كزالات الكالسيوم في النباتات المسمدة بكبريتات المغنيسيوم قياساً بنباتات معاملة المقارنة إلى انخفاض محتواها من حامض الأوكزاليك والكالسيوم (جدول 4 و6) نتيجة التسميد بكبريتات المغنيسيوم.

المصادر

- 1 - أدريس، محمد حامد وصبحي درهاب. 2007. فسيولوجيا النبات. مركز سوزان مبارك للاستكشاف العلمي. مصر. <http://www.smsec.com>
- 2 - بوراس، متيادي وبسام أبو ترابي وإبراهيم البسيط. 2006. إنتاج محاصيل الخضر. مطبعة الداودي، كلية الزراعة. منشورات جامعة دمشق. سوريا.
- 3 - حسن، علاء عيدان. 2004. تأثير الملوحة في كفاءة بكتريا الـ *Bradyrhizobium* spp. في نبات الماش. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة. جامعة بغداد. جمهورية العراق.
- 4 - الدوجي، عصام حسين علي وسميرة عبد الكريم مطرود. 2015. تأثير مسافة الزراعة والرش بالهوميوت السائل في نمو وحاصل البذور والزيت في الحبة

ومزاحمته على مواقع الإمتصاص فالأيونات المتشابهة الشحنة تتنافس على مواقع التبادل في التربة معتمدة في ذلك على تراكيزها فكلما كانت نسبة أحد الكاتيونات المتبادلة إلى مجموع الكاتيونات الأخرى أعلى تزداد قابلية إمتصاصه من قبل النبات دون أن يعاني أي صعوبة (9 و 8)، أو أن المغنيسيوم يمتلك قطراً أيونياً صغيراً 0.89 انكستروم مقارنة مع الكالسيوم 1.17 انكستروم لذا فإن حركة تكون أسرع من حركة الكالسيوم وكذلك سيكون للمغنيسيوم قطر متأدرت (فعال) أكبر مقارنة مع الكالسيوم وبالتالي تزداد فرص إمتصاصه من قبل النبات على اعتبار أن الكاتيونات المتساوية الشحنة تتنافس فيما بينها اعتماداً على قطرها الأيوني المتمى فالكاتيونات التبادلية التي لها نصف قطر متأدرتي كبير يكون إرتباطها بأسطح جزيئات التربة السالبة ضعيف فتحرر إلى محلول التربة مما يؤدي إلى زيادة جاهزيتها للنبات مقارنة بالكاتيونات التبادلية التي لها سعة غلاف مائي أقل فتمسك بشحنات سطح جزيئات التربة بقوة أكبر فتقل جاهزيتها للنبات وهذا ما يلاحظ عند مقارنة قطر المغنيسيوم المتحد بالماء (الفعال) وهو 10.80 انكستروم أما الكالسيوم فهو 9.60 انكستروم لذا يكون المغنيسيوم أكثر جاهزية للنبات (9 و 10)، ويتفق ذلك مع ما توصل إليه Donald (21) من إن إضافة سماد كبريتات المغنيسيوم إلى نبات الكاميليا *Camellia* L. أدى إلى نقص في تركيز أيون

- 10 - مينكل، ك و ي و أ . كيربي . 2000 . مبادئ تغذية النبات . ترجمة سعد الله نجم عبد الله النعيمي . الطبعة الثانية(المنقحة). دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.
- 11 - A.O.A.C. 1990. American Official Methods of Analysis. 15th Ed., Association of the Official Analytical Chemistry, Washington, D.C. U.S.A. pp. 200-210.
- 12 - Abdel-Moemin, A. R.2014.Oxalate Content of Egyptian grown Fruits and Vegetables and daily Common herbs. Journal of Food Research,3(3):66-77.
- 13 -Abdollahi, F.; A. Salehi; R. Shahabi and Rahimi, A.2016.Effect of different nitrogen sources on vegetative traits, grain yield and essential Oil yield of Coriander *Corianderum sativum* L. Cercetari Agronomic in Moldova,1(165):51-
- السوداء *Nigella sativa* L. مجلة الكوفة للعلوم الزراعية،7(3):46-55.
- 5 - الشاطر، محمد سعيد و أكرم محمد البلخي . 2010 . خصوبة التربة والتسميد . مطبعة الروضة، منشورات جامعة دمشق. كلية الزراعة. سوريا .
- 6 - الطيب، فؤاد عباس سلمان .2012.تأثير استخدام بعض العوامل على نمو وحاصل وتكوين بلورات او كزالات الكالسيوم Calcium Oxalate Crystals في نبات السبانخ *Spinacea oleracea* L. صنف محلي. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة.جامعة الكوفة .جمهورية العراق.
- 7 - النوري، احمد سمير ومحمد عصام حسن آغا وهيفاء حواسلي .2009.علم العقاقير وكيمياء العقاقير . الجزء العملي . كلية الصيدلة. منشورات جامعة دمشق. سوريا .
- 8 - النعيمي، سعد الله نجم عبد الله .1999. الأسمدة وخصوبة التربة . دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. العراق.
- 9 - ستانجيف، ل و ف، فليجف.1990. الكيمياء الزراعية . ترجمة نديم ميخا اسحق و خليل ابراهيم محمد علي . مطابع التعليم العالي ، جامعة بغداد. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي . العراق .

- 19 - Citak ,S and S .Sonmez .2010.Effect of conventional and organic fertilization on Spinach *Spinacea oleracea* L. growth, yield, vitamin C and nitrate concentration during two Successive Season. *Scientia Horticulturae*,126(4) : 415-420.
- 20 - Chen, Y. and T. Aviad . 1990. Effects of humic substances on plant growth. *Soil Society of America. selected readings. In: Amer. Soc. of Agron.*,161-186. <http://www.dl.Sciencesocieties.org.com>.
- 21 -Donald, J. M.2004. Effects of Magnesium-Sulfate on Leaf Chlorosis, Plant Growth and Nutrient Uptake in *Camellia sasanqua* 'Shishi Gashira'. *Horticultural Research Institute Journal. Environ. Hort.*, 22(3):161-164.USA. ([HRI - http://www.hrresearch.org](http://www.hrresearch.org)).
- 22 - Goodwin , T. W. 1976 .Chemistry and Biochemistry of Plant Pigment . 2nd Ed. 65.[http://www.Uaiasi.ro/CERC-ET-AGROMOID .com](http://www.Uaiasi.ro/CERC-ET-AGROMOID.com).
- 14- Black, C. A.1965. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and Microbiological properties. Am. Soc. Agron., Inc. Madison, Wisconsin. USA.
- 15 - Bhaigyabati, T.; T. Kirithika; L. Ramya and Usha, K. 2011. Photochemical constituents and antioxidant activity of various extract of corn silk *Zea mays* L. *Research Journal of Pharmaceutical ,Biological and Chemical Sciences*,2(4):986-993.
- 16 - Cutler, D. F.; T. Botha and Stevenson, D.W.2007.Plant Anatomy An applied Approach. Blackwell Publishing .USA.pp301.
- 17 - Caliskan, M.2000. The Metabolism of oxalic acid .*Turk J. Zool.*, 24:103-106.
- 18 - Cresser, M. E. and I. Parsons .1979. Sulphuric, perchloric and digestion of plant material for magnesium, *Analytical chemical, Acta.*,109:431-436.

- Conditions. Journal of Applied Sciences Research, 3(8):781-786.
- 27 – Nakata, P.A. and M.M. Mc Conn. 2000. Isolation of *Medicago truncatula* Mutants defective in calcium oxalate crystal formation. Plant Physiology, 124, :1097-1104.
- 28 - Rahman, M. M. and O. Kawamura. 2011. Oxalate accumulation in forage plants: some agronomic , climatic and genetic aspects. Asian- Aust. Journal. Anim. Sci., 24(3):439-448.
- 29 - Savage, G and L.Vanhanen.2015.Calcium and Oxalate contents of Curly Leaf *Petroselinum crispum* and flat Leaf *Petroselinum crispum* var neapolitanum Parsley Cultivars. Food and Nutrition Sciences,6:1565-1570.
<http://www.scirp.org/journal/fns.com> .
- 30 – Shanmuga- Priya ,M; F. Reyaz; K. A. Divyashree; K. Academic Press, N. Y., Sanfrancisco .USA. pp 373.
- 23 - Guoyi, Z.;W. Jianfei; X. Suzhi and Jianrong , Z. 2007. Effects of NH₄⁺-N/ NO₃⁻-N ratios on Yield and Soluble Oxalate Content of Spinach *Spinacia oleracea* L. Chines Agriculture Science Bulletin, 23(9): 58-59.
- 24 - Kalra, Y.P.1998. Hand book of reference methods for plant analysis. Soil and plant Analysis Council, Inc. Published CRC press.USA.pp137-152.
- 25 - Muraleedharan, H; S. Seshadri and Perumal, K.2010. Bio Fertilizer. Publisher: Shri AMM Murugappa Chettiar Research Centre, Taramani, Chennai 600 113.
<http://www.usask.ca/agriculture/plantsci/vegetable>
- 26 - Mohamed, A.A.2007.Effect of Nitrogen and Magnesium Fertilization on the Production of *Trachyspermum ammi* L. (Ajowan) Plants under Sinai

- 33 - Taiz, L. and E. Zeiger .2006. Plant Physiology, 3rd .Sinauer Associates, Inc. Publishers, Sunderland, MA, USA. pp:292-296. <http://www.foxitsoftware.com>.
- 34 -Yingpeng ,Z.; L. Xianyong; Z. Yongsong and Shaoting ,D.2005. Effect of nitrogen forms on content and distribution of nitrate and oxalate forms in spinach plant .Journal of Plant Nutrition ,32(4):648-6520.
- 35 - Yetilmezsoy, Y.; F. I. Turkdogan; A. Gunay; T. Yilmaz and Kaleli, M .2013.Medicinal Plants grown in soil amended with straiten recovered from an aerobically pretreated poultry manure waste water. The Journal of Animal and Plant Sciences,23(1): 261-270.
- Satheesh- Babu; M. Lakshmi Prabha and Prasad, M. P.2013. Pilot Scale Production of Azotobacter biofertilizer and Its Effect on the Growth Parameters of *Ocimum sanctum* L . International Journal of Engineering and Advanced Technology,2(4): 249 – 258.
- 31- Smolen ,S; W. Sady and Wierzbinsk, J.2010. The effect of plant biostimulation with pent keep and nitrogen fertilization on yield , nitrogen metabolism and quality of spinach .Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus.,9(1):25-36.
- 32 - Shingo, M.; A. E. Noriharun and Yamagata, M.1999. Influence of organic fertilizers on the growth and contents of nitrate, oxalic acid and ascorbic acid in Spinach *Spinacia oleracea* L. .Japanese Journal Soil Science and Plant Nutrition,70(1):31-38.

The role of bacterial inoculation, spraying with Humus and Magnesium sulfate fertilization on leaves growth and quality of Parsley *Petroselinum crispum* Var. *Vulgare* and its oxalic acid content

*Mazin Mossa Abid Ameen

Jamal Ahmed Abbass

Department of Horticulture and Landscape Gardening – Faculty of Agriculture – University of Kufa

Abstract

A field experiment was conducted in the Najaf province during 2014 – 2015 and 2015 – 2016 seasons in Randomized Complete Block Design (R. C. B. D) as factorial experiment with three replicate.

The first factor was bacterial inoculation with two levels (inoculation and non inoculation), seeds were inoculated before sowing , and added second time as activated dose on soil surface with water irrigation after 90 days of culture.

Second factor was Humus fertilizers (super humic) in three concentrations i.e. (0, 3 and 6m. L⁻¹) with two sprayers first at 3 – 4 true leaves on plant, second after 20 days from the first spraying.

Third factor: Hydrated magnesium sulfate (MgSO₄.7H₂O Mg 10.5%) with three levels i.e. (0, 40 and 80kg. D⁻¹) , two doses were added, first half dose added when seed sowing and the second half was added after 60 days from the first dose. Results showed that: bacterial inoculation significantly increased the total leave number, total chlorophyll and magnesium content . Meanwhile, bacterial inoculation significantly decreased the content of oxalic acid, oxalic acid/ calcium ratio, calcium and the ratio of the calcium oxalate crystals in the leaves compared with control treatment which gave the highest values for the above characteristics.

Also , spraying with Humus at concentration of 3m. L⁻¹ had a significant effect on the number of total leaves, leaves content of total chlorophyll,

while a concentration of 6m. L⁻¹ had a significant effect on leaves content of magnesium compared with control treatment which gave the lowest values. Also, spraying Humus significant , decreased the content of oxalic acid, oxalic acid/ calcium ratio and the ratio of the calcium oxalate crystals in the leaves compared with control treatment which gave the highest values.

Fertilization with magnesium sulfate in the level of 80kg. D⁻¹ significantly increased the number of total leaves, total chlorophyll and magnesium of the leaves compared with control treatment which gave the lowest values, meanwhile fertilization with magnesium sulfate significantly decreased the content of oxalic acid, oxalic acid/ calcium ratio, calcium and the ratio of the calcium oxalate crystals in leaves compared with control treatment which gave the highest values. Also the interaction between the two and three factors gave significant effects in all studied characteristics.

Keywords: Parsley *Petroselinum crispum* Mill, Oxalic acid, Humus, magnesium sulfate.

*Part of Ph.D dissertation for the first author.