IRAQI Academic Scientific Journals

Samarra Journal of Pure and Applied Science

SJPAS

www.sjpas.com

ISSN:2663-7405

اختبار كفاءة السماد الحيوي من العزلة المحلية *Bradyrhizobium japonicum* في نمو وحاصل نبات فول الصويا

وائل محمد مهدي [1]*، عبد الكريم عريبي سبع الكرطاني [3]

1- كلية العلوم التطبيقية، جامعة سامراء، سامراء، العراق (wial1974@gmail.com)

2- كلية الزراعة، جامعة تكريت، تكريت، العراق (alkurtany@tu.edu.iq)

البحث مستل من اطروحة دكتوراه الباحث الاول

معلومات البحث:

تأريخ الاستلام: 2021/06/10

تأريخ القبـــول: 2021/08/10

الكلمات المفتاحية:

التسميد الحيوي، الرايزوبيوم، فول الصويا، التعقيم، تلقيح البذور

الخلاصة:

اجريت تجربة حقلية لاختبار كفاءة السماد الحيوي المحضر من العزلة المحلية *Bradyrhizobium japonicum* في نمو وحاصل نبات فول الصويا *Glycine max* L. في تربة مزيجه معقمة وغير معقمة. اظهرت النتائج زيادة معنوية في جميع الصفات المدروسة لفول الصويا في المعاملات المسمدة، وكانت الزيادة المئوية للمعاملات المسمدة مقارنة بالمعاملات غير المسمدة في عدد العقد ووزنها الرطب والجاف 205.80%، 677.77%، 2250% على التتابع، أما الوزن الجذري والخضري الجاف فقد كانت الزيادة 173.84%، 149.94%، وتفوقت المعاملات المسمدة في ارتفاع النبات والمساحة الورقية ونسبة النيتروجين في الاجزاء الخضرية على المعاملات غير المسمدة، وبزيادة مئوية بلغت 30.02%، 244.04%، 27.66 على التتابع. كما اظهرت النتائج تفوق المعاملات المسمدة معنويا على غير المسمدة في عدد القرنات بالنبات والحاصل الكلي ونسبة البروتين في البذور، وكانت الزيادة المئوية 56.97% ، 149.15% ، 29.80% على التتابع. اما عن نتائج التعقيم فقد اظهرت فروقا معنوية في وزن العقد الرطب والجاف والوزن الخضري الجاف والمساحة الورقية فضلا عن الحاصل الكلي ونسبة البروتين مقارنة بغير المعقمة. إذ بلغت الزيادة المئوية 400%، 633.33%، 10.15% ، 17.37%، 27.41%، 11.26% على التتابع. أما نتائج التداخل الثنائي بين التسميد الحيوي والتعقيم، فقد تفوقت المعاملة المسمدة والمعقمة معنويا على المعاملة غير المسمدة والمعقمة في جميع الصفات المدروسة، ولم يكن بين المعاملة المسمدة والمعقمة والمعاملة المسمدة وغير المعقمة فرقا معنويا في بعض تلك الصفات، ويمكن ان تعزى هذه النتيجة الى كفاءة السلالة المستعملة في حالة التعقيم وقدرتها في منافسة البكتريا المستوطنة في احداث الاصابة وتكوين العقد في الجذور.

المقدمة:

تُعد العائلة البقولية *Leguminosae* ثالث أكبر عائلة من عوائل النباتات الزهرية [1]، والتي تضم محاصيل الحبوب الأساسية، والبذور الزيتية، والمحاصيل العلفية، ونباتات زينة، وأنواعاً من النباتات الطبية ومنها فول الصويا وفستق الحقل والحمص والعدس والجت والبرسيم والحلبة وغيرها [2]، ويعد فول الصويا *Glycine max* واحدا من أهم هذه المحاصيل باعتباره مصدرا غذائيا غنيا بالبروتينات والزيوت المفيدة للإنسان والحيوان، ولزيادة الإنتاج الغذائي بصورة مستدامة، يضطر المزارعون دائماً إلى الاستعمال المفرط للأسمدة الكيميائية بمختلف أنواعها ومنها الأسمدة النيتروجينية، إذ أنَّ مصادر هذا العنصر لا تعد مكلفة بسبب غلاء ثمنها أو من خلال سرعة فقدانها عن طريق الغسل أو التطاير فحسب، وإنما بسبب تلويثها للبيئة أيضا وانعكاس آثارها الجانبية على صحة الأنسان والحيوان بصورة أو بأخرى [3]، ويواجه الباحثون من خلال محاولاتهم المستمرة في مختلف أنحاء العالم هذا الوضع المقلق عن طريق ايجاد بدائل فعالة وآمنة تسهم في الحفاظ على صحة الانسان والبيئة التي يعيش فيها من جهة، ورخيصة الثمن من جهة اخرى، وتتمثل تلك المحاولات بتصنيع وإنتاج الاسمدة الطبيعية، ومنها الاسمدة الحيوية

التي تعد واحدة من أهم مكونات إدارة العناصر الغذائية المتكاملة من خلال دورها في زيادة إنتاجية واستدامة التربة، وحماية البيئة باعتبارها مدخلات صديقة، ولكونها مصدرا متجددا أيضا من المغذيات مكملا أو بديلا عن استعمال الأسمدة الكيميائية في الزراعة.

ان التعايش بين بكتريا *Rhizobia* والبقوليات له تأثير كبير على نجاح نمو المحاصيل البقولية، الامر الذي يجعل الاسمدة الحيوية يمكن أنْ تكون أكثر شراء واستعمالاً من قبل المزارعين مقارنة بالأسمدة النيتروجينية المصنعة، وتحول هذه البكتريا ما يقرب من 20 مليون طن من النيتروجين الجوي *N2* إلى امونيا اي 50 – 70% من النيتروجين المثبت حيويا في العالم، وإنَّ التثبيت العالي للنيتروجين يمكن أنْ يحدد مدى نجاح العلاقة التكافلية بينها وبين البقوليات وبالعكس [4]، ويمكن لنبات فول الصويا أن ينشئ هذه العلاقة مع بكتريا العقد الجذرية التي تنتمي إلى اجناس *Bradyrhizobium* و *Ensifer* (*Sinorhizobium*) بشكل فعال في مختلف بيئات التربة [5]، وان ما يحصل عليه نبات فول الصويا من المغذيات النيتروجينية تقدر 50- 60% من خلال التثبيت الحيوي للنيتروجين [6]

ان المناطق الجافة وشبه الجافة في العالم ولاسيما في العراق تعاني من قلة في أعداد بكتريا *Rhizobia* المستوطنة في التربة وضعف فعاليتها في التثبيت، بسبب الظروف البيئية غير الملائمة علما بأنَّ التثبيت الحيوي للنيتروجين الجوي يحتاج إلى أعداد كبيرة من هذه البكتريا تمتاز بقدرتها العالية على المنافسة وتكون فعالة في التثبيت في نفس الوقت، لذلك فإنَّ معاملة بذور البقوليات باللقاح اصبح ضروريا من الناحية الاقتصادية سواء فيما يتعلق بالحاصل أو بخصوبة التربة وإنتاجيتها، وعلى الرغم من اهتمام العالم بالأسمدة الحيوية الا ان الدراسات والابحاث في العراق ما زالت قليلة جدا، لذا كان الهدف من هذه الدراسة اختبار احدى العزلات المشخصة العائدة لجنس *Bradyrhizobium japonicum* للتعرف على مدى استجابة نبات فول الصويا للتلقيح من خلال تحسن صفات النمو والحاصل.

المواد وطرائق العمل

عزلت البكتريا من جذور بعض النباتات البقولية والتربة المحيطة بها وبواقع 46 عزلة للتأكد منها فيما إذا كانت بكتريا Rhizobia مكونة للعقد أو لأجناس أخرى مغايرة لها ولاسيما جنس Agrobacterium ثم شخصت عن طريق مجموعة اختبارات مزرعية Cultural ومجهرية Microscopic وكيموحيوية Biochemical وفسيولوجية Physiological فضلا عن التشخيص الجزيئي Molecular باستخدام تقنية تفاعل التضاعف المتسلسل Polymerase chain reaction (PCR) .

أجريت تجربة حقلية بتاريخ 2016/5/15 في محافظة صلاح الدين ـــ قضاء سامراء في تربة مزيجة، لمعرفة تأثير التلقيح ببكتريا *Bradyrhizobium japonicum* المشخصة في نمو وإنتاجية فول الصويا في تربتين معقمة وغير معقمة، وقسمت معاملات التجربة باستخدام تصميم الالواح المنشقة Split Plot، إذ اشتملت التجربة على عاملين: عامل التلقيح بلقاح البكتريا وبمستويين هما: بدون اضافة لقاح *B. japonicum* ومع اضافة لقاح ببكتريا *B. japonicum* وعامل التعقيم بمستويين ايضا هما: بدون تعقيم التربة بالمؤصدة ومع التعقيم بالمؤصدة، ونتج عن التداخل بين العاملين 4 معاملات عامليه وبواقع ثلاث مكررات لكل معاملة، إذ أصبحت المحصلة النهائية 4 معاملات عامليه × 3 مكررات = 12 وحدة تجريبية.

جدول1: بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية والاحيائية لتربة الدراسة قبل الزراعة

الصفة	الوحـــــدة	القياس	
التوصيل الكهربائي (EC) (مستخلص العجينة المشبعة)	ديسي سيمنز/ م	2.18	
الرقم الهيدروجيني (pH) (مستخلص العجينة المشبعة)	ـــــ	7.83	
السعة التبادلية الكاتأيونية (CEC)	سنتيمول/ كغم	19.40	
المادة العضويـــة (O.M)	غم / كغم	15.57	
الجبـــــس ($CaSO_4$)		200	
النتروجين الجاهز (N)	ملغم/ كغم	26.35	
الفوسفور الجـاهز (P)		8.33	
البوتاسيوم الجاهز (K)		89.5	
الرمـــــــل		5.16	
الغريـــــــن	غم/ كغم تربة	19.0	
الطيـــــــن		29.4	
نسجه التربة%	مزيجه		
اعداد الاحياء		قبل التعقيم	بعد التعقيم
اعداد الفطريات الكليـــــة × 10^3	CFU/غم تربة	$10^3 \times 5$	$10^3 \times 0$
اعداد البكتريا الكليـــــة × 10^6	-	$10^6 \times 102$	$10^6 \times 0$

1. تعقيم التربة: *Soil sterilization*

أخذت تربة التجربة موضوع الدراسة بعمق 0 – 30 سم للوحدات التجريبية المراد تعقيمها وغربلت بمناخل معدنية قطر فتحاتها 2 ملم في مختبر البحوث في قسم علوم الحياة في كلية التربية ـــ جامعة سامراء، وجففت نسبيا بتعريضها إلى الهواء في جو المختبر، ووزعت في أكياس نايلون مقاومة للحرارة العالية بمقدار 1 كغم/ كيس، ثم عقمت في المؤصدة في درجة حرارة 121°م 1.5 بار لمدة ساعة واحدة [7]. كررت عملية التعقيم ثلاث مرات متتالية لضمان إزالة التنافس بين الاحياء المجهرية المستوطنة واللقاح الذي سيضاف إلى التربة [8]. بعد التعقيم أعيدت التربة بأكياسها إلى موقع تنفيذ التجربة لتوزيعها على الوحدات التجريبية التي أخذت منها لتهيئة المكان للزراعة.

2. تنفيذ التجربة: *Implementation of experiment*

بتاريخ 2016/5/10 أجريت عمليات الحراثة والتنعيم والتسوية، وقسمت الأرض إلى أقسام متساوية الأبعاد، وأضيفت التربة المعقمة الى الوحدات التجريبية التي أخذت منها بعمق 30 سم وبكميات متساوية قبل الزراعة مباشرة، ثم قسمت التجربة المعقمة وغير المعقمة إلى ثلاثة قطاعات متساوية، وكانت المسافة بين قطاع وآخر30 سم وكل قطاع مقسم إلى وحدتين تجريبيتين بأبعاد 75 × 75 سم لكل وحدة تجريبية والمسافة بين وحدة تجريبية وأخرى 30 سم وتضم الوحدة التجريبية 5 خطوط وبواقع 5 نباتات للخط الواحد. استخدم سماد اليوريا $CO(NH_2)_2$ بوصفه مصدرا للنيتروجين 46% (N) والذي أضيف بمعدل 50 كغم/Nهكتار قسمت على ثلاث دفعات متساوية قبل الزراعة وبعد شهر من الزراعة وعند 50% من مرحلة التزهير، وتمثلت الأسمدة الكيميائية الأخرى باستخدام سوبر فوسفات الثلاثي بوصفه مصدرا للفوسفور 48% (P)، وسماد كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 بوصفه مصدرا للبوتاسيوم 43% (K) واللذان أضيفا على دفعة واحدة قبل الزراعة وبمعدل 200 كغم/ هكتار لكل سماد. أضيفت جميع الاسمدة إلى تربة الحقل بطريقة الاشرطة ومجاورة لخطوط الزراعة، ثم قلبت جيدا مع الطبقة السطحية للتربة وبعمق 20 سم تقريبا لضمان عدم فقدانها وتحقيق اكبر فائدة للنباتات المزروعة.

3. تعقيم سطح البذور: *Surface sterilization of seeds*

غسلت البذور المحلية العائدة للصنف *Lee74* عدة مرات تحت تيار هادئ من الماء الاعتيادي للتخلص من الشوائب المرافقة, ثم وضعت البذور في دوارق مخروطية زجاجية معقمة سعة 500 سم^3 بكميات لا تتجاوز 25% من حجم الدورق لضمان كفاءة التعقيم طوال العملية ثم غطيت فوهاتها بورق من الالمنيوم، ثم نقعت البذور في الدوارق بالإيثانول تركيز 95% لمدة 10 ثواني، وشطفت بعد ذلك بالماء المعقم ما لا يقل عن 3 مرات متتالية للتخلص من اثر الكحول [9]. بعد ذلك فحصت عينات من البذور المعقمة مختبرياً بوضعها في أطباق بلاستيكية معقمة لمعرفة نسبة إنباتها قبل الزراعة، ثم حضنت الأطباق بدرجة حرارة 25°م وبعد 3 أيام حسبت نسبة الانبات فكانت 80% عن طريق وضع 10 بذرات في الطبق الواحد.

4. تلقيح البذور: *Seeds inoculation*

عوملت البذور باللقاح المحضر بطريقة العجينة والموصوفة من قبل [10] فقد حضر محلول الصمغ العربي باعتباره مادة لاصقة بتركيز 40%، وذلك بإذابة 40 غم من المادة بشكل تدريجي في بيكرات سعة 250 سم^3 تحوي على 100 سم^3 من الماء المقطر والمعقم موضوعة على مصدر حراري مع مراعاة التحريك المستمر للخليط وعدم وصول حرارة المحلول إلى 100°م، لضمان عدم تغير خصائصه، كما حضر محلول السكروز لزيادة حيوية البكتريا وكفاءتها في تكوين العقد بتركيز 15% وذلك بإذابة 15 غم في 100 سم^3 ماء مقطر ومعقم، ثم مزجت هذه المواد مع اللقاح المحمل على مادة البتموس بنسبة 3:1 على التتابع قبل مدة وجيزة من الاستعمال، ثم عوملت بذور فول الصويا المعدة للزراعة بالنسبة لمعاملات التلقيح التي حددت ضمن مخطط التوزيع، إذ خلطت كمية 100 غم من البذور المعقمة في دوارق سعة 500 سم^3 مع ما يقارب 2 – 4 غم من العجينة الجاهزة [11] مع التحريك المستمر لضمان الالتصاق الجيد، ثم نشرت البذور الملقحة على ورقة نشاف نظيف لتجف في الظل بعيدا عن اشعة الشمس للمحافظة على حيوية اللقاح قبل الزراعة، وكانت الاضافة إلى البذور قبل ساعتين من الزراعة.

زرعت بذور نبات فول الصويا في 5/15 /2016 في خطوط المسافة بين خط وآخر 15 سم وبعمق 2 – 3 سم تقريبا، إذ نشرت البذور المعاملة باللقاحات أولاً للمحافظة على حيوية اللقاح ونشاط البكتريا العقدية، وبعد إتمام الزراعة غطيت البذور وأجريت نفس الخطوات مباشرة مع البذور غير الملقحة. بعد اتمام البذار مباشرة رويت تربة الحقل بطريقة الري بالرش، وكانت عملية الري تجري عند الحاجة كي تبقى التربة محتفظة بنسبة رطوبة قريبة من السعة الحقلية طوال عمر النبات منذ بداية الزراعة إلى النضج التام. بعد 10 أيام من الانبات وبزوغ البادرات فوق سطح التربة خفت النباتات في الأماكن الكثيفة إلى الحد الذي اصبحت المسافة بين نبات وآخر 15 سم وبواقع 5 نباتات في الخط الواحد ثم رقعت الأماكن غير النابتة بنفس نوع البذور للحصول على كثافة نباتية بلغت حوالي 444444 نبات/هكتار وفقا لنظرية الابعاد المتساوية *Equidistant spacing* [12] أي كانت الزراعة على مسافة 15 × 15 سم بين نبات وآخر، وأجريت عمليات خدمة المحصول على مدار مدة بقائه في الحقل مثل العزق

والتعشيب والتسميد وغيرها. انهيت التجربة الحقلية لنباتات فول الصويا بالكامل بعد النضج التام للحاصل وبعد الانتهاء من أخذ نماذج النبات والبذور.

5. الصفات المدروسة

أخذت 5 عينات عشوائياً من كل وحدة تجريبية خلال مرحلة التزهير من عمر النباتات المزروعة، وكذلك في مرحلة النضج التام لحاصل نبات فول الصويا وكانت القياسات والتحاليل كالآتي:

عدد العقد الجذرية (عقدة/نبات)**:** حفرت المنطقة المحيطة بجذور العينات المأخوذة، ثم نقلت النباتات إلى المختبر وغسلت جذورها تحت تيار ماء هادئ وذلك بوضعها على مناخل ناعمة تسمح بمرور جزيئات التربة مع الماء ولا تسمح بمرور العقد، ثم احصيت العقد واحدة تلو الأخرى، وحسب معدل عدد العقد للعينات على أساس النبات الواحد لكل وحدة تجريبية.

الوزن الرطب والجاف للعقد (غم/نبات)**:** قدر الوزن الرطب والجاف للعقد المحسوبة لكل نبات باستعمال ميزان كهربائي حساس، ثم استخرج متوسط الوزن الرطب للعينات الخمسة لكل وحدة تجريبية، وبعد ذلك وضعت العقد في ظروف ورقية مسجل عليها معلومات كل عينة وجففت بالفرن الكهربائي عند درجة حرارة 65°م لمدة 24 ساعة، ثم قدر وزنها الجاف.

الوزن الجذري الجاف (غم/نبات)**:** جفف المجموع الجذري الرطب لجميع العينات المأخوذة بعد وضعها في اكياس ورقية في الفرن الكهربائي عند حرارة 70°م لمدة يومين متتاليين، ثم سجل الوزن الجاف لكل جذر، واستخرج متوسط الأوزان بالغرام على أساس النبات الواحد.

ارتفاع النبات (سم/نبات)**:** أخذت النباتات الخمسة التي اقتلعت عشوائيا من كل معاملة وقيس ارتفاعها باستخدام شريط القياس ابتداءً من نقطة الاتصال بسطح التربة إلى أعلى قمة نامية في النبات، ثم استخرج معدل ارتفاع النباتات المأخوذة على أساس وحدة السنتمتر.

الوزن الخضري الجاف (غم/نبات)**:** شمل الوزن الخضري الجاف كلا من الساق والافرع والأوراق فبعد ان غسلت وضعت العينات النباتية في اكياس ورقية وجففت في الفرن الكهربائي عند حرارة 65 م° لمدة 72 ساعة لحين ثبات الوزن الجاف [13]، ثم حسبت اوزان الأجزاء الخضرية الجافة للعينات الخمس المأخوذة بميزان كهربائي حساس ثم استخرج معدل الوزن بالغرام على أساس النبات الواحد.

حساب عدد القرنات في النبات (قرنة/نبات)**:** أخذت 5 عينات نباتية بصورة عشوائية لكل وحدة تجريبية وذلك بعد مرحلة النضج التام للحاصل لنبات فول الصويا وحسب عدد القرنات في كل نبات من النباتات المدروسة واستخرج المعدل لعدد القرنات على أساس النبات الواحد.

حاصل البذور في وحدة المساحة (طن/هكتار)**:** قدر حاصل البذور لنبات فول الصويا بعد الحصاد على أساس حاصل النبات الواحد ثم الحاصل الكلي للنباتات بالطن في وحدة المساحة وفق المعادلة الاتية:

الحاصل الكلي (طن/هكتار) = (حاصل الوحدة التجريبية× مساحة الهكتار)/ مساحة الوحدة التجريبية كما أوردها كل من [14].

تقدير نسبة النيتروجين في الاجزاء الخضرية والبذور: قدر النيتروجين في الأجزاء الخضرية للنبات عند مرحلة التزهير وفي البذور بعد طحن العينات النباتية الجافة والبذور المأخوذة عشوائيا بمطحنة كهربائية وهضمها بإذابة 20 ملغم من في دوارق مخروطية سعة 100 سم^3 بكمية كافية من حامض الكبريتيك المركز تغطي المادة الجافة في الدورق، وفي اليوم التالي وضعت الدوارق على مصدر حراري كهربائي، ثم أضيفت قطرات من حامض البيروكلوريك المركز حتى يصبح اللون أبيض شفاف، ثم رشح المحلول وأكمل الحجم إلى 50 مل بالماء المقطر بحسب طريقة [*15*]، حدد محتوى النيتروجين في كل عينة باستخدام *Micro – kjeldahl* وفق الطريقة الموصوفة من قبل [16]، وسجلت القيمة التي تم الحصول عليها مضروبة بمعامل 6.25 لتحديد النسبة المئوية للبروتين الكلي ولاسيما في البذور وفقا للمعادلة الاتية:

نسبة البروتين في (%) = نسبة النيتروجين (%) × 6.25 بحسب [17].

6. التحليل الإحصائي: حللت نتائج التجربة المنجزة إحصائياً باستعمال جدول تحليل التباين ANOVA ، ثم قورنت المتوسطات بحسب اختبار اقل فرق معنوي *(LSD)* عند مستوى المعنوية *0.05* اعتمادا على البرنامج الاحصائي [18].

النتائج والمناقشة

يبين الجدول (2) إلى أنَّ التلقيح ببكتريا *B. japonicum* والتعقيم والتداخل بينهما قد أثر معنوياً في عدد العقد الجذرية لنبات فول الصويا خلال مرحلة 50% تزهير من عمر النبات، إذ تفوقت المعاملات الملقحة على المعاملات غير الملقحة، وأعطت المعاملات الملقحة متوسط لعدد العقد بلغ 11.59 عقدة/نبات مقارنة بغير الملقحة التي أعطت 3.79 عقدة/ نبات ، وبزيادة مئوية بلغت 205.80%، وقد تعزى هذه النتائج إلى العلاقة التعايشية بين النبات والبكتريا من خلال الفعاليات المشتركة بين الكائنين، وكذلك قدرة العزلة المستعملة على إنتاج مركبات الاندول بكمية جيدة في محيط جذر النبات، والذي يوثر في سرعة انقسام الخلايا واستطالتها وسرعة نمو للنبات مما يسهل من عملية حدوث الاصابة وتكوين العقد الجذرية، وتتفق هذه النتائج مع [19] في دراستهم حول تأثير التلقيح بأربع سلالات من بكتريا *B. japonicum* مع مستويين فوسفور في صفات فول الصويا بعد 10 اسابيع من الزراعة، إذ أظهرت النتائج تفوق المعاملة الملقحة بالسلالة STM3043 معنوياً على غير الملقحة في عدد العقد الجذرية، وأعطت المعاملة الملقحة 28 عقدة/ نبات مقارنة بغير الملقحة التي أعطت 14 عقدة/نبات في موقع AEZ3 ، وكذلك مع ما توصل إليه [20] في دراستهم على نبات فول الصويا، إذ تفوقت المعاملات الملقحة بلقاح بكتريا *B. japonicum* و21 سلالة أخرى عائدة للنوع *B. yuanmingense* معنوياً على المعاملة غير الملقحة، وأعطت المعاملة الملقحة بالنوع *B. japonicum* أعلى متوسط بلغ 43.84 عقدة/نبات مقارنة مع غير الملقحة التي لم تكون عقداً جذرية أصلا.

جدول2: تأثير التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* والتعقيم والتداخل بينهما في عدد العقد الجذرية (عقدة/ نبات$^{-1}$) لنبات فول الصويا خلال مرحلة 50% تزهير

التلقيح / التعقيم	بدون تلقيح *B. japonicum*	مع التلقيح *B. japonicum*	المعدل
تربة غير معقمة	6.08b	6.26b	6.17a
تربة معقمة	1.50b	16.92a	9.21a
المعدل	3.79b	11.59a	
$LSD_{0.05}$	التلقيح	التعقيم	التداخل
	5.0226	4.8036	7.1031

أما عن معاملات التعقيم فلم تظهر تأثيراً معنوياً في أعداد العقد الجذرية لنبات فول الصويا، إذ لم تتفوق معاملات التربة المعقمة على غير المعقمة، وأعطت المعاملات المعقمة متوسط لعدد العقد الجذرية بلغ 9.21 عقدة/نبات، مقارنة بغير المعقمة التي أعطت متوسطاً بلغ 6.17 عقدة/نبات، وكانت هنالك زيادة على الرغم من عدم معنويتها عند مستوى الاحتمالية 0.05% بلغت 49.27%، وقد يعزى إلى تأثير التعقيم بشكل كبير في القضاء على الأحياء المجهرية المستوطنة في التربة، ولاسيما النافعة منها، فضلا عن تأثير التعقيم في تغيير بعض خصائص التربة التي قد تنعكس سلباً أو إيجابا على احياء التربة، وتتفق النتائج مع[21] في تجربتهم بالأصيص على نبات فول الصويا، إذ لم يكن هنالك فرقا معنوياً بين المعاملات المعقمة وغير المعقمة بعدد العقد الجذرية.

أما التداخل بين التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* وتعقيم التربة فقد أثر تأثيراً معنوياً أيضا في عدد العقد الجذرية، إذ تفوقت المعاملة الملقحة والمعقمة معنوياً على المعاملات الاخرى، وأعطت المعاملة الملقحة والمعقمة متوسط بلغ 16.92 عقدة/نبات، مقارنة بالمعاملة غير الملقحة والمعقمة التي أعطت اقل متوسط لعدد العقد بلغ 1.50 عقدة/نبات، وبزيادة مئوية بلغت 1228% ، ويمكن أنْ يعزى إلى كفاءة اللقاح المضاف والذي يعود الى فعالية السلالة البكتيرية المضافة مع اللقاح وقابليتها على احداث الإصابة وتكوين العقد الجذرية، وكذلك يمكن أنْ يعزى إلى كفاءة التعقيم في القضاء على الأحياء المجهرية في التربة ولاسيما السلالة الاصلية لنفس النوع وبذلك قلل من التنافس بين السلالة المضافة والمستوطنة في إحداث الاصابة والتنافس على مواقع الاصابة في الجذور، وتتماشى هذه النتائج مع [22] في تجربتهم على نبات فول الصويا باستعمال عدة سلالات عائدة لجنس Bradyrhizobium في تربة معقمة وغير معقمة، إذ تفوقت المعاملات الملقحة بأغلب السلالات في التربة المعقمة معنوياً على المعاملات الأخرى، وأعطت المعاملة الملقحة بالسلالة R 25B في التربة المعقمة أعلى متوسط لعدد العقد بلغ 298 عقدة/نبات، بينما كان اقل متوسط 76 عقدة/نبات في المعاملة غير الملقحة وغير المعقمة، وتتفق هذه النتائج مع [23] في دراستهم حول تأثير التلقيح ببكتريا *B. japonicum* على فول الصويا في تربة معقمة وغير معقمة، إذ تفوقت المعاملة الملقحة في التربة المعقمة على

معاملات التداخل الاخرى، وأعطت متوسط عدد عقد 58.56 عقدة/نبات، بينما أعطت المعاملات الثلاثة 51.43 و32.47 و29.63 عقدة/نبات على التتابع.

يوضح الجدول (3) تأثير التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* والتعقيم والتداخل بينهما في وزن العقد الجذرية الرطب لنبات فول الصويا خلال مرحلة 50% تزهير من عمر النبات، إذ تظهر النتائج بأنَّ التلقيح قد أثر تأثيراً معنوياً في وزن العقد الجذرية الرطب، وتفوقت المعاملات الملقحة على غير الملقحة، إذ أعطت المعاملات الملقحة متوسط وزن رطب بلغ 0.70 غم/نبات، في حين أعطت غير الملقحة متوسط وزن بلغ 0.09 غم/نبات، وبزيادة مئوية بلغت 677.77%. إنَّ تبادل الإشارات الجزيئية بين العائل البقولي والرايزوبيوم يسهم في تحسين حالة التعايش بين الكائنين، بسبب التعبير الجيني الكفوء للبكتريا الناتج عن تحفيز عوامل التعقد مما ينعكس على زيادة عدد العقد وحجمها ومحتواها، وتتفق هذه النتائج مع [24] في دراستهم حول تأثير التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* والنيتروجين والفوسفور والتداخل بينهما في نمو وحاصل نبات فول الصويا، إذ أظهرت المعاملات الملقحة تفوقا معنوياً على غير الملقحة، وأعطت المعاملات الملقحة متوسط وزن رطب للعقد بلغ 2.31غم/نبات، مقارنة بغير الملقحة التي أعطت 1.59 غم/نبات.

جدول 3: تأثير التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* والتعقيم والتداخل بينهما في وزن العقد الجذرية الرطب (غم/نبات) لنبات فول الصويا خلال مرحلة 50% تزهير

التلقيح / التعقيم	بدون تلقيح *B. japonicum*	مع التلقيح *B. japonicum*	المعدل
تربة غير معقمة	0.12b	0.15b	0.13b
تربة معقمة	0.05b	1.25a	0.65a
المعدل	0.09b	0.70a	
$LSD_{0.05}$	التلقيح	التعقيم	التداخل
	0.1366	0.0827	0.1932

أما عن معاملات التعقيم فقد أثرت تأثيراً معنوياً أيضا في وزن العقد الجذرية الرطب لنبات فول الصويا، إذ تفوقت المعاملات المعقمة على غير المعقمة، وأعطت المعاملات المعقمة متوسط وزن عقد رطب بلغ 0.65 غم/نبات، مقارنة بالمعاملات غير المعقمة التي أعطت 0.13 غم/نبات، وبزيادة بلغت 400%، وقد يعزى سبب الزيادة إلى زيادة جاهزية بعض العناصر لاسيما النيتروجين والفسفور [25] والذي ينعكس إيجابا على العائل والبكتريا في التربة المعقمة ، وأما في غير المعقمة فأن كثرة الأحياء التي لها القدرة على المنافسة في المنطقة المحيطة بالجذور قد تؤدي إلى قلة العناصر الغذائية فضلا عن منافستها على مواقع الجذور في تكوين العقد، ومن ثم انخفاض اوزانها ولاسيما وزنها الرطب.

أما التداخل الثنائي بين التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* وتعقيم التربة بالمؤصدة فقد أثر تأثيراً معنوياً في وزن العقد الجذرية الرطب، إذ تفوقت المعاملة الملقحة والمعقمة على معاملات التداخل الأخرى التي لم تظهر فروقا معنوية فيما بينها، وأعطت المعاملة الملقحة والمعقمة متوسطاً لوزن العقد الجذرية الرطب بلغ 1.25 غم/نبات مقارنة بغير الملقحة والمعقمة التي أعطت اقل متوسط لوزن العقد بلغ 0.05 غم/نبات، وبزيادة مئوية بلغت 2400%، وقد يعزى هذا التفوق إلى كفاءة التعقيم في القضاء على الأحياء المجهرية المنافسة في التربة، فضلا عن كفاءة العزلة في احداث الاصابة وامداد النبات بالنيتروجين، والذي يسهم في بناء الاحماض الامينية والبروتينات، فيتحسن نمو النبات الذي يمد البكتريا بما تحتاجه من مغذيات، فتزداد أعدادها في المنطقة الجذرية، ومن ثم زيادة فرص الاصابة وتكوين العقد فضلا عن زيادة حجمها ووزنها الرطب.

يوضح الجدول (4) تأثير التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* والتعقيم والتداخل بينهما في وزن العقد الجذرية الجاف لنبات فول الصويا خلال مرحلة 50% تزهير من عمر النبات، إذ تبين النتائج بأنَّ التلقيح قد أثر تأثيراً معنوياً في وزن العقد الجذرية الجاف، وتفوقت المعاملات الملقحة على غير الملقحة، إذ أعطت المعاملات الملقحة متوسط وزن جاف بلغ 0.47 غم/نبات، في حين أعطت المعاملات غير الملقحة متوسط وزن بلغ 0.02 غم/نبات، وبزيادة مئوية بلغت 2250%، وقد تعزى الزيادة إلى السلالة المستعملة من خلال قدرتها على منافسة الاحياء، وكفاءتها في تثبيت النيتروجين والتي تنعكس على قدرتها في احداث الاصابة وتكوين اكبر عدد من العقد الجذرية، فضلا عن ذلك فان زيادة طول الجذر، وارتفاع النبات والوزن الجاف الخضري له أثرُ واضح في زيادة الوزن الجاف للعقد وفقا لما بينه [26]، وتتفق هذه النتائج مع [27] في دراستهم لسلالات مختلفة من بكتريا

العقد الجذرية بطيئة النمو المعزولة من ترب البرازيل وتأثيرها في صفات النمو لنبات فول الصويا المزروع في موقعيين، إذ تفوقت جميع المعاملات الملقحة ببكتريا *Bradyrhizobium sp.* معنوياً في صفتي عدد العقد ووزنها الجاف مقارنة بالمعاملات غير الملقحة والمسمدة بالنيتروجين بالمستويين 5.25 و52.5 ملغمN/ لتر، وأعطت السلالة UFLA06-10 أعلى متوسط لعدد العقد بلغ 159 عقدة/نبات والوزن الجاف للعقد بلغ 0.67 غم/ نبات، مقارنة مع غير الملقحة والمسمدة والتي لم تكون عقد ووزن جاف.

جدول 4: تأثير التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* والتعقيم والتداخل بينهما في وزن العقد الجذرية الجاف (غم/نبات) لنبات فول الصويا خلال مرحلة 50% تزهير

التلقيح / لتعقيم	بدون تلقيح *B. japonicum*	مع التلقيح *B. japonicum*	المعدل
تربة غير معقمة	0.04b	0.07b	0.06b
تربة معقمة	0.01b	0.87a	0.44a
المعدل	0.02b	0.47a	
$LSD_{0.05}$	التلقيح	التعقيم	التداخل
	0.0727	0.0359	0.1028

أما بالنسبة لمعاملات التعقيم فقد أثرت تأثيراً معنوياً أيضا في وزن العقد الجذرية الجاف لنبات فول الصويا، إذ تفوقت المعاملات المعقمة على غير المعقمة، وأعطت المعاملات المعقمة متوسطاً لوزن العقد الجاف بلغ 0.44 غم/نبات، مقارنة مع المعاملات غير المعقمة التي أعطت 0.06 غم/نبات، وبزيادة مئوية بلغت 633.33%، وقد تعزى هذه النتائج إلى زيادة جاهزية بعض العناصر لاسيما النيتروجين والفسفور [25]، والذي ينعكس إيجابا على العائل النباتي في تكوين البروتينات وغيرها من المغذيات التي تؤدي دورا مهما في تعايش البكتريا مع العائل تنعكس على تكوين العقد وحجمها ووزنها الجاف، وتتعارض النتائج مع [28] في دراستهم على فول الصويا تحت ظروف البيت الزجاجي، إذ تفوقت المعاملات غير المعقمة معنوياً على المعقمة، وأعطت غير المعقمة متوسط وزن جاف للعقد بلغ 0.6 غم/نبات، بينما أعطت المعقمة 0.00 غم/نبات.

أما التداخل بين التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* وتعقيم التربة فقد أثر تأثيراً معنوياً في وزن العقد الجذرية الجاف، إذ تفوقت المعاملة الملقحة والمعقمة معنوياً على بقية المعاملات الأخرى التي لم تظهر فروقاً معنوية فيما بينها، وأعطت المعاملة الملقحة والمعقمة متوسطاً لوزن العقد الجذرية الجاف بلغ 0.87 غم/نبات، مقارنة بغير الملقحة والمعقمة التي أعطت اقل متوسط لعدد العقد بلغ 0.01 غم/نبات، وقد يعزى هذا التفوق الى كفاءة التعقيم في القضاء على الأحياء المجهرية المنافسة في التربة، فضلا عن كفاءة العزلة من خلال تأقلمها للظروف البيئية ودورها في إحداث الاصابة وتعايشها مع العائل، إذ تعمل على امداد النبات بالنيتروجين، والذي يسهم في بناء الأحماض الامينية والبروتينات، فيتحسن نمو النبات الذي بدوره يمد البكتريا بما تحتاجه من مغذيات، فتزداد أعدادها في المنطقة الجذرية، ومن ثم زيادة احتمال الاصابة وتكوين العقد وزيادة اوزانها الرطبة والجافة، وتتعارض هذه النتائج مع [29] في دراستهم على نبات *Erythrina velutina* البقولي، إذ تفوقت المعاملات الملقحة بالسلالة BR5609 العائدة للنوع *Bradyrhizobium elkanii* وغير المعقمة على المعاملات غير الملقحة والمعقمة، وأعطت الملقحة وغير المعقمة متوسط وزن جاف بلغ 73 ملغم/نبات، بينما في غير الملقحة والمعقمة كان المتوسط 0.00 ملغم/نبات.

يبين الجدول (5) تأثير التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* والتعقيم والتداخل بينهما في وزن المجموع الجذري الجاف لنبات فول الصويا خلال مرحلة 50% تزهير من عمر النبات، ويظهر من الجدول بإنَّ تأثير التلقيح كانَ معنوياً في وزن المجموع الجذري، وأعطت المعاملات الملقحة متوسط وزن بلغ 1.78 غم/ نبات، في حين أعطت المعاملات غير الملقحة متوسط وزن جاف بلغ 0.65 غم/نبات، وتتفق النتائج مع [30] الذين بينوا بأنَّ المعاملات الملقحة بالسلالات الثلاثة J.3 وJ.5 وJ.43 قد تفوقت معنوياً على المعاملات غير الملقحة ، إذ أعطت 0.25 و 0.28 و0.24 غم/نبات على التتابع، مقارنة بغير الملقحة التي أعطت 0.02 غم/نبات.

جدول 5: تأثير التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* والتعقيم والتداخل بينهما في وزن المجموع الجذري الجاف (غم/نبات) لنبات فول الصويا خلال مرحلة 50% تزهير

التلقيح / التعقيم	بدون تلقيح *B. japonicum*	مع التلقيح *B. japonicum*	المعدل
تربة غير معقمة	0.94b	1.67a	1.30a
تربة معقمة	0.37c	1.89a	1.13a
المعدل	0.65b	1.78a	
$LSD_{0.05}$	التلقيح	التعقيم	التداخل
	0.3056	0.5289	0.4322

أما بالنسبة لمعاملات التعقيم فلم تظهر تأثيراً معنوياً في وزن المجموع الجذري الجاف لفول الصويا، وكانت المعاملات غير المعقمة أكثر وزناً من المعاملات المعقمة وإنَّ لم يكن معنوياً، وأعطت المعاملات غير المعقمة متوسط بلغ 1.30 غم/نبات، مقارنة مع المعاملات المعقمة التي أعطت متوسطاً بلغ 1.13 غم/نبات. إنَّ الانخفاض الحاصل في التربة المعقمة قد يعزى الى تأخر الانبات مما ساعد النباتات النامية في التربة غير المعقمة على التفوق في العديد من الصفات ولا سيما الوزن الجذري الجاف، وتتفق النتائج مع [31] في دراستهما حول تأثير التعقيم على نمو فول الصويا، إذ لم يكن هنالك فرقا معنوياً بين معاملتي التعقيم بالمؤصدة لمرة واحدة أو مرتين والمعاملة غير المعقمة، وانخفض متوسط المجموع الجذري الجاف بسبب التعقيم إلى 0.45 و0.36 غم/ نبات مقارنة بالمعاملات غير المعقمة التي أعطت 0.85 غم/ نبات بعد 45 يوم من الزراعة.

أما التداخل الثنائي بين التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* وتعقيم التربة بالمؤصدة فقد أثر تأثيراً معنوياً في وزن المجموع الجذري الجاف، إذ تفوقت المعاملة الملقحة والمعقمة والمعاملة الملقحة وغير المعقمة والمعاملة غير الملقحة وغير المعقمة معنوياً على المعاملة غير الملقحة والمعقمة، علما أنَّ معاملتي التلقيح مع أو بدون التعقيم لم يكن بينهما فرق معنوي، وأعطت المعاملة الملقحة والمعقمة أعلى متوسط لوزن المجموع الجذري الجاف بلغ 1.89 غم/نبات، مقارنة بالمعاملة غير الملقحة والمعقمة التي أعطت اقل متوسط بلغ 0.37 غم/نبات، وقد يعزى هذا التفوق الى قدرة العزلة المستعملة في تكوين العقد وزيادة اعداد العقد ووزنها فضلا عن كفاءتها في تثبيت النيتروجين التي تنعكس على صفات النمو مثل المجموع الجذري، ولاسيما في المعاملات الملقحة والمعقمة، فضلا عن امكانيتها على منافسة البكتريا المستوطنة في التربة الملقحة وغير المعقمة في احداث الاصابة، بسبب توافقها مع العائل من خلال تبادل الاشارات الجزيئية التي اثرت على تحسن نمو المجموع الجذري للنبات.

يوضح الجدول (6) تأثير التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* والتعقيم والتداخل بينهما في ارتفاع نبات فول الصويا خلال مرحلة 50% تزهير من عمر النبات، ويتبين بأنَّ تأثير التلقيح كانَ معنوياً في صفة ارتفاع النبات، وأعطت المعاملات الملقحة متوسط ارتفاع بلغ 117.80 سم، بينما أعطت المعاملات غير الملقحة متوسط ارتفاع بلغ90.60 سم، وبزيادة مئوية بلغت 30.02%. إنَّ نشاط البكتريا في تكوين العقد الجذرية في هذه المرحلة من عمر النبات له دور في عملية تثبيت النيتروجين الجوي، إذ تتحقق حالة من التغذية المتوازنة تنعكس إيجابا على تحسن صفات النمو ولاسيما ارتفاع النبات، وتتفق النتائج مع [32] في دراستهم حول تأثير لقاح *B. japonicum* على صنفين من فول الصويا *Glycine max* (Lee68) و*Glycine soja* (N23227)، والتي بينت تفوق المعاملات الملقحة على غير الملقحة في الصنف Lee68 ، وكان متوسط الارتفاع في المعاملات الملقحة 112.00 سم، وفي غير الملقحة 101.4 سم، بينما لم يكن هنالك فرقا معنوياً في الارتفاع لمعاملات التلقيح من عدمه في الصنف (N23227).

جدول 6: تأثير التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* والتعقيم والتداخل بينهما في ارتفاع النبات (سم) لنبات فول الصويا خلال مرحلة 50% تزهير

التلقيح / التعقيم	بدون تلقيح *B. japonicum*	مع التلقيح *B. japonicum*	المعدل
تربة غير معقمة	110.08a	114.41a	112.25a
تربة معقمة	71.11b	121.19a	96.15a
المعدل	90.60b	117.80a	
$LSD_{0.05}$	التلقيح	التعقيم	التداخل
	16.928	22.689	23.939

أما بالنسبة لمعاملات التعقيم فلم تظهر تأثيراً معنوياً في ارتفاع النبات، إذ بلغ متوسط ارتفاع المعاملة المعقمة 96.15 سم مقارنة مع غير المعقمة التي أعطت متوسطاً بلغ 112.25 سم. أنَّ الانخفاض الحاصل في ارتفاع النبات ربما يعود إلى تأخر إنبات البذور في التربة المعقمة مقارنة بالنباتات النامية في التربة غير المعقمة وأيضا إلى الانخفاض الحاصل في اعداد الأحياء ولاسيما بكتريا Rhizobia مقارنة بالمعاملة غير المعقمة، والذي ينعكس على تكوين العقد الجذرية مما يؤثر على كفاءة تثبيت النيتروجين ومن ثم ضعف نمو النبات، وتتفق النتائج مع [31] في دراستهما حول تأثير التعقيم على نمو فول الصويا، إذ لم يكن هنالك فرقا معنوياً بين التعقيم بالمؤصدة لمرة واحدة أو مرتين وعدم التعقيم، وانخفض متوسط ارتفاع النبات بسبب تعقيم التربة إلى 18.33 و 15.30 سم مقارنة بغير المعقمة التي أعطت 19.00 سم بعد 45 يوم من الزراعة، وتتماشى مع [33] في دراستهم حول تأثير التلقيح بمختلف الاسمدة الحيوية على نبات السمسم تحت ظروف التربة المعقمة وغير المعقمة، إذ لم يكن هنالك فرقا معنوياً بين المعاملات الملقحة بلقاح بكتريا Rhizobium والمعاملات غير الملقحة في التربتين المعقمة وغير المعقمة بعد 8 و10 و12 اسبوع من الزراعة في منطقة Ogbomoso.

أما التداخل الثنائي بين التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* وتعقيم التربة بالمؤصدة فيظهر الجدول نفسه بأنَّ المعاملات الملقحة والمعقمة، والمعاملة الملقحة وغير المعقمة، والمعاملة غير الملقحة غير المعقمة قد تفوقت معنوياً على المعاملة غير الملقحة والمعقمة في صفة ارتفاع النبات، بينما لم تظهر المعاملات الثلاثة المذكورة فروقاً معنوية فيما بينها، وأعطت المعاملة الملقحة والمعقمة أعلى متوسطاً في ارتفاع النبات بلغ 121.19 سم مقارنة بالمعاملة غير الملقحة والمعقمة التي أعطت اقل متوسطاً بلغ 71.11 سم، وقد يعزى هذا التفوق إلى القدرة التنافسية للعزلة المستعملة وكفاءتها في تثبيت النيتروجين، ولاسيما في المعاملات الملقحة في التربة المعقمة وغير المعقمة من جانب، وامكانية البكتريا الموجودة في التربة غير الملقحة وغير المعقمة في احداث الاصابة نتيجة لتوافقها مع العائل من خلال تبادل الاشارات الجزيئية التي اثرت على زيادة اعداد العقد ووزنها وتحسن نمو المجموع الجذري للنبات فضلا عن الامتصاص العالي للعناصر التي انعكست على تعزيز نمو النبات ومنها الارتفاع.

يوضح الجدول (7) تأثير التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* والتعقيم والتداخل بينهما في وزن المجموع الخضري الجاف لنبات فول الصويا خلال مرحلة 50% تزهير من عمر النبات، وتشير النتائج بأنَّ التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* له أثرٌ معنوي في وزن المجموع الخضري الجاف، إذ أعطت المعاملات الملقحة متوسط وزن خضري جاف بلغ 44.49 غم/نبات، في حين أعطت المعاملات غير الملقحة متوسط وزن بلغ 17.80 غم/نبات، وبزيادة مئوية بلغت 149.94%. إنَّ الدور الايجابي للعلاقة التعايشية بين بكتريا *B. japonicum* والنبات البقولي كانت سبباً في الزيادة الحاصلة عند معاملات التلقيح اذ تمد البكتريا النافعة النبات بما يحتاجه من نيتروجين عن طريق التثبيت الحيوي للنتروجين الجوي، والذي يسهم بدوره في بناء الاحماض الامينية والبروتينات في النبات مما يعزز تحسن النمو ومن ثم ينعكس ذلك ايجابا على الوزن الخضري الجاف، وتتفق هذه النتائج مع [21] في دراستهم على نبات فول الصويا، إذ تفوقت المعاملات الملقحة معنوياً على المعاملات غير الملقحة، وأعطت المعاملة الملقحة بالسلالة 379 *B. japonicum* وزناً خضرياً جافاً 33.3 غم/نبات، مقارنة بغير الملقحة التي أعطت 19.1 غم/نبات، كما تتفق هذه النتائج مع [34] في دراستهم على نبات فول الصويا، إذ تفوقت المعاملات الملقحة بالسلالات المختلفة معنوياً على المعاملات غير الملقحة، وأعطت وزناً خضرياً جافاً من 1.71 – 17.2 غم/نبات، مقارنة بغير الملقحة التي أعطت 1.65 غم/نبات مشيراً إلى أنَّ التعايش انعكس إيجابا على جميع المعاملات الملقحة في صفة الوزن الخضري الجاف لنبات الصويا وبفرق عالي المعنوية.

جدول 7: تأثير التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* والتعقيم والتداخل بينهما في وزن المجموع الخضري الجاف (غم/نبات) لنبات فول الصويا خلال مرحلة 50% تزهير

التلقيح / التعقيم	بدون تلقيح *B. japonicum*	مع التلقيح *B. japonicum*	المعدل
تربة غير معقمة	22.03c	37.25b	29.64b
تربة معقمة	13.57d	51.72a	32.65a
المعدل	17.80b	44.49a	
$LSD_{0.05}$	التلقيح	التعقيم	التداخل
	5.7527	2.457	8.1356

أما عن معاملات التعقيم لوحده فقد أثرت معنوياً أيضا في وزن المجموع الخضري الجاف، وبلغ متوسط الوزن الجاف في المعاملات المعقمة 32.65 غم/نبات، مقارنة مع المعاملات غير المعقمة التي أعطت متوسطاً بلغ 29.64 غم/نبات وبزيادة مئوية بلغت 10.15%، وتتفق هذه النتائج مع [28] في دراستهم على نبات فول الصويا تحت ظروف البيت الزجاجي، إذ تفوقت المعاملات المعقمة معنوياً على المعاملات غير المعقمة ، وأعطت المعقمة متوسط وزن خضري جاف بلغ 25.5 غم/نبات، بينما أعطت غير المعقمة 23.7 غم/نبات، وتتعارض هذه النتائج مع [31] في دراستهما حول تأثير التعقيم على نمو فول الصويا، إذ لم يكن هنالك فرقا معنوياً بين المعاملات المعقمة بالمؤصدة لمرة واحدة والمعاملات غير المعقمة ، بينما أظهرت المعاملات غير المعقمة فرقا معنوياً مع المعاملات المعقمة بالمؤصدة لمرتين، وكان متوسط الوزن الخضري الجاف في المعاملات المعقمة 1.50 و1.70 غم/نبات لمرة واحدة ومرتين على التتابع مقارنة بغير المعقمة التي أعطت 1.85 غم/نبات بعد 45 يوم من الزراعة.

كما يظهر من التداخل الثنائي بين التلقيح *B. japonicum* وتعقيم التربة بالمؤصدة بأنَّ جميع المعاملات أظهرت فروقات معنوية فيما بينها، إذ أعطت المعاملة الملقحة والمعقمة أعلى متوسط في الوزن الخضري الجاف بلغ 51.72 غم/نبات، ثم تلتها المعاملة الملقحة وغير المعقمة والتي أعطت متوسط وزن جاف بلغ 37.25 غم/نبات، في حين أعطت المعاملة غير الملقحة والمعقمة اقل متوسط للوزن الخضري الجاف بلغ 13.57 غم/نبات، وبلغت الزيادة المئوية 281.13% و174.50% للمعاملة الملقحة والمعقمة والمعاملة الملقحة وغير المعقمة مقارنة بالمعاملة غير الملقحة والمعقمة على التتابع.

يبين الجدول (8) تأثير التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* والتعقيم والتداخل بينهما في المساحة الورقية لنبات فول الصويا خلال مرحلة 50% تزهير من عمر النبات، إذ تظهر النتائج بأنَّ التلقيح له أثرٌ معنوي في المساحة الورقية للنبات، وأعطت المعاملات الملقحة متوسط مساحة بلغ 48.27 ديسم^2/نبات ، في حين أعطت المعاملات غير الملقحة متوسط مساحة بلغ 14.03 ديسم^2/نبات، وبزيادة مئوية بلغت 244.04%، وتتفق هذه النتائج مع [35] في دراسته حول استجابة فول الصويا للتسميد الحيوي بلقاح بكتريا الرايزوبيوم وفطر المايكورايزا، إذ تفوقت المعاملات الملقحة معنويا على المعاملات غير الملقحة، وكان متوسط المساحة الورقية للمعاملات الملقحة 1.89 و1.70 م^2/نبات، في حين كان للمعاملات غير الملقحة 1.73 و1.56 م^2/نبات، وبزيادة مئوية 9.24 و12.82% في التربة المعقمة وغير المعقمة على التتابع، كما تتفق هذه النتائج مع [32] في دراستهم حول تأثير معاملات التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* على صنفين من فول الصويا *Glycine max* (Lee68) و*Glycine soja* (N23227)، إذ بينت النتائج تفوق المعاملات الملقحة على غير الملقحة، وأعطت المعاملات الملقحة معدل مساحة ورقية بلغ 19.22 و5.79 سم^2/نبات ، بينما أعطت المعاملات غير الملقحة معدل مساحة ورقية بلغ 14.46 و3.48 سم^2/نبات لكلا الصنفين على التتابع.

جدول 8: تأثير التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* والتعقيم والتداخل بينهما في المساحة الورقية (ديسم^2/نبات) لنبات فول الصويا خلال مرحلة 50% تزهير

التلقيح / التعقيم	بدون تلقيح *B. japonicum*	مع التلقيح *B. japonicum*	المعدل
تربة غير معقمة	17.26c	40.07b	28.66b
تربة معقمة	10.79c	56.48a	33.64a
المعدل	14.03b	48.27a	
$LSD_{0.05}$	التلقيح	التعقيم	التداخل
	7.2647	4.6281	10.274

أما معاملات التعقيم فقد أثرت معنوياً أيضا في المساحة الورقية لفول الصويا، إذ بلغ متوسط المساحة الورقية في المعاملات المعقمة 33.64 ديسم^2/نبات مقارنة مع غير المعقمة التي أعطت 28.66 ديسم^2/نبات ، وبزيادة مئوية بلغت 17.37%، وتتعارض هذه النتائج مع [36] في دراسته على نبات فول الصويا، إذ لم تظهر النتائج فرقا معنوياً على الرغم من تفوق المعاملات المعقمة على غير المعقمة، وكانت المساحة الورقية في المعاملات المعقمة 1289 سم^2 ، بينما كانت في غير المعقمة 1218 سم^2 بعد 8 اسابيع من الزراعة.

أما التداخل الثنائي بين التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* وتعقيم التربة بالمؤصدة فقد أظهرت معاملتي التلقيح مع التعقيم وبدون التعقيم فروقاً معنوية فيما بينها من جهة، وبينها وبين المعاملتين غير الملقحتين غير المعقمة والمعقمة من جهة اخرى، إذ أعطت المعاملة الملقحة والمعقمة أعلى متوسط في المساحة الورقية بلغ 56.48 ديسم^2/نبات، ثم تلتها المعاملة الملقحة وغير المعقمة والتي أعطت متوسط مساحة بلغ 40.07 ديسم^2/ نبات، في حين أعطت المعاملة غير الملقحة والمعقمة اقل متوسطاً في المساحة الورقية بلغ 10.79 ديسم^2/نبات، ويمكن ان يعزى إلى كفاءة السلالة المستعملة في التلقيح من خلال امكانية بكتريا Rhizobia في افراز بعض منظمات النمو التي تحفز انبات البذور بشكل جيد، وتزيد من جاهزية بعض العناصر لاسيما النيتروجين والفسفور للنبات والذي يؤدي إلى حصول نمو خضري جيد يتمثل بمساحة ورقية كبيرة [37]، فضلا عن نتائج الدراسة الحالية التي أظهرت تفوقاً معنوياً في عدد وأوزان العقد الجذرية وأوزان المجموع الجذري والخضري الجاف والتي انعكس تأثيرها على المساحة الورقية للنبات، وأما عن المعاملة غير الملقحة والمعقمة فيمكن أنْ يعزى إلى عدم وجود سلالات مستوطنة في التربة أو مضافة بشكل لقاح.

يوضح الجدول (9) تأثير التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* والتعقيم والتداخل بينهما في نسبة النيتروجين لفول الصويا خلال مرحلة 50% تزهير من عمر النبات، وتظهر النتائج بأنَّ التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* له أثرٌ معنوي في نسبة النيتروجين، إذ أعطت المعاملات الملقحة متوسط نسبة نيتروجين بلغ 6.83%، بينما أعطت المعاملات غير الملقحة متوسط نسبة نيتروجين بلغ 5.35%، وتتفق مع [38] في دراستهم حول تأثير التلقيح المشترك ببكتريا *B. japonicum* و *Azospirillum brasilense* في نمو وحاصل فول الصويا، إذ تفوقت المعاملات الملقحة بلقاح بكتريا *B. Japonicum* لوحده معنويا على المعاملات غير الملقحة، واعطت المعاملة الملقحة متوسط نسبة نيتروجين بلغ 8.36% مقارنة بغير الملقحة التي اعطت 6.62%.

أما معاملات التعقيم فلم تظهر تأثيراً معنوياً في نسبة النيتروجين لنبات فول الصويا، إذ بلغ متوسط نسبة النيتروجين في المعاملة المعقمة 6.46%، مقارنة مع غير المعقمة التي أعطت متوسط نسبة النيتروجين بلغ 5.72 %، وتتعارض هذه النتائج مع [28] في دراستهم على فول الصويا تحت ظروف البيت الزجاجي، إذ تفوقت المعاملات المعقمة معنوياً على غير المعقمة، وأعطت المعقمة متوسط نسبة نيتروجين بلغ 580.5 ملغم/نبات، بينما أعطت غير المعقمة 443.2 ملغم/نبات.

جدول 9: تأثير التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* والتعقيم والتداخل بينهما في نسبة النيتروجين% في الجزء الخضري لنبات فول الصويا خلال مرحلة 50% تزهير

التلقيح / التعقيم	بدون تلقيح *B. japonicum*	مع التلقيح *B. japonicum*	المعدل
تربة غير معقمة	5.46b	5.98b	5.72a
تربة معقمة	5.24b	7.67a	6.46a
المعدل	5.35b	6.83a	
$LSD_{0.05}$	التلقيح	التعقيم	التداخل
	0.8587	1.0789	1.2144

أما التداخل الثنائي بين التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* وتعقيم التربة بالمؤصدة، فقد أظهرت المعاملة الملقحة والمعقمة فرقا معنوياً عن التداخلات الثلاثة الباقية، إذ أعطت المعاملة الملقحة والمعقمة أعلى متوسط في نسبة النيتروجين بلغ 7.67%، في حين أعطت المعاملة غير الملقحة والمعقمة اقل متوسط بلغ 5.24%، وكانت الزيادة المئوية بالنسبة للمعاملة الملقحة والمعقمة مقارنة مع المعاملة غير الملقحة والمعقمة 46.37%.

يوضح الجدول (10) تأثير التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* والتعقيم والتداخل بينهما في عدد القرنات لنبات فول الصويا بعد مرحلة النضج التام من عمر النبات، إذ تظهر النتائج بأنَّ التلقيح أثر معنوياً في عدد قرنات النبات، وأعطت المعاملات الملقحة متوسط عدد قرنات بلغ 69.57 قرنة/نبات في حين أعطت المعاملات غير الملقحة متوسط عدد قرنات بلغ 44.32 قرنة/نبات، وبزيادة مئوية بلغت56.97%. إنَّ التلقيح بلقاح بكتريا Rhizobia يحسن من نمو النباتات البقولية من خلال زيادة الاوزان الجافة، وارتفاع النبات، وامتصاص النيتروجين وغيره من العناصر ومن ثم تتحسن صفات الحاصل ولاسيما عدد القرنات في النبات، وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه [39] في دراسته حول استجابة فول الصويا للتلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* و*Pseudomonas puteida* والتداخل بينهما، إذ تفوقت المعاملات الملقحة بلقاح بكتريا *B. japonicum* لوحده معنوياً على المعاملات غير الملقحة في عدد القرنات، وأعطت متوسط عدد بلغ 72 قرنة/نبات، بينما أعطت غير الملقحة 38 قرنة/نبات.

جدول 10: تأثير التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* والتعقيم والتداخل بينهما في عدد القرنات (قرنة/نبات) لنبات فول الصويا بعد مرحلة النضج التام

التلقيح / التعقيم	بدون تلقيح *B. japonicum*	مع التلقيح *B. japonicum*	المعدل
تربة غير معقمة	49.69c	63.99b	56.84a
تربة معقمة	38.96d	75.14a	57.05a
المعدل	44.32b	69.57a	
$LSD_{0.05}$	التلقيح	التعقيم	التداخل
	4.6281	11.772	6.8761

أما معاملات التعقيم فلم يكن هنالك تأثير معنوي في عدد القرنات لنبات فول الصويا، إذ بلغ متوسط عدد القرنات في المعاملات المعقمة 57.05 قرنة/نبات، مقارنة مع غير المعقمة التي أعطت متوسط عدد قرنات بلغ 56.84 قرنة/نبات، وتتعارض هذه النتائج مع [28] في دراسته على نبات فول الصويا، إذ تفوقت المعاملات المعقمة معنوياً على غير المعقمة، وأعطت المعاملة المعقمة متوسط بلغ 31.36 قرنة/نبات بينما أعطت غير المعقمة 25.56 قرنة/نبات بعد 13 اسبوع من الزراعة.

أما التداخل الثنائي بين التلقيح *B. japonicum* وتعقيم التربة فقد أظهرت المعاملات فروقات معنوية فيما بينها، إذ أعطت المعاملة الملقحة والمعقمة أعلى متوسط في عدد القرنات بلغ 75.14 قرنة/نبات، ثم تلتها المعاملة الملقحة وغير المعقمة والتي أعطت 63.99 قرنة/نبات، بينما أعطت المعاملة غير الملقحة والمعقمة اقل متوسط في عدد القرنات بلغ 38.96 قرنة/نبات.

يوضح الجدول (11) تأثير التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* والتعقيم والتداخل بينهما في الحاصل الكلي لفول الصويا بعد مرحلة النضج التام من عمر النبات ، وتظهر النتائج بأنَّ التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* له أثرٌ معنوي في الحاصل الكلي للنبات، وأعطت المعاملات الملقحة متوسط حاصل كلي بلغ 7.40 طن/هكتار في حين أعطت المعاملة غير الملقحة متوسط حاصل كلي بلغ 2.97 طن/هكتار، وبزيادة مئوية بلغت 149.15% ، وقد يعزى هذا التفوق إلى كفاءة اللقاح في تكوين العقد الجذرية والتي تؤدي دوراً كبيراً في كفاءة التثبيت، ومن ثم زيادة النيتروجين في الجزء الخضري والذي ينعكس على زيادة البروتين في مختلف اجزاء النبات مما يؤدي إلى تحسن نمو النبات وزيادة الحاصل، بسبب زيادة مكوناته، وتتفق مع نتائج [40] في دراسته على نبات فول الصويا، إذ تفوقت المعاملات الملقحة بالسلالات 379 TAL وIsolate UK وLocal العائدة *Bradyrhizobium sp.* معنوياً على المعاملات غير الملقحة في صفة حاصل الحبوب فقد أعطت المعاملات الملقحة بالسلالات الثلاثة فروقا معنوية، وبلغ متوسط حاصل الحبوب 1881.51 و2766.40 و2398.25 كغم/هكتار على التتابع مقارنة بغير الملقحة التي أعطت 1520.72 كغم/هكتار.

جدول 11: تأثير التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* والتعقيم والتداخل بينهما في الحاصل الكلي (طن/هكتار) لنبات فول الصويا بعد مرحلة النضج التام

التلقيح / التعقيم	بدون تلقيح *B. japonicum*	مع التلقيح *B. japonicum*	المعدل
تربة غير معقمة	3.60c	5.52b	4.56b
تربة معقمة	2.33d	9.28a	5.81a
المعدل	2.97b	7.40a	
$LSD_{0.05}$	التلقيح	التعقيم	التداخل
	0.8348	1.1032	1.1806

أما معاملات التعقيم فقد أظهرت هي الأخرى تأثيراً معنوياً في الحاصل الكلي لفول الصويا، إذ بلغ متوسط الحاصل الكلي في المعاملة المعقمة 5.81 طن/هكتار، مقارنة مع غير المعقمة التي أعطت متوسط حاصل كلي بلغ 4.56 طن/هكتار، وبزيادة مئوية بلغت 27.41%، وتتماشى هذه النتائج مع [35]، إذ تفوقت المعاملات المعقمة على غير المعقمة في الحاصل الكلي، وأعطت المعقمة 3.14 طن/هكتار وغير المعقمة 2.68 طن/هكتار.

أما التداخل الثنائي بين التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* وتعقيم التربة بالمؤصدة فقد أظهرت المعاملات فروقات معنوية فيما بينها، إذ أعطت المعاملة الملقحة والمعقمة أعلى متوسط في الحاصل الكلي بلغ 9.28 طن/هكتار، ثم تلتها المعاملة الملقحة وغير المعقمة والتي أعطت 5.52 طن/هكتار، في حين أعطت المعاملة غير الملقحة والمعقمة اقل متوسط بلغ 2.33 طن/ هكتار. إنَّ الزيادة في حاصل النبات قد تعزى إلى كفاءة العزلة المستعملة، فضلا عن مواصفات الحامل التي تنعكس على بقاء العزلة مدة اطول، ومن ثم تكوين اكبر عدد من العقد الجذرية فيتحسن النمو ويزداد الحاصل، وتتفق هذه النتائج مع [38] حول تأثير التسميد الحيوي بلقاح بكتريا *B. japonicum* في حاصل فول الصويا، إذ تفوقت المعاملات الملقحة بلقاح بكتريا *B. japonicum* معنوياً على غير الملقحة في التربتين المعقمة وغير المعقمة، وأعطت المعاملة الملقحة والمعقمة أعلى متوسط بلغ 3.67 طن/هكتار، بينما أعطت المعاملة غير الملقحة وغير المعقمة 2.14 طن/هكتار.

يشير الجدول (12) تأثير التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* والتعقيم والتداخل بينهما في نسبة البروتين في بذور نبات فول الصويا بعد مرحلة النضج التام، وتظهر النتائج بأنَّ التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* له أثرٌ معنوي في نسبة البروتين في البذور، إذ أعطت المعاملات الملقحة متوسط نسبة بروتين بلغ 38.46%، في حين أعطت المعاملات غير الملقحة متوسط نسبة البروتين بلغ 29.63%، وبزيادة مئوية بلغت 29.80%، وقد تعزى هذه النتائج إلى قدرة خلايا اللقاح المستخدم على المنافسة في إحداث إصابة الجذور، ونشاطها في توفير مغذيات النبات ولاسيما النيتروجين والذي قد ينعكس على المجموع الجذري والوزن الجاف الخضري والذي حقق أفضل عدد للقرنات أدت إلى أفضل إنتاج وبمحتوى جيد من البروتين، وتتفق هذه النتائج مع [39] في دراسته حول استجابة فول الصويا للتلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* وبكتريا *P. putida* والتداخل بينهما، إذ تفوقت المعاملات الملقحة بلقاح بكتريا *B. japonicum* لوحده معنوياً على غير الملقحة في نسبة البروتين، وأعطت المعاملات الملقحة متوسط بلغ 35.00% ، بينما أعطت غير الملقحة 25.65%.

أما معاملات التعقيم فقد أظهرت تأثيراً معنوياً أيضا في نسبة البروتين في البذور، إذ بلغ متوسط نسبة البروتين في بذور المعاملات المعقمة 35.86% مقارنة مع غير المعقمة التي أعطت متوسط نسبة البروتين بلغ 32.23%، وكانت الزيادة المئوية 11.26%، وقد يعزى التفوق إلى زيادة جاهزية بعض العناصر لاسيما النيتروجين والفسفور في التربة المعقمة التي تنعكس إيجابا على النبات لاسيما صفات النمو والحاصل ومنها زيادة نسبة البروتين [28] [26]، وتتماشى مع ما توصل إليه [35] في دراسته على نبات فول الصويا، إذ تفوقت المعاملات المعقمة على غير المعقمة، وأعطت معاملات التربة المعقمة متوسط نسبة بروتين بلغ 31.90%، في حين أعطت غير المعقمة 29.90%.

جدول 12: تأثير التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* والتعقيم والتداخل بينهما في نسبة البروتين(%) في بذور نبات فول الصويا بعد النضج التام

التلقيح / التعقيم	بدون تلقيح *B. japonicum*	مع التلقيح *B. japonicum*	المعدل
تربة غير معقمة	30.24b	34.21ab	32.23b
تربة معقمة	29.02b	42.70a	35.86a
المعدل	29.63b	38.46a	
$LSD_{0.05}$	التلقيح	التعقيم	التداخل
	6.2182	3.0696	8.7939

أما التداخل الثنائي بين التلقيح بلقاح بكتريا *B. japonicum* وتعقيم التربة بالمؤصدة فقد أظهرت المعاملة الملقحة والمعقمة فرقاً معنوياً عن التداخلات الأخرى باستثناء المعاملة الملقحة وغير المعقمة، إذ أعطت المعاملة الملقحة والمعقمة أعلى متوسط في نسبة البروتين بلغ 42.70%، في حين أعطت المعاملة غير الملقحة والمعقمة اقل متوسط بلغ 29.02%، وبزيادة مئوية بلغت 47.13%، وتتعارض هذه النتائج مع ما توصل اليه [41] في دراستهما حول كفاءة عزلة محلية اخرى تم اختبارها على نبات اللوبياء وقد يعزى سبب ذلك الى اختلاف الانواع المستعملة واختلاف النوع النباتي ايضا مما قد ينعكس على التثبيت الحيوي من قبل البكتريا وبالتالي على العمليات الايضية التي تحدث داخل النبات والمسؤولة عن تخليق البروتينات. بينما تتفق مع ما توصل اليه [42] في دراستهم حول اختبار كفاءة العزلة المحضرة على نبات الماش.

المصادر:

1. Singh, R. J., Chung, G. H. And Nelson, R. L. (2007). Landmark research in legumes. *Genome*, 50(6): 525-537.
2. Lewis, G. P., Schrire, B., Mackinder, B., And Lock, M. (2005). Legumes of the world: royal botanic gardens, Kew.
3. Peoples, M. B., Brockwell, J., Herridge, D. F., Rochester, I. J., Alves, B. J. R., Urquiaga, S. And Sampet, C. (2009). The contributions of nitrogen-fixing crop legumes to the productivity of agricultural systems. *Symbiosis*, 48(1-3): 1-17.
4. Simon, Z., Mtei, K., Gessesse, A.And Ndakidemi, P. A. (2014). Isolation and characterization of nitrogen fixing Rhizobia from cultivated and uncultivated soils of northern Tanzania. *American Journal of Plant Sciences*, 5(26): 4050- 4067.
5. Zhang, Y.M., Li, Y., Chen, W.F., Wang, E.T., Tian, C.F., Li, Q.Q., Zhang, Y.Z., Sui, X.H., Chen, W.X. (2011) Biodiversity and biogeography of Rhizobia associated with Soybean plants grown in the north China Plain. Appl. Environ. Microbiol. 77 (18), 6331–6342.
6. Chen, W. H., Yang, S. H., Li, Z. H., Zhang, X. X., Salefui, X. H., Wang, E. T., ... And Chen, W. F. (2017). *Ensifer Shofinae Sp. Nov*., A novel rhizobial species isolated from root nodules of Soybean (*Glycine Max*). *Systematic And Applied Microbiology*, 1-6.
7. Alef, K., And Nannipieri, P. (Eds.). (1995). Methods in applied soil microbiology and biochemistry. London: Academic Press , 576.

8. Trevors, J. T. (1996). Sterilization and inhibition of microbial activity in soil. *Journal of Microbiological Methods*, 26(1-2): 53-59.
9. Somasegaran, P. And Hoben, H. J. (1985). Methods In Legume-Rhizobium Technology.United States Agency For International Development (Usaid) Contract No. Dan-0613-C-00-2064-00.
10. Somasegaran, P. And Hoben, H. J. (1994). Handbook For Rhizobia: Methods In Legume - Rhizobium Technology. Springer - Verlag, New York, PP450.
11. Hanus, F. J., Albrecht, S. L., Zablotowicz, R. M., Emerich, D. W., Russell, S. A., And Evans, H. J. (1981). Yield and N content of Soybean seed as influenced by *Rhizobium Japonicum* inoculants possessing the hydrogenase characteristic . *Agronomy Journal*, 73(2): 368-372.
12. الساهوكي، مدحت مجيد (1991). فول الصويا انتاجه وتحسينه، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، كلية الزراعة- جامعة بغداد.
13. الصحاف، فاضل حسين (1989). تغذية النبات التطبيقي، بيت الحكمة ، جامعة بغداد ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق.
14. عبد الهادي، سعدون، جمال احمد عباس وكاظم محمد عبد الله (2010). تأثير رش المحلول المغذي والتسميد البوتاسي في نمو وحاصل الصنف المحلي لنبات البزاليا الخضراء *Pisium sativum* L، مجلة الكوفة للعلوم الزراعية2 (1):13 – 24.
15. Cresser, M.S. And Parsons, J.W.(1979). Sulphuric - perchloric acid digestion of plant material for the determination of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium. *Analytica Chimica Acta*, 109(2): 431-436.
16. Chapman, H. D., And Pratt, P. F. (1961). Methods of analysis of soil, plants and water. University of California, Division Of Agricultural. *Science, USA*.
17. A.A.C.C. (1962). Methods-American association of cereal chemists approved methods.2.
18. SAS. (2005). User Guide. Stastics (Version 6 . 121) SAS . Inst. Cary N.C. U.S.A.
19. Zoundji, C. C., Houngnandan, P., Amidou, M. H., Kouelo, F. A., And Toukourou, F. (2015). Inoculation and phosphorus application effects on Soybean [*Glycine Max* (L.) Merrill] productivity grown in Farmers'fields Of Benin. Japs, Journal Of Animal And Plant Sciences, 25(5): 1384 - 1392.
20. Appunu, C., Kumar, R., Sreenivasa, V., Manjunatha, T., Mahadevaiah, C., Sasirekha, N., ... and Nair, S. (2015). Symbiotic effect of *Bradyrhizobium Yuanmingense* isolates over *Bradyrhizobium Japonicum* with Soybean. Legume *Research-An International Journal*, 38(2): 268-270.
21. Abbasi, M. K., Manzoor, M., And Tahir, M. M. (2010). Efficiency of Rhizobium inoculation and P fertilization in enhancing nodulation, seed yield, and phosphorus use efficiency by field grown soybean under hilly region of Rawalakot Azad Jammu And Kashmir, Pakistan. *Journal of Plant Nutrition*, 33(7): 1080-1102.
22. Sanginga, N., Thottappilly, G., And Dashiell, K. (2000). Effectiveness of Rhizobia nodulating recent promiscuous Soyabean selections in the moist savanna of Nigeria. *Soil Biology And Biochemistry*, 32(1): 127-133.
23. السامرائي، وائل محمد مهدي ومحسن علي احمد الجنابي وعبد الكريم عريبي سبع الكرطاني (2013). تأثير التسميد الحيوي ببكتريا الرايزوبيوم وفطر المايكورايزا والفوسفور في بعض صفات النمو لمحصول فول الصويا *Glycine max* في تربة جبسيه، مجلة تكريت للعلوم الزراعية، 13(2):251-268.
24. Tarekegn, M. A., And Kibret, K. (2017). Effects of Rhizobium, nitrogen and phosphorus fertilizers on growth, nodulation, Yield And Yield Attributes Of Soybean At Pawe Northwestern Ethiopia. *World Scientific News*, 67(2): 201-218.

25. Sinegani, A. A. S., And Hosseinpur, A. (2010). Evaluation of effect of different sterilization methods on soil biomass phosphorus extracted with Nahco3. *Plant Soil Environ*, 56(4):156-162.

26. Rahima, N., Abbasia, M. K., And Hameed, S. (2016). Nodulation, nutrient accumulation and yield of rainfed Soybean in response to indigenous Soybean - Nodulating Bradyrhizobia In The Himalayan Region Of Kashmir – Pakistan. *International Journal of Plant Production*, 10 (4): 491-507.

27. De Almeida Ribeiro, P. R., Dos Santos, J. V., Da Costa, E. M., Lebbe, L., Assis, E. S., Louzada, M. O., ... And De Souza Moreira, F. M. (2015). Symbiotic efficiency and genetic diversity of Soybean Bradyrhizobia In Brazilian Soils. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 212: 85-93.

28. Laditi, M. A., Nwoke, O. C., Jemo, M., Abaidoo, R. C., And Ogunjobi, A. A. (2012). Evaluation of microbial inoculants as biofertilizers for the improvement of growth and yield of Soybean and Maize crops in Savanna soils. *African Journal Of Agricultural Research*, 7(3): 405 – 413.

29. Menezes, K. A. S., Escobar, I. E. C., Fraiz, A. C. R., Martins, L. M. V., and Fernandes Júnior, P. I. (2017). Genetic variability and symbiotic efficiency of *Erythrina Velutina* willd. Root nodule bacteria from the semi-arid region in northeastern Brazil. *Revista Brasileira De Ciência Do Solo*, *41*.

30. مطلك، خميس حبيب، فالح حسن سعيد، علي جبار عبد السادة وهادي مهدي عبود (2013). كفاءة التلقيح بسلالات مدخلة من البكتريا *Bradyrhizobium japonicum* والفطر *Trichoderma harzianum* في نمو فول الصويا. مجلة ديالى للعلوم الزراعية، 2 (5) : 257 – 263.

31. الكرطاني، عبدالكريم عريبي سبع وشيماء عبد محمد علي (2014). تأثير طرائق التعقيم المختلفة وتكرارها في بعض المجاميع الميكروبية ونمو نبات فول الصويا *Glycine max* L. في تربة جبسية، مجلة الأنبار للعلوم الزراعية، 12(2):43-49.

32. Meng, N., Yu, B. J., And Guo, J. S. (2016). Ameliorative effects of inoculation with *Bradyrhizobium Japonicum* on *Glycine Max* and *Glycine Soja* seedlings under salt stress. *Plant Growth Regulation*, 80(2): 137-147.

33. Babajide, P. A., And Fagbola, O. (2014). Growth, Yield and nutrient uptakes of sesame (*Sesamum Indicum* Linn.) as influenced by biofertilizer inoculants. *Int. J. Curr. Microbiol*. App. Sci, 3(8): 859-879.

34. Youseif, S. H., El-Megeed, F. H. A., Ageez, A., Mohamed, Z. K., Shamseldin, A., And Saleh, S. A. (2014). Phenotypic characteristics and genetic diversity of Rhizobia nodulating Soybean in egyptian soils. *European Journal of Soil Biology*, 60: 34 - 43.

35. السامرائي، وائل محمد مهدي (2012). استجابة فول الصويا *Glycine max* L. للتلقيح بالرايزوبيا والمايكورايزا والسماد الفوسفاتي في تربة جبسية، رسالة ماجستير، كلية الزراعة – جامعة تكريت.

36. Banjoko, O. A. (2003). Effect of Rhizobium inoculum concentration on growth, nodulation and yield of soyabean in sterilized and unsterilizied soil.

37. العاني، رقيب عاكف، ماجدة هادي مهدي، وهادي مهدي عبود (2011). تاثير معاملة بذور فول الصويا ببكتريا العقد الجذرية *Rhizobium japonicum* والمبيد الفطري Tecto (Thiobendazole) في خفض الاصابة بمرض عفن الجذور وموت البادرات المتسبب عن فطور *Macrophomina phaseolina* و*Fusarium solani* ، مجلة وقاية النبات العربية. مجلد 29 (1): 60 —67.

38. Ferri, G. C., Braccini, A. L., Anghinoni, F. B. G., And Pereira, L. C. (2017). Effects of associated co-inoculation of *bradyrhizobium japonicum* with *azospirillum brasilense* on Soybean yield and growth. *African Journal of Agricultural Research*, 12(1): 6-11.

39. المنصور، علي حازم عبد الكريم (2011). تاثير استخدام اللقاح البكتيري الثنائي Bradyrhizobium japonicum و Pseudomonas puteida في تحسين البيئة ونمو وإنتاج نبات فول الصويا، مجلة الانبار للعلوم الزراعية، 9 (2): 286-293 .

40. Argaw, A. (2014). Symbiotic effectiveness of inoculation with Bradyrhizobium isolates on Soybean (*Glycine Max* (L.) Merrill] genotypes with different maturities. *Springerplus*, 3(1), 753.

41. Mahdi, W. M and Alkurtany A. E. S.(2020). Efficiency Test of Sinorhizobium fredii Local Isolate Biofertilizer on Growth and Yield of Cowpea Vigna unguiculata L. *Journal Of KFU*,21(1):29-39. https://doi.org/10.37575/b/agr/2017

42. Alkurtany, A. E. S., Ali, S. A. M., & Mahdi, W. M. (2018). The efficiency of prepared biofertilizer from local isolate of *Bradyrhizobium sp* on growth and yield of mungbean plant. *Iraqi Journal Of Agricultural Sciences*, *49*(5). https://doi.org/10.36103/ijas.v49i5.22

IRAQI Academic Scientific Journals

Samarra Journal of Pure and Applied Science

SJPAS

www.sjpas.com

ISSN:2663-7405

Efficiency of biofertilizer from local isolate of *Bradyrhizobium japonicum* on growth and yield of the soybean plant *Glycine max*

Wael Mohammed Mahdi [1*] and Abdulkarem Eriabi Al-kurtany[2]

1-College of Applied Science, University of Samarra, Samarra, Iraq (wial1974@gmail.com)

2-College of Agriculture, University of Tikrit, Tikrit, Iraq (alkurtany@tu.edu.iq)

Article Information

Received: 10/06/2021

Accepted: 10/08/2021

Keywords:

bio fertilizer, rhizobium, soybean, sterilization, and Seeds inoculation.

Abstract

A field experiment was carried out to evaluate the biofertilizer efficiency prepared from local of *Bradyrhizobium japonicum* on the growth and yield of soybean plant. *Glycine max* L. in steriled loam soil and non-steriled. The results showed a significant increase in the studied characteristics of soybean in biofertilized treatments, the percentage was increased of biofertilized treatments compared to un- biofertilized treatments in the number of nodules, fresh and dry weight of 205.80%, 677.77% and 2250% respectively, while the root and shoot dry weight were increased of 173.84%, 149.94 %, inoculating treatments gave higher plant height , leaf area and nitrogen concentration in the shoot parts compared to treatments of non- inoculating with an increasing percentage of 30.02%, 244.04%, 27.66% respectively. The results also showed that higher number of pods, total yield and protein were obtained at biofertilized treatments compared to un- biofertilized treatments by percentage of 56.97%, 149.15%, 29.80% respectively. The results of sterilization showed that, a significant increase in; nodules freash and dry weight, shoot dry weight, leaf area, as well as total yield and protein concentration compared to non-sterile with appercentage of. 400%, 633.33%, 10.15%, 17.37%, 27.41%, 11.26% respectively. The outcomes of interaction between biofertilization and sterilization showed that the fertilized and sterilized treatment resulted in significant increase compared to the non-fertilized and sterilized treatment in all studied traits. The fertilized and steriled treatment and the fertilized and non-steriled treatment did not differ significantly in some of these traits, This finding could be attributed to efficiency of the strain used in the sterilization and its ability to compete with endogenous bacteria in infection and formation of nodules in the roots.