The Effect of PGPR Bacteria on *Botrytis Cinerea* Fungus in Tomato Plants (Growth and Production Standards)

Dr. Yasser Hamad*
Dr. Ramez Al-Shami**
Muntajeb Saleh***

(Received 9 / 8 / 2024. Accepted 17 / 9/2024)

□ ABSTRACT □

The research aimed to study the effect of a mixture of bacterial species that stimulate plant growth and reduce the effect of the fungus Botrytis Ceneria and its symptoms on tomato plants grown in bags in a greenhouse in 2023 AD, and to measure some vegetative growth indicators related to the number of leaves on the plant and the fresh weight of the vegetative and root systems.

The results showed an increase in the growth of tomato plants, and a reduction in the effect of the pathogenic fungus Botrytis Ceneria on the number of leaves, fresh and dry weight of shoot and root systems, number of flowers, and root length, compared to the healthy control and those infected with the fungus not treated with bacteria. Treatment with the mixture of bacterial species used in the experiment was significantly superior in all studied indicators, whether infected or not infected with the pathogenic fungus *Botrytis Ceneria* in tomato plants. Therefore, it is possible to use bacterial inoculation with mixed bacterial species by adding them to plant seedlings to improve their growth, productivity, and resistance to plant diseases.

Keywords: Tomato, *Botrytis Ceneria* PGPR, number of leaves, fresh weight

Copyright **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* **Associate Professor ,Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
****Assistant Professor ,second collage of Agricultural Engineering, Suwayda, Damascuse ,University Syria.**
***** Postgraduate Student, Faculty of Agricultural engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria**

تأثير بكتريا PGPR في فطر *Botrytis cinerea* على نباتات البندورة (معايير النمو والإنتاج)

د. ياسر حماد*

د. رامز الشامي**

منتجب صالح***

(تاريخ الإيداع 9 / 8 / 2024. قبل للنشر في 17 / 9 / 2024)

□ ملخّص □

هدف البحث إلى دراسة تأثير مزيج من الأنواع البكتيرية المحفزة لنمو النبات والحد من تأثير الفطر *Botrytis Ceneria* وأعراضه على نباتات البندورة المزروعة في أكياس ضمن بيت بلاستيكي عام 2023م، وقياس بعض مؤشرات النمو الخضري المتعلقة بعدد الأوراق على النبات والوزن الطازج للمجموعين الخضري والجذري.

أظهرت النتائج زيادة في نمو نباتات البندورة، وتخفيض تأثير الفطر الممرض *Botrytis Ceneria* في عدد الأوراق والوزن الطازج والجاف للمجموعين الخضري والجذري وعدد الأزهار وطول الجذر بالمقارنة مع الشاهد السليم والمعدى بالفطر غير المعاملين بالبكتيريا. مع تفوق المعاملة بمزيج الأنواع البكترية المستخدمة في التجربة معنوياً لدى جميع المؤشرات المدروسة معداة وغير معداة بالفطر الممرض *Botrytis Ceneria* في نباتات البندورة. وبالتالي إمكانية استخدام التلقيح البكتيري بمزيج الأنواع البكتيرية بإضافتها إلى شتول النباتات لتحسين نموها وإنتاجيتها ومقاومتها للمرضات النباتية.

الكلمات المفتاحية: نباتات البنورة، بكتريا محفزة لنمو النبات (PGPR)، *Botrytis Ceneria*، أعراض إصابة، عدد الأوراق، الوزن الطازج للمجموعين الخضري والجذري، عدد الأزهار، طول الجذر.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

*استاذ مساعد، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

**مدرس ، كلية الزراعة الثانية بالسويداء، جامعة دمشق سورية.

*** طالب ماجستير ، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

مقدمة:

تعد البندورة كأحد أهم المحاصيل الزراعية وتشكل جزءً أساسياً من غذاء الشعوب على اختلاف ثقافاتهم لأهميتها الصحية، تمتاز باستخداماتها الغذائية المتعددة سواء كبندورة طازجة أو مصنعة، ينتمي نبات البندورة إلى الفصيلة الباذنجانية Solanacea، أطلق عليها كارل لينيوس التسمية العلمية في القرن الثامن عشر .*Solanum lycopersicum* L. (*Lycopersicon esculentum* Mill) وهي كلمة يونانية تعني خوخ الذئب الصالح للأكل (Hui, 2004). يعود أصل البندورة إلى منطقة الأنديز التي تشمل مناطق من تشيلي، والبيرو، وكولومبيا، والإكوادور، وبوليفيا (Huevelink, 2005 ; Lugasi *et al*., 2003)، وفي القرن التاسع عشر انتقلت إلى دول المتوسط ومنها إلى سورية ومصر (Esquin as- Alcazar, 1981).

تعد البندورة واحدة من أهم محاصيل الخضار الأساسية اقتصادياً وأوسعا انتشاراً في العالم (Tonon *et al*., 2005)، إذ تحتل المرتبة الثانية في الأهمية بين محاصيل الخضار في العالم بعد محصول البطاطا .*Solanum tubersum* L (Georgé *et al*., 2011)،

أشارت الدراسات الى وجود كائنات حية دقيقة تدعى بالبكتيريا المحفزة لنمو النبات Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) تعيش في منطقة جذور النباتات وتحسن من نموه وغلته بشكل مباشر من خلال تحسين تطور الجذور بالتالي تحسين امتصاص الماء والعناصر الغذائية من قبل النبات ، إضافة إلى إنتاج الهرمونات النباتية أو بشكل غير مباشر بتغيير التوازنات الحيوية في المحيط الجذري من خلال تحفيز الميكروبات المفيدة في التربة أو كبح الامراض البكتيرية والفطرية والنيماتودية الموجودة في التربة اضافة الى الامراض الفيروسية وقد أصبح استخدامها أسلوبا شائعا في مناطق عديدة من العالم (Sharan and Nehra,2011 ;Siddiqui,2006 ;Pieterse, 2014)

الدراسة المرجعية:

إن استخدام PGPR لخدمة الزراعة أصبح ذو أهميه عالمية، وقد درست PGPR كعوامل مكافحة حيوية وكأسمدة حيوية يمكن استخدامها في تحسين الزراعة (Raj , 2012) يحظى دور البكتيريا الجذرية المحفزة لنمو النبات أو PGPR بالاهتمام لعقود، نظرًا لقدرتها على تعزيز نمو النبات ودورها كعوامل واعدة لإدارة الإجهاد في النباتات (Probanza *et al*., 2002) وقدرتها على تحسين خواص التربة من خلال آليات مختلفة مثل تثبيت النيتروجين وإذابة الفوسفات، وتثبيط المعادن الثقيلة، وإنتاج الهرمونات النباتية (حمض الأسيتيك الإندول ، الجبرلين، السيتوكينين)، وتمعدن المواد العضوية في التربة، وتحليل بقايا المحاصيل، وتثبيط مسببات الأمراض النباتية، مما يجعلها مفيدة للنمو حتى في التربة التي تعاني من نقص المغذيات(Ha *et al*., 2019; Shameer and Prasad, 2018). تمتلك PGPR القدرة على تحسين مستويات العناصر الغذائية للمحاصيل الاقتصادية عن طريق زيادة نشاطاتها المضادة للأكسدة، ومحتويات الفينول، والأصباغ الضوئية(Singh *et al*., 2019). إن استخدام المخلفات الزراعية والصناعية كمواد حاملة لانتاج الأسمدة الحيوية باستخدام نوعين من البكتيريا الجذرية . *Bacillus* sp و .*Burkholderia* sp أدت إلى تعزيز نمو البندورة وخصوبة التربة بشكل كبير ويمكن أن يعمل أيضاً كبديل مستدام للاسمدة الكيماوية (Tripti *et al*.,2017) وجدت دراسة قام بها mena–violante (2007) ان معاملة نبات البندورة قبل الزراعة بالنوع البكتيري *Bacillus subtillis* قد زاد بشكل معنوي من وزن وطول ثمار البندورة واظهرت النتائج ان بكتيريا PGPR لها تأثيرات ايجابية على جودة ثمار البندورة خاصة على الحجم والملمس. في دراسة اجريت عام 2021 قام بهاVasseur–Coronado واخرون تم ترشيح نوعين بكتيريين تابعين للجنسين Pseudomonas و Pantoea ليتم

تطويرهم وتسويقهم بنجاح على انهم (Plant Biostimulant)BPs حيث تميزت هذه السلالات بقدرتها على التعايش مع جذور نباتات البندورة بشكل فعال وانتاج الهرمونات النباتية واذابة معادن التربة.

فطر *Botrytis* هو جنس ينتمي الى رتبة Ascomycota من العائلة sclerotiniaceae يتكاثر لاجنسيا anamorphe وبعض الانواع منه تكون على مرحلة جنسية telemorphe وهذا الفطر يكون احادي الطور haploid او متعدد الاطوار polyphage يعيش مترمم saprophyte ومتطفل parasite على العديد من النباتات(Holz G., Coertze S et Williamson B, 2007) وله القدرة على مهاجمة عدة اجهزة هوائية للنبات في أي مرحلة من مراحل النمو والتطور ويلحق اضرار كبيرة في العديد من المحاصيل الزراعية الرئيسية ذات الاهمية الاقتصادية مثل: البندورة والخيار والخس والعنب والابصال(Agrios G. N, 2005). وبعد اجراء دراسة لتقصي انتشار فطر العفن الرمادي في الساحل السوري للموسمين الزراعيين2016/2015 ، 2017/2016 بينت النتائج انتشار الاصابة في كلا الموسمين وعلى مختلف المحاصيل المدروسة حيث بلغت نسبة الاصابة 60.48% ، 54.76% في كلا الموسمين على التوالي (لبنى وآخرون.، 2020). حيث يعتبر فطر العفن الرمادي ثاني اهم مسببات الامراض الفطرية في علم امراض النبات الجزيئي من الناحية الاقتصادية والعلمية (Dean *et al.*, 2012). يصيب الفطر الوريقات والبتلات والسيقان والثمار .تزداد شدة الاصابة بالمرض تحت ظروف معينة (المناخ البارد الرطب) وينتشر المرض اثناء التخزين او تعبئة الثمار(Nicot P. C., 2008). وجد Jiang واخرون 2018 انه من الضروري والعاجل السعي للحصول على استراتيجية مكافحة فعالة وصديقة للبيئة للسيطرة على مرض العفن الرمادي اثناء انتاج المحاصيل وذلك لانه يعد من الامراض الخطيرة التي تصيب المحاصيل الاستراتيجية ،ووجدو ان بكتيريا *Bacillus velezensis* يمكن ان تعمل كعامل تحكم بيولوجي فعال ضد العفن الرمادي حيث يمكن ان تعمل كمثبط لنمو وتكون ابواغ البوترايتس عن طريق افراز بعض المستقلبات الثانوية او اطلاق اعداد من المركبات العضوية الطيارة (VOCs). وحسب ما وجده عقيد واخرون (2019) فإن بكتيريا *Bacillus licheniformis* قادرة على كبح نمو فطر العفن الرمادي على نبات الطماطم عن طريق انتاجها لانزيم الكايتيتيز chitinase حيث انخفضت شدة الاصابة بمقدار50% مقارنة مع الشاهد غير المعامل مما يعطي هذه البكتيريا أهمية واعدة في المكافحة الاحيائية ضد فطر العفن الرمادي بطريقة المعاملة العلاجية كما يمكن تطبيقها في المعالجة الوقائية مما يعطي هذه البكتيريا إمكانات واعدة في أن تكون بديلاً محتملاً للحد من استعمال المبيدات الفطرية الكيميائية في مكافحة البوترايتس وغيره من الأمراض الفطرية. وكان لمعاملة قام بها tortal وآخرون (2020) اثر كبير بتخفيض اصابة البندورة بفطر العفن الرمادي بعد تلقيح النبات بجنس *Bacillus velezensis* حيث خفضت الاصابة بنسبة 50% مقارنة مع الشاهد فسر ذلك بمقدرة بكتيريا Bacillus على تحفيز الهرمونات النباتية كحمض الجاسمونيك اسيد (ja) وهرمونات الإثلين.

أهمية البحث أهدافه:

تأتي اهمية البحث من الاهمية الاقتصادية والغذائية لنبات البندورة في سوريا والتأثير الكبير والواعد لبكتيريا PGPR كبديل أو متمم للتسميد المعدني الضار على البيئة والانسان وزيادة انتاج البندورة كذلك لدور هذه البكتيريا في تحفيز المقاومة الجهازية لدى النباتات وزيادة مقاومتها لعدد كبير من الآفات ومنها فطر العفن الرمادي ذو الضرر البليغ على المحاصيل سنويا مما ينعكس إيجاباً في زيادة غلة المحصول وتخفيض التكاليف ورفع المستوى المعيشي للمزارع كذلك تخفيض الأثر الضار لمتبقيات المبيدات والأسمدة في النبات.

أهداف البحث:

هدف البحث إلى:

1- اختبار فعالية خليط من انواع بكتيريا PGPR وهي *Rhizobium leguminosarum Azotobacter chroococcum Bacillus megaterium Frateuria aurantia* بالمقارنة مع العزلة *Bacillus subtillis* في تحسين نمو وإنتاج نبات البندورة (عدد الأوراق وإرتفاع النبات وعدد الأزهار والوزن الطازج للمجموع الخضري والجذري والوزن الجاف للمجموعين الخضري والجذري).

مواد البحث وطرائقه:

مكان اجراء البحث: تم إجراء البحث في منطقة جبلة بيت بلاستيكي مساحته 105 متر مربع (7*15) وارتفاعه 3 امتار، ومخبري الأحياء الدقيقة وأبحاث علوم التربة والمياه-كلية الزراعة-جامعة تشرين.

المادة النباتية المستخدمة: استخدم في الدراسة هجين بندورة مندلون F1 غير محدود النمو ثمرة كروية متوسطة الحجم قاسية تصديرية متعددة الحجرات منشأ تايلاند إنتاج عام 2021

تحضير التربة للزراعة: تم تحضير خلطة ترابية باضافة المادة العضوية بنسبة 3:1 وأجري لها تعقيم شمسي لمدة 60 يوم قم قمنا بتعبئة الأكياس بسعة 10 ليتر ووزعت في البيت البلاستيكي حسب تصميم التجربة.

المخصبات الحيوية المستخدمة:

مخصب حيوي M :

Frateuria aurantia –Rhizobium leguminosarum-Bacillus megaterium -Azotobacter chroococcum

عزلة بكتيرية: *Bacillus subtillis* . (حماد والشامي، 2017، Hamad, 2020)

تحضير اللقاح البكتيري (المخصبات الحيوية):

تم تنمية الانواع البكتيرية المراد استخدامها في كل مخصب على بيئة سائلة TSB والتحضين على درجة حرارة 29 لمدة 3-2 ايام على هزاز دوراني لحين الوصول الى التركيز 10^9 خلية/مل، ثم نقعت بذور البندورة المختبرة لمدة 3 ساعات بالمعلق البكتيري قبل الزراعة مباشرة في صواني الانبات. وبعد 15 يوم من الزراعة نقلت شتول البندورة إلى البيت المحمي، وأضيف مباشرة لكل نبات مزروع 50 مل من المعلق البكتيري و50 مل ماء لمعاملة الشاهد (El-bestawy *et al.*, 2012).

العزلة الفطرية المستخدمة:

استخدمت عزلة محلية من الفطر *Botrytis ceneria* محفوظة في مخبر الامراض الفطرية في جامعة تشرين.

تحضير اللقاح الفطري:

تم تنشيط وتنمية العزلة الفطرية *Botrytis ceneria* على وسط البطاطا ديكستروز اغار (PDA) عند الحرارة 4°س وفي الغليسرول 20% وعند الحرارة -20°س للحصول على المعلق البوغي يزرع على وسط PDA وحضنت على حرارة 25 درجة مئوية لمدة 15 يوم ومدة إضاءة متناوبة لتحريض تشكيل الابواغ الكونيدية. وحضر المعلق البوغي بغمر المستنبت بالماء المقطر المعقم الحاوي على 0.1 % حجم/حجم(من مركب التريتون X100)، حيث تم تحرير الأبواغ من حواملها بوساطة الماسحة الزجاجية المعقمة، بعد ذلك تم تجميع المعلق في أنبوب معقم ثم رج بشكل قوي وجرى ترشيح المعلق الناتج باستعمال شاش معقم لإزالة أي بقايا لخيوط المشيجة، وأجري تعداد للأبواغ في المعلق

الناتج باستعمال شريحة العد Neubauer improved وضبط التعداد عند 10^5 بوغة/مل بالتخفيف بالماء المقطر المعقم (Mónaco *et al.*, 2009).

عدوى النباتات بفطر العفن الرمادي *B.cinerea*:

تم إعداء نباتات البندورة بالمعلق البوغي للعزلة الفطرية تركيز $5*10^5$ بوغة/مل رشاً على كامل النبات بمعدل 10 مل معلق بوغي وذلك بعد 6 أسابيع من الزراعة في الأصص حسب معاملات التجربة، وغطيت نباتات التجربة لتأمين الظلام والرطوبة اللازمين لنمو الفطر وذلك لمدة ثلاثة أيام (Gao *et al.*, 2018)

تصميم التجربة:

معاملات غير معداة	معاملات معداة
الشاهد(control)	الشاهد(control+*B.cinerea*)
مخصب اول M	مخصب اول M + *B.cinerea*
مخصب ثاني S	*B.cierea* + S
MIX	MIX + *B.cinerea*

المؤشرات المدروسة:

أخذت القراءات بعد 120 يوم من الزراعة:

1-عدد الأوراق: تم تسجيل عدد الأوراق لكل نبات.

2-**ارتفاع النبات ب سم:**

تم قياس طول كل نبات بدءً من منطقة التاج وقمة النبات الرئيسة للنبات بـ سم.

3- الوزن الطازج للمجموع الخضري والجذري ب غ:

استخدم ميزان الكتروني حساسيته 0.5غ لقياس الوزن الطازج للمجموع الخضري والجذري بالغرام، بعد قلع النبات الأخضر، وجمع الثمار عنه، وفصل المجموع الخضري عن الجذر عند منطقة التاج، غسلت الجذور بالماء لتنظيفها من التربة ونشفت قبل وزنها.

4- عدد الأزهار:

تم حساب عدد الأزهار في نهاية الموسم لكل نبات وحسب كل معاملة

5- وزن الثمار ب غ:

تم حساب وزن الثمار ب غ لكل نبات بعد نهاية التجربة وحسب كل معاملة.

6-الوزن الجاف للمجموعين الخضري والجذري ب غ:

تم تجفيف النباتات هوائيا حتى ثبات الوزن في جميع المعاملات وبعدها قمنا بوزن نباتات كل معاملة بواسطة ميزان الكتروني حساسيته 0.5 غ وسجلت النتائج.

التحليل الاحصائي :

بلغ عدد نباتات البندورة في التجربة المدروسة 144 نباتاً بواقع 8 معاملات و3 مكررات و6 نباتات لكل مكرر وفق تصميم العشوائية الكاملة، حللت النتائج إحصائيا باستخدام برنامج Genestat-12 واختبار One Way-ANOVA ومقارنة الفروق بين المتوسطات باستخدام أقل فرق معنوي LSD 5%.

النتائج والمناقشة:

1-تأثير بكتريا PGPR في فطر *Botrytis Ceneria* على عدد أوراق نباتات البندورة:

من خلال النتائج الموضحة في الجدول (1)، وجد أنه بالنسبة لمعاملات تلقيح البندورة بالبكتريا، عملت على زيادة عدد الأوراق على النبات في كل المعاملات المدروسة بالمقارنة مع الشاهدين السليم والمعدى بالفطر الممرض *B.cinerea* وكانت الفروق معنوية بين الشاهد وكل المعاملات المدروسة، وكانت أكبر زيادة في عدد الأوراق النبات لدى المعاملة MIX غير المعداة بالفطر إذ بلغت 30.1 ورقة/ نبات بالمقارنة مع الشاهد السليم وغير المعدى بالفطر 14 ورقة/نبات. أما بالنسبة للمعاملات الملقحة بالبكتريا والمصابة بالفطر كان هناك فروقاً معنوية بين كافة المعاملات ومعاملتي الشاهد السليم والشاهد المصاب، وكان أقل المعاملات تأثراً بالفطر هو للمعاملة MIX+ B.c إذ بلغ عدد الأوراق على النبات 29.3ورقة/ نبات بالمقارنة مع الشاهد المصاب بالفطر *B.cinerea* 11.7 ورقة/ نبات. وهذا يشير إلى قدرة مزيج بكتريا الدراسة المستخدم على كبح تأثير فطر العفن الرمادي*B.cinerea* على نباتات البندورة بشكل كبير.

جدول (1).تأثير البكتريا (PGPR) في عدد الأوراق للنباتات بوجود وغياب العدوى بالفطر*Botrytis Ceneria* وفق المعاملات المدروسة (ورقة/ نبات)

النبات / المعاملات	غير معدى بـ B.c	معدىB.c
C	^{a}14	11.7^{a}
M	^{c}23.3	19.2^{c}
S	18.21^{b}	22.3^{b}
MIX	30.1^{d}	29.3^{d}
LSD5%	2.92	3.25

C= Control, M= (*Frateuria aurantia –Rhizobium leguminosarum-Bacillus megaterium -Azotobacter chroococcum*) , S= *Bacillus subtillis* , MIX= (*Frateuria aurantia –Rhizobium leguminosarum-Bacillus megaterium -Azotobacter chroococcum*)+ *Bacillus subtillis* , B. c= *Botrytis Ceneria*

2-تأثير بكتريا PGPR في فطر *Botrytis Ceneria* على ارتفاع نباتات البندورة:

تبين من خلال النتائج الموضحة في الجدول (2)، لدى معاملة نباتات البندورة بالبكتريا المحفزة للنمو، عملت على زيادة ارتفاع النبات في كل المعاملات المدروسة بالمقارنة مع الشاهدين السليم والمعدى بالفطر الممرض *Botrytis Ceneria*، وكانت الفروق معنوية بين الشاهد وكل المعاملات المدروسة ماعدا المعاملة S، وكانت أكبر زيادة في ارتفاع النبات لدى المعاملة MIX غير المعداة بالفطر إذ بلغ متوسط ارتفاع النبات 142.8 سم. بالمقارنة مع الشاهد السليم وغير المعدى بالفطر 121.5 سم. أما بالنسبة للمعاملات الملقحة بالبكتريا والمصابة بالفطر *Botrytis Ceneria* كان هناك فروقاً معنوية بين كافة المعاملات ومعاملتي الشاهد السليم والشاهد المصاب، وكان أقل المعاملات تأثراً بالفطر هو للمعاملة MIX+ B.c إذ بلغ ارتفاع النبات 140.7 سم بالمقارنة مع الشاهد المصاب بالفطر الممرض 112.3 سم.

جدول (2).تأثير البكتريا (PGPR) في ارتفاع النبات بوجود وغياب العدوى بالفطر *Botrytis Ceneria* وفق المعاملات المدروسة (سم)

النبات / المعاملات	غير معدى بـ B.c	معدى B.c
Control	121.5^{a}	112.3^{a}
M	128.8^{b}	124.7^{b}
S	123^{ab}	135^{c}
MIX	142.8^{c}	140.7^{d}
LSD5%	6.2	5.49

C= Control, **M=** (***Frateuria aurantia –-Rhizobium leguminosarum-Bacillus megaterium -Azotobacter chroococcum***) , **S=** ***Bacillus subtillis*** , **MIX=** (***Frateuria aurantia –-Rhizobium leguminosarum-Bacillus megaterium -Azotobacter chroococcum***)**+ *Bacillus subtillis*** , **B. c=** ***Botrytis Ceneria***

3-تأثير بكتريا PGPR على الوزن الطازج للمجموع الخضري لنباتات البندورة بوجود وغياب العدوى بالفطر *Botrytis Ceneria*:

من خلال النتائج الموضحة في الجدول (3)، وجد أنه بالنسبة لمعاملات تلقيح البندورة بالبكتريا، عملت على زيادة الوزن الطازج للمجموع الخضري للنبات في كل المعاملات المدروسة بالمقارنة مع الشاهدين السليم والمعدى بالفطر الممرض *Botrytis Ceneria* مع وجود فروق معنوية بين الشاهد وكل المعاملات المدروسة، وكانت أكبر زيادة في الوزن الطازج للمجموع الخضري لدى المعاملة MIX غير المعداة بالفطر إذ بلغ422.7 غ/نبات. بالمقارنة مع الشاهد السليم وغير المعدى بالفطر 221.7 غ/نبات. أما بالنسبة للمعاملات الملقحة بالبكتريا والمصابة بالفطر *Botrytis Ceneria* كان هناك فروقاً معنوية بين كافة المعاملات ومعاملتي الشاهد السليم والشاهد المصاب، وكان أقل المعاملات تأثراً بالفطر هو للمعاملة MIX+ B.c إذ بلغ الوزن الطازج للمجموع الخضري 365 غ/نبات بالمقارنة مع الشاهد المصاب بالفطر 188.3 غ/ نبات.

جدول (3).تأثير البكتريا (PGPR) في الوزن الطازج للمجموع الخضري بوجود وغياب العدوى بالفطر *Botrytis Ceneria* وفق المعاملات المدروسة (غ/نبات)

النبات / المعاملات	غير معدى بـ B.c	معدى B.c
Control	221.7^{a}	188.3^{a}
M	346.7^{c}	289^{b}
S	290^{b}	284.7^{b}
MIX	422.7^{d}	365^{c}
LSD5%	34.37	24.42

C= Control, **M=** (***Frateuria aurantia –-Rhizobium leguminosarum-Bacillus megaterium -Azotobacter chroococcum***) , **S=** ***Bacillus subtillis*** , **MIX=** (***Frateuria aurantia –-Rhizobium leguminosarum-Bacillus megaterium -Azotobacter chroococcum***)**+ *Bacillus subtillis*** , **B. c=** ***Botrytis Ceneria***

4-تأثير بكتريا PGPR على الوزن الطازج للمجموع الجذري لنباتات البندورة بوجود وغياب العدوى بالفطر *Botrytis Ceneria*:

تبين من خلال النتائج الموضحة في الجدول (4)، وجد أنه بالنسبة لمعاملات تلقيح البندورة بالبكتريا، عملت على زيادة الوزن الطازج للمجموع الخضري في كل المعاملات المدروسة بالمقارنة مع الشاهدين السليم والمعدى بالفطر الممرض، وكانت الفروق معنوية بين الشاهد وكل المعاملات المدروسة، وكانت أكبر زيادة في الوزن الطازج للمجموع الجذري للنباتات لدى المعاملة MIX غير المعداة بالفطر إذ بلغت 64.08 غ/ نبات بالمقارنة مع الشاهد السليم وغير المعدى بالفطر 31.83 غ/نبات. أما بالنسبة للمعاملات الملقحة بالبكتريا والمصابة بالفطر كان هناك فروقاً معنوية بين كافة المعاملات ومعاملتي الشاهد السليم والشاهد المصاب، وكان أقل المعاملات تأثراً بالفطر هو للمعاملة MIX+ B.c إذ بلغ الوزن الطازج للمجموع الجذري 66.33 غ/ نبات بالمقارنة مع الشاهد المصاب بالفطر 31.05 غ/ نبات. وهذا يشير إلى قدرة مزيج بكتريا الدراسة المستخم على كبح تأثير فطر العفن الرمادي على نباتات البندورة بشكل كبير.

جدول (4).تأثير البكتريا (PGPR) في الوزن الطازج للمجموع الجذري بوجود وغياب العدوى بالفطر *Botrytis Ceneria* وفق المعاملات المدروسة (غ/نبات)

النبات / المعاملات	غير معدى بـ B.c	معدى B.c
Control	31.83^{a}	31.05^{a}
M	42.83^{b}	42.5^{b}
S	54.5^{c}	53.66^{c}
MIX	64.08^{d}	66.33^{d}
LSD5%	9.8	10.35

C= Control, M= (*Frateuria aurantia –-Rhizobium leguminosarum-Bacillus megaterium -Azotobacter chroococcum*) , S= *Bacillus subtillis* , MIX= (*Frateuria aurantia –-Rhizobium leguminosarum-Bacillus megaterium -Azotobacter chroococcum*)+ *Bacillus subtillis* , B. c= *Botrytis Ceneria*

تتوافق نتائجنا مع ما أشار إليه Li وآخرون عام 2023م إذ عززت البكتريا Bacillus velezensis FX-6 من ارتفاع النبات وثخانة الساق وطول الجذر والوزن الطازج للمجموع الخضري والجذري لدى نباتات البندورة الملقحه بها والمعداة بفطر العفن الرمادي بالمقارنة مع الشاهد، ويعزى السبب إلى تحفيز هرمون IAA , ومركبات siderophore وزيادة نشاط deaminase ACC.

5-تأثير بكتريا PGPR على الوزن الجاف للمجموع الجذري لنباتات البندورة بوجود وغياب العدوى بالفطر *Botrytis Ceneria* :

تبين من خلال النتائج الموضحة في الجدول (5)، لدى معاملة نباتات البندورة بالبكتريا المحفزة للنمو، عملت على زيادة الوزن الجاف للمجموع الجذري في كل المعاملات المدروسة بالمقارنة مع الشاهدين السليم والمعدى بالفطر الممرض *Botrytis Ceneria* ، وكانت الفروق معنوية بين الشاهد وكل المعاملات المدروسة مع عدم وجود فروق معنوية ما بين المعاملات، وكانت أكبر زيادة في الوزن الجاف للمجموع الجذري لدى المعاملة MIX غير المعداة بالفطر إذ بلغ 15.33 غ/نبات. بالمقارنة مع الشاهد السليم وغير المعدى بالفطر 7 غ/نبات. أما بالنسبة للمعاملات الملقحة بالبكتريا والمصابة بالفطر *Botrytis Ceneria* كان هناك فروقاً معنوية بين كافة المعاملات ومعاملتي الشاهد السليم والشاهد المصاب، وكان أقل المعاملات تأثراً بالفطر الممرض هو للمعاملة MIX+ B.c إذ بلغ الوزن الجاف للمجموع الجذري 15 غ/نبات. بالمقارنة

مع الشاهد المصاب بالفطر الممرض 7.67 غ. وهذا يشير إلى قدرة مزيج بكتريا الدراسة المستخدم على كبح تأثير فطر العفن الرمادي *B.cinerea* على نباتات البندورة بشكل كبير.

جدول (5).تأثير البكتريا (PGPR) في الوزن الجاف للمجموع الجذري بوجود وغياب العدوى بالفطر *Botrytis Ceneria* وفق المعاملات المدروسة (غ/نبات)

النبات / المعاملات	غير معدى بـ B.c	معدى B.c
Control	7^{a}	7.67^{a}
M	15^{c}	13.67^{b}
S	13.67^{b}	13^{bc}
MIX	15.33^{cd}	15^{c}
LSD5%	2.77	2.43

C= Control, **M=** (***Frateuria aurantia --Rhizobium leguminosarum-Bacillus megaterium -Azotobacter chroococcum***) , **S=** ***Bacillus subtillis*** , **MIX=** (***Frateuria aurantia --Rhizobium leguminosarum-Bacillus megaterium -Azotobacter chroococcum***)+ ***Bacillus subtillis*** , **B. c=** ***Botrytis Ceneria***

6-تأثير بكتريا PGPR على الوزن الجاف للمجموع الخضري لنباتات البندورة بوجود وغياب العدوى بالفطر *Botrytis Ceneria* :

وجد من خلال النتائج الموضحة في الجدول (6)، لدى معاملة نباتات البندورة بالبكتريا المحفزة للنمو، عملت على زيادة الوزن الجاف للمجموع الخضري في كل المعاملات المدروسة بالمقارنة مع الشاهدين السليم والمعدى بالفطر الممرض *Botrytis Ceneria* ، وكانت الفروق معنوية بين الشاهد وكل المعاملات المدروسة، وكانت أكبر زيادة في الوزن الجاف للمجموع الخضري لدى المعاملة MIX غير المعداة بالفطر *Botrytis Ceneria* إذ بلغ متوسط الوزن الجاف للمجموع الخضري 56.67 غ/نبات. بالمقارنة مع الشاهد السليم وغير المعدى بالفطر 45.33 غ/نبات. أما بالنسبة للمعاملات الملقحة بالبكتريا والمصابة بالفطر *Botrytis Ceneria* كان هناك فروقاً معنوية بين كافة المعاملات ومعاملتي الشاهد السليم والشاهد المصاب، وكان أقل المعاملات تأثراً بالفطر هو للمعاملة MIX+ B.c إذ بلغ الوزن الجاف للمجموع الخضري 68 غ/نبات. بالمقارنة مع الشاهد المصاب بالفطر الممرض 36.67 غ/نبات. وهذا يشير إلى قدرة مزيج بكتريا الدراسة المستخدم على كبح تأثير فطر العفن الرمادي على نباتات البندورة بشكل كبير.

جدول (6).تأثير البكتريا (PGPR) في الوزن الجاف للمجموع الخضري بوجود وغياب العدوى بالفطر *Botrytis Ceneria* وفق المعاملات المدروسة (غ/نبات)

النبات / المعاملات	غير معدى بـ B.c	معدى B.c
Control	45.33^{a}	36.67^{a}
M	63.33^{c}	62^{c}
S	56.67^{b}	53^{b}
MIX	65.67^{c}	68^{d}
LSD5%	4.13	2.71

C= Control, **M=** (***Frateuria aurantia --Rhizobium leguminosarum-Bacillus megaterium -Azotobacter chroococcum***) , **S=** ***Bacillus subtillis*** , **MIX=** (***Frateuria aurantia --Rhizobium leguminosarum-Bacillus megaterium -Azotobacter chroococcum***)+ ***Bacillus subtillis*** , **B. c=** ***Botrytis Ceneria***

أشار (Xue *et al.*, 2023) إلى أن البكتريا B. velezensis حفزت نمو نباتات البندورة والفليفلة الحلوة وزادت من وزن المادة الجافة لنباتات التجربة الملقحة بالبكتريا المحفزة للنمو والمعداة بفطر العفن الرمادي وهذامابتوافق مع نتائج بحثنا

7-تأثير بكتريا PGPR على عدد الأزهار لنباتات البندورة بوجود وغياب العدوى بالفطر *Botrytis Ceneria* :

تبين من خلال النتائج الموضحة في الجدول (7)، لدى معاملة نباتات البندورة بالبكتريا المحفزة للنمو، عملت على زيادة عدد الأزهار في كل المعاملات المدروسة بالمقارنة مع الشاهدين السليم والمعدى بالفطر الممرض *Botrytis Ceneria* ، وكانت الفروق معنوية بين الشاهد وكل المعاملات المدروسة، وكانت أكبر زيادة في عدد الأزهار لدى المعاملة MIX غير المعداة بالفطر إذ بلغ متوسط عدد الأزهار 34.17 زهرة/ نبات. بالمقارنة مع الشاهد السليم وغير المعدى بالفطر 12.42 زهرة/نبات. أما بالنسبة للمعاملات الملقحة بالبكتريا والمصابة بالفطر *Botrytis Ceneria* كان هناك فروقاً معنوية بين كافة المعاملات ومعاملتي الشاهد السليم والشاهد المصاب، وكان أقل المعاملات تأثراً بالفطر هو للمعاملة MIX+ B.c إذ بلغ عدد الأزهار 32.42 زهرة/نبات. بالمقارنة مع الشاهد المصاب بالفطر الممرض 6.33 زهرة/نبات.

جدول (7).تأثير البكتريا (PGPR) في عدد الأزهار للنباتات بوجود وغياب العدوى بالفطر *Botrytis Ceneria* وفق المعاملات المدروسة (زهرة/نبات)

النبات / المعاملات	غير معدى بـ B.c	معدى B.c
Control	12.42^{a}	6.33^{a}
M	26.58^{c}	23.42^{c}
S	18.25^{b}	18.42^{b}
MIX	34.17^{d}	32.42^{d}
LSD5%	2.49	2.1

C= Control, M= (*Frateuria aurantia –Rhizobium leguminosarum-Bacillus megaterium -Azotobacter chroococcum*) , S= *Bacillus subtillis* , MIX= (*Frateuria aurantia –Rhizobium leguminosarum-Bacillus megaterium -Azotobacter chroococcum*)+ *Bacillus subtillis* , B. c= *Botrytis Ceneria*

8-تأثير بكتريا PGPR على طول الجذر لنباتات البندورة بوجود وغياب العدوى بالفطر *Botrytis Ceneria* :

وجد من خلال النتائج الموضحة في الجدول (8)، لدى معاملة نباتات البندورة بالبكتريا المحفزة للنمو، عملت على زيادة طول الجذر لنباتات البندورة في كل المعاملات المدروسة بالمقارنة مع الشاهدين السليم والمعدى بالفطر الممرض *Botrytis Ceneria* ، وكانت الفروق معنوية بين الشاهد وكل المعاملات المدروسة، وكانت أكبر زيادة في طول الجذر لدى المعاملة MIX غير المعداة بالفطر *Botrytis Ceneria* إذ بلغ متوسط طول الجذر لنباتات البندورة 52.9 سم. بالمقارنة مع الشاهد السليم وغير المعدى بالفطر 33.8 سم. أما بالنسبة للمعاملات الملقحة بالبكتريا والمصابة بالفطر *Botrytis Ceneria* كان هناك فروقاً معنوية بين كافة المعاملات ومعاملتي الشاهد السليم والشاهد المصاب، وكان أقل المعاملات تأثراً بالفطر هو للمعاملة MIX+ B.c إذ بلغ متوسط طول جذر نباتات البندورة 52

سم. بالمقارنة مع الشاهد المصاب بالفطر الممرض 27 سم. وهذا يشير إلى قدرة مزيج بكتريا الدراسة المستخدم على كبح تأثير فطر العفن الرمادي على نباتات البندورة بشكل كبير.

جدول (8).تأثير البكتريا (PGPR) في طول الجذر للنباتات بوجود وغياب العدوى بالفطر*Botrytis Ceneria* وفق المعاملات المدروسة (سم)

النبات / المعاملات	غير معدى بـ B.c	معدى B.c
Control	33.8^{a}	27^{a}
M	48.4^{c}	47.33^{c}
S	41.8^{b}	40^{b}
MIX	52.9^{d}	52^{d}
LSD5%	4.5	3.17

C= Control, **M=** (***Frateuria aurantia –-Rhizobium leguminosarum-Bacillus megaterium -Azotobacter chroococcum***) , **S=** ***Bacillus subtillis*** , **MIX=** (***Frateuria aurantia –-Rhizobium leguminosarum-Bacillus megaterium -Azotobacter chroococcum***)+ ***Bacillus subtillis*** , **B. c=** ***Botrytis Ceneria***

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

لدى تلقيح نباتات البندورة بالأنواع البكتيرية المحفزة لنمو النبات بوجود العدوى بالفطر الممرض *Botrytis Ceneria* وغيابها خلال تجربة نصف حقلية (أكياس) أدت إلى:

1- زيادة نمو نباتات البندورة، وتخفيض تأثير الفطر الممرض *Botrytis Ceneria* في عدد الأوراق والوزن الطازج والجاف للمجموعين الخضري والجذري وعدد الأزهار وطول الجذر بالمقارنة مع الشاهد السليم والمعدى بالفطر غير المعاملين بالبكتيريا.

2- تفوق المعاملة بمزيج الأنواع البكترية المستخدمة في التجربة معنوياً لدى جميع المؤشرات المدروسة معداة وغير معداة بالفطر الممرض *Botrytis Ceneria* في نباتات البندورة.

التوصيات:

1- متابعة الدراسة لمعرفة تأثير البكتريا PGPR حقلياً في الفطر الممرض *Botrytis Ceneria* وبقية الممرضات النباتية.

2- إمكانية استخدام التلقيح البكتيري بمزيج الأنواع البكتيرية بإضافتها إلى شتول النباتات لتحسين نموها وإنتاجيتها ومقاومتها للمرضات النباتية.

References:

1- ديبة، لبنى سهيل، عمر حمودي وأحمد محمد مهنا. 2020. تقصي انتشار والتنوع ضمن مجتمع الفطر Botrytis cinereaعلى بعض محاصيل الخضار المحمية في الساحل السوري. مجلة وقاية النبات العربية، 38(3): 187-199.

2- ياسر عقيد ، فائزة الأطرش ووليد نفاع .2019. فاعلية البكتريا B307 *Bacillus licheniformis* في المكافحة الأحيائية لمرض العفن الرمادي في البندورة/الطماطم المتسبب عن الفطر *Botrytis cinerea* .مجلة وقاية النبات العربية. المجلد 37، العدد 4 (31 ديسمبر/كانون الأول 2019)، ص ص. 327-334، 8ص .

3- حماد، ياسر و رامز الشامي. (2017). توصيف بعض أنواع بكتريا الرايزوسفير المحفزة لنمو النبات من بعض الأسمدة الحيوية والتربة. *مجلة جامعة البعث*. سورية. المجلد 39. ص25.

1- Diba, Lubna Suhail, Omar Hamoudi and Ahmed Mohamed Muhanna. 2020 Investigation of the spread and diversity within the fungal community Botrytis cinerea on some protected vegetable crops on the Syrian coast. Arab Plant Protection Journal, 38)

2- Yasser Aqeed, Fayza Al-Atrash and Walid Naffa. 2019. The effectiveness of Bacillus licheniformis B307 in biological control of gray mold disease in tomatoes caused by the fungus Botrytis cinerea. Arab Plant Protection Journal. Volume 37, Issue 4 (31 December 2019), pp. 327-334, 8pp.

3- Hammad, Yasser and Ramez Al-Shami. (2017). Characterization of some types of rhizosphere bacteria that stimulate plant growth from some biofertilizers and soil. Al-Baath University Journal. Syria. Volume 39. p. 25.

4- Agrios G. N. 2005. Plant pathology. Ed. Elsevier Academic Press، Oxford, UK, 922 p.

5- Dean, R., J.A.L. Van Kan and Z.A. Pretorius. 2012. The top 10 fungal Pathogens in molecular plant pathology. Molecular Plant Pathology, 13: 414–430.Nicot P. C. 2008. Protection intégrée des cultures maraîchères sous serre : expérience et atouts pour un contexte en évolution. Cahiers Agricultures. 17(1), 45-49.50.

6- El-Bestawy, E. and Ibrahim, H.Z. (2005). Bioremediation of carbofuran from contaminated media using soil bacteria. Assiut University J. of Botany. 34 (2): 181-195.

7- Esquinas-Alcazar,J.T.(1981). Genetic resources tomatoes and wild relatives International board for plant genetic resources. *Food and agriculture organization of the United nations, Rome*, P 65.

8- Georgé, S., Tourniaire, F.,Gautier, H., Goupy, P., Rock, E. and Caris-Veyrat, C .(2011).Changes in the contents of carotenoids, phenolic compounds and vitamin C during technical processing and lyophili sation of red and yellow tomatoes. *Food Chemistry*, 124, 1603-1611.

9- Hamad, Y. Isolation And Identification Of Some Species Of Plant Growth Promoting Rhizobacteria(Pgpr)From Some Bio-Fertilizers ,The Arab Journal Foe Arid Environment, 2020, Vol. 13(1), p:23 - 31

10- He, Y., Pantigoso, H.A., Wu, Z., Vivanco, J.M., 2019. Co-inoculation of *Bacillus* sp. and *Pseudomonas putida* at different development stages acts as a biostimulant to promote growth, yield and nutrient uptake of tomato. J. Appl. Microbiol. 127 (1), 196–207. https://doi.org/10.1111/jam.14273.

11- Holz, Gustav, Sonja Coertze, and Brian Williamson. "The ecology of Botrytis on plant surfaces." *Botrytis: Biology, pathology and control*. Dordrecht: Springer Netherlands, 2007. 9-27.

12- Huevelink, E.P., (2005). Tomatoes (Crop Production Science in Horticulture). Wageningen University, The Netherlands. P. 1778

13- Hui,Y.H. (2004). Handbook of frozen foods ,*Newyork :Marcel Dekker*,P 415.

14- Jiang , Chun-Hao, Meng-Jie Liaoa,b,1, Hong-Kai Wanga,b, Ming-Zi Zhenga,b, Jian-Jun Xud. 2018. Bacillus velezensis, a potential and efficient biocontrol agent in control of pepper gray mold caused by Botrytis cinerea. Biological Control Volume 126, November 2018, Pages 147-157.

15- Kumar, Zeba Usmani, Vipin Kumar, Anshumali، Biochar and flyash inoculated with plant growth promoting rhizobacteria act as potential biofertilizer for luxuriant growth and yield of tomato plant، Journal of Environmental Management، Volume 190، ،2017.

16- Li Z, Li J, Yu M, Quandahor P, Tian T, Shen T (2023) Bacillus velezensis FX-6 suppresses the infection of Botrytis cinerea and increases the biomass of tomato plants. PLoS ONE 18(6): e0286971. https://doi.org/10.1371/journal. pone.0286971

17- Lugasi, A., Bı´ro, L., Ho´va´rie, J., Sa´gi, K.V., Brandt, S. Barna, E. (2003). Lycopene content of foods and lycopene intake in two groups of the Hungarian population, *Nutrition Research* Vol 23, P 1035–1044.

18- Mena-Violante HG, Olalde-Portugal V. (2007). Alteration of tomato fruit quality by root inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): *Bacillus subtilis* BEB-13bs. Sci. Hortic. 113:103-106. prospective study of tomato products, lycopene, and prostate cancer risk. *J. Natl. Cancer Inst.* 94:391-398.

19- Mónaco, C. , Dal Bello, G. , Rollán, M. C. , Ronco, L. , Lampugnani, G. , Arteta, N. , Abramoff, C. , Aprea, A. , Larran, S. and Stocco, M.(2009) 'Biological control of Botrytis cinerea on tomato using naturally occurring fungal antagonists', Archives Of Phytopathology And Plant Protection, 42: 8, 729 — 737 To link to this Article: DOI: 10.1080/03235400701390646 URL: http://dx.doi.org/10.1080/03235400701390646.

20- Pieterse CMJ, Zamioudis C, Berendsen RL, Weller DM, Van Wees SCM, Bakker AHM. (2014). Induced systemic resistance by beneficial microbes. *Annu Rev Phytopathol* 52: 347–375.

21- Probanza, A., Garca, J.L., Palomino, M.R., Ramos, B., Ma~nero, F.G., 2002. Pinus pinea L.seedling growth and bacterial rhizosphere structure after inoculation with PGPR Bacillus (B. licheniformis CECT 5106 and B. pumilus CECT 5105). Appl. Soil Ecol. 20 . .84–75 ،(2)https://doi.org/10.1016/S0929-1393(02)00007-0.

22- Raja, G. (2012). Efficacy of Biofertilizers on Changes in Morphological, Physiological and Biochemical Parameters in *Jatropha curcas* L. *Department of Plant Science. Bharathidasan University. Tamil Nadu, India. Doctor of Philosophy in Plant Science*. P 148.

23- Saharan., B. S. and V. Nehra. (2011). Plant Growth Promoting Rhizobacteria: A Critical Review. *Life Sciences and Medicine Research*, Volume: LSMR-21.

24- Shameer, S., Prasad, T.N.V.K.V. Plant growth promoting rhizobacteria for sustainable agricultural practices with special reference to biotic and abiotic stresses. *Plant Growth Regul* **84**, 603–615 (2018).

25- Siddiqui IA, Shaukat SS, Sheikh IH, Khan A.(2006). Role of cyanide production by *Pseudomonas fluorescens* CHA0 in the suppression of root-knot nematode, *Meloidogyne javanica* I tomato, *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 22(6):641-650.

26- Singh, M., Singh, D., Gupta, A., Pandey, K.D., Singh, P.K., Kumar, A., 2019a. Plant growth promoting rhizobacteria: application in biofertilizers and biocontrol of

phytopathogens. In: PGPR Amelioration in Sustainable Agriculture. Woodhead Publishing, pp. 41–66. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815879-1.00003-3. Tripti, Adarsh

27- Tonon, Renata V.; Alessandra F. Baroni; Míriam D. Hubinger. 2007. Osmotic dehydration of tomato in ternary solutions: Influence of process variables on mass transfer kinetics and an evaluation of the retention of carotenoids. Journal of Food Engineering. Volume 82, Issue 4, October 2007, Pages 509-517.

28- Toral L, Rodríguez M, Béjar V, Sampedro I. Crop Protection against *Botrytis cinerea* by Rhizhosphere Biological Control Agent *Bacillus velezensis* XT1. *Microorganisms*. 2020; 8(7):992. https://doi.org/10.3390/microorganisms8070992.

29- Vasseur Coronado, Maria & Boulois, Hervé & Pertot, Ilaria & Puopolo, Gerardo. (2020). Selection of plant growth promoting rhizobacteria sharing suitable features to be commercially developed as biostimulant products. Microbiological Research. 245. 126672. 10.1016/j.micres.2020.126672.

30- Xue Y, Zhang Y, Huang K, Wang X, Xing M, Xu Q, Guo Y. A novel biocontrol agent *Bacillus velezensis* K01 for management of gray mold caused by Botrytis cinerea. AMB Express. 2023 Aug 29;13(1):91. doi: 10.1186/s13568-023-01596-x. PMID: 37642883; PMCID: PMC10465465.