Studying the effect of adding biochar to the medium of Malt Agar on the growth of the mycelium of the mother culture (G0) of *Agaricus bisporus*

Dr. Riad zidan*
Dr. Jihan motawaj**
Dr. Hegazi mando***
Samaher Ibrahim****

(Received 1 / 8 / 2023. Accepted 2 / 10 /2023)

□ ABSTRACT □

The research was carried out at the Set-marko center for the production of agricultural muchrooms by repeating two experiments in the years 2022-2023. It included five treatments: control, adding biochar at concentrations of 1, 2, 3, 4 g/l to the medium of malt agar, in order to study there effect on the mycelium growth of the mother culture,(G0). The experimental implementation followed the randomized complete block design.

The results showed that the treatment of adding biochar at a concentration of 2 g/l was superior to the control at the start of mycelium growth, where the diameter of the fungal colony reached 56.52 mm compared with the control 52.25 mm, and in term of the time required for the growth of the fungal colony until it reached a diameter of 50 mm, which amounted to 14.62 days compared to 19.17 mm days for the control. And it gave the highest growth factor 41.72 mm^2/day and was classified from medium-growth fungi compared to the remaining treatments and the control, where the growth coefficient was (36.60, 38.06, 38.11, 30.48) mm^2/day for treatments (1, 3, 4, control) respectively, which are all had slow growing .

Key words: Agaricus bisporus mycelium, biochar, mother culture.

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

* **Professor, Department of Horticulture, Tishreen University, College of Agricultural Engineering, Lattakia, Syria.**
** **Researcher -General Organization for Seed Multiplication -Lattakia, Syria**
*** **Researcher- National Commission for Biotechnology (NCBT), Damascus, Syria.**
**** **Postgraduate student (phD), Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria**

دراسة تأثير إضافة الفحم الحيوي إلى وسط المالت آجار في نمو مشيجة المزرعة الأم (G0) للفطر الزراعي (Agaricus bisporus)

د رياض زيدان*

د. جهان متوج**

د. حجازي مندو***

سماهر ابراهيم****

(تاريخ الإيداع 1 / 8 / 2023. قبل للنشر في 2 / 10 / 2023)

□ ملخّص □

نفذ البحث في منشأة ستمرخو لإنتاج الفطر الزراعي Agaricus bisporus بتكرار تجربتين في العامين 2022-2023. وتضمن خمس معاملات : شاهد، إضافة الفحم الحيوي بتراكيز 1 ،2 ، 3، 4 غ/ليتر إلى وسط المالت آجار، بهدف دراسة تأثيرها في نمو مشيجة المزرعة الأم (G0)، واتبع في تنفيذ البحث تصميم القطاعات العشوائية الكاملة.

أظهرت النتائج تفوق معاملة إضافة الفحم الحيوي تركيز 2 غ/ل على الشاهد بموعد بدء نمو المشيجة ، وقطر المستعمرة الفطرية حيث بلغ 56.62 مم مقارنة مع الشاهد 52.25 مم، وفي صفة المدة الزمنية اللازمة لنمو المستعمرة الفطرية حتى بلوغها قطر 50 مم إذ بلغت 14.62 يوماً ، مقابل 19.17 يوماً للشاهد ً، وأعطت أعلى معامل نمو(41.72) مم2/يوم وصنفت من الفطور متوسطة النمو بالمقارنة مع المعاملات الباقية والشاهد حيث بلغ معامل النمو(36.60 ،38.06، 38.11، 30.48) مم2/يوم للمعاملات (1، 3، 4، شاهد) على التوالي وجميعها بطيئةالنمو

الكلمات المفتاحية: مشيجة الفطر الزراعي، الفحم الحيوي ، المزرعة الأم (G0) .

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

***أستاذ، قسم البساتين، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.**

****باحثة في المؤسسة العامة لإكثار البذار، اللاذقية ، سورية**

*****باحث في الهيئة العامة للتقانة الحيوية، دمشق، سورية.**

******طالبة دراسات عليا(دكتوراة)، قسم البساتين، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.**

مقدمة

يتزايد الطلب العالمي على استهلاك المحاصيل الزراعية بمعدلات سريعة نظراً لتزايد عدد السكان، لذا أصبح الغذاء عنصر ضغط اقتصادي، وسياسي على شعوب الدول النامية،، حيث أصبحت الدول الغنية المتقدمة هي الدول المنتجة والمصدرة للغذاء، بينما الدول الفقيرة النامية هي المستورة له، لذلك يعتبر تأمين المحاصيل الزراعية شرطاً من شروط الأمن الغذائي. أحرزت زراعة الفطر في وقتنا الحاضر تقدماً كبيراً وأصبحت علماً من العلوم الحقيقية، وأخذ الكثير من الباحثين في العالم يهتمون بإنتاجه على مخلفات النباتات، والحيوانات من قش، ونشارة الخشب، وروث حيوانات المزرعة، وزرق الدواجن.

يعتبر الفطر *Agaricus bisporus* من أهم الأنواع المزروعة ذات الأهمية الاقتصادية في العالم حيث تشكل زراعته نسبة 80% مقابل 12% للفطر المحاري(*Pleurotus ostreatus*) و 8% للفطر الشيتاكي (*Lentinus edodes*) وبقية الأنواع(Journal "The Mushroom School" 2005)

شهد انتاج الفطر الزراعي ارتفاعاً متزايداً من حيث المساحة وكمية الانتاج في العقدين الماضيين حيث بلغت المساحة المزروعة بالفطرفي العام 2020 بالعالم 276951 هكتار، أعطت انتاجاً بلغ 42792893 طن (FAOSTAT 2020)

تهتم الشركات المنتجة لبذار الفطر الزراعي بالبحث عن طرق حديثة تساهم في الإسراع بنمو ميسليوم مشيجة الفطر وإنتاج الفحم الحيوي (Biochar)، هو منتج غني بالكربون، يتم الحصول عليه عندما تعرض الكتلة الحيوية، مثل الخشب، البقايا العضوية للمدن، الروث أو بقايا الحيوانات والمحاصيل وتقليم الأشجار، الى حرارة عالية في مكان مغلق بعيدا عن الهواء. Ibrahim and Zidan,(2021) ، ومن الجدير ذكره أن معظم أبحاث الفحم الحيوي هي في مجال إضافته للتربة ، أما في مجال استخدامه على أوساط إنتاج بذار الفطر فهي نادرة هناك قناعة دولية في الاهتمام الكبير بموضوع استخداماته في الزراعة والإدارة البيئية، لما له من دلائل وتأثيرات إيجابية كثيرة في تحسين خصائص التربة، وأوساط الزراعة ، وظروف نمو النباتات فيها مما يحقق زيادة في الإنتاج وضمان الزراعة المستدامة.

وفقاً لـ Ibrahim and Zidan،، (2021) قدمت البحوث والدراسات دلائل كثيرة لاستخدامات الفحم الحيوي في التربة في مجال الإنتاج الزراعي، خصوصا من ناحية دوره:

- كمحسن للتربة ومخفف للانجراف والتدهور.
- في زيادة سطوح الادمصاص الكاتيونية (CEC) والأنيونية (AEC) فيها.
- ومساهمته في الحد الكبير من انغسال الأسمدة المعدنية والشوارد الموجبة والسالبة خارج مستوى الجذور ونحو المياه الجوفية.

كوسيلة لتثبيت الكربون في التربة لآلاف السنين والتخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة ومن الآثار السلبية للتغير المناخي.

أشار Lehmann ,(2009) الى أن الفحم الحيوي هو الأكثر ثباتا من أي من المخصبات الأخرى، الى جانب قدرته على الاحتفاظ بالعناصر الغذائية وزيادة إتاحتها في محلول التربة، وتفوقه على المادة العضوية في التربة بهذا الخصوص، بل أكثر قدرة وكفاءة في تعزيز جودة التربة من أي من محسنات التربة العضوية الشائعة. ترجع حالة ثبات الفحم الحيوي الى خصائصه الفيزيائية والكيميائية كارتفاع السطوح النوعية لجزيئاته التي تسهم في زيادة قابليته للاحتفاظ بالعناصر الغذائية وطبيعة ارتباطها بمركبات كيميائية لتصبح أكثر مقاومة للتحلل الميكروبي من مركبات عضوية أخرى في التربة (Liang *et al*, 2006)،.

أشار Liebig , (1878) الى وجود تطبيقات ميدانية منذ قديم الزمن في الصين، في مجال استخدامات الفحم الحيوي في الزراعة ، حيث خلطت الكتلة الحيوية للنفايات وغطيت بالتربة، وعرضت للحرق بظروف محدودة التهوية على مدى عدة أيام حتى تحولت الى فحم على شكل كتلة سوداء، تبين لاحقا أن هذه الكتلة السوداء إذا ما أضيفت للتربة تساهم في تحسين

النمو الخضري للنبات المزروع فيها وأشار Morley,(1927) ، الى أن الفحم الحيوي يعمل في التربة كإسفنجة لحفظ الرطوبة والغازات ومحلول التربة، ويساهم بالتالي في زيادة الإنتاجية.

وجد Esposito ,(2013) أن إضافة الفحم الحيوي للتربة زاد في نمو نبات الذرة الصفراء بنسبة 30% مقارنة بالشاهد وزاد سعة التبادل الكاتيونية للتربة بنسبة 49%، كما زاد من تركيز الكالسيوم وعناصر أخرى في التربة. عزى الباحث هذه النتائج للمسامية العالية التي يتمتع بها الفحم الحيوي إضافة إلى ثباته في التربة الأمر الذي يسمح بالاحتفاظ بالعناصر الغذائية وتقديمها للتربة لأطول فترة زمنية ممكنة ويعطي صفة الاستدامة لخصوبتها وإنتاجيتها.

وأشار Ibrahim and Zidan,، (2021) ، إلى أن تطبيق الفحم الحيوي بنسبة (1 و 2 %) في التربة حقق زيادة في انتاج درنات البطاطا بحدود (47 و 84 %) على التوالي مع زيادة ملفتة في نسبة الدرنات التسويقية الكبيرة على حساب الصغيرة والمتوسطة الحجم

أشار Kittimorakul , (2022) ، في دراسة أجراها على تأثير الفحم الحيوي في انتاجية المزرعة الأم والمرحلة الانتقالية للفطر المحاري تبين أن استخدام الفحم الحيوي بتركيز 0.1 % أعطى أعلى قطر للمشيجة وأعلى سرعة نمو لميسليوم الفطر المحاري.

تبين من خلال الدراسات أن نمو المشيجة يكتمل على الوسط المغذي بعد حوالي 4 أسابيع، ومن الجدير بالذكر أن سرعة نمو المشيجة تزداد عند خفض درجة الحرارة بعد الأسبوع الأول إلى 22–23مْ (Staunton, 1989; Heitz and Mateescun, 1990; Verfaillie, 1998; Belitskiy and Krasnopolskaya, 2000 Morozav,2005). لذلك كان لابد من البحث عن تقنية تقلل من المدة اللازمة لنمو المشيجة على الوسط المغذي وتم إضافة الفحم الحيوي لأجل ذلك.

الشكل (1): الفحم الحيوي المستخدم في البحث.

أهمية البحث وأهدافه:

تواجه زراعة الفطر *Agaricus bisporus* العديد من المعوقات أهمها عدم كفاية إنتاج البذار محلياً وتأخر المدة الزمنية اللازمة لإنتاجه حيث يساهم بتأمين جزء من البذار محلياً ويتم استيراد الجزء الآخر بالعملة الصعبة وبأسعار مرتفعة جداً، إضافة إلى ضرورة نقله جواً وبظروف مبردة مما يؤدي إلى زيادة التكاليف وتعرضه أحياناً للتلف أثناء

النقل والتخزين.

ورغبة في تطوير وتشجيع زراعة الفطر كان لابد من البحث عن طرق علمية تساهم في الإسراع بإنتاج بذار الفطر بكافة مراحله بفترة زمنية قصيرة وبنوعية جيدة ، ونظراً لعدم وجود دراسات سابقة عن تأثير إضافة الفحم الحيوي إلى وسط المالت في نمو وإنتاج مشيجة الفطر الزراعي ، فقد ارتأينا تنفيذ بحث جديد ندرس من خلاله تأثير إضافة الفحم الحيوي إلى وسط زراعة وإنتاج الميسليوم. لذلك فقد هدفت هذه الدراسة إلى:

زيادة سرعة نمو مستعمرة مشيجة الفطر وتخفيض المدة اللازمة لاكتمال نموها تحت تأثير إضافة الفحم الحيوي إلى وسط المالت آجار المزرعة الأم (G0) .

طرائق البحث و مواده:

1- المادة النباتية:

استخدم في تنفيذ البحث بذار سلالة الفطر (STM3) إنتاج منشأة ستمرخو لإنتاج الفطر وهي سلالة ذات ثمار متوسطة الحجم عالية الإنتاج القبعة ذات لون أبيض، وناعمة ومستديرة ، مرغوبة جداً للاستهلاك الطازج.

الشكل (2) الجسم الثمري للسلالة STM3

2- مكان تنفيذ البحث:

نفذ البحث في مخابر منشأة ستمرخو لإنتاج الفطر الزراعي(قرية ستمرخو الواقعة بضواحي اللاذقية) خلال شهري إيار وحزيران في العامين 2022-2023

3- معاملات البحث: شمل البحث المعاملات التالية:

1- الشاهد

2- إضافة الفحم الحيوي إلى وسط الزراعة بتركيز 1 غ/ليتر

3 -إضافة الفحم الحيوي إلى وسط الزراعة بتركيز 2 غ/ليتر

4 -إضافة الفحم الحيوي إلى وسط الزراعة بتركيز 3 غ/ليتر

5 -إضافة الفحم الحيوي إلى وسط الزراعة بتركيز 4 غ/ليتر

4- القراءات المأخوذة:

تم أخذ القراءات التالية:

1- موعد بدء نمو المشيجة على الأوساط المغذية (بالأيام).

2- قياس قطر المستعمرة النامية (مم) على الأوساط المغذية كل ثلاثة أيام بواسطة مسطرة مدرجة.

3- سرعة النمو (مم/يوم) ويتم قياسها وفق المعادلة التالية:

سرعة النمو= قطر المستعمرة(مم)/عدد الأيام اعتباراً من بدء نمو المشيجة حتى بلوغها قطر 50 مم .

أخذت القراءات السابقة وفق (الياس ، 2006)

4- حساب معامل النمو: يحسب وفق طريقة Semerdzicient and Ceip (1966) وباستخدام المعادلة التالية:

$$GC=d.g.h/t$$

حيث:

d قطر المستعمرة الفطرية (مم).

g كثافة المستعمرة (1:قليلة الكثافة،2 :متوسطة الكثافة، 3:كثيفة)

h ارتفاع المستعمرة (مم)

t عمر المستنبت الفطري بالأيام

وتصنف الفطور اعتماداً على معامل النمو إلى:

فطور بطيئة النمو إذا تراوحت قيمة GC بين 20-40

فطور متوسطة النمو إذا تراوحت قيمة GC بين 45-70

فطور سريعة النمو إذا تراوحت قيمة GC بين 70-95.

5-الفحم الحيوي وطريقة تحضير وسط الزراعة (المالت آجار)المستخدم في استنبات المزرعةالأم (G0) واكثارها:

الفحم الحيوي: مسحوق على شكل بودرة لونه أسود يحتوي على الكربون الحيوي يتم الحصول عليه عندما تعرض الكتلة الحيوية، مثل الخشب، البقايا العضوية للمدن، الروث أو بقايا الحيوانات والمحاصيل وتقليم الأشجار، الى حرارة عالية في مكان مغلق بعيدا عن الهواء. .

يعتبر تحضير الوسط المغذي المناسب لنمو المشيجة الفطرية الخطوة الأولى في انتاج بذار الفطر، بحيث يجب أن يحتوي هذا الوسط على مادة كربوهيدراتية، ومادة آزوتية بالإضافة إلى مادة جيلاتينية (Agar) لتصلب الوسط المغذي (Elias, 2008). وفي هذه التجربة تم تحضير الوسط المغذي بإضافة 20 غ مالت و 20 غ آجار و 2 غ خميرة لكل 1 ليتر، مع إضافة الفحم الحيوي وفق معاملات البحث ، وكمل الحجم بالماء المقطر حتى 1 ليتر لكل معاملة، و ضبطت حموضة الوسط عند الدرجة PH=7 بمعايرتها باستخدام محلول ماءات البوتاسيوم (KOH) Stamets and Chilton, (1983)وعقمت الأوساط المغذية في الأوتوغلاف على درجة حرارة $^{\circ}121$ م لمدة نصف ساعة وضغط جوي 1 بار، ثم وزعت في أطباق بيتري (قطر 9 سم) بمعدل 25 مل/طبق .

في مرحلة استنبات المزرعة الأم :

انتخبت أجسام ثمرية صغيرة من السلالة المستخدمة (STM3) بعمر 24 ساعة قبل تمزق الغشاء الفاصل بين القبعة والساق ثم طهرت سطحياً بمحلول هيبوكلوريد الصوديوم تركيز 0.5 % لمدة 5 دقائق (Booth, 1971) ونقلت إلى الماء المقطر المعقم لمدة دقيقتين للتخلص من بقايا محلول التعقيم، وجففت على ورق نشاف، ثم قطعت طولياً ، وأخذت

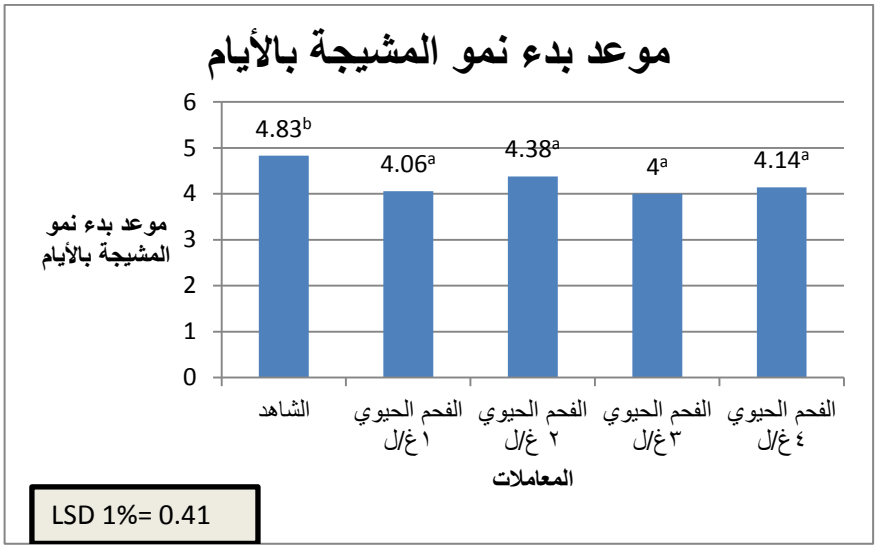
خزعتين صغيرتين من كل ثمرة(القطعة مكعبة الشكل طول ضلعها 5 مم) تقريباً من منطقة اتصال الساق بالقبعة (Oie, 2003) ، وزرعت في منتصف الطبق Stamets and Chilton, (1983) وأحكم إغلاق الأطباق للتقليل من فرص التلوث ، وتسهيل التعامل معها لتفادي فتحها ،والتقليل من التبخر، ووضعت الأطباق في الحاضنة على درجة حرارة 24 +–مْ، وتم أخذ القراءات المطلوبة حتى وصول قطر المستعمرة الفطرية إلى 50 مم

الشكل (3) طريقة ومكان أخذ الخزعة من الجسم الثمري

النتائج والمناقشة

1– تأثير إضافة الفحم الحيوي في نمو مشيجة المزرعة الأم G0:

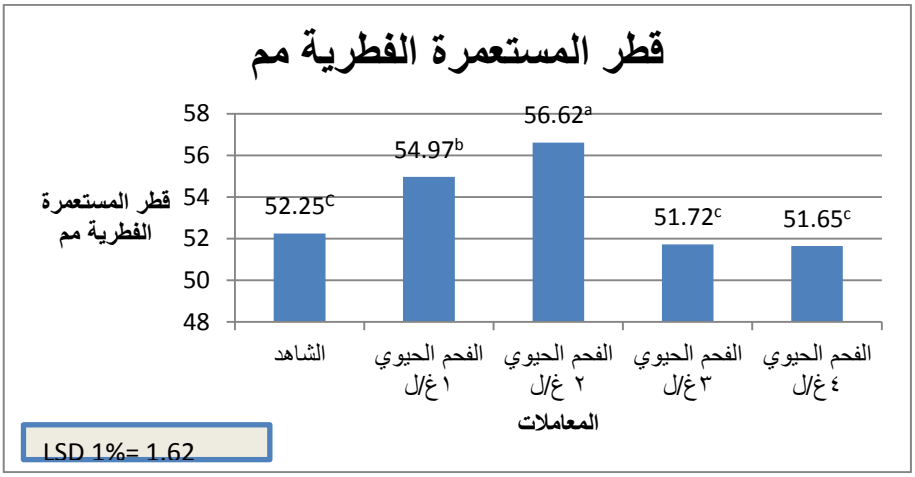
أظهرت النتائج تفوق جميع معاملات الفحم الحيوي على الشاهد في موعد بدء نمو المشيجة حيث بلغ الموعد (4.06، 4.38، 4، 4.14)يوم في معاملات الفحم الحيوي(1، 2، 3، 4) غ/ليتر على التوالي ، ولم تكن الفروق معنوية بين هذه المعاملات في حين بلغ الموعد في الشاهد (4.83) يوم شكل (1).



الشكل (4) تأثير إضافة الفحم الحيوي في موعد بدء نمو مشيجة المزرعة الأم G0 (متوسط تجربتين مخبريتين).

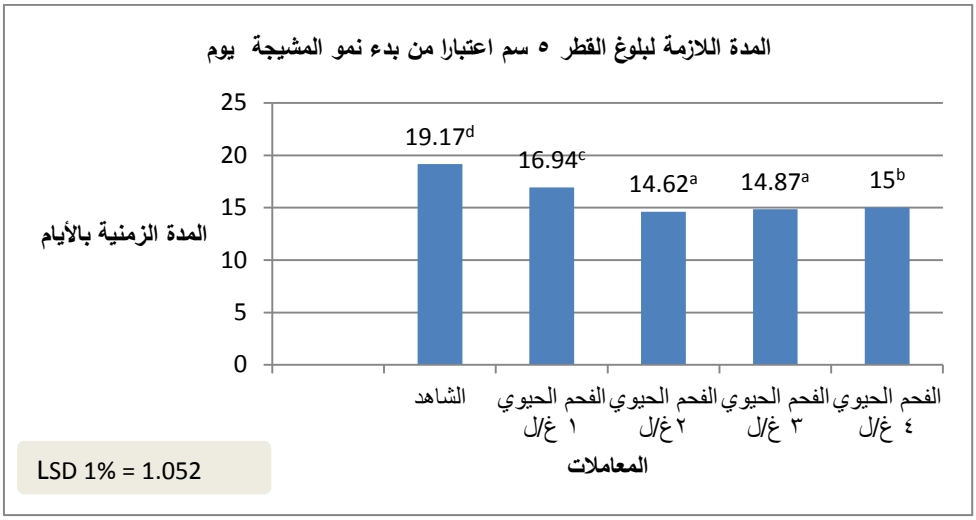
2-تأثير إضافة الفحم الحيوي في قطر المستعمرة الفطرية مم :

تبين من نتائج الشكل رقم (2) تفوق معاملة الفحم تركيز 2 غ/ل معنوياً على بقية المعاملات من حيث قطر المستعمرة الفطرية حيث بلغ القطر 56.62 مم ، مقابل 54.97، 51.72، 51.65، 52.25 للمعلملات (1، 3 ، 4 ، شاهد) على التوالي، و لم تكن الفروق معنوية بين معاملات إضافة الفحم الحيوي بتراكيز 1 ، 3 ، 4غ/ل .



الشكل (5) تأثير إضافة الفحم الحيوي في قطر المستعمرة الفطرية مم (متوسط تجربتين مخبريتين)

3- تأثير إضافة الفحم الحيوي في المدة اللازمة اعتباراً من بدء نمو المشيجة حتى بلوغها قطر 50 مم : نلاحظ من اشكل (3)أن معاملتي الفحم الحيوي تركيز 2 ، 3 غ/ل استغرقتا أقل مدة لبلوغ قطر المستعمرة الفطرية 50 مم إذ بلغت 14.62، 14.87 يوماً على التوالي، مقابل 19.17 يوم في الشاهد ، أما المدة الزمنية لمعاملة الفحم الحيوي 4 غ/ليتر بلغت 15.00 يوم ، و16.94 يوم للمعاملة 1 غ/ل وجميعها تفوقت على الشاهد .



الشكل (6)تأثير إضافة الفحم الحيوي في المدة اللازمة لبلوغ قطر المستعمرة 50 مم للفطر الزراعي *Agaricus bisporus* (متوسط تجربتين مخبريتين).

4- تأثير إضافة الفحم الحيوي في سرعة ومعامل نمو المستعمرة الفطرية : وجد في الجدول (1)تفوق معاملة الفحم الحيوي 2غ/ل معنوياً على الشاهد والمعاملة 1 غ/ل في سرعة نمو المستعمرة الفطرية حيث بلغت (3.87) مم/يوم، وكانت أقل سرعة نمو في الشاهد حيث بلغت (2.72) مم/يوم.

في حين لم تكن الفروق معنوية بين معاملتي الفحم تركيز (3، 4)غ/ليتر (3.44، 3.47) مم/يوم ومن حيث معامل النمو تفوقت معاملة الفحم الحيوي تركيز 2 غ/ل على بقية المعاملات وتبين أن معاملتي الفحم الحيوي تركيز (3، 4) غ/ل لم تكن الفروق معنوية بينها لكنها تفوقت على بقية المعاملات ومن الملاحظ انه لاتوجد فروق معنوية معاملتي الفحم الحيوي (1، 2) غ/ل لكنها تفوقت على معاملة الشاهد .

وحسب الدليل المستخدم لمعامل النمو Semerdzicient and Ceip (1966) تبين أن الفحم الحيوي تركيز 2 غ/ل يعتبر من الفطور متوسطة النمو والمعاملات الباقية بطيئة النمو.

جدول (1) تأثير إضافة الفحم الحيوي في سرعة ومعامل نمو المستعمرة الفطرية :

الصفة / المركب	سرعة النمو بدءاً من موعد بدء نمو المشيجة مم/يوم	معامل النمو (مم2/يوم)
الشاهد	2.72^{c}	30.48^{d}
الفحم الحيوي تركيز 1غ/ليتر	3.24^{b}	36.60^{c}
الفحم الحيوي تركيز 2غ/ليتر	3.87^{a}	41.72^{a}
الفحم الحيوي تركيز 3غ/ليتر	3.44^{ab}	38.06^{abc}
الفحم الحيوي تركيز 4غ/ليتر	3.47^{ab}	38.11^{abc}
LSD 1%	0.322	4.32

يعزى التأثير الإيجابي لإضافة الفحم الحيوي إلى وسط المالت آجار في تقليل المدة الزمنية لبدء نمو المشيجة وزيادة قطر المشيجة وزيادة سرعة ومعامل النمو إلى كونه يعمل كأسفنجة تساعد على حفظ الرطوبة في الوسط وهذا ينعكس إيجاباً في تحسين النمو، ودوره كمادة محفزة للنمو تضاف لأوساط الزراعة، كذلك يزيد من مسامية الوسط وتهويته وهذا يتوافق مع Kishimoto and Sugiura, 1980, 1985) و(Santiago and Santiago, 1989) و (Esposito, 2013).

الاستنتاجات والتوصيات :

الاستنتاجات:

1- أدى إضافة الفحم الحيوي إلى وسط الزراعة إلى الإسراع في نمو مشيجة الفطر وخفض المدة الزمنية لاكتمال نمو المشيجة .

2- أدت إضافة الفحم الحيوي 2غ/ل ،إلى زيادة قطر للمستعمرة الفطرية ، و سرعة نموها، و معامل النمو.

التوصيات:

إضافة الفحم الحيوي تركيز 2 غ/ل إلى وسط المالت آجار في مرحلة المزرعة الأم (G0).

References:

1- BELISTKYI, I. V. AND L. M. KRASNOPOLSKAYA. The edible and medicial xylotrophie mushroom's spawn: growing technology and quality criterions. Scientific j.'Gavrish' 3:2000 11-15.(in Russian).

2- ELIAS, ENAAM. effect of the nutrient media on mushroom spawn at local production of (Agaricus bisporus). Master degree. Tishreen university, Syria,2008. p 67.

3- ESPOSITO, N. C. Soil nutrient availability properties of biochar. MSc Thesis, Fac. of California Polytechnic State University, San Luis Obispo 2013.

7- FAOSTAT. Food and agriculture organization of the United Nations. 2020. http://faostat.fao.org.

4- HEITZ, M., N. MATEESCUN. Industrial mycelium production. Iernut Horticultura .No.3/4 .1990. p.7-9.(in Italian).

5-Journal. "The Mushroom school", (2005).N 2:1-4.(in Russian).

6-IBRAHEEM, M; ZIDAN, A and H, EAD. Effect of levels organic fertilizer and biochar on productivity and marketing tuber sizes of potato plant (Solanum Tuberosum L.). SJAR. V 8, Number 3. General Commission for Scientific Agricultural Research (AR), (GCSAR) - Damascus. SAR.2021 .

7- KITTIMORAKUL, J., WATTANAKUL, A., TANGCHITSOMKID, N. AND CHAIYAMA, V. Effect of Biochar Derived from Spend Pleurotus Muchroom Substrates (SPMS Biochar) for Improving the Production Efficiency of Mother Culture and Mother Spawn of Lingzhi Mushroom. Songklanakarin Journal of Planet Sience, Vol 9, No.1(January- June): 32-38,2022.

8-LEHMANN, J., GAUNT, J. AND M. RONDON. Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems – a review', Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, V;11,2009. pp: 403–427

9-LIANG, B., LEHMANN, J., SOLOMON, D., KINYANGI, J., GROSSMAN, J., O'NEILL, B., SKJEMSTAD, J.O., THIES, J., LUIZÃO, F. J., PETERSEN, J AND E. G. NEVES. Black carbon increases cation exchange capacity in soils', SSSA. J, vol. 70, 2006. pp: 1719–1730.

10-LIEBIG, J. von. Chemische Brief, C. F. Winter'sche Verlagshandlung, Leipzig and Heidelberg,1878 Germany

11-MORLEY, J. Following through with grass seeds. The National Greenkeeper. V; 1, Number 1,1927. p:15.

12- MOROZAV A. I. Mycelium production. Fungus Encyclopedia.2005. 480 pp.

13-OEI, P. Mushroom cultivation, appropriate technology for mushroom growers. Netherlands.2003. P.10-84.

14-STAMETS, P.AND J. CHILTONA practical Guide To Growing Mushroom at Home. Agarikn Press. Olympia, Washington, US. 1983. 415pp.

15-STAMETS, P Growing gourmet and medicinal mushrooms.3rd edition. Ten speed press, Berkeley, Toronto, Canada.2000. 574 pp.

16-VERFAILLIE, M. Safety device of breeding mycelium Champignon. 1998. 401 :18-21.(in Russian).

17-STAUNTON, I. Mushroom spawn strains inIreland Mushroom. J. 203: 1989, 356-357.