مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (31) العدد (4) 2009
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (31) No. (4) 2009

تأثير وسط الزراعة في إنتاج فطر المحار Oyster Mushroom السلالة HK-35 (*Pleurotus ostreatus*)

الدكتور مروان حميدان *
الدكتور سهيل مخول **
لونا أحمد ***

(تاريخ الإيداع 29 / 3 / 2009. قبل للنشر في 2009/5/20)

□ ملخّص □

جرت دراسة تأثير سبعة أوساط زراعية (قش القمح، التبن، قوالح الذرة، أحطاب القطن، قش القمح 50% + قوالح الذرة 50% ، قش القمح 50 % + أحطاب القطن 50% ، نشارة الخشب 50 % + قش القمح 50%) في إنتاج فطر المحار *Pleurotus ostreatus* السلالة HK-35 (مصدرها إيطاليا)، واعتبر وسط التبن كشاهد.

أظهرت النتائج تفوق وسط قش القمح معنوياً على جميع الأوساط الأخرى ماعدا وسط التبن فكانت الفروق غير معنوية ، وبلغ إنتاجه 2.17 كغ / كيس سعة 7 كغ (وسط رطب) بكفاءة تحول حيوي 86.80%؛ كما لوحظ تفوق وسط التبن معنوياً على الأوساط : أحطاب القطن ، قوالح الذرة ، قش القمح 50% + قوالح الذرة 50% ، نشارة الخشب 50% + قش القمح 50% حيث بلغ إنتاجه 2.08 كغ / كيس بكفاءة تحول حيوي 83.20%، أما الفروق بين وسط التبن ووسط قش القمح 50% + أحطاب القطن 50% فكانت غير معنوية.

الكلمات المفتاحية : فطر المحار– وسط زراعة فطر المحار.

* أستاذ – قسم البساتين . كلية الزراعة . جامعة تشرين . اللاذقية . سورية.
** مدير إدارة بحوث البستنة . الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية . مركز دوما . دمشق . سورية.
***طالبة دراسات عليا (ماجستير) – قسم البساتين . كلية الزراعة . جامعة تشرين . اللاذقية . سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (31) العدد (4) 2009
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (31) No. (4) 2009

The Effect of Substrate on the Production of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) Strain HK- 35

Dr. Marwan Homedan*
Dr. Sohel Makhoul**
Luna Ahmad***

This work deals with the effect of seven substrates (wheat straw, hay, corncobs, cotton wastes, corncobs 50% + wheat straw 50%, cotton wastes 50 % + wheat straw 50% and sawdust 50 % + wheat straw 50%) on the production of oyster mushroom *Pleurotus ostreatus* strain *HK-35*. The results showed the significant superiority of the wheat straw substrate over the others except for the hay substrate (whose differences were not significant), where the yield was 2.17 kg / bag content 7 kg (weight of wet substrate) with 86.80 % biological efficiency. The hay substrate had significant superiority over the substrates: cotton waste, corncobs, corncobs 50% + wheat straw 50% and sawdust 50% + wheat straw 50%, where its yield was 2.08 kg/bag with 83.20 % biological efficiency, while the productivity differences between this substrate and the cotton waste 50 % + wheat straw 50% substrate was insignificant.

Keywords: oyster mushroom, oyster substrate

*Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.
**Director of Horticulture Researche Directorate, General Commission for Agricultural Scientific Research (GCSAR), Damascus, Syria.
***Postgraduate Student, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدمة:

يوجد حوالي ألف نوع من الفطور المأكولة والطبية في العالم، لكن الأنواع المعروفة والمزروعة على نطاق تجاري لا تزيد عن 30 نوعاً يأتي في مقدمتها فطر الطبقة (الفطر الأبيض أو فطر باريس Champignon de Paris) *Agaricus spp.* ويمثل ثلث الإنتاج العالمي من إجمالي إنتاج الفطر سنوياً (Zhnxi, 2006)، يليه في المرتبة الثانية الفطر *Pleurotus spp.* المعروف بفطر المحار أو الفطر الصدفي Oyster Mushroom ويشكل 25% من الإنتاج العالمي (OECD, 2005).

يتبع لجنس *Pleurotus* عدد كبير من الفطور المزروعة في العالم (Zhnxi, 2006)، ويعتبر النوع *P.ostreatus* واحداً من أفضل الأنواع التابعة له، ويتزايد الإقبال على زراعته واستهلاكه في العالم مقارنة مع الأنواع الأخرى التابعة لهذا الجنس، وذلك لما يتمتع به من خصائص وفوائد عديدة غذائية وصحية وطبية وبيئية واجتماعية واقتصادية وصناعية تميزه عن باقي الأنواع المعروفة من الفطور المأكولة. وقد أدت هذه الصفات إلى زيادة الاهتمام به وإلى إحداث قفزة نوعية في إنتاجه وابتكار تقنيات عديدة لزراعته وإنتاجه وتسويقه، ونظراً لأهمية تنويع مصادر الدخل لدى المزارع والاستفادة من المخلفات النباتية المتعددة المنشأ فإن زراعة فطر المحار تحقق الاستفادة من بعض المخلفات الزراعية عديمة القيمة كالقش ونشارة الخشب وقوالح الذرة وقشور فستق العبيد وفضلات القطن وغيرها وتحويلها لتنتج غذاءً إضافياً يساهم في حل مشكلة النقص في البروتين الغذائي للدول النامية ويسهم في زيادة الدخل القومي، علاوة على مساهمته في تنظيف البيئة من هذه المخلفات خاصة وأنه يمكن إعادة تحضير الوسط بعد الزراعة ليستخدم كمحسن لخواص التربة وكسماد لها. فضلاً عن أن زراعته قليلة التكلفة إذ تتكون الخلطة الزراعية التي يمكن أن ينمو عليها من أية مواد تحتوي على السيليلوز فقط كقش الحبوب أو أية مخلفات نباتية أخرى رخيصة كأوراق الشجر ومخلفات الخضار، كما أنه لا يحتاج إلى تجهيزات معقدة ومكلفة فيمكن للمزارعين الصغار والهواة وذوي الإمكانات المحدودة إنتاجه، كما يمكن زراعته في العديد من الأماكن غير المستثمرة في الأبنية مثل: بعض الغرف المحصورة والأقبية والإسطبلات....الخ، كما يمكن استغلال البيوت الزراعية المحمية الزجاجية والبلاستيكية في الفترة من السنة التي تكون فيها غير مشغولة بالزراعة (علبي وعودة، 1992). بالإضافة إلى دورة حياته السريعة وإمكانية نموه على مدار السنة إذا ما توفرت له الظروف المناسبة (بوراس وآخرون، 1991)، ويمكن أن تسهم زراعته بإيجاد فرص عمل للشباب وفي إلغاء أو الحد من البطالة الموسمية التي يعاني منها القطاع الزراعي وتساعد في تنظيمه.

يمكن لمعظم أنواع فطر المحار *Pleurotus spp.* الاستفادة من العديد من أنواع المخلفات الزراعية الجافة والتي يمكن بالتالي استعمالها بدون تخمير كأوساط زراعية لتنمية الفطر عليها، إذ يمتاز فطر المحار بسرعة نمو المشيجة (الميسيليوم) ووجود نظام أنزيمي فيه قادر على تحليل كل أنواع المخلفات المتاحة تقريباً والتي تقدر بحوالي 90 نوعاً منها: قش الحبوب ونشارة الخشب وجذوع الأشجار التي يمكن أن تصل إلى 100 نوع على الأقل بحسب الأصناف وبالتالي هناك 200 نوع من البقايا الزراعية المتاحة لزراعة فطر المحار ما يعطي المنتج مجالاً واسعاً في اختيار وسط الزراعة من المواد المتوفرة لديه في البيئة المحيطة (Poppe, 2004).

تعتبر زراعة فطر المحار زراعة سهلة بمجملها لسرعة نموه وقدرته العالية على تكوين المشيجة (الميسيليوم) بسرعة في الوسط الذي يعيش عليه (Chang and Hayes, 1978)، إضافة إلى امتلاكه القدرة على تفكيك السيليلوز والمواد اللغنينية والاستفادة منها مباشرة دون إجراء أية معاملات كيميائية أو بيولوجية، لذلك فإن تخمير الوسط المعد لزراعة الفطر ليس ضرورياً (Zadrazil,1973a).

يستمد فطر المحار غذاءه أحياناً من المادة العضوية الناتجة عن تحلل الخشب التالف، وتنمو أنواعه في الطبيعة على الأجزاء الحية أو الميتة للنباتات والتي تكون بشكل عام فقيرة بالمواد الغذائية والفيتامينات، ويكفي لتشكيل الميسيليوم وتطور الأجسام الثمرية نمو الفطر على المواد السيليلوزية واللغنينية (Chang and Hayes, 1978)، حيث يحول هذه المواد إلى مادة قابلة للهضم وغنية بالبروتين تصلح لتغذية الحيوانات (العودة، 1997).

تقسم مصادر المخلفات العضوية التي يمكن استخدامها في زراعة فطر المحار إلى مخلفات الحقل مثل قش النجيليات وأحطاب القطن والذرة وقوالح الذرة وبقايا بعض محاصيل الخضر، ومخلفات مصانع الأغذية كمخلفات عصر بعض ثمار الفاكهة والقصب ومخلفات صناعة المربى وقشور الفاصولياء واللوبياء ونوى البلح، ونواتج تقليم بساتين الفاكهة والأغصان والفروع الميتة ونباتات الموز وأوراقها وسعف النخيل، وبعض المواد العضوية الناتجة عن تصنيع الأخشاب مثل نشارة الخشب وبقايا الأخشاب ولحاء الأشجار. ويعتمد اختيار المادة المستخدمة كوسط للزراعة على مدى توافرها في مناطق الزراعة وإلى خلوها من المواد السامة والعناصر الثقيلة والمبيدات الفطرية والحشرية التي تضر بنمو الهيفات الفطرية (أحمد، 1998).

سجلت أول زراعة لـ فطر المحار *Pleurotus ostreatus* عام 1900 بينما كان أقدم تسجيل له كفطر عام 917 (العودة، 1997). وزرع على بقايا الأشجار وجذوعها بعد تقطيعها في بداية القرن العشرين (Falck,1917,1919; Passecker,1959; Luthard,1969; Vessey and Toth,1970) ، حيث أنتج الباحث Etter عام 1929 أجساماً ثمرية من النوع *P.ostreatus* بطريقة عدلها العالم Kaufert عام 1935 أثناء دراسته لدورة حياة الفطر، ومرت حوالي عشر سنوات أو أكثر قبل أن يتأسس وبشكل راسخ الإنتاج الصناعي لهذا الفطر في الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا. وفي عام 1962 كان أول تدوين لزراعة فطر المحار في الهند من قبل كل من الباحث Bano والباحث Srivastava (العودة، 1997). هذه السلسلة من المنشورات المتعلقة بفطر المحار فتحت الباب لزراعته ولفتت الانتباه إليه كفطر زراعي مأكول في الفيليبين ولكن الإقبال عليه بقي محدوداً، ولم يبدأ الناس باستساغته وتقبله في غذائهم إلا بعد عدة سنوات وهذا ما حدث في تايلاند أيضاً رغم أن التايلانديين عرفوه كفطر مأكول قبل الفيليبينيين (العودة، 1997).

زرع فطر المحار *Pleurotus* في البداية على القش من قبل عدد من الباحثين وحصلوا على إنتاج جيد منه (Bano and Srivastava,1962; Schanel et al,1966; Herzig et al,1968)، وقد تطور الإنتاج التجاري لفطر المحار وكذلك الأوساط الزراعية المناسبة لنموه تطوراً سريعاً في الفترة ما بين عامي 1971 و1974 (Junkova,1971; Stanek and Rysava,1971; Heltay et al.,1971; Zadrazil and Schneidereit,1972; Kalberer and Vogel,1974; Chang and Hayes, 1978) ، وأثبتت الأبحاث أن وسط القش هو أبسط وسط مغذ يمكن أن ينمو عليه الفطر (Zadrazil,1973a,b; hKalberere,1974). حيث يكفي إجراء عملية بسترة للقش عند إعداده كوسط للزراعة ونادراً ما يتم تخميره (Delmas, 1989)، وقد لوحظ نمو الفطر *P. ostreatus* عرضياً على بالات القش (Stamets, 1993).

وتختلف القيمة الغذائية للقش بحسب نوع المحصول ومكان وزمن إنتاجه، حيث يعد قش القمح والأرز من أفضل أنواع القش المستخدمة كوسط للزراعة بينما يعتبر قش الشعير أقل جودة منهما بسبب قساوته واحتياجه لوقت طويل للتحلل أما قش الشوفان فهو غير صالح للاستخدام بسبب سرعة تحلله ما يجعل وسط الزراعة والخلطة الناتجة عنه

متراصة وقليلة التهوية (علبي وعودة، 1992)، وقد بينت الأبحاث أن قش الأرز وقش القمح هما أفضل الأوساط لزراعة فطر المحار (Zhang and Fadel, 2000).

يعد قش القمح ومخلفات الذرة الصفراء (الأكواز الخالية من البذور وسوق وأوراق الذرة الصفراء *Zea mays*) من المخلفات الزراعية الأكثر شيوعاً واستخداماً في المناطق المعتدلة (شمال أمريكا وأوروبا وكوريا) كوسط للزراعة (العودة، 1997).

وقد وجد عدد من الباحثين أن مخلفات القطن (*Gossypium hirsitum*) تشكل وسطاً ممتازاً لنمو فطر المحار (العودة، 1997)، وقد استخدمت كوسط للزراعة بدون أية معاملة حرارية (Sun and Yu, 1989).

وتعد نشارة الخشب وسط الزراعة الأكثر استخداماً في المزارع التجارية في معظم أقطار جنوب شرق آسيا حيث يمكن استخدام أي نوع من نشارة الخشب سواء القاسي أو الطري، وينصح عادة بإجراء عملية التخمر لنشارة الخشب الجديدة فقط (العودة، 1997). وهناك ما لا يقل عن 140 نوعاً من الأشجار التي تختلف في درجة قساوة أخشابها والتي يمكن استخدامها كوسط لزراعة فطر المحار (Stamets, 1993) وتختلف بكفاءتها في الإنتاج تبعاً للأنواع، فقد أشارت الدراسات إلى أن جذوع الصفصاف المستخدمة كوسط لزراعة الفطر *Pleurotus ostreatus* أعطت إنتاجاً أفضل من جذوع الحور (Anselmi et al., 1979).

يزرع فطر المحار في المناطق الاستوائية على خليط من نشارة الخشب ونخالة الأرز أو مزيج من قش الأرز ونخالة الأرز أو على تراكيب أخرى عديدة مكونة من بقايا النباتات الاستوائية (العودة، 1997).

أهمية البحث وأهدافه:

يزرع فطر المحار عادة على بقايا الأخشاب أو جذوع الأشجار، كما يزرع على قش الحبوب وقوالح الذرة الصفراء أو أحطاب القطن (علبي وعودة، 1992)، وغير ذلك من مخلفات المزرعة تبعاً لتوفرها في مناطق إنتاج الفطر. وقد تطورت أنواع الأوساط التي يمكن استخدامها لإنتاج الفطر مع تطور الإنتاج التجاري له، وأصبح تحديد واختيار الوسط المناسب لزراعة الفطر من المواد المتوفرة أمراً هاماً، مما يسهم في تقليل التكاليف من جهة والتخلص من البقايا الزراعية والاستفادة منها من جهة أخرى.

ويهدف هذا البحث إلى دراسة ومقارنة تأثير سبعة أنواع من الأوساط الزراعية تم اختيارها من البقايا والمخلفات الزراعية المتوفرة في سوريا، في نمو وإنتاج فطر المحار، وتحديد كفاءة التحول الحيوي لهذه الأوساط.

طرائق البحث ومواده:

1. المادة النباتية:

جرت الدراسة في هذا البحث على السلالة *P HK-35* من فطر المحار *Pleurotus ostreatus* مصدرها إيطاليا، واستعمل بذار الفطر النامي على حبوب القمح في مرطبانات زجاجية سعة 1/2 ليتر مصدره مركز البحوث العلمية الزراعية في حلب (شكل 1).

الشكل (1): بذار فطر المحار الجاهز للزراعة

2. موقع ومكان تنفيذ البحث:

نفذ البحث في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية– إدارة بحوث البستنة – محطة الغوطة للزراعات المحمية – دمشق.

3. التصميم الإحصائي:

استخدم في تنفيذ البحث تصميم التوزيع العشوائي التام، جرى تحليل النتائج باستخدام البرنامج الإحصائي MSTAT-c واختبار جدول تحليل التباين ANOVA–1 وقورن بين المتوسطات بحساب قيمة أقل فرق معنوي LSD عند مستوى دلالة 5%.

4. معاملات البحث:

تضمن البحث دراسة تأثير سبعة أنواع من الأوساط الزراعية في نمو وتطور فطر المحار (السلالة *HK-35*)، واعتبر كل وسط غذائي معاملة، وزرع الفطر في ثمانية أكياس (وزن الكيس الرطب بعد التعقيم 7كغ) لكل وسط بحيث يمثل الكيس مكرراً، وبذلك تضمنت التجربة (7 × 8 =56) 56 كيساً وزعت عشوائياً، وفيما يلي المعاملات المختلفة:

1. تبن (شاهد)
2. قش القمح
3. قش القمح 50% + نشارة خشب 50%
4. قش القمح 50% + قوالح الذرة الصفراء 50%
5. قش القمح 50% + أحطاب القطن 50%
6. قوالح الذرة الصفراء
7. أحطاب القطن

5. مكان الزراعة:

تمت عمليات تحضير الأوساط للزراعة وتلقيحها بالمشيجة (الميسيليوم) وتعبئتها في أكياس الزراعة في محطة الغوطة للزراعات المحمية بدمشق (طريق المطار) في بيت بلاستيكي محكم الإغلاق لمنع التلوث ومعقم بشكل كامل بمادة الفورمالين تركيز 4%، وبعد الانتهاء من عملية الزراعة نقلت الأكياس المزروعة (الملقحة بتقاوى الفطر) مباشرة إلى قبو محكم الإغلاق، ومعقم بالفورمالين في مبنى إدارة بحوث البستنة في دوما (مركز الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية) لمنع دخول الحشرات والفئران، ووضع في القبو جهاز ترطيب ضبابي للتحكم بالرطوبة الجوية النسبية، كما

وضع مكيف لضبط درجة الحرارة المناسبة لكل مرحلة من مراحل النمو، وزود بمروحة توربينية من أجل تجديد الهواء والمحافظة على تركيز مناسب من الأكسجين وثاني أكسيد الكربون، بالإضافة إلى مصدر إضاءة ومصدر للماء، وأربعة حوامل معدنية بكل منها أربعة رفوف وضعت عليها الأكياس المزروعة، كما وضعت قطعة من الإسفنج المبللة بالفورمالين على مدخل القبو لتعقيم الأحذية قبل الدخول منعاً للتلوث.

6. مصدر أوساط الزراعة:

إن العامل المحدد لاختيار أوساط الزراعة المدروسة هو سعرها ومدى توفرها على مدار السنة، وبحيث تكون نظيفة– طازجة– ذات لون ورائحة جيدين – جافة– خالية من المواد السامة والعناصر الثقيلة والمبيدات الفطرية والحشرية التي تضر بنمو الهيفات الفطرية (أحمد، 1998).

اختيرت الأوساط المدروسة من مخلفات المحاصيل الزراعية المحلية التي تعد عديمة القيمة وتشكل عبئاً على المزارع ومشكلة من حيث كيفية التخلص منها والتي غالباً ما تكون إما بالحرق أو بتجميعها في أكوام ما يسمح بنمو الحشرات والعوامل الممرضة والقوارض. تم تأمين قوالح الذرة وأحطاب القطن من بقايا المحاصيل المزروعة في حقول الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، والقش والتبن من مزرعة خاصة، ونشارة الخشب (خليط من نشارة خشب المشمش والحور) من منشرة خاصة (شكل 2).

قوالح الذرة

أحطاب القطن

بالات القش

تبن

نشارة الخشب

الشكل (2): أوساط زراعة فطر المحار

7. تحضير أوساط الزراعة:

قطعت كل من مخلفات القطن وقوالح الذرة بواسطة آلة (فرامة) إلى قطع بطول 0.5–1 سم، والقش إلى قطع بطول 25–30 سم، لتسهيل ترطيبها وبسترتها ونمو هيفات الفطر عليها وتحليلها أنزيمياً، وتعد إمكانية تقطيع مادة وسط الزراعة من العوامل المحددة لاختيارها كوسط للزراعة (أحمد، 1998)، (شكل 3).

آلة التقطيع

قوالح الذرة المقطعة

القش المقطع

أحطاب القطن المقطعة

الشكل (3): تقطيع مكونات الأوساط التي تستخدم في زراعة فطر المحار

8. إعداد الأوساط للبسترة:

جرى وزن 20 كغ من كل وسط زراعة، ثم عبأت في أكياس خيش نظيفة سعة 25–30 كغ. أغلقت الأكياس جيداً ووضعت في براميل معدنية نظيفة سعة 200 ليتر وغمرت بالماء بشكل كامل وتركت للنقع مدة 20–22 ساعة، ثم أضيف لها مركب كبريتات الكالسيوم المائية (الجبس) بنسبة 5 % (من الوزن الجاف للوسط) من أجل معادلة الحموضة وتقليل لزوجة الوسط وزيادة نفاذيته. ومن أجل بسترة الأوساط عرضت البراميل إلى لهب عال حتى بدء الغليان بغرض قتل معظم الميكروبات الضارة والأطوار الحشرية المختلفة والديدان الثعبانية الصغيرة (النيماتودا) التي قد تكون موجودة بها حتى لا يؤدي وجودها إلى منافسة أو تثبيط نمو هيفات الفطر، وترك الماء يغلي لمدة ساعة ونصف بالاعتماد على كمية الوسط المعدة للزراعة (أحمد، 1998)، ثم رفعت الأكياس من البراميل ونقلت إلى مكان الزراعة حيث تركت لتصفي من الماء الزائد وتبرد إلى أن تصبح درجة حرارة الوسط 20–25 درجة مئوية ورطوبته 65% (Mushroom Growers, 2004) (شكل 4).

آ

ب

ج

الشكل (4): مراحل بسترة أوساط الزراعة

آ: التعبئة في أكياس الخيش، ب: النقع بالماء، ج: التعقيم

9. إعداد الأوساط لزراعة الفطر:

قبل البدء بعملية الزراعة تطهر الأيدي والأدوات المستخدمة بالكحول 70%، ثم تفرغ الأكياس وتوضع الأوساط المبسترة على قطعة كبيرة من البلاستيك، وتحضر الأوساط المكونة من مزيج: قش القمح 50% + نشارة الخشب 50% وقش القمح 50% + قوالح الذرة 50% وقش القمح 50% + أحطاب القطن 50% وتجري عملية المزج بشكل جيد للحصول على خليط متجانس.

اختبرت جاهزية الأوساط لاستقبال تقاوى الفطر (المشيجة) قبل البدء بالزراعة من حيث الرائحة واللون اللذان يعبران عن الخلو من الأعفان والملوثات الفطرية، وجرى قياس درجة الحموضة بجهاز قياس الـ PH الحقلي وتراوحت ما بين 7.2 و 7.8 وكانت ضمن الحد الملائم لنمو الفطر.

كما جرى قياس درجة حرارة الأوساط بميزان حرارة زئبقي وضع في قلب كومة الوسط وكذلك اختبرت رطوبة الوسط بطريقة اختبار قبضة اليد Palm Test Method حيث أخذت حفنة من الوسط باليد وعصرت بقوة، يجب أن تكون قبضة اليد رطبة مع سقوط بضع قطرات ماء عند قاعدة الأصابع.

وما يتوجب الانتباه إليه هو ضبط رطوبة الوسط بالشكل المناسب لأن الرطوبة الزائدة تعيق التهوية في الوسط، كما تمنع الرطوبة المنخفضة نمو الميسيليوم، وتعتبر درجة الحرارة 20–25 درجة مئوية والرطوبة 65% من الشروط المناسبة لزراعة الفطر (Mushroom Growers, 2004).

10. الزراعة والتحضين:

تمت الزراعة في أكياس من البولي إيتيلين الشفاف قياس 40×60 سم وسماكة 60 ميكرومتر، بإضافة تقاوى الفطر بنسبة 5% من الوزن الجاف للوسط بشكل طبقات متتالية في أكياس الزراعة (شكل 5). وضعت أولاً طبقة من الوسط سماكة 10سم ثم طبقة من بذار الفطر تم تغطيتها بطبقة من الوسط سماكة 10سم وهكذا حتى امتلاء الكيس على أن تغطى الطبقة السطحية من البذار بطبقة رقيقة من الوسط سماكة 5 سم. أحكم إغلاق الأكياس جيداً ووزعت حسب الأوساط بشكل عشوائي تماماً على الحوامل المعدنية، مع تأمين الشروط المناسبة من حيث الحرارة والرطوبة الجوية والإضاءة المبينة في الجدول رقم (1).

(آ) خلط مكونات الأوساط جيداً

(ب) الكيس وفيه وسط الزراعة بعد التعقيم

(ج) تعبئة وسط الزراعة وزراعة بذار الفطر

(د) ربط الكيس من الأعلى بإحكام في أكياس الزراعة

الشكل (5): مراحل زراعة فطر المحار

كما تمت المراقبة اليومية للنمو والتطور تفادياً لانتشار أي تلوث في الأكياس (شكل 6).

الشكل (6): حجرة التحضين (نمو الميسيليوم على وسط الزراعة)

11. مرحلة تشكل الأجسام الثمرية والقطاف:

بعد انتهاء فترة التحضين والتي استدل عليها من اكتمال نمو الميسيليوم، ثقبت الأكياس عدة ثقوب صغيرة قطرها 1-1.5سم لتشجيع ظهور وتشكل الأجسام الثمرية وتأمين الشروط المناسبة لتشكلها (جدول1).

أخذت القراءات المطلوبة حسب الأوساط مع المراقبة اليومية والمحافظة على رش الأكياس بالماء بمرش يدوي لمنع جفاف البداءات والأجسام الثمرية.

الجدول (1): الشروط البيئية خلال مراحل نمو الميسيليوم وتشكل الأجسام الثمرية لفطر المحار السلالة (*HK-35*)

مرحلة نمو الميسيليوم (التحضين)			مرحلة الإثمار		
درجة الحرارة في الوسط	الرطوبة الجوية	الإضاءة	درجة الحرارة في الوسط	الرطوبة الجوية	الإضاءة (لوكس)
28 °م	60-65 %	ظلام	21 °م	85-95 %	130-150

جمعت الأجسام الثمرية عند وصولها إلى مرحلة النضج المناسبة (تصبح الحواف رقيقة وتلتف إلى الأسفل)، وتجدر الإشارة إلى أهمية المحافظة على الرطوبة في هذه المرحلة لأن زيادة الرطوبة في الأجسام الثمرية تقلل من تحملها للنقل والتخزين ويصعب بذلك تسويقها.

تجمع الأجسام الثمرية بطريقة السحب مع الفتل مع مراعاة عدم قطعها وترك الجزء السفلي في الوسط لأن ذلك يؤدي إلى عفن الجزء القاعدي من الساق وإمكانية حدوث تلوث في الوسط بعد ذلك. بعد القطاف تثقب الأكياس مرة أخرى للحصول على قطفات متكررة (أحمد، 1998)، ويجري رش المكان بالماء باستخدام مرش يدوي عند اللزوم للمحافظة على الرطوبة الجوية.

12. حساب كفاءة التحول الحيوي (Biological Efficiency) لأوساط الزراعة:

جرى حساب كفاءة التحول الحيوي لأوساط الزراعة حسب (Mandrel et al, 2005) من المعادلة التالية:

كفاءة التحول الحيوي = (كمية الإنتاج من الفطر / وزن وسط الزراعة الجاف) ×100

النتائج والمناقشة:

1. تأثير وسط الزراعة في النمو:

يظهر تأثير الوسط بشكل واضح على مراحل نمو الفطر المختلفة حيث بدأ نمو الميسيليوم بعد يوم واحد فقط من الزراعة على الأوساط: قش القمح + قوالح الذرة وقش القمح + أحطاب القطن وقش القمح + نشارة الخشب، بينما تأخر حتى اليوم الثاني على وسط قوالح الذرة وبدأ بعد 1.88 يوماً على وسط التبن و1.75 يوماً على وسطي قش القمح وأحطاب القطن، (جدول 2).

وكان اكتمال نمو المشيجة Completion of spawn running الأسرع على وسط التبن بعد 13.88 يوماً ثم وسط قش القمح بعد 15.75 يوماً وبعد 16 يوماً على وسطي قش القمح 50 % + قوالح الذرة 50 % وقش القمح 50 % + أحطاب القطن واستغرق 20 يوماً على وسط أحطاب القطن وتأخر إلى 23 و24 يوماً على وسطي قش القمح 50 % + نشارة خشب 50 % وقوالح الذرة على التوالي.

وبدأ تشكل البداءات الثمرية Pinheads بعد 2.50 يوماً من اكتمال نمو الميسيليوم على وسط قش القمح 50 % + أحطاب القطن 50 %، ثم على وسط قش القمح 50 % + قوالح الذرة 50 % بعد2.63 يوماً، واستغرق 3 أيام على وسطي قش القمح والتبن و3.75 يوماً على وسط قش القمح 50 % + نشارة خشب 50 % و6.75 يوماً على وسط أحطاب القطن بينما تأخر ظهور البداءات الثمرية إلى 7.75 يوماً على وسط قوالح الذرة.

وفي كل الأوساط تمايزت الأجسام الثمرية Fruiting bodies formation بعد يوم واحد فقط من تشكل البداءات الثمرية.

وقد أثر اختلاف فترة نمو الفطر على بدء مرحلة الإنتاج حيث بدأ الإنتاج مبكراً عند الزراعة على وسط التبن بعد 21.88 يوماً، وبذلك تفوق هذا الوسط على جميع الأوساط الأخرى بفروق معنوية، أما وسطي قش القمح 50 % + أحطاب القطن 50 % وقش القمح 50 % + قوالح الذرة 50 % فلم تكن بينهما أية فروق معنوية وتفوقا على باقي الأوساط الأخرى، واستغرق وسطي أحطاب القطن وقوالح الذرة 32.75 و36.75 يوماً على التوالي حتى الحصول على القطفة الأولى (جدول 2).

الجدول رقم (2): تأثير أوساط زراعة مختلفة في نمو فطر المحار (السلالة *HK-35*) مقدرة باليوم بعد الزراعة

الوسط	بدء نمو الميسيليوم	اكتمال نمو الميسيليوم	بدء تشكل البداءات الثمرية	بدء تمايز الأجسام الثمرية	بدء الإنتاج
تبن	1.88 b	13.88 a	16.88 a	17.88 a	21.88 a
قش القمح	1.75 b	15.75 b	18.75 b	19.75 b	23.75 c
قوالح الذرة	2.00 b	24.00 e	31.75 d	32.75 d	36.75 f
أحطاب القطن	1.75 b	20.00 c	26.75 c	27.75 c	32.75 e
قش القمح + قوالح الذرة	1.00 a	16.00 b	18.63 b	19.63 b	22.63 b
قش القمح + أحطاب القطن	1.00 a	16.00 b	18.50 b	19.50 b	22.50 b
قش القمح + نشارة خشب	1.00 a	23.00 d	26.75 c	27.75 c	30.75 d
$LSD_{0.05}$	0.271	0.316	0.543	0.543	0.543
% C.V	18.14	1.70	2.39	2.28	1.97

الأرقام المتبوعة بأحرف صغيرة متشابهة عمودياً لا توجد بينها أية فروق معنوية عند مستوى معنوية 0.05

وبذلك يظهر وبشكل واضح أن النمو على الأوساط المكونة من أكثر من وسط يستغرق وقتاً أقصر من النمو على الأوساط المكونة من مادة واحدة فقط، فوسط قوالح الذرة عندما أضيف له قش القمح أعطى إنتاجاً أسرع بـ 14.12 يوماً من الوسط المكون من قوالح الذرة وحدها، كذلك وسط أحطاب القطن عندما أضيف له قش القمح أعطى إنتاجاً أسرع بـ 10.25 يوماً من وسط أحطاب القطن، وهذا يتوافق مع ما توصل إليه (Bugarski et al, 1997) الذي أجرى دراسة مماثلة للسلالة *NS-16* من فطر المحار *P.ostreatus* على عدة أوساط زراعية ووجد أن فترة نمو الفطر على الأوساط المكونة من أكثر من مادة واحدة كانت أقصر من فترة النمو على الأوساط المكونة من مادة واحدة.

وكذلك تتوافق مع نتائج بحوث (Bugarski et al, 2002) التي أجريت لدراسة تأثير أوساط زراعة مختلفة في فترة النمو وسرعة تكوين الأجسام الثمرية وكمية الإنتاج للسلالة *NS-77* من فطر المحار *P.ostreatus* حيث تبين أن الأوساط الخليطة (المكونة من أكثر من مادة): قش القمح + قشور عباد الشمس وقش فول الصويا + قشور عباد الشمس أعطت إنتاجاً أعلى وكانت فترة نموها أسرع بالمقارنة مع الشاهد.

2. تأثير وسط الزراعة في الإنتاج:

يتضح من الجدول رقم (3) الذي يبين متوسط الإنتاج ونسبته بالمقارنة مع الشاهد أن وسط قش القمح هو الوسط الأعلى إنتاجاً بين الأوساط المدروسة (2.17 كغ/كيس) بزيادة قدرها 4.33 % بالمقارنة مع وسط التبن (الشاهد)، وكان وسط الزراعة المكون من قش القمح + نشارة الخشب هو الوسط الأقل إنتاجاً (1.05 كغ/كيس)، ويظهر من الجدول المذكور أن الزراعة على وسط قش القمح + قوالح الذرة ووسط قش القمح + أحطاب القطن أعطت إنتاجاً قدره (1.86 كغ/كيس) و(2.00 كغ/كيس) على التوالي، وهذا الإنتاج أعلى بما نسبته 4.49% و5.26% على التوالي من الزراعة على وسط مكون من قوالح الذرة فقط (1.78 كغ/كيس) أو أحطاب القطن فقط (1.90 كغ/كيس)، وهذا يتوافق مع ما توصل إليه (Bugarski et al, 1997) و(Bugarski et al, 2002) الذي وجد أن الأوساط الخليطة: قش القمح + قشور عباد الشمس وسوق الذرة + قشور عباد الشمس أعطت زيادة في الإنتاج بنسبة 8% بالمقارنة مع الأوساط المكونة من قش القمح وسوق نبات الذرة، ما يدعو إلى الاعتقاد بأن كفاءة الأوساط الزراعية الخليطة تتوقف على نوعية مكونات هذه الأوساط ونسب الخلط.

الجدول (3): متوسط إنتاج فطر المحار (السلالة *HK-35*) مقدراً بـ كغ/كيس المزروع على أوساط زراعة مختلفة ونسبة الإنتاج بالمقارنة مع الشاهد

الوسط	تبن	قش القمح	قوالح الذرة	أحطاب القطن	قش القمح 50%+قوالح الذرة 50%	قش القمح 50%+أحطاب القطن 50%	قش القمح 50%+نشارة الخشب 50%
متوسط الإنتاج كغ/كيس	2.08 ^{ab}	2.17 ^{a}	1.78 ^{d}	1.90 ^{c}	1.86 ^{cd}	2.00 ^{b}	1.05 ^{e}
نسبة الإنتاج بالمقارنة مع الشاهد %	100	104.33	85.58	91.35	89.45	96.15	50.48

% C.V = 4.75 $LSD_{0.05}$ = 0.088

الأرقام المتبوعة بأحرف صغيرة متشابهة لا توجد بينها أية فروق معنوية عند مستوى معنوية 0.05

ويلاحظ من النتائج (جدول 3) أن وسط قش القمح تفوق وبفروق معنوية على جميع الأوساط الأخرى عدا وسط التبن فقد كانت الفروق بينهما غير معنوية. كما يلاحظ تفوق وسط التبن على الأوساط: قوالح الذرة – أحطاب القطن – قش القمح + قوالح الذرة – قش القمح + نشارة الخشب بفروق معنوية أما الفروق بالمقارنة مع الوسط المكون من قش القمح + أحطاب القطن فقد كانت غير معنوية.

من هذه النتائج يمكن القول بأن استعمال قش القمح أو التبن هو الأفضل بالمقارنة مع الأوساط الأخرى المستخدمة في هذا البحث لزراعة السلالة *HK-35* من فطر المحار، وذلك تبعاً لتوفرهما في منطقة الإنتاج وتكلفتهما، إذ أن الفروق في كمية الإنتاج عند الزراعة عليهما كانت غير معنوية، كما أنه يمكن استخدام الوسط المكون من قش القمح 50% + أحطاب القطن 50% في المناطق التي تتوفر فيها هذه المواد إذا كانت الفروق في التكاليف تعوض عن الانخفاض في الإنتاجية، لأن ذلك قد يساهم في حل مشكلة التخلص من مخلفات المحاصيل الزراعية. ويمكن التوصية بعدم استخدام وسط الزراعة المكون من قش القمح 50% + نشارة الخشب 50% لأن كمية الإنتاج عليه كانت منخفضة جداً وبلغت نسبتها 50.48% من إنتاج الشاهد.

3. كفاءة التحول الحيوي لأوساط الزراعة:

أظهرت حسابات كفاءة التحول الحيوي (جدول 4) أن وسط قش القمح كان الأفضل مقارنة مع الأوساط الأخرى إذ بلغت كفاءة التحول الحيوي له 86.80%، بينما أعطى الوسط المكون من: قش القمح 50% + نشارة الخشب 50% أقل كفاءة وكانت 42%، وهذا يتوافق مع (Shah et al, 2004) الذي درس زراعة فطر المحار *Pleurotus ostreatus* على عدة أوساط فوجد أن كفاءة التحول الحيوي لوسط قش القمح أعلى من كفاءة التحول الحيوي لوسط قش القمح + نشارة الخشب.

الجدول (4): كفاءة التحول الحيوي لأوساط الزراعة المستخدمة لإنتاج فطر المحار (السلالة *HK-35*)

الوسط	تبن	قش القمح	قوالح الذرة	أحطاب القطن	قش القمح 50%+قوالح الذرة 50%	قش القمح 50%+أحطاب القطن 50%	قش القمح 50%+نشارة الخشب 50%
كفاءة التحول الحيوي %	83.20	86.80	71.20	76.00	74.40	80.00	42.00

ويسهم حساب كفاءة التحول الحيوي إسهاماً كبيراً في معرفة العائد الاقتصادي من الزراعة تبعاً للوسط المستخدم، فمثلاً ينتج الكيلو غرام الواحد من التبن 832غ الفطر الطازج.

الاستنتاجات والتوصيات:

1. إمكانية استخدام قش القمح أو التبن كوسط لزراعة السلالة *HK-35* من فطر المحار لعدم وجود فروق معنوية في الإنتاج، وفي حال توفرهما يمكن الاختيار بينهما تبعاً للتكلفة والأسعار.

2. في حالة النقص في الأعلاف يمكن الزراعة على أحطاب القطن وقوالح الذرة بكفاءة تحول حيوي تزيد عن 70%، وبالتالي يمكن استخدام هذه الأوساط كبديل عن التبن وقش القمح.

3. استعمال أوساط زراعة مكونة من أكثر من نوع واحد من البقايا النباتية وبنسب مختلفة لتحديد أفضلها لنمو وإنتاج فطر المحار.

4. دراسة تأثير أوساط الزراعة في نوعية الفطر وتركيبه الكيميائي.

5. ضرورة دراسة الفروقات في سرعة نمو الفطر المزروع على قش القمح والتبن وتاريخ الإنتاج لدوره الكبير في دورة رأس المال.

6. ضرورة دراسة تأثير إضافة مواد مغذية لأوساط الزراعة لمعرفة مدى الزيادة في الإنتاجية.

المراجع:

1- أحمد، محمد علي. *عيش الغراب وعالمه الساحر*، دار المعارف، مصر، 1998، 281 .

2- بوراس، متيادي؛ البطل، نبيل؛ حداد، سليم. *الزراعة المحمية (الجزء النظري)*، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة دمشق، 1991، 384 .

3- علبي، مروان ؛عودة، محمود. *إنتاج الفطر الزراعي*، دار الرها للنشر، حلب، 1992، 264 .

4- العودة، أيمن الشحادة. *الأساليب الفنية لزراعة وإنتاج الفطر الزراعي*. دار المعرفة FAO، دمشق، 1997، 157.

5. ANSELMI, N.; DEANDREA, G. *Culture de Pleurotus ostreatus sur du bois de Salicaceae,* Mushroom Science 10,2, 1979, 451-461.

6. BANO, Z.; SRIVASTAVA, H. C. *Studies on cultivation of Pleurotus sp. On paddy straw***.** Food Science 12, 1962, 363-365.

7. BUGARSKI, D.; DJURO,G.; TAKAC, A.; DRAGAN, J. *Influence of substreates on fructification of oyster mushroom (Pleurotus ostreatus) strain NS-16.* Proceedings of the first Balkan Symposium on vegetables**,** Acta Horticultura, 462, 1997, 891-894. http://www.actahort.org/books/462/462_142.htm (8/4/2008).

8. BUGARSKI, D.; GVOZDENOVIC, D.J.; JOVICEVIC,D. *Influence of substrates on fructification of oyster mushroom strain NS-77 (Pleurotus ostreatus).* Proceedings of the first Balkan Symposium on vegetables**,** Acta Hort. (ISHS) 579, 2002, 355-358 http://www.actahort.org/books/579/579-60.htm (22/4/2008).

9. CHANG, S.T.; HAYES, W.A. *The Biology And Cuttivation of Edible Mushroom.* Asubsidiary of Harcourt Brace Gavanovich, 34, 1978, 521- 554.

10. DELMAS, J. *Le Champignons et leur* culture. Paris, Les Maison Rustique, 1989.

11. FALCK, R. *Uber die Waldkultur des Austernpilzes (Agaricus ostreatus) auf Laubholzstubben* . Z. Forst-Jagdwes, 49, 1917 , 159-165.

12. FALCK, R. *Uber Waldkultur des Austernpilzes (Agaricus ostreatus)* . Eine Anweisung zur pilzkultur auf frischen Laubholzstubben. Z. Pilzkd. 3, 1919,102-106.

13. HELTAY, I.; TOTH, E.; TOTH, L. *Verfahren zur Herstellung des Nahrbodens von Makropilzen, insbesondere von Speisepilzen, zur Bereitung des Betriebsimpfstoffes und zum Anbau.* Deutsches Patentamt, Offenlegungsschrift, 1971.

14. HERZIG, I.; DOVRAK, M.; VEZNIK, Z. *Treatment of littar straw by application of the fungus pleurotus ostreatus (Jacq) Fr. Biol. Chem*. Vyz. Hospodarskych Zvirat 3, 1968, 249-253

15. JUNKOVA, A. *Intensivni a extensivni zpusob pestovani hlivy ustricne***.** Mykol. Sb, 8, 1971, 53-54.

16. KALBERER, P. P. *The cultivation of Pleurotus ostreatus: experiments to elucidate the influence of different culture conditions on the crop yield.* Mushroom Science, IX, 1974, 653-661.
17. KALBERER, P.; VOGEL, E. *Untersuchungen zur Kultur von Pleurotus.* Gemusebau 4, 1974, 37-44.
18. LUTHARD, W. *Holzbewohnende Pilz-Anzucht und Holzmykologie.* Wittenberg, Ziemsen-Verlag, 1969.
19. MANDEEL, Q. A.; AL-LAITH, A.A. & MOHAMED, S.A. *Cultivation of oyster mushrooms (Pleurotus spp.) on various lignocellulosic wastes.* World journal of microbiology and biotechnology, 21, 2005, 601-607.
20. MUSHROOM GROWERS, HANDBOOK 1. *Oyster mushroom cultivation***.** Seoul, Korea, 2004, 278.
21. Organisation for Economic Co-operation and Development OECD. *CONSENSUS DOCUMENT ON THE BIOLOGY OF Pleurotus spp. (L.) (OYSTER MUSHROOM).* OECD Environment Directorate, Environment Health and Safety Division, 2, rue Andre Pascal, 75775 Paris Codex 16, France. Series on Harmonisation of Regulatory Oversight in Biotechnology ,34, 2005, 31. http://oecd.org/ehs/
22. PASSECKER, F. *Kulturversuche mit Wildformen des Champignons und anderen Agaricaceen.* Mushroom Science,. 4, 1959, 477- 483.
23. POPPE, J. *Agricultural wastes as substrates for oyster mushroom.* MushWorld-HEINEART Inc,, Korea, 2004.
24. SCHANEL, L.; HERZIG, I.; DVORAK, M.; VEZNIK, Z. *Zpusob vyuziti mene hodnonych druhu slamy ke krmnym ucelum.* Zlepsovaci Navrh C, 13, 1966, 1-4.(Patent CSSR).
25. SHAH, Z.A.; ASHRAY, M; M, ISHTIAQ Ch. *Comparative study on cultivation and yield performance of oyster Mushroom (Pleurotus ostreatus) on deffrent substrates (Wheet Straw, Leaves,Saw Dust).* Pakistan Jourdan of nutrition 3,3, 2004, 158-160.
26. STAMETS, P. *Growing gourmet and medicinal mushrooms*. Ten Speed Press, Berkeley,. Hong Kong, USA, 1993,315.
27. STANEK, M.; RYSAVA, J. *Application of thermophilic microorganisms in the fermentation of the nutrient substrate for the cultivation of Pleurotus ostreatus (Jacq. Ex Fr.) Kummer Mycol*. Sb, 8, 1971, 59-60.
28. SUN. PEI-JI, ; JIAN-JUN YU. *The cultivation of Pleurotus mushroom on sterilized substrate in the field.* Mushroom Science, 12,2,1989, 219-228.
29. VESSEY, E.; TOTH, E. *Verfahren zur Anzucht von Austernseitlingen (Pleurotus ostreatus).* Deutsches Patentamt, Offenlegungsschrift, 1970.
30. ZADRAZIL, F. *Anbauverfahren fur Pleurotus florida FovoSe.* Champignon 13, 1973a, 3-4.
31. ZADRAZIL, F. *Pleurotus-Sporen-Allergie.* Champignon 13, 1973b, 9-10.
32. ZADRAZIL, F.; SCHNEIDEREIT, M. *Die Grundlagen fur die Inkulturnahme einer bisher nicht kultivierten Pleurotus-Art.* Champignon 12, 1972, 25-32.
33. ZHANG, R.; LIX, FADEL, JG. *Oyster mushroom cultivation with rice and wheat straw.* Bioresour Technol, May, 82,3,2000, 277-84
34. ZHANXI, l. *JUNKAO Technology***.** Fujian Agriculture and Forestry University, 2006, 294.