

تأثير إضافة بقايا معمل تصنيع البيرة إلى وسط زراعة الفطر المحاري الصيفي *Pleurotus florida* في إنتاجيته ونوعيته

غانية يحيى معلا

عضو هيئة تعليمية، قسم علم الحياة النباتية - كلية العلوم - جامعة دمشق

ghaniamoulla@damascusuniversity.edu.sy

الملخص:

هذف هذا البحث إلى دراسة فعالية إضافة أربعة تراكيز 5، 10، 15 و 30% من بقايا معمل (أرادوس) لتصنيع البيرة إلى وسط الزراعة (تبن القمح) في إنتاجية السلالة الصيفية من الفطر المحاري *Pleurotus florida* ونوعيتها، وتمت دراسة الإنتاجية والكفاءة الحيوية، المحتوى الكيميائي من البروتين، الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة (DPPH %) لكل معاملة ومقارنتها بالشاهد المزروع على الوسط التقليدي.

أظهرت النتائج موت مشيجة الفطر عند استخدام التركيز 30% من بقايا معمل البيرة، تفوق التركيز 15%.

من حيث الإنتاجية (407.03 غ/كغ وسط رطب) والكفاءة الحيوية (116.63%) معنوياً على جميع معاملات التجربة بما فيها الشاهد، ورفعت بقايا معمل البيرة المستخدمة من القيمة الغذائية للفطر، حيث سجلت معاملة بقايا معمل البيرة بتركيز 15% أعلى نسبة للبروتين (32.40%) من المادة الجافة) وأعلى قيمة للنشاط المضاد للأكسدة (63.54%) متفوقاً على جميع معاملات التجربة. وبالخلاصة يمكن أن ننصح مزارع الفطر بإضافة بقايا معمل البيرة بالتركيز 15% إلى وسط تبن القمح المستخدم لزراعة الفطر المحاري، لدورها الإيجابي في رفع الإنتاجية والقيمة الغذائية من جهة ويهدف التخلص الآمن منها من جهة أخرى.

الكلمات المفتاحية: فطر محاري، تبن القمح، كفاءة حيوية، بروتين، بقايا معمل البيرة.

تاريخ الإيداع: 2024/04/30

تاريخ القبول: 2024/05/23



حقوق النشر: جامعة دمشق -
سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق

النشر بموجب الترخيص
CC BY-NC-SA 04

Effect of Adding Brewers' Spent Grains to The Substrate of Oyster

Mushroom *Pleurotus florida* on its Productivity and Quality

Ghania Yahia Moulla

Academic Staff, Department of Biology, Faculty of science, University of Damascus.

ghania.moulla@damascusuniversity.edu.sy

Abstract

This research was aimed to study the effect of adding four concentrations (5, 10,15 and 30%) Brewers' Spent Grains to oyster mushroom substrate (wheat straw) on productivity and quality of *Pleurotus florida*. The productivity indicators (yield and biological efficiency) and chemical content (the percentage of protein, total phenols, antioxidant activity (DPPH%) were recorded. The results shown that most of the concentrations of Brewers' Spent Grains increased productivity and biological efficiency, but high concentrations 30% caused the death of mycelium.

However, treatment 15% of Brewers' Spent Grains was the best compared to the control and other treatments, which increased both productivity (407.03 g/kg wet substrate) and biological efficiency (116.63%). Moreover, adding Brewers' Spent Grains to the substrate increased the nutritional value of oyster mushroom. Protein and antioxidant activity were the highest at 15% of Brewers' Spent Grains (32.40 % of dry matter and 63.54 DPPH%). As the result, we recommend that the addition of Brewers' Spent Grains used in this research has a positive effect on the production and nutritional value of oyster mushrooms on the one hand and for safe disposal of it on the other, thus mushroom farmers can be advised to use it.

Key words: Oyster Mushroom, Brewers' Spent Grains, Wheat Straw, Biological Efficiency, DPPH%.

Received: 30/04/2024⁸

Accepted: 23/05/2024⁹



Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

أولاً: المقدمة

65

66 يعد الفطر المحاري Oyster mushrooms من أوسع الفطريات المأكولة انتشاراً في العالم (Kalac,2013)، إذ يحتل المرتبة الثانية عالمياً
 67 بعد الفطر الأبيض Agaricus bisporus من حيث الإنتاج العالمي (Obodai et al., 2003). فهناك إقبال كبير على استهلاكه نظراً
 68 لطعمه المميز وقيمته الغذائية لغناه بالبروتين (19-35%) (Khan and Chandra.,2017) والطبية الكبيرة فهو مضاد أكسدة ممتاز نظراً
 69 لغناه بالمركبات الفينولية من فلافونويدات flavonoids والأحماض الفينولية phenolic acids (Patil وزملاؤه، 2010).
 70 الفطريات كائنات غير ذاتية التغذية تشارك في عمليات التحلل ودورة المغذيات ونقلها فلا غنى عنها لتحقيق التنمية المستدامة حيث
 71 أن مشيجة الفطر المحاري تفكك السيليلوز والخشبيين Lignocelluloses نظراً لقدرتها على إنتاج أنزيمات lignocellulolytic
 72 (Khan and Chandra.,2017)، لذلك فإن زراعة الفطر المحاري هي واحدة من الطرق الفعالة لإدارة النفايات العضوية كبقايا
 73 التصنيع الغذائي ومخلفات الإنتاج الزراعي والتي أصبحت مشكلة كبيرة في الوقت الراهن (Eswaran and Ramabadran., 2001)،
 74 فزراعة الفطر المحاري يمكنها أن تحول الكم الهائل والمتنوع من تلك المخلفات إلى غذاء لذيذ الطعم وغني بالبروتين (Banik and
 75 Nandi.,2004)، يساهم في حل مشكلة سوء التغذية في البلدان النامية وبتيح الفرصة لتحقيق الأمن الغذائي لا سيما في البلدان
 76 النامية (Tisdale et al., 2006)، من أمثلة بقايا التصنيع الغذائي ومخلفات الإنتاج الزراعي التي يمكن استخدامها كوسط زراعي
 77 للفطر المحاري بقايا القرون الناتجة عن مصانع الكاكاو (Mudakir et al., 2014)، بقايا معامل عصير المانجو والحمضيات
 78 (Mohsen et al., 2012)، كسب البذور الناتجة عن معامل الزيوت مثل كسبة القطن وعباد الشمس (Fanadzo et al., 2010)،
 79 وكذلك بقايا تصنيع البيرة (Gregori et al., 2018). تنتج مصانع البيرة كميات كبيرة من البقايا وعلى مدار العام، 85% من هذه
 80 البقايا حبوب الشعير الغنية بالألياف السيللوز 70% والليغنوسيللوزية والدهون 10% (Mitri et al, 2020) والبروتين (20% من الوزن
 81 الجاف) (Mussatto et al., 2006)، هذا وقد حصل (Wang et al., 2001) على إنتاج مرتفع من الأجسام الثمرية عند استخدام
 82 بقايا تصنيع البيرة بتركيز 45 و55%. بينما وجد Gregori et al 2018 أن إضافة بقايا مصانع البيرة إلى وسط الزراعة بتركيز 20%،
 83 حفز نمو مشيجة الفطر ورفع من الكفاءة الحيوية (51%)، لكن التركيز 30% لم يسمح لبدئات الأجسام الثمرية أن تكمل نموها.

84

85

ثانياً: هدف البحث

86

87 نظراً لإقبال المزارعين والمشاريع الصغيرة على زراعة الفطر المحاري في سوريا من جهة، ونظراً للحاجة الملحة للتخلص الآمن من
88 بقايا التصنيع الغذائي لأثرها السيء على الصحة والبيئة معاً من جهة أخرى، هدف البحث إلى إدراج بقايا معمل (آردواس لتصنيع
89 البيرة) الكائن في مدينة صافيتا كوسط زراعي بديل أو شريك للوسط التقليدي (تبن القمح) لإنتاج فطر محاري ذو قيمة غذائية عالية.

90

ثالثاً: مواد البحث وطرقه:

91 1. مادة البحث: استخدم في هذا البحث الفطر المحاري الصيفي *Pleurotus florida*، تتميز هذه السلالة بسرعة النمو، وتعطي عناقيد

92 من الأجسام الثمرية لونها أبيض بمتوسط قطر قبعة حوالي 12 سم، وبقايا معمل آردواس لصناعة البيرة الكائن في مدينة صافيتا.

93 2. مكان وزمان البحث: نُفذ البحث في مزرعة خاصة في مدينة اللاذقية، وأجريت التحاليل الكيميائية في مخابر كلية الزراعة

94 والعلوم في جامعة دمشق، خلال الفترة الممتدة 2021-2022.

95 3. المعاملات المدروسة: تم إضافة أربع تراكيز 5، 10، 15 و30% من بقايا معمل البيرة إلى وسط الزراعة (تبن القمح).

96 وبالتالي بلغ عدد المعاملات الكلي 4 معاملات إضافة للشاهد (تبن القمح 100%). استخدمت أكياس البولي إيثيلين الشفافة

97 للزراعة بمعدل 10 أكياس لكل معاملة وبالتالي بلغ عدد المكررات 50 مكرر.

98 4. تحضير وسط الزراعة وبقايا معمل البيرة المستخدمة في عملية الزراعة: تم غلي التبن بالماء، ثم تصفيته للتخلص

99 من الماء الزائد. وعقمت بقايا معمل البيرة باستخدام الأوتوغلاف على درجة حرارة 131م° ولمدة 6 ساعات. أضيفت البقايا إلى

100 التبن حسب النسب المذكورة سابقاً لكل معاملة، ثم لقت أوساط الزراعة ببذار (ميسيليوم الفطر المحمول على حبوب القمح) السلالة

101 المدروسة بنسبة 3% من الوزن الرطب للوسط. عبئت الخلطة الناتجة في أكياس من البولي إيثيلين الشفاف بما يعادل 1 كغ خلطة

102 جافة. تقب الكيس من طرفيه بقطر 1 سم وأغلقت الثقوب بالقطن الطبي. وُضعت الأكياس على درجة حرارة 25 م° حتى اكتمال نمو

103 المشيجة على كامل الوسط (فترة التحضين). بعد انتهاء فترة التحضين، تمت إزالة القطن من الثقوب وتوسيع الثقوب ثم وضعت الأكياس

104 على رطوبة جوية 85-95%، وإضاءة 1500 لوكس لمدة 12 ساعة يومياً وتهوية مستمرة (معلا، 2020).

105

106

107

5. المؤشرات المدروسة:

• المؤشرات الإنتاجية:

○ الإنتاجية: وزن الأجسام الثمرية الرطب (غ) الناتجة عن 1 كغ من الوزن الرطب لوسط الزراعة.

○ الكفاءة الحيوية (%) التي يتم حسابها وفق المعادلة التالية (Otiemo et al.,2022): الكفاءة الحيوية % = [الوزن الرطب للأجسام

الثمارية (غ) /الوزن الجاف للوسط (غ)]*100

• المؤشرات النوعية:

○ النسبة المئوية للبروتين(%) : قُدرت نسبة البروتين بحسب طريقة كلاهل عن طريق حساب نسبة الآزوت في عينات الفطر

المجففة على درجة حرارة 50م والمطحونة، حسب البروتين كنسبة مئوية من المادة الجافة حسب A.O.A.C. (2008).

○ تقدير المحتوى من الفينولات الكلية (مغ حمض الغاليك/غرام مستخلص) (ppm): قُدرت الفينولات الكلية باستخدام طريقة Folin

Ciocalteu-Hoa et al (2017) ، مع بعض التعديلات، أخذ 5غ من مسحوق الأجسام الثمرية المطحونة بالآزوت

السائل، وأضيف إليها 30 مل من الإيتانول المطلق، ثم أخذ 0.2 مل من رائق المستخلص المذاب في الإيتانول وأضيف إليه

0.4 مل من كاشف فولين و4 مل ماء مقطر، حُصنت الأنابيب على درجة حرارة المخبر لمدة 10 دقائق، ثم أضيف فوق المزيج

السابق 2 مل كربونات الصوديوم 7% وأكمل الحجم بالماء المقطر حتى 10 مل، بعد ذلك حُصنت في الظلام لمدة ساعة ، تم

قياس امتصاصية المحلول الناتج عند طول موجة 765 نانومتر باستخدام جهاز السبيكترومتر، واستعمل حمض الغاليك لتحديد

منحنى العيارية ويتم التعبير عن النتائج بمكافئ مغ حمض الغاليك/ كغ فطر طازج (ppm) وفق المعادلة التالية: تركيز الفينولات

الكلية(ppm) = (امتصاص العينة/0.0033) × معامل التمديد.

○ النشاط الكلي لمضادات الأكسدة بطريقة DPPH) 2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl (%): أخذ 1غ من مسحوق

الأجسام الثمرية الطازجة والمطحونة بالآزوت السائل ونقعها ب 100 مل ميتانول، ثم أخذ 1 مل من الرائق وأضيف فوقه 1 مل

من DPPH بتركيز 60 ميكرومول/لتر، ثم ترك المزيج في الظلام لمدة نصف ساعة، ثم تم قياس الإمتصاصية على طول الموجة

517 نانومتر وتم حساب نسبة إرجاع الجذر DPPH حسب المعادلة التالية (Hoa et al., 2017): النشاط المضاد للأكسدة%

○ (1-امتصاص العينة /امتصاص الشاهد) ×100

129 ○ تصميم التجربة والتحليل الاحصائي: صمم البحث وفق تصميم التوزيع العشوائي التام، وحلت النتائج إحصائياً باستعمال
130 برنامج (XLSTAT 2014). أُجري تحليل التباين ANOVA باستعمال اختبار Fisher، وتمت مقارنة المتوسطات بحساب قيمة
131 أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى ثقة 95 %.

132 رابعاً: النتائج والمناقشة:

133 1. تأثير إضافة بقايا معمل البيرة بتراكيز مختلفة إلى وسط الزراعة في المؤشرات الإنتاجية:

134 أثرت بقايا معمل البيرة المضافة إلى وسط زراعة الفطر في الإنتاجية والكفاءة الحيوية (جدول 1). حيث حققت معاملة 15% أعلى
135 إنتاجية (407.03 غ/كغ وسط رطب) متفوقة بذلك معنوياً على جميع المعاملات، تلتها معاملة 10% بقايا معمل البيرة (345.03
136 غ/كغ وسط رطب). بينما سُجلت أقل إنتاجية في معاملة 5% بقايا معمل البيرة والشاهد (265.63 و 263.64 غ/كغ وسط رطب،
137 على التوالي). كذلك سُجلت إضافة بقايا معمل البيرة بتركيز 15% أعلى قيمة للكفاءة الحيوية (116.63%) متفوقة بذلك معنوياً على
138 جميع المعاملات بما فيها الشاهد (75.93%). كما أظهرت نتائجنا أن أعلى تركيز يمكن استخدامه من بقايا مصنع البيرة هو 15%
139 بسبب موت مشيجة الفطر عند رفع التركيز إلى 30%.

140 يمكن تفسير انخفاض إنتاجية الفطر النامي على وسط تبن القمح منفرداً كونه وسط فقير بالأزوت (Onyango et al., 2011)، وتفسر
141 زيادة الإنتاج وبالتالي الكفاءة الإنتاجية عند إضافة مخلفات معمل البيرة لأن هذه المخلفات تحسّن خواص وسط الزراعة (Mitri et
142 al., 2022) مما يحسن نمو المشيجة الفطرية، فيزداد نموها وبالتالي تزداد قدرتها على امتصاص الكربوهيدرات والمغذيات من وسط
143 الزراعة، مما يزيد عدد الأجسام الثمرية المتشكلة (Syawal et al., 2019)، أو بسبب السعة المائية الكبيرة لهذه البقايا مما يخفض
144 من معدل تماوت الأجسام الثمرية الصغيرة الناتجة عن نقص الرطوبة (Wang et al., 2001؛ Parchami et al., 2023). كما أن
145 زيادة تركيز بقايا مصنع البيرة المضافة سبب زيادة النشاط الاستقلابي ورفع درجة حرارة وسط الزراعة (Fanadzo et al., 2010)، مما
146 زاد من فرصة تلوث وسط الزراعة بالفطريات الممرضة المنافسة للنوع المزروع (Otiemo et al., 2022) ونتائجنا تتفق مع نتائج
147 (Gregori et al., 2018) وتختلف مع ما توصل إليه (Wang et al., 2001) الذي حصل على إنتاج أعلى باستخدام تركيز أعلى
148 من بقايا معمل البيرة ويكمن تفسير الاختلاف إلى طريقة تصنيع البيرة ومكونات البقايا الناتجة عنها من جهة، ونوع الفطر المزروع
149 من جهة أخرى.

150 الجدول (1): تأثير إضافة بقايا مصنع البيرة بتركيز مختلفة إلى وسط زراعة الفطر المحاري في إنتاجية الفطر

151 (غ فطر/كغ وزن رطب) والكفاءة الحيوية (%).

المعاملة	الإنتاجية	الكفاءة الحيوية
الشاهد (100% تبين)	263.64 ^c	75.93 ^c
5% بقايا مصنع البيرة	265.63 ^c	81.98 ^c
10% بقايا مصنع البيرة	345.03 ^b	98.86 ^b
15% بقايا مصنع البيرة	407.03 ^a	116.63 ^a
30% بقايا مصنع البيرة	موت مشيجة الفطر	
LSD _{5%}	37.74	11.33

152 * تشير الحروف المختلفة في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية بين متوسطات المعاملات عند مستوى ثقة 95%.

153 2. تأثير إضافة بقايا معمل البيرة بتركيز مختلفة إلى وسط الزراعة في نوعية الأجسام الثمرية للفطر المحاري:

154 أثرت التراكيز المستخدمة من بقايا معمل البيرة في محتوى الفطر من البروتينين مقدراً كنسبة مئوية من الوزن الجاف الجدول (2). فقد تراوحت

155 نسبة البروتينين بين 19.08 و 32.40% من الوزن الجاف، وقد سببت جميع الإضافات زيادة معنوية في محتوى الأجسام الثمرية من البروتينين

156 مقارنة بالشاهد (19.08%)، وحققت معاملة بقايا معمل البيرة بتركيز 15% تفوقاً معنوياً على جميع معاملات التجربة (32.40%)، بالنسبة

157 لمحتوى الأجسام من الفينولات الكلية، فقد حقق التركيز 15% أعلى محتوى (237.58 ppm) تفوقاً على بقية المعاملات بما فيها الشاهد

158 (193.33 ppm)، في حين لم يسجل فرق معنوي بين التركيزين 10% و 5% (211.52 ppm و 208.48 ppm، على التوالي)، كما رفعت

159 التراكيز المضافة من بقايا معمل البيرة من قدرة المستخلص الكحولي للأجسام الثمرية كمضاد للأكسدة من خلال زيادة قدرتها على إزالة

160 الجذر DPPH متفوقة جميعها على الشاهد (45.54%)، هذا وقد سجلت معاملة 15% بقايا معمل البيرة (63.54%) تفوقاً على التركيزين

161 و 10% (56.40 و 57.59%)، على التوالي).

162 ويمكن تفسير نتائجنا بأن المحتوى الكيميائي للفطر المحاري يتأثر بمكونات وسط الزراعة، فالفطر المزروع على أوساط غنية

163 بالنيتروجين يعطي أجسام ثمرية غنية بالبروتين (Onyeka et al., 2018)، وبالتالي فإن الزيادة في نسبة البروتين في الأجسام الثمرية

164 عند إضافة بقايا معمل البيرة يعود لكونها غنية بالبروتين إضافة لغناها بالأحماض الأمينية (Mitri et al., 2022)، ونتائجنا تتوافق
165 مع تتواصل إليه (Mintesnot et al., 2014).

166 الجدول (2): تأثير إضافة بقايا مصنع البيرة بتركيز مختلفة إلى وسط زراعة الفطر المحاري في نسبة البروتين (%).

167 تقدير المحتوى من الفينولات الكلية (ppm) والنشاط المضاد للأكسدة DPPH (%):

المعاملة	نسبة البروتين	محتوى الفينولات الكلية	DPPH
الشاهد (100% تبن)	19.08 ^d	193.33 ^c	45.54 ^c
5% بقايا مصنع البيرة	20.55 ^c	211.52 ^b	56.40 ^b
10% بقايا مصنع البيرة	27.69 ^b	208.48 ^b	57.59 ^b
15% بقايا مصنع البيرة	32.40 ^a	237.58 ^a	63.54 ^a
LSD _{5%}	1.36	8.09	3.22

168 * تشير الحروف المختلفة في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية بين متوسطات المعاملات عند مستوى ثقة 95%.

169 ويمكن تفسير زيادة المحتوى من الفينولات في الأجسام الثمرية للفطر بزيادة تركيز بقايا معمل البيرة إلى المحتوى العالي لحبوب
170 الشعير -الناتج الثانوي لمعامل البيرة- من الفينولات (Mitri et al, 2020)، وهذا بدوره يزيد من مقدرة المستخلص الكحولي على
171 كس الجذور الحرة حيث أن تحلل بقايا تصنيع البيرة من قبل الفطريات يساهم في تحرير المركبات الفينولية المرتبطة والتي يبلغ
172 عددها 102 مركب على رأسها الفيروليك ferulic acid والكوماريك coumaric acid (Cooray et al., 2017)، وهذا يتفق مع
173 ماتوصل إليه (Li et al (2017) بأن الفطر المزروع على أوساط غنية بمركبات حيوية مثل التربينات terpenoids، الفلافونيدات
174 flavonoids وديدات السكر polysaccharides يساهم في رفع النشاط المضاد للأكسدة لمستخلص الفطر.

175 **خامساً: الاستنتاجات والتوصيات:**

176 1- استخدام بقايا معمل البيرة بتركيز 30% سبب موت مشيجة الفطر لذلك ننصح بعدم زيادة التركيز المضاف من هذه
177 البقايا إلى وسط زراعة الفطر.

178 2- التركيز الأفضل من بقايا معمل البيرة هو 15%، لأنه يزيد إنتاجية الفطر المحاري الصيفي (407.03 غ/كغ وسط رطب)
179 ويرفع من قيمته الغذائية من خلال زيادة نسبة البروتين (32.40%) والنشاط المضاد للأكسدة لمستخلص الفطر (63.54%).

180 3- نوصي بإضافة بقايا معمل البيرة إلى وسط زراعة الفطر المحاري، بهدف التخلص الآمن من هذه البقايا من جهة وورفع القيمة

181 الغذائية من جهة أخرى، مع ضرورة الانتباه لاستخدامهما بالتركيز الأمثل لتجنب خسارة الإنتاج.

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200

6-المراجع:

201

202

203

204

205

206

207

208

209

210

211

212

213

214

215

216

217

218

219

220

221

222

223

224

225

226

227

228

229

230

231

232

233

234

235

236

237

238

239

1. معلا، غانية. (2020)، تأثير بعض المكملات الغذائية العضوية والمعدنية في نمو وإنتاجية ونوعية الفطر المحاري الشتوي *Pleurotus ostreatus*. رسالة دكتوراه، قسم علوم البستنة، كلية الزراعة، جامعة دمشق. 134 صفحة.
2. A.O.A.C. (2008). Official Methods of Analysis 16th ed. Association of Official Analytical Chemists International Arlington, Virginia, U.S.A.
3. Banik, S and Nandi, R. (2004). Effect of supplementation of rice straw with biogas residual slurry manure on the yield, protein and mineral contents of oyster mushroom. *Indust. Crops Prod.* 20(3): 311-319.
4. Cooray, S.T., Lee, J.J.L and Chen, W.N. (2017). Evaluation of brewers' spent grain as a novel media for yeast growth. *AMB Express*, 7: 1-10.
5. Eswaran, A and Ramabhadran, R. (2010). Studies on some physiological cultural and postharvest aspects of oyster mushroom, *Pleurotus oous* (Berk.) sacc. *Tropical Agricultural Research*. 12: 360-374.
6. Fanadzo, M., Zireva, D.T., Dube, E and Mashingaidze A.B. (2010). Evaluation of various substrates and supplements for biological efficiency of *Pleurotus sajor-caju* and *Pleurotus ostreatus*. *Afr. J. Biotechnol.* 9: 2756-2761.
7. Gregori, A., Svagelj, M., Pahor, B., Berovic, M. and Pohleven, F. (2018). The use of spent brewery grains for *Pleurotus ostreatus* cultivation and enzyme production. in *New Biotechnology*. 25:157-161.
8. Hoa, H.T., Wang, C.H., Tam, N.V and Wang, C.L. (2017). Effects of Substrates and drying methods on antioxidant compound and antioxidant activity of fruiting body extracts of two oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus cystidiosus*). *International Food Research Journal*. 24(5): 1998-2008.
9. Kalac, P. (2013). A review of chemical composition and nutritional value of wild-growing and cultivated mushrooms. *J. Sci. Food Agric.* 93: 209-218.
10. Khan, F and Chandra, R. (2017). Effect of Physiochemical Factors on Fruiting Body Formation in Mushroom. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 9(10): 33-36.
11. Mintesnot, B., Ayalew, A and Kebede, A. (2014). Evaluation of Biomass of Some Invasive Weed Species as Substrate for Oyster Mushroom (*Pleurotus* spp.) Cultivation. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 17(2): 2013-2019.
12. Mitri, S., Salameh, S.-J., Khelfa, A., Leonard, E., Maroun, R.G., Louka, N and Koubaa, M. (2022). Valorization of Brewers' Spent Grains: Pretreatments and Fermentation, a Review. *Fermentation*, 8, 50.
13. Mohsen, S.M., Schnitzer, H., Aly, M. H and Smuda S. S. (2012). Physical and Chemical Properties of Wastes Generated During Processing of Mango and Orange Juices. *Journal of Food Industries and Nutrition Science*. 2(1): 277-289.
14. Mudakir, I., Hastuti, U.S., Rohman, F and Gofur, A. (2014). The Effect of Cocoa Pods Waste as a Growing Media Supplement on Productivity and Nutrient Content of Brown Oyster Mushroom (*Pleurotus cystidiosus*). *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*. 4: 134-140.
15. Mussatto, S.I., Dragone, G., Roberto, I.C. (2006). Brewers' spent grain: generation, characteristics and potential applications. *Journal of Cereal Science*. 43: 1-14.
16. Obodai, M., Cleland-Okine, J. and Vowoter, K.A. (2003). Comparative study on the growth and yield of *Pleurotus ostreatus* mushroom on different lignocellulosic by-products. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 30: 146-149.

- 240 17. Onyango, B. O., Palapala, V.A, Arama, P. F., Wagai S. O and Gichimu B. M. (2011). Suitability of se-
241 lected supplemented substrates for cultivation of Kenyan native wood ear mushrooms (*Auricularia au-*
242 *ricula*), American Journal of Food Technology, 6(5): 395–403.
- 243 18. Onyeka, E. U., Udeogu, E., Umelo, C and Okechie, M. A. (2018). Effect of substrate media on growth,
244 yield and nutritional composition of domestically grown oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). African
245 Journal of Plant Science. 12(7): 141-147.
- 246 19. Otieno, O.D., Mula F.J., Obiero, G and Midiwo, J. (2022). Utilization of fruit waste substrates in mush-
247 room production and manipulation of chemical composition. Biocatalysis and Agricultural Biotechnol-
248 ogy. 39: 102250 p.
- 249 20. Parchami, M., Mahboubi, A., Agnihotri, S and Taherzadeh, M. J. (2023). Biovalorization of brewer's
250 spent grain as single-cell protein through coupling organosolv pretreatment and fungal cultivation.
251 Waste Management, 169: 382-391.
- 252 21. Patil, S.S., Ahmed S.A., Telang S.M and Baig, M.M.V. (2010). The nutritional value of *Pleurotus os-*
253 *treatus* (Jacq. Fr) Kumm cultivated on different: lignocellulosic agro-wastes. Innovative Romanian Food
254 Biotechnology. 7: 66-76.
- 255 22. Robertson, J.A., IAnson, K.J.A., Treimo, J., Faulds, C.B., Brocklehurs, T.F., Eijsink, V.G.H and Wal-
256 dron, K.W. (2010). Profiling brewers' spent grain for composition and microbial ecology at the site of
257 production. Food Science and Technology. 43(6): 890-896.
- 258 23. Syawal, M., Lasmini, S.A, Ramli, M.A. (2019). The Effect of Bran and Corn Flour Composition on
259 Swadust Media Materials towards the Growth and Result of White Oyster Mushroom (*Pleurotus os-*
260 *treatus*). The Int. J. Biol. Res. 2(1):156- 161.
- 261 24. Tisdale, T.E., Miyasaka, S.C and Hemmes, D.E. (2006). Cultivation of the oyster mushroom (*Pleurotus*
262 *ostreatus*) on wood substrates in Hawaii. World J Microbiol Biotechnol. 22: 201–206.
- 263 25. Wang, D., Sakoda, A and Suzuki, M. (2001). Biological efficiency and nutritional value of *Pleurotus*
264 *ostreatus* cultivated on spent beer grain. Bioresource Technology. 78, 293–300.
- 265 26. Yang, D., Liang, J., Wang, Y., Sun, F., Tao, H., Xu, Q., Zhang, L., Zhang, Z., Ho, C. T. and Wan, X.
266 (2015). Tea Waste: an Effective and Economic Substrate for Oyster Mushroom Cultivation. Journal of
267 the Science of Food and Agriculture. 96(2) : 680-684.
- 268 27. Zervakis, G., Philippoussis, A., Ioannidas, S and Diamantopolous, P. (2001). Mycelium growth kinet-
269 ics and optimum temperature conditions for cultivation of edible mushroom species on lignocellulosic
270 substrates. Folia Microbiol. 46(3): 231-234.

271
272
273
274
275
276
277
278