الجمهورية العربية السورية

وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي

الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية

الدليل العملي لزراعة الفطور في سورية

Practical Handbook for Cultivation of Mushrooms in Syria

إعـــداد

مركز البحوث العلمية الزراعية بحلب

2009 م

إعداد:

د. محمد موفق يبرق

د. سليم خوجة

د. عمر عتيق

د. وجيه دواليبي

م. إنعام الياس

م. حجازي مندو

م. عمار بياعة

تدقيق

د.عبد الرحمن كلحوت

مراجعة علمية

د. نبيل الأحمد بك

الإهداء:

نهدي هذا العمل إلى كل من ساهم بإنجازه ومد لنا يد العون وهم كثر. إلى كل باحث وطالب على امتداد جغرافيا هذا البلد يحلم بإنجازات جديدة تضيف المزيد من البناء لهذا بلدٍ.

إلى سورية التي نحلم بها

كلمة شكر:

يتقدم فريق العمل في مشروع الفطر الزراعي في مركز البحوث العلمية الزراعية بحلب بكل الشكر والعرفان بالجميل لكل من:

السيد المهندس أحمد القادري وزير الزراعة والاصلاح الزراعي لما يقدمه من دعم مادي ومعنوي للبحث العلمي والباحثين.

السيد الدكتور حسين الزعبي المدير العام للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية الذي يبذل كل ما يستطيع من الجهد ليرقى بالبحث العلمي والباحثين في الهيئة.

السيد الدكتور نبيل الأحمد بك مدير إدارة وقاية النبات لتكرمه بمراجعة هذا العمل وتصحيحه علمياً.

الدكتور عبد الرحمن كلحوت الرئيس الأسبق لمركز البحوث العلمية الزراعية بحلب، الذي احتضن هذا العمل منذ البدايات احتضاناً كاملاً، ولم يدخر جهداً يقدمه.

لروح الدكتور خليل كاظم الحسن الخبير العراقي في زراعة الفطر لما قدمه من مساعدات جمة.

السيد المهندس عبد الرزاق الدقسي المدير الأسبق لمشروع تنمية المجتمع الريفي في جبل الحص لما قدمه من دعم لا محدود لإنجاح هذا العمل، و**للمهندس عبد الرحمن العبدو** الذي أضاف الكثير من الخبرة والأفكار الخلاقة والإبداع للعمل.

والسيد **المهندس محمود تامر** لما قدمه من دعم كبير لإنجاح هذا العمل، ولم يبخل بتقديم العديد من السلالات والمراجع القيمة ومساعدات أخرى كثيرة للمشروع.

كما يتقدم الفريق بخالص الامتنان إلى العاملين في مركز البحوث العلمية الزراعية بحلب عامةً وفي مختبر أمراض النبات خاصةً وبالأخص كل من: **السيدين أحمد خرفان وعبدو ابراهيم، والسيدتين لينا شيخو وزينب قاسم.**

والشكر الجزيل للمؤسسة العامة لإكثار البذار على التعاون والجهود الكبيرة التي بذلت لإنجاح عملية نقل تقانة الإنتاج التجاري لبذار الفطر الزراعي من مركز البحوث العلمية الزراعية بحلب إلى المؤسسة المذكورة ممثلة **بالسيد المدير العام د.عبد المحسن السيد عمر** والسادة **م. شادي سنكري** و**م. عماد الدين سواس** و**م. منال شعباني** و**م. سمر المفتي** وكل العاملين في المشروع الوطني لإنتاج بذار الفطر الزراعي.

فهرس المحتويات

الفصل الأول

1. **الأهمية الغذائية والطبية للفطر الزراعي *Agaricus bisporus*** ـــــ 11
- 1. مقدمة عامة ـــــ 12
- 2. أهمية الفطور للبشرية ـــــ 13
- 3. دور الفطور في استمرار النظام البيئي وتجديده ـــــ 14
- 4. دور الفطور في حماية البيئة من العناصر المعدنية الثقيلة والعناصر ذات النشاط الإشعاعي ـــــ 15
- 5. الأهمية الاقتصادية للفطور المزروعة ـــــ 19
- 6. الأهمية الطبية للفطور ـــــ 20
- 1-6. القيمة الطبية للفطر الزراعي ـــــ 21
- 7. القيمة الغذائية للفطور ـــــ 22
- 1-7. القيمة الغذائية للفطر الزراعي *Agaricus bisporus* ـــــ 23

الفصل الثاني

2. **واقع زراعة الفطر الزراعي *Agaricus bisporus* في سورية** ـــــ 26
- 1. واقع زراعة الفطر الزراعي *Agaricus bisporus* في سورية ـــــ 27
- 2. الأهمية الاقتصادية لزراعة الفطر الزراعي في سورية ـــــ 27
- 3. الدراسة الاقتصادية لإنتاج الفطر في مشروع تنمية المجتمع الريفي في جبل الحص ـــــ 29
- 4. الدراسة الاقتصادية لإنتاج الفطر الزراعي في سورية الآن ـــــ 30

الفصل الثالث

3. **إنتاج بذار الفطر الزراعي محلياً** ـــــ 34
- 1. الوصف المورفولوجي للفطور ـــــ 35
- 2. التصنيف العلمي للفطر الزراعي *Agaricus bisporus* ـــــ 35
- 3. دورة حياة الفطر الزراعي *Agaricus bisporus* ـــــ 35
- 4. طرق إكثار الفطر الزراعي ـــــ 38
- 1-4. الإكثار الجنسي ـــــ 38
- 2-4. الإكثار الخضري ـــــ 40
- 1-2-4. الحصول على المزرعة الأم Mother culture ـــــ 40
- 1-1-2-4. زراعة الأنسجة ـــــ 40

- 2-1-2-4. الحصول على مزرعة نقية من مخابر أخرى ——— 42
- 3-1-2-4. الحصول على المزرعة الأم من البذار الجاهز ——— 43
- 2-2-4. تجزئة مشيجة المزرعة الأم للحصول على البذار الأم ——— 43
- 3-2-4. تجزئة مشيجة البذار الأم للحصول على البذار التجاري ——— 45
- 1-3-2-4. اللقاح السائل Liquid spawn ——— 46
- 2-3-2-4. المشروع الوطني للفطر الزراعي في المؤسسة العامة لإكثار البذار ——— 46
- 5. الشروط الواجب توفرها في البذار الجيد ——— 48
- 6. حفظ وتخزين البذار (Spawn) و مشيجة المزرعة الأم ——— 48
- 1-6. الآجار المائل ——— 49
- 2-6. الحفظ تحت الزيت المعدني ——— 49
- 3-7. الحفظ بالآزوت السائل ——— 50
- 4-7. الحفظ بالدبال ——— 50

الفصل الرابع

4. تحضير وسط زراعة الفطر الزراعي *Agaricus bisporus* ——— 51
- 1. مقدمة ——— 52
- 2. أنواع الدبال ——— 52
- 1-2. الدبال الطبيعي ——— 52
- 2-2. الدبال الصناعي ——— 52
- 3. مكونات الدبال الصناعي المستخدم في سورية ——— 54
- 4. الطرق المتبعة لتحضير الدبال في العالم ——— 55
- 1-4. الطريقة الطويلة Long Composting Method ——— 55
- 2-4. الطريقة القصيرة Short Composting Method ——— 55
- 3-4. الطريقة السريعة خلال 5 أيام 5-Day Express Composting Method ——— 56
- 5. الإدارة الناجحة لعملية تحضير الدبال الصناعي في سوريا حسب الطريقة الطويلة ——— 56
- 1-5. طور التخمر الأول (Phase I) ——— 56
- 1-1-5. النظام التقليدي ذو الأرضية الإسمنتية المصمتة المتبع في سورية ——— 56
- 2-1-5. الإدارة الناجحة لطور التخمر الأول بالنظام التقليدي في سورية ——— 59
- 3-1-5. النظام الحديث للتخمر باعتماد الأرضية المهوّاة المتبع في أوربا وأمريكا ——— 62
- 2-5. طور التخمر الثاني (Phase II) ——— 63
- 1-2-5. أهداف الطور الثاني للتخمر ——— 63

- 5-2-2. الإدارة الناجحة لطور التخمر الثاني في سورية ____ 64
- 5-2-2-1. نظام الدوغما ____ 64
- 5-2-2-2. نظام الصناديق أو الصواني ____ 67
- 6. مواصفات الدبال بعد إنتهاء عمليات التحضير ____ 67
- 7. المواد المكملة المضافة للدبال ____ 68

الفصل الخامس

5. زراعة الفطر الزراعي والمعاملات بعد الزراعة ____ 69

- 1. الزراعة (Spawning) ____ 70
- 2. التحضين ____ 73
- 3. التغطية (التتريب) ____ 74
- 3-1. وظيفة تربة التغطية ____ 74
- 3-2. مواصفات تربة التغطية ____ 75
- 3-3. مكونات تربة التغطية ____ 75
- 3-4. تلقيح تربة التغطية ____ 77
- 4. العزيق (الخربشة) ____ 78
- 5. الري ____ 79
- 6. الإثمار ____ 80
- 6-1. تشكل الأجسام الثمرية ____ 80
- 7. القطاف ____ 82
- 8. بسترة رُمَّة الفطر (الدبال المستعمل) بعد انتهاء الدورة الإنتاجية واستخداماتها ____ 84
- 9. طريقة تخليل الأجسام الثمرية بالتخليل ____ 85

الفصل السادس

6. أمراض الفطر الزراعي ومكافحتها ____ 87

- 1. مرض التبقع البكتيري ____ 88
- 2. مرض المومياء ____ 89
- 3. الأعفان التي تظهر على الدبال ____ 89
- 3-1. العفن الأخضر الزيتوني ____ 89
- 3-2. العفن الحبري ____ 89
- 3-3. العفن الأصفر ____ 90
- 4. الأعفان التي تظهر على الدبال وتربة التغطية ____ 91

- 4-1. العفن البني اللاصق (المسحوقي) 91
- 4-2. العفن الأبيض اللاصق (المسحوقي) 91
- 4-3. الكمأة الكاذبة 91
- 4-4. العفن الأحمر (عفن أحمر الشفاه) 91
- 4-5. الأعفان الخضراء 92
- 5. الأعفان التي تظهر على أو في تربة التغطية 92
- 5-1. العفن البني 92
- 5-2. عفن نسيج العنكبوت 93
- 5-3. مرض الفقاعة الرطبة 93
- 5-4. مرض الفقاعة الجافة 94
- 5-5. مرض الموت المتأخر 95

الفصل السابع

7. **آفات الفطر الزراعي الحشرية والحيوانية غير الحشرية** 97
- 1. مقدمة 98
- 2. العناكب والحلم 98
- 3. النيماتودا 99
- 4. الحشرات 99
- 4-1. ذبابة الفوريد Phorid 99
- 4-2. ذبابة السياريد Sciarids 100
- 4-3. بعض أساليب مكافحة الحشرات المتبعة في المفاطر 102

الفصل الثامن

8. **زراعة الفطر المحاري *Pleurotus* spp.** 103
- 1. مقدمة 104
- 2. ميزات زراعة الفطر المحاري *Pleurotus* spp. 106
- 3. إنتاج بذار الفطر المحاري 106
- 3-1. الأوساط المناسبة لإكثار بذار الفطر المحاري 108
- 4. المنشآت والأدوات اللازمة لزراعة الفطر المحاري 109
- 5. الزراعة 110
- 5-1. الأوساط المناسبة لزراعة الفطر المحاري 110

- 2-5. الأدوات اللازمة لعملية الزراعية ____ 110
- 3-5. بسترة وسط الزراعة ____ 111
- 4-5. تلقيح وسط الزراعة ____ 111
- 6. التحضين ____ 113
- 7. جني المحصول ____ 115
- 8. طرق استهلاك وحفظ الفطر المحاري ____ 117
- 1-8. الاستهلاك الطازج ____ 117
- 2-8. التجفيف الهوائي ____ 118
- 3-8. التجفيف بالفرن ____ 118
- 4-8. التعليب ____ 118
- 9. المشروع الوطني لنشر زراعة الفطر لمحاري وتطوير السلالات المحلية في سورية ـــ 119
- 1-9. تطوير سلالات الفطر المحاري المحلية ____ 119
- 2-9. أنواع الفطور المحارية التي نشر زرعتها مركز البحوث العلمية الزارعية بحلب ـــ 121
- 1-2-9. الفطر المحاري الشتوي *P. ostreatus* ____ 121
- 2-2-9. الفطر المحاري الصيفي *P. pulmonarius* ____ 122
- 3-2-9. الفطر المحاري الملك *P. eryngii* ____ 123
- 4-2-9. الفطر المحاري الوردي *P. djamor* ____ 123
- 5-2-9. فطر محاري الدردار *Hypsizygus ulmarius* ____ 124
- 10. المشاكل والصعوبات التي تعترض زراعة الفطر المحاري ____ 125

الملحق

1. **المصطلحات الإنكليزية المتعلقة بإنتاج الفطر والدبال والبذار** ____ 127

- 2. تحضير اللبيئة المغذية ____ 134
- 3. مستلزمات مختبر إنتاج بذار الفطر الزراعي ____ 134
- 1-3. المبنى ____ 134
- 2-3. الأجهزة والتجهيزات ____ 134

4. **دليل تعريف أهم المشاكل التي تعترض زراعة الفطر الزراعي** ____ 136

- 4-1. تقنية التعقيم ____ 136
- 4-2. تحضير الدبال ____ 140
- 4-3. استعمار المشيجة للدبال ____ 143

- 4-4. استعمار المشيجة لطبقة التغطية ——— 145
- 4-5. تشكل الأجسام الثمرية وتطورها ——— 147

5. **مفتاح تعريف الملوثات التي تصيب الفطر الزراعي** ——— 152
- مفتاح تعريف الملوثات التي تصيب الفطر الزراعي ——— 152

المراجع

المراجع ——— 157

فهرس الجداول

جدول 1	تأثير بعض أنواع الفطور على بعض الممرضات	16
جدول 2	تأثير بعض أنواع الفطور على بعض السموم	17
جدول 3	نسبة امتصاص بعض أنواع الفطور للعناصر المعدنية الثقيلة والمشعة	18
جدول 4	الإنتاج العالمي وإنتاج الصين من الفطور المزروعة	19
جدول 5	بعض الخصائص الطبية لبعض أنواع الفطور	20
جدول 6	تأثير بعض أنواع الفطور ضد مرض السرطان خلال العقود الثلاثة الأخيرة	21
جدول 7	التركيب الكيميائي لـ 100غ من الفطر الطازج	23
جدول 8	المكونات الأساسية للفطر وبعض الخضروات الأخرى	24
جدول 9	محتوى الفيتامينات في الفطر الزراعي الطازج	25
جدول 10	محتوى المعادن في الفطر الزراعي طازج	25
جدول 11	الكفاءة الإنتاجية لمياه الري للفطر الزراعي مقارنة ببعض المحاصيل المروية في الرقة وحلب	28
جدول 12	تكاليف إنتاج الفطر الزراعي في مشروع جبل الحص	29
جدول 13	تكاليف إنتاج الفطر الزراعي في المنطقة الشمالية من سورية	30
جدول 14	تكاليف إنتاج الفطر بدءً من الدبال الجاهز في المنطقة الشمالية، سورية	31
جدول 15	مكونات عدة أنواع من الفطر المحاري	105
جدول 16	مقارنة بين القيمة الغذائية لمختلف المأكولات والفطر	106

الفصل الأول

1. الأهمية الغذائية والطبية للفطر الزراعي

إعـــداد

د. محمد موفق يبرق م. حجازي مندو

1. مقدمة عامة:

عرف الإنسان الفطر منذ القدم، كدواء وكمادة غذائية طيبة المذاق، ولم يكن الحصول عليه ممكناً إلا في الخريف والربيع قرب الجداول والأنهار حيث نسبة الرطوبة مرتفعة بعض الشيء، وكانت الشعوب القديمة تجل الفطر لدرجة أن بعض الشعوب سموه غذاء الآلهة.

عَرِف الفطر من قبل قُدماء المصريين واليونانيين واليابانيين والصينيين وكانوا يجمعونه من الطبيعة، فقد ذكره أبقراط لأول مرة عندما كتب عن فوائده الطبية عام 400 قبل الميلاد، ويُعْتَبرُ الصينيون أول من بدأ بزراعة الفطر، من خلال زراعة النوع *Auricularia* عام 600 م، ثُم زرعت بعض الأنواع الأخرى مثل فطر الشتاء *Flammulina velutipes*، وفطرالشيتاكي *Lentinula edodes*، وكانت هذه الزراعة بطرق بدائية. ثم تبعهم الأوروبيون بزراعة الفطر الزراعي *Agaricus bisporus*، منذ عام 1652 م ووُصِفَ كعلاج ممتاز للخراجات على شكل ضمادات وليس للأكل لسوء الحظ. وكتب أحد العلماء الفرنسيين عام 1707 م عن الفطر الزراعي، الذي يظهر في حظائر الخيل، وقد ذهب إلى أكثر من ذلك، ليلاحظ تطور الأبواغ بعد إنتاشها إلى زغب أبيض، والذي بدوره يزرع على روث الخيل، ومن ثم يُغَطَّى بالتراب، ليظهر بعدها الفطر الزراعي. ودعت هذه الملاحظات الأولية لإنتاجه التجاري وذلك في العام 1870 م عندما بدأ المزارعون الفرنسيون بزراعته في مقالع الحجارة تحت الأرض قرب باريس. وأدخلوه بعد الحرب الأهلية إلى دول أوربا الغربية وأمريكا الشمالية. وكان الإنجاز الكبير للفرنسيين في تطوير إنتاج هذا الفطر في العام 1894 م، إذ استعملوا طرقاً خاصةً في إنتاج المشيجة مخبرياً، بإنبات الأبواغ على أوساط مغذية، واعتُبِرَ ذلك سراً مقدساً، لم يُكشف عنه حتى بدايات القرن العشرين في العام 1902، فقد قام بعض الباحثين في أمريكا، باكتشاف طريقة إنتاج المشيجة من الأبواغ، ونشروا كافة المعلومات عن ذلك، وأَمكن التوصل فيما بعد إلى طريقة إنتاج وإكثار المشيجة خضرياً من أنسجة الأجسام الثمرية. و كذلك نجحت زراعة الفطر المحاري أو الصدفي *Pleurotus ostreatus* في العام 1900 م. ثم شهد القرن العشرين نجاح الكثير من عمليات استئناس الفطور البرية الصالحة للأكل، وزراعتها على نطاق تجاري، وتحولت زراعة الفطور إلى علم قائم بذاته، وصناعة مستقلة، تتداول رؤوس أموال بشكل كبير في عالم الاقتصاد، وطورت الجامعات ومراكز البحوث والشركات سلالات جديدة عالية الإنتاج، وجيدة التحمل للظروف البيئية والإصابات الطفيلية المختلفة.

أما بداية القرن الحالي فقد شهد ثورة مثيرة للجدل، تتلخص التحوير الوراثي للكائنات الحية ومنها الفطور، لإنتاج كميات كبيرة من الفيتامينات، أو المضادات الحيوية، أو سكريات معينة، أو بروتينات مناعية، والعديد من المواد الغذائية، والدوائية، والصناعية التي لا حصر لها.

يعرف حالياً أكثر من 2000 نوع من الفطور عالية القابلية للأكل في العالم، يُستخدم منها حوالي 200 نوع في الغذاء، ويُزْرَعُ منها 30 نوعاً، على نطاق تجاري حول العالم. ويعتبر أكثرها أهميةً وانتشاراً 6 أنواع (Chang, 2008)، منها الفطور التالية:

- **الفطر الزراعي *Agaricus* spp.**: ينتشر في جميع دول العالم، ويمثل 32% من الإنتاج العالمي من الفطور المزروعة على نطاق تجاري. ويحتاج إنتاجه إلى منشآت خاصة، ومكلفة، تضبط فيها الحرارة، والرطوبة، والتهوية بشكل دقيق، ويتطلب إنشاء المفاطر توظيف استثمارات مالية عالية (Chang, 1999). وتعتبر زراعته الأكثر شيوعاً في الولايات المتحدة الأمريكية (Burden, 2006).
- **الشيتاكي *Lentinula edodes***: يمثل حوالي 25% من الإنتاج العالمي من الفطور المزروعة. ويعتبر النوع الأكثر زراعةً في الصين، إلا أن إنتاجه يحتاج إلى تقنية عالية، فضلاً عن فترة التخمير والتحضين الطويلة نسبياً، والتي تقارب الـ 100 يوم (Chang, 1999).
- **الصيني أو فطر القش *Volvariella volvacea***: يمثل حوالي 3% من الإنتاج العالمي من الفطور المزروعة، وتعتبر زراعته قليلة التكلفة، ولكنها تحتاج إلى مراحل عديدة لإعداد وتخمير الخلطة الزراعية، ولبيئة شبه استوائية (Chang, 1999).
- **الفطر المحاري أو الصدفي *Pleurotus* spp.**: يمثل إنتاجه حوالي 14% من الإنتاج العالمي للفطور المزرعة، وتعتبر زراعته قليلة التكلفة، ويمكن إجراؤها داخل كل بيت، ويصلح لصغار المزارعين، وذوي الإمكانات المحدودة، والمبتدئين ذوي الخبرات القليلة (Chang, 1999).

2. أهمية الفطور للبشرية:

تستخدم الفطور في مجال الصناعات الغذائية والدوائية والتحريج والطب وغيرها، وسنذكر منها مايلي:

- استخدام الفطور في الصناعات الدوائية لتحضير العديد من العقاقير والمضادات الحيوية، وغيرها من المواد الدوائية، حيث تستخلص من أنواعٍ فطريةٍ مأكولة أو غير مأكولة وحتى سامة وذلك لأن هذه الفطور تمتلك نظماً مناعية متميزة (Fungus Among Us, 2005; Stamets, 2005). كما تزرع بعض أنواع الفطور لاستخلاص المواد المخدرة، المستخدمة في العمليات الجراحية، أو لأغراض غير مشروعة. ويجد بنا ذكر الفطر الطبي *Ganoderma lucidum*، حيث بلغت قيمة منتجات الفطور لأغراض طبية والمتداولة عالمياً 1.2 مليار دولار أمريكي عام 1991، وارتفع هذا الرقم إلى 3.6 مليار دولار أمريكي عام 1994، ووصل إلى إلى 6 مليار دولار أمريكي عام 1999، وكانت قيمة المنتجات الطبية المعتمدة على زراعة الجنس *Ganoderma* فقط 1.6 مليار دولار أمريكي عام 1995 (Chang, 2008).
- استخدام الفطور في الصناعات الغذائية: تعتمد العديد من الصناعات الغذائية اليوم على بعض الفطور وذلك لأغراض محددة مثل: الفطر *Aspergillus*، الذي يلعب الدور الأساس

في إنتاج حمض الليمون (حمض الستريك)، هذه المادة الغذائية واسعة الانتشار والاستخدام في حياتنا اليومية. وكما أن صناعة العديد من أصناف الأجبان، تعتمد في تخمرها على العديد من أنواع الفطور، التي تعطيها النكهة والطعم المميزين، مثل صناعة جبنة الروكفلر المشهورة عالمياً، والتي تعتمد على الفطر *Penicillium roquefortii*. كما تعتمد العديد من المنتجات الغذائية المحلية على فطور مماثلة مثل: صناعة الشنكليش والسوركي والكشك، إلا أن هذا صناعات مازالت تعتمد الأساليب التقليدية، ولم تلق الاهتمام المطلوب حتى ترقى لدرجة الصناعات الغذائية الآلية المتطورة، التي تعتمد أساليب علمية وتقنية عصرية.

- استخدام الفطور المتطفلة على الحشرات Entomopathogenic Fungi كمبيدات حشرية حيوية، تهاجم هذه الفطور آلاف الأنواع الحشرية، كأنواع الجنس *Metarhizium* وخاصةً النوع *Metarhizium anisopliae*، والجنس *Beauveria* وخاصةً النوع *Beauveria bassiana*، وبعض أنواع الجنس *Paecilomyces* والجنس *Hirsutella* والجنس *Cordyceps* وبعض أنواع الجنس *Verticillium* كالنوع *lecanii* (دواليبي، 2008؛ Stamets, 2005).

3. دور الفطور في استمرار النظام البيئي وتجديده:

تلعب الفطور العديد من الأدوار في النظام البيئي العالمي وحياة الغابات ونذكر منها:

- تحليل البقايا الخشبية لأشجار الغابة: للفطور دور أساسي في حياة الغابات والحراج حيث تحافظ على الغابة الأصلية وتحلل البقايا الخشبية الساقطة على الأرض وتحسن إعادة تجديد الأشجار وتعزز استمرار النظام البيئي وتغني التنوع الحيوي. أظهرت التجارب أن البقايا الخشبية للغابة قد تبقى لأكثر من 20 سنة مكدسة دون أن تتحلل بالشكل المطلوب، ولكن عملية طحن هذه البقايا أو برشها وتلقيحها بمشيجة الفطور المناسبة ثم توزيعها على أرض الغابة يختصر زمن تحللها من عدة أشهر إلى 2–3 سنوات، فتعود وتدخل من جديد ضمن دورة العناصر في الغابة (Stamets, 2005).
- إعادة إحياء أجزاء الغابة المتعرضة للحرائق، وقد أجريت تجربة بإضافة كمية مناسبة من بذار أحد أنواع فطور المورل Morel Mushrooms مثل النوع *Morchella esculenta* (أو أي نوع محلي آخر من فطور المورل) المحمل على نشارة الخشب فوق الموقع المحترق بعد إطفائه وذلك في أواخر الشتاء وبداية الربيع وقت سقوط الأمطار باعتدال، إن عملية الحرق تعقم الموقع إلى حد كبير مما يساعد على انتشار مشيجة هذا الفطر بسرعة وعندما تظهر الأجسام الثمرية تنثر أبواغها وتطلق روائحها التي تجذب الحشرات والحيوانات الثديية التي تبحث عن الغذاء وتنقل هذه الحيوانات معها بذور الأشجار والأعشاب، وتساعد

فضلاتها على تحسين التربة وسرعان ما تعود الحياة للموقع المزروع من جديد (Stamets, 2005).

- تثبيت تربة الطرق التي تشق في الغابة بغرض إطفاء الحرائق وخدمة الغابة، حيث أن هذه الطرق غالباً ما تكون مشقوقة على سفوح الجبال شديدة الانحدار مما يجعلها عرضةً للانجراف والحت، فقد نجحت التجارب في تثبيتها وذلك بفرشها بطبقة من نشارة الخشب في بداية الربيع بسماكة حوالي 25 سم ونثر عليها كمية مناسبة من بذار أنواع محلية من الفطر المحاري *Pleurotus ostereatus* ثم تغطيتها بالقش للحفاظ على الرطوبة ونثر بذار حشيشة القمح فوقها، وبعد هطول الأمطار تنبت حشيشة القمح وتشكل غطاءاً نباتياً يساعد على الاحتفاظ بالرطوبة، فتنمو مشيجة الفطر المحاري لتشكل شبكة متصلة تجمع كافة أجزاء نشارة الخشب وتثبتها، وتحجز هذه الشبكة حبيبات التربة المجروفة مع الأمطار فتحسن بناء هذه الطبقة، وعندما تظهر الأجسام الثمرية تطلق الأبواغ التي تساعد على نشر المشيجة أكثر، وتجذب برائحتها الحشرات والحيوانات الثديية التي تبحث عن الغذاء وتنقل هذه الحيوانات بذور الأشجار والأعشاب معها وتساعد فضلاتها على تحسين التربة وبعد 3-5 سنوات يكتسي الطريق بالخضرة وتثبت تربته وتتحسن كثيراً (Stamets, 2005).
- دور فطور الجذور Mycorrhzae في دعم نمو معظم الأنواع النباتية.

4. دور الفطور في حماية البيئة وتنظيفها من العناصر المعدنية الثقيلة وذات النشاط الإشعاعي:

تستخدم الفطور في مجالات عديدة لتنظيف البيئة نذكر منها:

- تستخدم في الفلترة الفطرية Mycofiltration وهي عبارة عن استخدام المشيجة الفطرية كغشاء لفلترة الكائنات الحية الدقيقة والملوثات ووحبيبات التربة كالسلت والممرضات كالبكتريا والبروتوزوا والفيروسات والسموم الكيميائية. وتستخدم في هذه العمليات العديد من الفطور مثل النوع *Stropharia rugoso annulata* وبعض أنواع الجنس *Psilocybe* والنوع *Polyporus umbellatus* ومن أهم أنواع التصفية المذكورة سابقاً تصفية الميكروبات الممرضة حيث تزرع مشيجة فطر مناسب على وسط زراعة كالقش وبعد اكتمال النمو يجمع القش على شكل بالات توضع كالمصفاة في ممرات إجبارية لجريان المياه الملوثة بالميكروبات وكل ممرض يمر من خلال شبكة المشيجة إما أن يهضم بالإنزيمات التي تفرزها المشيجة أو أن يقتل بمضاداتها الحيوية أو يثبط ويحد نموه وتكاثره ويبين الجدول (1) بعض أنواع الفطور وتأثيرها على بعض أنواع الممرضات (Stamets, 2005).

الجدول (1) تأثير بعض أنواع الفطور على بعض الممرضات.

Staphylococcus pyogenes	*Staphylococcus pneumoniae*	*Staphylococcus aureus*	*Pseudomonas fluorescens*	*Pseudomonas aeruginosa*	*Plasmodium falciparum*	*Mycobactrium tuberculosis*	*Listeria monocytogenes*	*Escherichia coli*	*Candida albicans*	*Bacillus* spp.	*Aspergillus niger*	
								X				*Agaricus brasiliensis*
		X								X		*Armillaria mellea*
		X										*Chlorophyllum rachodes*
		X		X				X	X	X	X	*Coprinus comatus*
		X										*Flammulina velutipes*
				X				X				*Fomes fomentarius*
			X	X		X						*Fomitopsis officinalis*
		X						X		X		*Ganoderma applanatum*
								X	X	X	X	*Ganoderma lucidum*
									X			*Grifola frondosa*
									X	X	X	*Hericium erinaceus*
		X										*Hypsizygus ulmarius*
		X						X		X		*Laetiporus sulphureus*
X	X	X				X	X		X			*Lentinula edodes*
		X							X			*Lepista nuda*
		X										*Macrolepiota procera*
		X										*Merulius incarnates*
			X	X						X		*Piptoporus betulinus*
			X	X	X			X		X	X	*Pleurotus ostreatus*
		X			X			X				*Polyporus umbellatus*
		X										*Psilocybe semilanceata*
		X						X	X			*Schizophyllum commune*
										X		*Sparassis crispa*
								X				*Stropharia rugoso annulata*
	X							X	X		X	*Trametes versicolor*

– تحليل المبيدات والسموم: بين Chiu *et al.*, (1998) قدرة رمة الفطر المحاري *Pleurotus ostereatus* على تحليل المبيد Pentachlorophenol (PCP) في ثلاثة أيام فقط. وبين Eggen and Sasek (2002) قدرة رمة هذا الفطر أيضاً على خفض مستويات مادة Anthracene (وهي مادة هيدروكربونية في قطران الفحم) من 87 إلى 50%، وخفض مستويات الفلور من 99 إلى 87% بعد 15 أسبوع من المعاملة، والكثير من السموم (جدول 2).

جدول (2) تأثير بعض أنواع الفطور على بعض السموم.

Trinitrotoluene (TNT)	Pentachlorophenols (PENTAs)	Polychlorinated Biphenyls (PCBs)	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs)	Persistent Orgnophosphates	Dioxin	Dimethyl methyl phosphonate	Chlorine	Chromated Copper Arsenate	Benzopyrenes	Anthracenes	
	X							X			***Antrodia radiculosa***
						X					***Armillaria ostoyae***
			X						X		***Bjerkandara adusta***
					X			X			***Gloeophyllum trabeum***
		X									***Grifola frondosa***
			X								***Irpex lacteus***
	X	X	X								***Lentinula edodes***
	X							X			***Meruliporia incrassate***
							X				***Mycena alcalina***
X			X								***Naematoloma frowardii***
X	X								X		***Phanerochaete chrysosporium***
					X						***Pleurotus eryngii***
X		X	X		X	X			X		***Pleurotus ostreatus***
X					X						***Pleurotus pulmonarius***
				X		X					***Psilocybe* spp.**
			X					X			***Serpula lacrymans***
	X										***Trametes hirsute***
X	X			X	X	X		X		X	***Trametes versicolor***

- استخدام الفطور في تنظيف البيئة من التلوث بالمعادن الثقيلة والعناصر المشعة: تنتج هذه الملوثات عن الصناعات التقليدية أو المفاعلات النووية أو حتى عن استخدام الأسلحة النووية المشعة. لقد أشارت الكثير من الدراسات إلى أن الفطور تعتبر ذات قدرة عالية وأحياناً مفرطة عند بعض الأنواع لامتصاص ومراكمة المعادن الثقيلة أو المشعة، مثل الزرنيخ والكادميوم والسيزيوم والرصاص والزئبق والنحاس، والعناصر النشطة إشعاعياً مثل السيزيوم 134 و السيزيوم 137، حيث تراكم الفطور هذه العناصر في أجسامها بمعدلات تفوق أحياناً تركيز هذه العناصر في البيئة المحيطة بأكثر من 10000 ضعف، لذا يجب توخي الحذر في أكل الفطور أو الكمأة المجموعة من الطبيعة عندما تكون البيئية المحلية ملوثة بالعناصر المعدنية الثقيلة نتيجة وجود معامل تطرح هكذا فضلات، أو عندما تكون ملوثة نتيجة استخدام الأسلحة المشعة، أو عندما تستورد هذه الفطور من مناطق مشابهة، فيجب على المستهلك

السوري الحذر من استهلاك الفطور أو الكمأة المستوردة من العراق أو المناطق القريبة منه والتي كانت مسرحاً لمعارك استخدمت فيها أسلحة تحوي اليورانيوم المنضب، ويبين الجدول (3) قدرة بعض أنواع الفطور على امتصاص العديد من هذه العناصر (Gadd, 1993; Garaudee *et al*., 2002; Wasser *et al*., 2003; Sasek, 2003; Stijve *et al*., 2001; Stamets, 2005).

جدول (3) نسبة امتصاص بعض أنواع الفطور للعناصر المعدنية الثقيلة والمشعة.

النحاس	الزئبق	الرصاص	السيزيوم المشع	الكادميوم	الزرنيخ	
	150X			X		*Agaricus arvensis*
	X			X		*Agaricus bisporus*
	165X	23X		X		*Agaricus bitorquis*
	X			X		*Agaricus brasiliensis*
	X			X	X	*Agaricus brunnescens*
	10X	10X		X		*Agaricus campestris*
	X			X		*Amanita muscaria*
				X		*Amanita rubescens*
			X			*Boletus badius*
X	250X	X	X	10X		*Boletus edulis*
			2X			*Cantharellus cibarius*
			X			*Cantharellus tubaeformis*
X	X	X			X	*Chlorophyllum rachodes*
				X	X	*Clitocybe inversa*
	27X			8X	21X	*Coprinus comatus*
				X		*Coprinus* spp.
					X	*Flammulina velutipes*
			10000X			*Gomphidius glutinosus*
			X		X	*Laccaria amethystina*
			X			*Lactarius helvus*
			X			*Lactarius turpis*
	X		X			*Leccinum scabrum*
					X	*Lepista nebularis*
X	100+X					*Lepista nuda*
X	100X	2X	X			*Lycoperdon perlatum*
	X					*Marasmium oreades*
	230X					*Macrolepiota procera*
		70-100X				*Morchella* spp.
	X	X				*Morchella atretomentosa*
			1180X			*Paxillus atretomentosus*
	65-140X			X		*Pleurotus ostreatus*
X	X			X		*Pleurotus pulmonarius*
			X			*Rozites caperata*
	6X	67X				*Suillus tomentosus*
	X					*Trametes versicolor*
					22X	*Tricholoma magnivelare*

5. الأهمية الاقتصادية للفطور المزروعة:

إن عملية زراعة الفطر عبارة عن إعادة استخدام المخلفات الزراعية النباتية والحيوانية، والصناعية، وتحويلها إلى منتجات ذات قيمة مضافة عالية، فتخدم هذه الزراعة البيئة، باستهلاكها للعديد من أطنان فرشات ومخلفات حظائر الخيول، وذرق الدواجن، وقش النجيليات مثل قش الأرز، والقمح، والشعير، والشوفان، والشيلم، وبقايا أكواز وسوق وأوراق الذرة الصفراء، وأحطاب القطن، وأوراق الموز، وأوراق الشاي المستعملة، وألياف ثمار جوز الهند، ونشارة الأخشاب، وبقايا الأحطاب، والعديد من الكِسَب والأثفال الناتجة عن صناعة عصر الحبوب الزيتية والشوندر السكري وصناعة الخمور، وغيرها، فقد لا تجد هذه المخلفات الزراعية مكاناً لها، ما لم تستخدم في إنتاج الفطر الزراعي (Chang, 2008).

وتنتشر زراعة الفطور حالياً في أكثر من 150 دولة في العالم، وتتركز بشكل أساسي في دول أوربا، وأمريكا الشمالية، ودول جنوب شرق أسيا، وخاصةً الصين التي تعتبر المنتج والمستهلك الأول في العالم، حيث أنتجت حوالي 60 ألف طن من الفطور المأكولة عام 1978 من أصل 1.06 مليون طن أنتجت في العالم في نفس العام، وارتفع إنتاجها إلى 8.65 مليون طن من أصل 12.25 مليون طن أنتجت في العالم عام 2002، بينما ناهز الـ 14 مليون طن عام 2006 وهذا يمثل أكثر من 70% من الإنتاج العالمي، وقدرت قيمة هذا الإنتاج بحوالي 6 مليار دولار أميركي وقيمة التصدير منها 1.1 مليار دولار أميركي. وبلغ عدد العاملين في زراعة وتجارة وتسويق الفطور بشكل مباشر وغير مباشر حوالي 30 مليون شخص في الصين (جدول 4) (Chang, 2008). ويأتي بعد الصين في إنتاج الفطور بالترتيب الولايات المتحدة الأمريكية، تليها هولندا، وإسبانيا، وفرنسا، وبولندا، وإيطاليا، وكندا، وبريطانيا، وإيرلندا، وألمانيا، واليابان، والهند، وأستراليا، وبلجيكا. أما من الدول العربية فتعتبر الأردن، والجزائر، وتونس، الأكثر تقدماً في إنتاج الفطر. وقد بدأت زراعة الفطر في العراق، ومصر، والجزائر، وتونس، والمغرب، والسعودية، ولبنان، وسورية بعد أن حققت زراعته نجاحاً وأرباحاً كبيرة في الدول الغربية (FAO, 2004).

جدول (4): الإنتاج العالمي وإنتاج الصين من الفطور المزروعة.

السنة	الإنتاج العالمي (مليون طن)	إنتاج الصين (مليون طن)	حصة الصين من الإنتاج العالمي (%)
1978	1.0600	0.060	05.7
1983	1.4530	0.175	12.0
1990	3.7630	1.083	28.8
1994	4.9093	2.640	53.8
1997	6.1584	3.918	63.6
2002	12.2500	8.650	70.6
2006		14.000	

وسيتناول هذا الدليل بشيء من التفصيل زراعة نوعين من الفطور منتشرين في سورية حالياً، هما الفطر الزراعي *Agaricus bisporus* والفطر المحاري *Pleurotus ostreatus*، حيث أخذت تكتسب زراعتهما أهميةً متزايدةً باطراد في السنوات الأخيرة.

6. الأهمية الطبية للفطور:

تستخدم الفطور لأغراض طبية في اليابان والصين منذ قرون عديدة (Health Benefits of Mushrooms, 2003-2004)، ينصح بتناول الفطر لمرضى القلب والشرايين نظراً لتدني محتواه من الكربوهيدرات والدهون، كما يفيد مرضى السكر، لأنه يساعد على تخفيض نسبة السكر في جسم الإنسان (جدول 5) (Hartman *et al*., 2000; Werner and Beelman, 2001; 2002)، كما أن للعديد من الفطور تأثيرات مضادة للإصابة بأنواع مختلفة من السرطانات (جدول 6) (Stamets, 2005).

جدول (5) بعض الخصائص الطبية لبعض أنواع الفطور.

	مضاد للبكتريا	مضاد فطري	مضاد للإلتهابات	مضاد أكسدة	مضاد للأورام	مضاد للفيروسات	منخفض للضغط الشرياني	معدل لسكر الدم	الدورة الدموية	خافض للكوليستيرول	مقوي للمناعة	مقوي للكلية	مقوي للكبد	الرئة والتنفس	مقوي للأعصاب	مقوي جنسي	مهدىء
Agaricus brasiliensis					X	X		X		X	X						
Cordyceps sinensis	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Flammulina velutipes					X						X						
Fomes fomentarius	X					X											
Ganoderma applanatum	X		X		X									X			
Ganoderma lucidum	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
Ganoderma oregonense	X				X				X		X			X	X		
Grifola frondosa	X	X			X	X	X	X			X			X			X
Hericium erinaceus	X	X	X		X										X		
Inonotus obliquus	X		X		X	X		X			X		X				
Lentinula edodes	X	X			X	X	X	X		X	X	X	X			X	X
Phellinus linteus	X		X			X											
Piptoporus betulinus	X		X			X					X						
Pleurotus ostreatus	X					X	X		X	X					X		
Polyporus sulphureus	X																
Polyporus umbellatus	X		X		X	X					X		X	X			
Schizophyllum commune		X			X	X											
Trametes versicolor	X			X	X	X					X	X	X				

جدول (6) تأثير بعض أنواع الفطور ضد مرض السرطان خلال العقود الثلاثة الأخيرة.

	سرطان الثدي	سرطان عنق الرحم/الرحم	سرطان القولون	سرطان المعدة	سرطان الدم	سرطان الكبد	سرطان الرئة	سرطان الورم اللمفاوي	سرطان الجلد	سرطان المبيض	سرطان البنكرياس	سرطان البروستات	الورم الخبيث
Agaricus brasiliensis		X	X										X
*Clitocybe illudens**	X						X			X	X		X
Cordyceps sinensis					X		X	X					
Flammulina velutipes								X				X	
Ganoderma lucidum					X	X	X					X	X
Grifola frondosa	X		X		X	X	X					X	
Hericium erinaceus				X		X							
Inonotus obliquus		X											
Lentinula edodes	X					X			X			X	
Phellinus linteus		X	X	X		X			X				
Piptoporus betulinus									X				
Pleurotus ostreatus													X
Polyporus umbellatus					X	X	X						
Schizophyllum commune		X		X									
Trametes versicolor	X	X		X	X	X	X					X	

* هذا النوع سام وغير مأكول.

6-1. القيمة الطبية للفطر الزراعي *Agaricus bisporus*:

أشار Duyff (2006) إلى أهمية العناصر المعدنية الموجودة في الفطر الزراعي وبشكل خاص عنصر السيلنيوم الذي يعتبر معدناً مانعاً للتأكسد يحمي خلايا الجسم من أمراض القلب والسرطان والشيخوخة.

وأشارت نتائج دراسة أجريت في منظمة أبحاث السرطان إلى أن الفطر الزراعي يمكن أن يقلل من خطر الإصابة بالسرطان، وذلك بسبب وجود الـ Conjugated linoleic acid فيه وقدرته على وقف نمو الخلايا السرطانية بالحد من تكاثرها (Chen *et al.*, 2006). وأشارت دراسات أخرى إلى الفطر يمتص مادة الـ Isoflavones من كسبة الصويا إذا كانت داخلة في تركيب وسط الزراعة، وهذه المادة لها دور هام في التقليل من مخاطر أمراض القلب وتقي من تضخم البروستاتا وتحسن من صحة العظام، وتقلل من خطر الإصابة بالسرطان (Hall *et al.*, 2007; Isoflavones, 2006).

وأشارت نتائج رسالة الدكتوراه لمارك كرن التي أجريت في جامعة سان دييجو في الولايات المتحدة الأمريكية إلى أن الأشخاص الذين يعتمدون على حمية غذائية غنية بالفطور والخضروات الأخرى يخسرون أوزاناً أكثر من الأشخاص الذين يعتمدون على حميات أخرى منخفضة المحتوى من الكربوهيدرات والدهون وعالية المحتوى البروتيني، وأظهرت الفحوص الطبية للأشخاص المتطوعين في

هذه الدراسة انخفاض مستويات الليبيدات قليلة الكثافة عندهم بدون انخفاض مستويات الليبيدات عالية الكثافة على خلاف الأشخاص المعتمدين على الحميات الأخرى منخفضة الدهون، كما بينت النتائج أن الضغط الشرياني لهؤلاء الأشخاص كان أقل منه عند الأشخاص المعتمدين على الحميات الأخرى منخفضة الدهون وأقل عرضة للشعور للجوع (Kern, 2007).

- في أمراض الدم:

تستخدم بعض أنواع الفطور في علاج بعض أمراض الدم، ولا سيما تخفيض ضغط الدم المرتفع، ومستوى الكولسترول، وفي حالات لزوجة صفائح الدم، لتحسين سيولته. كما أنها تحتوي على مادة الكولين، التي تتحد مع الدهون، وتذيبها مانعة إياها من التراكم في الجسم.

- في أمراض الجهاز الهضمي:

يستخدم في علاج آلام المعدة، وحالات الإمساك، وفي علاج قرحة الإثني عشر، والالتهاب الكبدي المزمن.

- المضادات الحيوية:

لبعض أنواع الفطور تأثيرات مضادة لبعض أنواع البكتريا، والفطور، والفيروسات المسببة للإنفلونزا وشلل الأطفال.

7. القيمة الغذائية للفطور:

تتميز الفطور بأنها مصدر جيد للبروتينات عالية القيمة، والتي تعطي فعالية حيوية أكثر من البروتينات الحيوانية. وهي غنية بالألياف والعناصر المعدنية والفيتامينات، وتتميز بمحتوى منخفض من الدهون الضارة، ونسبة عالية من الأحماض الدهنية غير المشبعة تبلغ 72–85% من الأحماض الدهنية الكلية. يتراوح المحتوى المائي للفطور المأكولة بين 70–95% عندما تكون طازجة، و10–13% عندما تكون مجففة. وتتراوح نسبة محتواها من البروتين من 1.75 إلى 5.9% من الوزن الرطب، وبالمتوسط 3.5–4%، وتمثل هذه النسبة ضعف ما هو موجود في البصل والملفوف 1.4%، أربعة أضعاف البرتقال 1.0%، وإثني عشر ضعفاً بالمقارنة مع التفاح 0.3%. بينما يحوي لحم العجل 9–16%، ولحم الدجاج 12–20%، ولحم السمك 18–20%، والحليب 2.9–3.3%. وتحوي الفطور المجففة 19–35% بروتين، بينما يحوي الرز 7.3%، والقمح 12.7%، والصويا 38.1%، الذرة الصفراء 9.4%. لذلك تأتي الفطور بعد اللحم مباشرةً وقبل أغلب المنتجات النباتية الأخرى والحليب. إضافةً لكونها مصدراً جيداً للبروتين، فإنها تعتبر مصدراً جيداً نسبياً لكل من: الدهون، الفوسفور، الحديد، والفيتامينات بما فيها الثيامين

والريبوفلافين حمض الأسكوربيك والإرغوسترين والنياسين. وهي منخفضة السعرات الحرارية والكربوهيدرات والكالسيوم. وتحوي نسبة عالية من الدهون غير المشبعة (Stamets and Chilton, 1983; Stamets, 2000; Oie, 2003; Roys and Schisler, 1980; Beyer, 2003; Chang, 2008; Chang, 1996; Borchers, 2004).

7-1. القيمة الغذائية للفطر الزراعي *Agaricus bisporus*:

تحتوي كل 100 غ وزن جاف من الفطر الزراعي *Agaricus bisporus* على المكونات التالية: 33.84 غ بروتينات، 46.17 غ كربوهيدرات منها 24.27 غ كربوهيدرات معقدة و21.90 غ سكاكر، و2.39 غ دهون منها 0.41 غ غير مشبعة عديدة و0.44 غ غير مشبعة كلية و0.26 غ مشبعة، و19.1 غ أليـاف، و0 غ كوليستورول، و340 سعرة حرارية، و9 ملغ كالسيوم، و20.8 ملغ نحاس، و3 ملغ صوديوم، و4800 ملغ بوتاسيوم، و4.8 ملغ حديد، و0.066 ملغ سيلنيوم، و0.23 ملغ ثيامين (فيتامين B1)، و3.49 ملغ رايبوفلافين (فيتامين B2)، و38.5 ملغ نياسين (فيتامين B3)، و21.7 ملغ حمض البانتوثينيك (فيتامين B5)، و26 وحدة دولية فيتامين D، و0 ملغ فيتامين C، و0 وحدة دولية فيتامين A (Stamets, 2005). ويتميز عن كثير من المنتجات النباتية المختلفة باحتوائه على بروتين سهل الهضم (72-83% من البروتين الكلي) إضافة لمجموعة فيتامينات B وعناصر أخرى كثيرة (Mattila *et al*., 2002). ويبين الجدول (7) التركيب الكيميائي لـ 100غ من الفطر الطازج:

جدول (7) التركيب الكيميائي لـ 100غ من الفطر الزراعي الطازج.

المكونات	النسبة %
ماء	88-90
بروتين	2.7-4
دهون	0.3-5
نشويات	3.5-5
عناصر معدنية (رماد)	0.9-1.1

- البروتين:

يعتبر بروتين الفطر الزراعي من حيث القيمة الغذائية، في موقع متوسط بين بروتين اللحم، وبروتين الخضار، وتأتي أهميته من احتوائه على 17-18 حمضاً أمينياً يحتاجها جسم الإنسان، من بينها: اللايسين، والثريونين، والميثيونين، والإيزوليوسين، والليوسين، والفينيل ألانين، وهي أحماض أمينية أساسية. و يبين الجدول (8) مقارنة بين الفطر، وبعض الخضراوات، والمواد الأساسية في 100غ مادة طازجة:

جدول (8) المكونات الأساسية للفطر الزراعي وبعض الخضروات الأخرى (غ/100غ مادة طازجة).

المادة الغذائية	نسبة الماء	البروتين	الدهون	الكربوهيدرات	الحريرات
الفطر	92	3.5	0.3	4.5	25
السبانخ	93	2.2	0.3	1	15
البطاطا	75	2	0.1	21	85
الحليب	87	3.5	3.7	4.8	62
اللحم	68	18.5	13.3	0.5	189

- الدهون:

يشكل الفطر مادة مفضلة في النظام الغذائي اليومي للإنسان، بسبب الاتجاه العام بين الناس حديثاً للتقليل من المواد الدسمة والدهون، فكمية الدهون في الفطر قليلة جداً، وتتكون من 14 حمضاً دهنياً، يشكل حمض اللينولييك 63-74% من مجملها، وهو أساسي في احتياجات جسم الإنسان الغذائية، إضافة لحمضي البالميتيك والستياريك.

- الكربوهيدرات والطاقة:

تُعتبر نسبة المواد الكربوهيدراتية منخفضةً في الفطر، حيث يشكل الغليكوجين والهيميسيليلوز الجزء الأكبر منها، إضافةً إلى الفركتوز، والمانيتول، والسكروز، وسكريات أخرى. وتعتبر الطاقة منخفضة أيضا في الفطر، فكل 100 غ فطر طازج تعطي 85-125 كيلو جول في جسم الإنسان، وتقدر حاجة الرجل البالغ بحوالي 10000 كيلو جول/اليوم.

- الفيتامينات والأحماض الأمينية:

يعتبر الفطر مصدراً ممتازاً لفيتامين الريبوفلافين، وحمض النيكوتينيك. كما يحوي كمية جيدة من حمض البانتوتينيك، والثيامين، وحمض الأسكوربيك (فيتامين C)، وفيتامين K، والنياسين، والبيوتين، وحمض الفوليك، وفيتامين B12 (نقصه يسبب مرض الأنيميا وهو شائع لدى النباتيين، بسبب فقر الخضر به، حيث تكفي كمية 3 غ يومياً من الفطر لسد حاجة الإنسان منه). كما يحتوي الفطر على فيتامينات A، وD، وE الذوابة في الدهن، ولكن بكميات أقل. ويبين الجدول (9) مقادير الفيتامينات في 100غ فطر طازج (Stamets, 2005).

جدول (9) محتوى الفيتامينات في الفطر الزراعي الطازج.

الفيتامين		ملغ/100 غ
Thiamine	B1	0.23
Rhiboflavine	B2	3.49
Pantotenik Acid	B3	38.5
Nicotinik Acid	B5	21.7
Biothin	B7	0.006
Ascorbic Acid	C	8.60
Vitamin	D	26

- العناصر المعدنية:

يحوي الفطر 20 عنصراً معدنياً، بنسب مختلفة، ويعتبر أعلاها عنصر الآزوت، يليه البوتاسيوم، الفوسفور، الكبريت، المغنزيوم، النحاس، الحديد. ويمكن للفطر أن يلبي الحاجة اليومية للإنسان من الفوسفور والحديد، كما أن وجود هذا العدد الكبير من العناصر المعدنية، يوفر مرافقات الأنزيمات، ويحسن عملها في تنظيم وظائف الجسم الحيوية، مثل الموليبيديوم، والزنك، والمنغنيز. ويبين الجدول (10) محتوى 100غ فطر طازج من العناصر المعدنية:

جدول (10) محتوى المعادن في الفطر الزراعي الطازج.

العنصر		ملغ/100 غ
الكالسيوم	Ca	25
الفوسفور	P	130
البوتاسيوم	K	400
الحديد	Fe	1
النحاس	Cu	0.65
الكلور	Cl	80
الصوديوم	Na	20
المغنزيوم	Mg	0.28
المنغنيز	Mn	0.60
البروم	Br	0.20

الفصل الثاني

2. واقع زراعة الفطر الزراعي *Agaricus bisporus* في سورية

إعـــداد

د. محمد موفق يبرق م.حجازي مندو

1. واقع زراعة الفطر الزراعي *Agaricus bisporus* في سورية:

يعتبر الفطر الزراعي *Agaricus bisporus* أحد أهم أنواع الفطور المأكولة المزروعة في العالم، حيث عُرِفَ منذ القدم وكان يجمع في الغابات من تحت الأشجار، ولكن على جامعي الفطر أن يكونوا على دراية جيدة بأنواع الفطور الصالحة للأكل والسامة في مناطق الجمع واتباع مايلي:

- تجنب الفطر الجذاب والجميل، والذي له رائحة كريهة.
- تجنب جمع وأكل الفطور البرية ذات القبعات الشبيه بالأزرار.
- تجنب أنواع الفطور التي تعطي عصيراً أبيضاً حليبياً بعد قطعها.

إن تطور زراعة هذا الفطر كانت بطيئةً جداً، ولم تلق نجاحاً كبيراً في بداياتها، إذ كانت المَزَارع تعتمد في زراعته على تجزئة المشيجة القديمة، وزراعتها على وسط جديد، مما كان يؤدي إلى انخفاض الإنتاج وانتشار الأمراض والحشرات. ثم ازداد الاهتمام بزراعة الفطر وإنتاجه في العالم، بعد ظهور الشركات المتخصصة في إنتاج البذار (spawn)، والدبال (compost)، والأجسام الثمرية، معتمدةً على التقنيات الحديثة في الإنتاج.

لقد كانت زراعة الفطر الزراعي في سورية من الأمنيات القديمة، التي يصبو إليها الكثير من المزارعين، حيث كانت البدايات الأولى في عام 1980، من خلال بعض المفاطر التابعة لمؤسسة الاتحاد العربي للتنمية الزراعية (مفطرة الكسوة)، والتي مازالت حتى الآن تستورد البذار من شركات أجنبية متخصصة. ثم ازداد الاهتمام به أكثر نتيجة الوعي الصحي، ونظراً لقيمته الغذائية العالية، فكانت فكرة نشر تقنية زراعة الفطر بين الأسر الريفية ذات الدخل المحدود (تجربة جبل الحص، السلمية)، وذلك بهدف إيجاد مورد إضافي للدخل الأسري والمساهمة في الأمن الغذائي.

2. الأهمية الاقتصادية لزراعة الفطر الزراعي *Agaricus bisporus* في سورية:

تبرز الأهمية الاقتصادية لزراعة الفطر الزراعي من خلال ما يلي:

- زيادة دخل المزارعين: إذ يبلغ متوسط الإنتاج 14–30 كغ/م^2 في دورة الإنتاج الواحدة كل ثلاثة أشهر، أي ما يعادل 56–120 كغ/م^2 سنوياً.
- إيجاد فرص عمل للشباب والحد من البطالة.
- مصدر غذائي عالي القيمة الغذائية، وخاصة البروتين، والأملاح المعدنية، والفيتامينات.
- إن المواد الأولية اللازمة لإنتاجه عبارة عن مخلفات زراعية وصناعية، متوفرة على مدار العام، وبأسعار منخفضة.
- العمليات الزراعية التي يحتاجها الفطر الزراعي غير معقدة مقارنة بالزراعات الأخرى، كما أنه لا يحتاج إلى مساحات واسعة، ولا ينافس أي محصول آخر على الأرض.

- يمكن الاستفادة من الخلطة الزراعية كسماد عضوي للنباتات، بعد انتهاء دورة الإنتاج (الرُّمَّةَ).
- لا يتطلب إنتاجه كميات كبيرة من الماء، وهذا يجعل إنتاجه ميزة في المناطق التي تعاني من شح المياه. وتبين معطيات الجدول (11) احتياجات الفطر المائية مقارنة بكميات مياه الري اللازمة لإنتاج بعض المحاصيل الهامة في سورية.

جدول (11) الكفاءة الإنتاجية لمياه الري للفطر الزراعي مقارنة ببعض المحاصيل المروية في الرقة وحلب.

المحصول	المحافظة	كمية المياه المستعملة م^3/هـ	المردود كغ /هـ	الكفاءة الانتاجية للري لتر/كغ
القطن	الرقة	16700	3348	4988
القمح		5006	4221	1186
البندورة	حلب	11210	18039	621
الشوندر السكري الربيعي		12784	25798	495
الباذنجان		11210	24067	465
البطاطا الربيعية		10370	23504	441
البطاطا الخريفية		7425	26470	280
الشوندر السكري الخريفي		9372	55027	170
الفطر الزراعي	-	-	-	25

(المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية السورية، 2000).

- تساهم زراعته في المحافظة على البيئة، حيث تحول المخلفات الزراعية، والصناعية، إلى منتج عالي القيمة المضافة، وسماد عضوي مفيد.
- تعتبر من الزراعات عالية الكثافة التي تستغل المساحات فيها إلى أقصى حد، فالفطر يمكن أن يزرع على رفوف قد تصل إلى 4 رفوف، أو في صناديق فوق بعضها البعض، أو في أكياس نايلون.
- إمكانية زراعته على مدار العام.
- يمكن أن يستهلك طازجاً، أو معلباً، فلا يضيع من المحصول شيء في حال تدني الطلب عليه.
- إمكانية زراعته في الأقبية، والقبب الطينية، ولا سيما تلك التي تنتشر في قرى جبل الحص والقرى المشابهة.

3. الدراسة الاقتصادية لإنتاج الفطر الزراعي *Agaricus bisporus* في مشروع تنمية المجتمع الريفي في جبل الحص:

يبين الجدول (12) تكاليف إنتاج الفطر الزراعي وأرباحه، في مشروع تنمية المجتمع الريفي في جبل الحص.

جدول (12) تكاليف إنتاج الفطر الزراعي في مشروع تنمية المجتمع الريفي في جبل الحص.

المادة	الكمية اللازمة لزراعة 35 م^2	السعر الإفرادي ل.س	السعر الإجمالي ل.س
قش القمح	1طن	2500	2500
ذرق دواجن	1طن	1000	1000
كبريتات كالسيوم	85 كغ	0.5	50
يد عاملة	12 يوم عمل فعلي	200	2400
بذار مستورد	12 كغ (20 لتر)	200	4000
تتريب (تورب)	1000 لتر	3.5	3500
أجور قطاف وتعبئة وتغليف	5 أيام عمل	150	750
عبوات ومواد تغليف	400 علبة	1.5	600
محروقات ومياه ومبيدات	–		1000
متفرقات	–		1000
المجموع			16800
تكلفة الـ م2	35 م^2	480	16800

إن كمية الدبال المحضرة تكفي لزراعة 35 م^2. ينتج المتر المربع الواحد في ظروف مشروع تنمية المجتمع الريفي في جبل الحص حوالي 12 كغ. ويباع الكيلو غرام الواحد بالجملة بمبلغ 100 ل.س.

الإنتاج المتوقع: 35 م^2 × 12 كغ = 420 كغ

وثمنها 420 كغ × 100 ل.س = 42000 ل.س

الربح المتوقع: 42000 – 16800 = 25200 ل.س

ويضاف إلى المبلغ ثمن الرمة الناتجة بعد انتهاء الدورة المزرعية والمقدرة بـ 900 كغ

900 × 2 ل.س = 1800 ل.س

أي أن الدخل الكلي من زراعة 35 م^2 بالفطر خلال ثلاثة أشهر هو:

25200 + 1800 = 27000 ل.س (برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، 2005).

لقد غدت زراعة الفطر، وإنتاج بذاره، في الوقت الحاضر علماً قائماً بذاته، يفرض على الباحثين استثمار هذا العلم، ونشر تقنية زراعة الفطر، بالطرق التي تضمن إنشاء مشاريع استثمارية ناجحة، توفر العملة الصعبة للبلد، وتسد حاجة السوق المحلية من هذا المنتج الهام، فضلاً عن التصدير.

4. الدراسة الاقتصادية لإنتاج الفطر الزراعي *Agaricus bisporus* في سورية الآن:

انطلاقاً من الواقع الحالي لأسعار مدخلات انتاج الفطر الزراعي وخاصةً بعد أزمة الغذاء العالمية الناتجة عن التطور الهائل في إنتاج الوقود الحيوي، بالإضافة إلى الأزمة الاقتصادية العالمية الحالية يلخص الجدول (13) تكاليف إنتاج الفطر الزراعي في المنطقة الشمالية من سورية.

جدول (13) تكاليف إنتاج الفطر الزراعي في المنطقة الشمالية من سورية.

المادة	الكمية	السعر الإفرادي ل.س	السعر الإجمالي ل.س
قش القمح	1طن	8000	8000
ذرق دواجن	1طن	1500	1500
كبريتات كالسيوم	80 كغ	3	240
يد عاملة	12 يوم عمل فعلي	350	4200
بذار (مؤسسة إكثار البذار)	25 لتر	175	4375
تربة التغطية	1050 لتر	15	15750
أجور قطاف وتعبئة وتغليف	5 أيام عمل	500	2500
عبوات ومواد تغليف	400 علبة	2.5	1000
محروقات ومياه ومبيدات	–		2000
متفرقات	–		2000
المجموع			41565
تكلفة الـ م2	30 $م^2$	1385.5	41565

إن كمية الدبال المحضرة تكفي لزراعة حوالي 30 $م^2$ يحوي المتر المربع 80–90 كغ. ينتج المتر المربع الواحد في ظروف المنطقة الشمالية من سورية حوالي 25 كغ. ويباع الكيلو غرام الواحد بالجملة في سوق الهال بمبلغ يتراوح بين 175 و275 ل.س.

الإنتاج المتوقع: 30 $م^2$ × 25 كغ = 750 كغ إنتاج 30 $م^2$

وثمنها عند الحد الأدنى لسعر الكيلوغرام 750 كغ × 175 ل.س = 131250 ل.س

الربح المتوقع: 131250 – 41565= 89685 ل.س

ويضاف إلى المبلغ ثمن الرمة الناتجة بعد انتهاء الدورة الإنتاجية والمقدرة بـ 1000 كغ × 10 ل.س = 10000 ل.س

أي أن الدخل الكلي من زراعة 30 $م^2$ بالفطر خلال دورة الإنتاج (ثلاثة أشهر) هو:

91985 + 10000 = 99685 ل.س.

وبالنظر إلى إمكانية إجراء 4 دورات إنتاج في نفس غرفة الزراعة أثناء السنة الواحدة، فإن الأرباح السنوية التي يمكن جنيها من مساحة زراعة 30 $م^2$ تقدر بـ:

99685 × 4 = 398740 ل.س (مركز البحوث العلمية الزراعية بحلب، معلومات غير منشورة).

ولكن لا يمكن للمزارعين المبتدئين ذوي الخبرات القليلة أن يقوموا بعملية الإنتاج كاملةً، من بداية تحضير الدبال وحتى القطاف، لأن عملية تحضير الدبال تعتبر صناعة على درجة لا يستهان بها من التعقيد، وخاصة عملية بسترة الدبال التي تحتاج إلى تجهيزات خاصة ومكلفة، وبغض النظر عن التجهيزات والتكاليف، فإن إدارة العملية بحد ذاتها تحتاج لخبرة ومهارة عالية. لذلك يلجأ المزارعون المبتدؤون، والمزارعون الصغار، إلى المفاطر الكبيرة والحديثة المجهزة جيداً لشراء حاجتهم من الدبال الجاهز. حيث تبيع هذه المفاطر الدبال جاهزاً (متخمر ومبستر وملقح ومغطى)، ويبقى على المزارع فقط أن يهيء غرف التحضين، ويضبط شروطها لتناسب مرحلة نمو الفطر، ثم يجني المحصول ويسوقه. وقد ذهب بعض المزارعين الكبار في سورية إلى أبعد من ذلك، حيث يتعاقدون مع المزارعين الصغار، بحيث يخضعوا لشروطهم وإشرافهم في تهيئة ظروف ومواصفات غرف التحضين، ويلتزموا بتعليماتهم، وهم بدورهم يبيعوهم الدبال الجاهز بسعر محدد، ويضمنون لهم حد أدنى من الإنتاج بحدود 22 كغ/م^2، ويشترون منهم كامل الإنتاج، وفق شروط محددة للتعليب والتغليف، وبسعر محدد سلفاً.

يبيع المزارعون الكبار المتر المربع الواحد من الدبال المتخمر والمبستر والملقح مع تربة التغطية ذو المواصفات الجيدة، بسعر حوالي 2500–2700 ل.س، على ألا يقل وزن المتر المربع الواحد عن 85 كغ دبال جاهز. ويعطي المتر المربع الواحد 20–30 كغ. يبين الجدول (14) تكاليف إنتاج الفطر الزراعي عند شراء الدبال المزروع الجاهز من أحد المزارعين الكبار في المنطقة الشمالية من سورية (مركز البحوث العلمية الزراعية بحلب، معلومات غير منشورة).

جدول (14) تكاليف إنتاج الفطر بدءاً من الدبال الجاهز في المنطقة الشمالية، سورية.

المادة	الكمية	السعر الإفرادي ل.س	السعر الإجمالي ل.س
تكلفة الدبال الجاهز	30 م^2	2600	78000
أجور قطاف وتعبئة وتغليف	5 أيام عمل	500	2500
عبوات ومواد تغليف	400 علبة	2.5	1000
محروقات ومياه ومبيدات	–		2000
متفرقات	–		2000
المجموع	–		85500
تكلفة الـم2	30 م^2	2850	85500

25 كغ × 30 = 750 كغ إنتاج 30 م^2

وثمنها 750 × 175 = 131250 ل.س

الربح المتوقع:

131250 – 85500 = 45750 ل.س الربح من 30 م^2.

ويضاف إلى المبلغ ثمن الرمة الناتجة بعد انتهاء الدورة المزرعية والمقدرة بـ 1000 كغ

1000 × 10 ل.س = 10000 ل.س

أي أن الدخل الكلي من زراعة 30 م^2 بالفطر خلال دورة الإنتاج (حوالي شهرين) هو:

45750 + 10000 = 55750 ل.س.

وبالنظر إلى إمكانية إجراء 5–6 دورات إنتاج في نفس غرفة الزراعة أثناء السنة الواحدة، فإن الأرباح السنوية التي يمكن جنيها من مساحة زراعة 30 م^2 تقدر بـ:

55750 × 5.5 = 306625 ل.س (مركز البحوث العلمية الزراعية بحلب، معلومات غير منشورة).

إن لهذا النظام في الإنتاج ميزات ومساوئ، وأهم ميزاته أنه يبسط عملية الزراعة بالنسبة للمزارع العادي، فكل ما عليه فعله هو شراء الدبال الجاهز، ونقله، وتحضينه، وضبط الشروط البيئية اللازمة، واتباع التعليمات، وجني المحصول. فلا يتحمل أعباء تحضير الدبال، ومشاكله، وتعقيدات الطور الثاني للتخمر، ولا يتكلف شراء آلات تحضير الدبال، أو إنشاء نفق البسترة المكلف بأصغر المقاييس. ولكن أهم مساوئ هذا النظام أنه يحرم المزارع من حصة كبيرة من الأرباح قد تصل حتى 50% أو أكثر من الأرباح الكلية لهذه الزراعة، هذه الحصة التي تذهب للمزارعين الكبار، القادرين على توظيف رؤوس أموال ضخمة، في بناء منشآت التخمير، وشراء آلات تحضير الدبال، وإنشاء أنفاق البسترة.

يجب أن نذكر في النهاية، أن الأسعار التي وردت في هذه الدراسة، هي متوسط الأسعار في الفترة الممتدة من صيف 2008، وحتى صيف عام 2009، ويجب ألا ننسى أن أغلب المواد الأولية الداخلة في هذه الصناعة، هي مخلفات زراعية، وحيوانية، وصناعية، تتميز بأن إنتاجها موسمي، وبالتالي تتأثر أسعارها بظروف الموسم بشدة، ولا سيما الهطول المطري، ولا يوجد دليل على هذا أكثر وضوحاً من القحط الذي أصاب سورية في الموسمين السابقين، والذي أثر على إنتاج القمح الذي انخفض إلى أقل من 50% بالمقارنة مع السنوات السابقة، وأثر على أسعار القمح والقش فرفعها أكثر من الضعفين. هذا وتلعب شروط العرض والطلب وحالة الاستيراد والتصدير دوراً مهماً أيضاً في أسعار هذه المنتجات الزراعية. وعلى سبيل المثال نستعرض تغيرات أسعار قش القمح في هذه الفترة: فبعد أن كان يباع الطن الواحد من بالات القش في مناطق إدلب وحلب في صيف عام 2003 عند باب مستودع تاجر القش بمبلغ لا يتجاوز 2000 ل.س، أصبح يباع في صيف عام 2008 بحوالي 6000 ل.س عند باب مستودع تاجر القش دون أجور النقل، ثم أخذ هذا السعر بالارتفاع حتى تجاوز حد الـ 11000 ل.س مع أواخر شتاء وبداية ربيع عام 2009 دون أجور النقل، فقد دفعت إحدى المفاطر في السقيلبية في شهر آذار 2009 مبلغ 13000 ل.س ثمناً لطن القش الواحد مع أجور نقله، ثم عادت أسعار القش للانخفاض

في صيف 2009 إلى 2500 ل.س للطن الواحد، بينما بقيت أسعار القمح مرتفعة نسبياً. وتراوح سعر الكيلو غرام الواحد من الفطر الطازج في سوق الهال بحلب من 75 إلى 275 ل.س في نفس الفترة، حيث كان حوالي 150 ل.س في صيف 2008، وارتفع إلى 225–250 ل.س في شتاء وربيع 2009، ووصل أحياناً حتى 275 ل.س، ثم انخفض إلى ما دون 75 ل.س في بداية صيف 2009.

ولا ننسى أهمية الخبرة في هذه الزراعة، والتي لها دور حاسم في تحديد كمية الإنتاج لوحدة المساحة، حيث تلعب إدارة المزارع لظروف التحضين من حرارة، ورطوبة، وتهوية، وري، ومكافحة آفات الدور الأساس في تحديد كمية الإنتاج. فليس مستغرباً أبدا أن يتفاوت إنتاج المتر المربع الواحد، بين مزارعين قد حصلا على الدبال الجاهز من نفس المصدر، وبنفس الوقت، ومن نفس الدفعة من 3 كغ عند المزارع المبتدىء عديم الخبرة، و30 كغ عند المزارع المتمرس الخبير (مركز البحوث العلمية الزراعية بحلب، معلومات غير منشورة).

ومما سبق نجد أن المزارع المبتدئ قليل الخبرة لا يستطيع إنتاج الفطر الزراعي ضمن دورة إنتاج كاملة المراحل، أو في أحسن الأحوال فإن ذلك سيكون بالنسبة له تدريباً صعباً عالي التكاليف وقليل المردود، فهنالك الكثير ليتعلمه قبل أن يكتسب خبرة كافية تمكنه من القيام بالإنتاج التجاري المربح. لذلك يجب عليه أن يعمل في مفطرة قائمة ليكتسب الخبرة المطلوبة، أو أن يعمل تحت إشراف مشرف فني ذو خبرة عالية، ثم يبدأ بالزراعة على نطاق صغير، مبتدأً بشراء الدبال الجاهز من مزارعين موثوقين، حيث يجهز غرفة تحضين صغيرة، وبتكاليف منخفضة قدر المستطاع، وينصح بأن تكون مساحتها حوالي 10 م^2، وتؤمن حداً مقبولاً من الشروط المطلوبة لنمو الفطر وإثماره، فالحرارة يمكن أن تضبط بمكيف هواء صغير (1 طن)، والرطوبة بمضخة صغيرة وعدة فالات ري ضبابي، والتهوية بواسطة شفاط هواء صغير أو اثنين. ثم يشتري الدبال الجاهز، وبحدود 2–4 م^2، وينتج عدة دورات ضمن هذه الظروف، وهكذا يكون ربحه محدوداً، وعندما يكتسب الخبرة والمهارة في الزراعة، والتسويق، يسعى لزيادة أرباحه، فيزيد حجم غرفة التحضين تدريجياً، ثم ينتقل من شراء الدبال الجاهز إلى تجهيز هذا الدبال وزراعته، ويتوسع حتى ينتج ضمن دورة إنتاج كاملة المراحل، وبذلك يجني أرباح هذه الزراعة كاملةً.

وبرغم كل ما سبق، عندما نقارن مقومات هذه الزراعة، بين سورية وكل دول الجوار تركيا ولبنان والأردن والعراق، من حيث توفر الخامات الأولية لهذه الزراعة، وأسعارها، والظروف المناخية، وسعر اليد العاملة، وسعر المنتج، نجد أن الظروف في سورية تسمح للمنتج السوري، أو المستثمر الأجنبي، بإنتاج الفطر الزراعي بتكلفة أقل من تكلفته في جميع دول الجوار. مما يعطي لسورية ميزة نسبية تنافسية تحفز هذه الزراعة، وتعد بمستقبل مزدهر لها، بدأت تظهر تباشيره بانتشار مزارع الفطر الزراعي، وتزايدها بسرعة قياسية، في مناطق كثيرة من سورية (مركز البحوث العلمية الزراعية بحلب، معلومات غير منشورة).

الفصل الثالث

3. إنتاج بذار الفطر الزراعي محلياً

إعـــداد

م. إنعام الياس د. عمر عتيق م. حجازي مندو

1. الوصف المورفولوجي للفطور:

الفطور هي الأجسام الثمرية لأنواع الفطور الكبيرة macrofungi، وهي تتضمن الفطور المأكولة والطبية وكذلك السامة. تتميَّز الفطور بأنها كائنات حية خالية من الكوروفيل، لا تستطيع تصنيع غذائها من ضوء الشمس مباشرةً كالنباتات، بل تستمده من التطفل على كائنات حية أخرى، أو من الترمم بتحليل المادة العضوية الميتة لكائنات أخرى. ويتكون جسم الفطر من قبعة وساق ومشيجة، تحمل القبعة أبواغاً صغيرة الحجم، تقابل البذور عند النباتات، بينما يقابل ساق الفطر الساق عند النباتات، والذي يحمل القبعة من الأعلى، ويتصل بالمشيجة من الأسفل. تنمو خيوط المشيجة في التربة، أو في جسم العائل، وتقابل الجذور عند النباتات. وقد يكون الجسم الثمري أبيض اللون ناصع البياض، أو ملوناً بألوان زاهية، أو شاحبة، أو داكنة، أو بأكثر من لون في نفس الوقت، ويكون له شكل المظلة، أو الصدفة، أو أشكال أخرى عديدة يصعب حصرها (Chang, 2008).

2. التصنيف العلمي للفطر الزراعي *Agaricus bisporus*:

كانت الفطور تصنف تقليدياً في مملكة النباتات، ولكن بعض الملاحظات العلمية بينت أنها تمتلك صفات تميزها عن النباتات، حيث أن خلايا الكثير منها تحتوي على الكيتين Chitin، وهي المادة التي تعطي التركيب القاسي لهياكل الحشرات الخارجية، كما أنها تخزن السكر الغليكوجين العديد Glycogen، وهو سكر غير موجود في خلايا النباتات بل في خلايا الحيوانات، حيث تخزن خلايا النباتات سكر النشاء Starch كسكر عديد. وتشكل بعض الفطور أبواغاً متحركة، وسوطية، وهذه من صفات الحيوانات، وبالنتيجة تتحول إلى أجسام ثمرية كصفة مميزة لجميع الفطور (الشكل 1). ولذلك قام Alexopolous و Mims عام 1979 بتصنيف الفطور في مجموعة جديدة متميزة عن المملكتين النباتية، والحيوانية، ألا وهي مملكة الفطور The Kingdom of Myceteae (Mycota).

ينتمي الفطر الزراعي، أو الفطر الزرعي، أو الفطر البستاني، أو فطر الشامبنيو، أو البوتون، أو المشروم، أو عيش الغراب، *Agaricus bisporus* إلى مملكة الفطور Mycota، وصف الفطور الدعامية Basidiomycetes، ورتبة الغاركونيات Agaricales، والفصيلة الغاركونية Agaricacea (Chang, 1999).

3. دورة حياة الفطر الزراعي *Agaricus bisporus*:

تمثل الفطور ثاني أكبر مجموعة كائنات حية بعد الحشرات في النظام الحيوي العالمي، وتقدر أنواع الفطور المعروفة بحوالي 5% فقط من أنواع الفطور الموجودة في العالم، ومن حوالي 70000 نوع فطري مسجل، هناك فقط 14000–15000 نوعاً تشكل أجساماً ثمرية، ذات حجم وقوام كافيين لاعتبارها فطوراً كبيرة، منها حوالي 5000 نوع تمتلك درجات متفاوتة من القابلية للأكل. و2000 نوع منها تعتبر

عالية القابلية للأكل، يزرع منها فقط 100 نوع على نطاق تجريبي، يعتبر إنتاج 50 نوعاً منها مجزٍ إقتصادياً، ويزرع منها 30 نوعاً بشكل تجاري، ويعتبر إنتاج 6 أنواع منها فقط قد وصل إلى مرحلة الصناعة. علاوةً عن ذلك يعتبر حوالي 1800 نوع منها طبية. ويبقى عدد الأنواع السامة قليل نسبياً ويقدر بحدود 10% فقط، 30 نوعاً منها هي قاتلة (Chang, 2008).

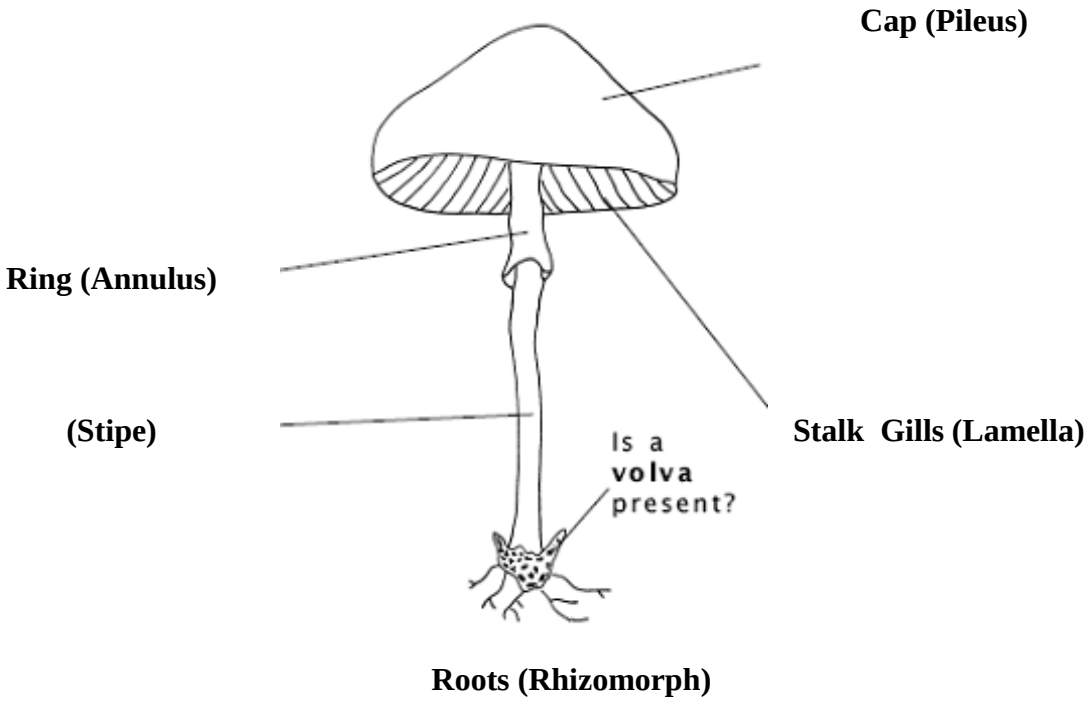
تمثل الفطور الدعامية أكبر المجموعات الفطرية، حيث تشمل حوالي 30000 نوع، أغلبها فطور قبعية، وهي ذات مشيجة مقسمة، وتتكاثر جنسياً بالأبواغ الدعامية، ولا تحمل فيها الأبواغ الجنسية داخل الخلية الأم، بل تحمل على الحامل الدعامي (Stamets and Chilton, 1983)، وتسيطر المرحلة ثنائية النوى binucleate (n+n) على حلقة تطور الفطور الدعامية. ويعتبر وجود نواتين متجاورتين في الخلية من الصفات التصنيفية المميزة لصف الفطور الدعامية (Esser, 1979; Flegg, 1989). أما في النوع *Agaricus bisporus* فتحمل الدعامة بوغتين فقط، مما يجعله نوعاً شاذاً بين الفطور الدعامية، والتي تحمل الدعامات في معظم أنواعها عدداً من الأبواغ يتراوح بين 2 كما في النوع *Agaricus bisporus* وحتى 8 أبواغ كما في النوع Common Chantarelle، وعلى سبيل المثال تحمل دعامات النوع *Agaricus bitorquis* 4 أبواغ (Stamets and Chilton, 1983).

وتتوضع الأبواغ الدعامية في ثنائيات أو رباعيات على زوائد تدعى Sterigma جانبية أو رأسية، وتحمل كل زائدة بوغاً واحداً، ينبت البوغ الدعامي، وهو أحادي الصيغة الصبغية لدى أكثر الدعاميات، ويعطي مشيجة أولية وحيدة الصيغة الصبغية (1n)، وتتألف من خلايا عديدة مقسمة بجدر عرضية بسيطة وحيدة النواة Uninucleate عادةً. هذه المشيجة الأولية غير خصبة، وغير قادرة على تشكيل الأجسام الثمرية، يتلاقى خيطان من مشيجتين أوليتين متوافقتين، ويندمجان معاً، لتشكيل المشيجة الثانوية الخصبة، التي تحتوي خلاياها على نواتين متجاورتين غير متحدتين (n+n) (Esser, 1979; Flegg, 1989).

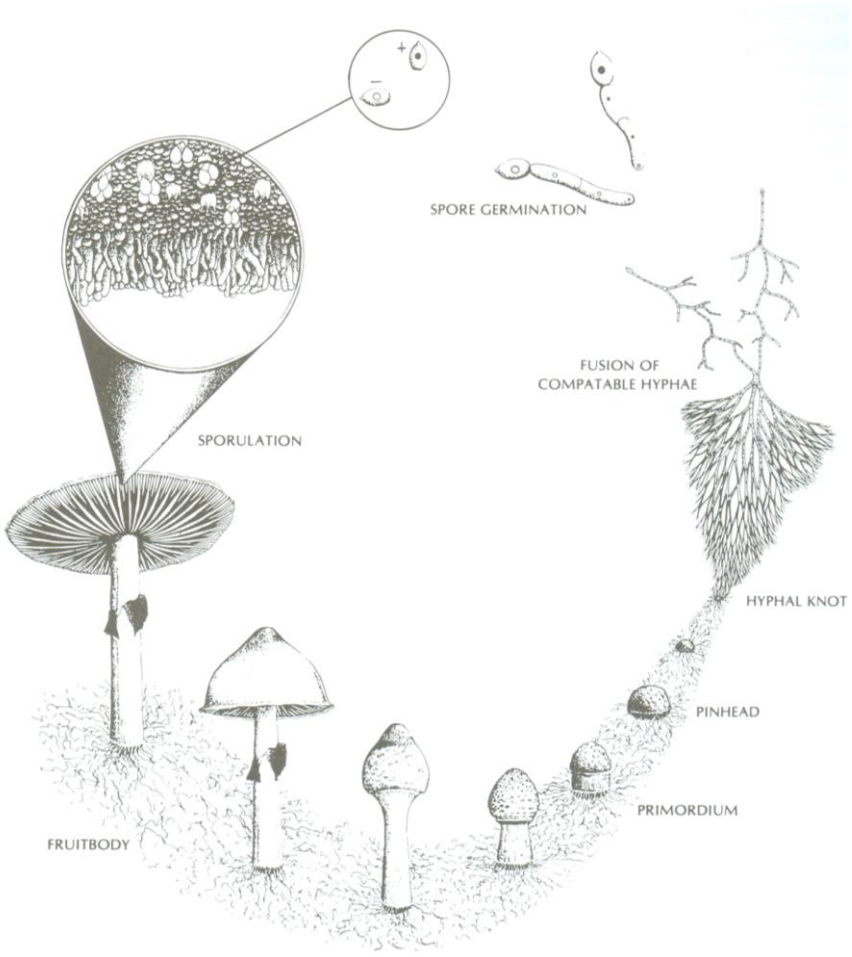
تنمو المشيجة الثانوية وتعطي بداءات الأجسام الثمرية، التي تتطور إلى أجسام الثمرية، وتتشكل الدعامات Basidium في الطبقة المخصبة من القبعة، التي هي عبارة عن صفائح Lamellea صغيرة عمودية أسفل القبعة، حيث يحدث الاندماج النووي لنوى الدعامة لمدة قصيرة لا تتجاوز عدة دقائق تصبح خلالها صيغتها الصبغية (2n)، وتنتهي مراحل التكاثر الجنسي بالاندماج النووي (2n)، ويلي ذلك انقسام النواة المضاعف، حيث يحدث انقسامان أحدهما اختزالي، فتتكون أربع نوى أحادية الصيغة الصبغية (1n)، تهاجر كل منها إلى زائدة صغيرة Sterigma وتتكون على قمم هذه الزوائد الأبواغ الدعامية. حيث تعطي الهجرة العشوائية للنوى أبواغاً ثنائية النوى Binucleate عند الفطر *Agaricus bisporus* (Flegg *et at*., 1985). تُحمل 95 % من الدعامات بوغين اثنين عند الفطر *Agaricus bisporus* . 25 % منها هي أبواغ متماثلة النوى Homokaryon، و 70 % أبواغ متباينة النوى Heterokaryon، وتحمل 4.5 % من الدعامات ثلاثة أبواغ، و 0.5 % تحمل أربعة أبواغ. إن نسبة

إنبات الأبواغ ضعيفة وتتراوح من 1.3 – 3.8 %. كما أن جسماً ثمرياً بطول 8 سم ينتج حوالي 40 مليون بوغ بالساعة (Elliott, 1979)، وذلك لفترة قصيرة (الشكل 2).

الشكل (1) أجزاء الفطر.



الشكل (2) دورة حياة الفطور الدعامية.



4. طرق إكثار الفطر الزراعي:

يتكاثر الفطر *Agaricus bisporus* مثل أغلب الفطور بطريقتين: الإكثار الجنسي والإكثار الخضري.

4-1. الإكثار الجنسي:

يتميز الإكثار الجنسي بأنه يعطي سلالات مختلفة وراثياً عن الآباء، ولذلك يستخدم في برامج التربية، لإنتاج سلالات جديدة، تلبي حاجات السوق، وتحسن مواصفات الفطر النوعية، والكمية، وهي الطريقة المعتمدة في برامج التربية لدى الجامعات ومراكز البحوث والشركات لإنتاج سلالات جديدة. ويتم بعدة طرق أهمها:

- زراعة مجموعة أبواغ Multispore culture.
- زراعة بوغ وحيد Singlespore culture.

وفيها تزرع الأبواغ للحصول على المشيجة، ويمكن التهجين بين مشيجتين من سلالتين مختلفتين أو أكثر للحصول على هجن وتراكيب وراثية جديدة، حيث تكاثر مشيجة هذه الهجن، ثم تزرع، ويقارن

إنتاجها ومواصفاتها الأخرى مع إنتاج ومواصفات السلالات الأم، أو مع سلالات أخرى أنتجت بنفس الطريقة. ولكن السلالات الناتجة من هذه الطريقة أقل تماثلاً وأكثر تنوعاً من الناحية الوراثيةً منها في طريقة الإكثار الخضري.

ويكون التطبيق العملي لهذه الطريقة، بانتخاب جسم ثمري سليم من الأمراض، وذو صفات جيدة، ولون طبيعي، وغير متفتح القبعة، وبعمر 24–48 ساعة. يعقم سطحياً بهيبوكلوريد الصوديوم، ويترك عدة دقائق ليجف على ورقة نشاف ضمن غرفة العزل، ثم يوضع في حجرة التبوغ عند درجة حرارة 20° س لعدة أيام، فتتفتح القبعة، وتسقط الأبواغ على ورقة معقمة خاصة في أسفل حجرة التبوغ. توضع هذه الورقة في طبق بتري معقم وتحفظ في البراد.

تحضر بيئة مغذية مناسبة كبيئة PDA (الملحق)، وتعقم وتصب في أطباق بتري. ينقل عدد من الأبواغ من الورقة إلى طبق بتري يحوي البيئة المغذية، بواسطة إبرة الزرع، ثم يحضن الطبق عند درجة 25° س في الظلام. حيث يبدأ إنبات الأبواغ بعد أسبوع تقريباً، وتنمو المشيجة لتغطي الطبق. وبذلك يتم الحصول على عزلة من المشيجة، تقابل مع مشيجة من سلالة أخرى في طبق واحد، ويحدث الإندماج بين السلالتين Anastomosis عند خط التلاقي، فنحصل على الهجين بين هاتين السلالتين من مشيجة خط التلاقي، هذه المشيجة يجب اختبار إنتاجيتها ومواصفاتها لفترة زمنية كافية، ومقارنتها مع السلالات الأم (Dodileva, 1985).

توفر الشركات المختلفة العديد من سلالات الفطر الزراعي التجارية، وتبيع بذارها التجاري للمزارعين، أو تبيع مزارع أم منها لمخابر إنتاج البذار لإكثارها، وتختلف هذه السلالات فيما بينها من حيث شكل ومواصفات الأجسام الثمرية، من حيث القوام، والحجم، واللون، والمقاومة للأمراض المختلفة، ومتطلبات الإنتاج، ولكنها جميعاً سلالات فطر قابلة للأكل، ومن هذه السلالات:

- الهجين الأبيض: ذو قبعة ناعمة، إنتاج عالي، مقاوم للنقل والمناولة، وتناسب بعض سلالاته الاستهلاك الطازج وأخرى تناسب صناعة التخليل.
- الهجين الكريمي: لونه كريمي، قبعة ذات حراشف قليلة، ومناسب للاستهلاك الطازج.
- الهجين البني: لونه بني، ومناسب للإستهلاك الطازج (الصورة 1) (Stamets and Chilton, 1983).

الصورة (1)

الهجين الأبيض على اليمين واليسار والبني في الوسط، إيطاليا، 2006.

وتنتشر عدة أنواع من الجنس *Agaricus* بشكل بري في عدة مناطق من الشمال السوري وخاصة النوع *A. bisporus* (الصور 2، 3).

الصورة (2)

الصورة (3)

الفطر *Agaricus* sp. المنتشر برياً في إدلب، 2009.

4-2. الإكثار الخضري:

تعتمد عملية الإكثار التجاري لبذار الفطر على الإكثار الخضري، وتعتمد عملية صناعة البذار الطريقة التي طورها الأستاذ الدكتور سيندين من ولاية بنسلفانيا في ثلاثينيات القرن الماضي وهي على الشكل التالي: تسلق الحبوب ويستبعد ماء السلق، ثم تخلط مع القليل من كربونات الكالسيوم، ثم تعقم وتبرد، وتلقح الحبوب بقطع من المزرعة الفطرية النقية، وتستمر هذه العملية حتى الحصول على كميات تجارية معبأة في أكياس بلاستيكية مفلترة. خلال عملية نمو الفطر على الحبوب يجب رج العبوات من أجل توزيع نمو الفطر بشكل متجانس على كامل سطوح الحبوب في العبوة. وخلال هذه العملية يجب أن تكون الحرارة حوالي 23-24° س. ويعتبر الحفاظ على تجانس توزيع الهواء بين العبوات أثناء التحضين أمراً ضرورياً للحفاظ على تجانس درجات الحرارة ضمن المجال المطلوب. يعتبر الفطر حساس للحرارة ويمكن أن تتأثر قدرته على تكوين الأجسام الثمرية سلباً بتأثير ارتفاع الحرارة.

يعطي الإكثار الخضري سلالات مشابهة وراثياً للسلالات الأم، وأكثر تماثلاً من الناحية الوراثية من طريقة الإكثار الجنسي، وهي الطريقة المتبعة لدى شركات إنتاج البذار التجاري للفطر الزراعي وأغلب الفطور الأخرى. ويتم وفق المراحل التالية:

4-2-1. الحصول على المزرعة الأم Mother culture:

يتم الحصول على المزرعة الأم بإحدى الطرق التالية:

4-2-1-1. زراعة الأنسجة:

- انتخاب أفضل رؤوس الفطر خلال عملية الإنتاج، ويراعى أن تكون سليمة من الأمراض وذات صفات جيدة ولون طبيعي وغير متفتحة القبعة ويجب أن يكون هذا بآخر طور الزر أو في طور

البيضة، وبعمر 24–48 ساعة (الصورة 4) (زيدان وآخرون، 2007؛ الياس، 2008؛ Chang, 2008).

الصورة (4)

جسم ثمري مثالي للسلالة الفرنسية A512، السقيلبية، حماه، 2008.

– يعقم الجسم الثمري سطحياً بهيبوكلوريد الصوديوم بتركيز 0.5 – 1 % لمدة 2–5 دقائق أو ينظف بالكحول 75%. ثم يجفف على ورقة نشاف ضمن غرفة العزل.

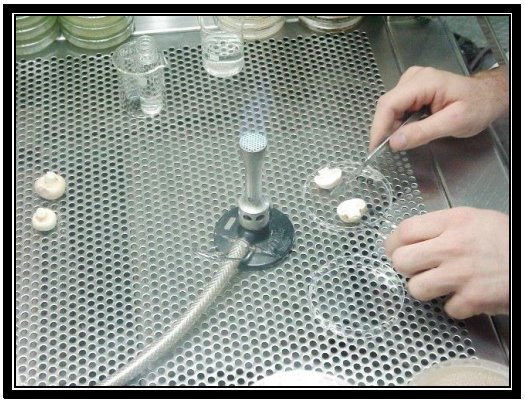
– تؤخذ خزعة من القبعة أو الساق بحجم 3–4 ملم^3، وفي حال أخذها من القبعة يجب أن تكون من منطقة بعيدة عن الصفائح (أنسجة التكاثر الجنسي). علماً أن القبعة هي أنسب جزء لهذه الغاية وخاصة الجزء السفلي منها، والذي يمثل نقطة اتصال القبعة بالساق (أعلى الساق).

– تنقل القطع إلى أطباق بتري تحوي بيئة مغذية مناسبة مثل بيئة PDA.

– تحضن الأطباق عند درجة حرارة 24ْ س وظلام دائم. بعد عدة أيام تبدأ المشيجة بالنمو من هذه القطع حتى تغطي سطح الطبق خلال حوالي 2–3 أسابيع، وبذلك يتم الحصول على ما يسمى بالمزرعة الأم Mother culture (الصور 5، 6، 7، 8)، وتستبعد كل الأطباق التي يظهر عليها التلوث، تحفظ المزرعة الأم عند درجة حرارة 2–4ْ س لمدة 14 يوم، لتنشيطها قبل استخدامها في تلقيح البذار الأم

(زيدان وآخرون، 2007؛ الياس، 2008؛ Eind, 1987; Siden, 1990; Wozniak *et al.*, 2001; Niir, 2004; Stamets, 2000; Oie, 2003).

الصورة (5)



أخذ خزعة من نسيج الجسم الثمري، مركز بحوث حلب، 2005.

الصورة (6)

وضع الخزعة على البيئة المغذية، مركز بحوث حلب، 2005.

الصورة (7)

نمو المشيجة من الخزعة، مركز بحوث حلب، 2005.

الصورة (8)

اكتمال نمو المشية، مركز بحوث حلب، 2005.

4-2-1-2. الحصول على مزرعة نقية من مخابر أخرى:

يعتبر الحصول على مزرعة نقية من المزرعة الأم من المخابر المتخصصة أو من الجامعات أو مراكز البحوث أو الشركات المتخصصة، أحد البدائل الجيدة لزراعة النسج، وهذه المزرعة تمتاز بأنها مختبرة من أجل الإنتاجية، ومضمون نقاؤها (Chang, 2008).

ويمكن الحصول على هذه المرحلة جاهزة، في أنبوب على الآجار المائل، من عدة شركات أوربية وأمريكية (الصورة 9)، وبمواصفات عالية، وفيما يلي بعض مواقع هذه الشركات على شبكة الإنترنيت:

- موقع شركة Mycelia البلجيكية:

WWW.Mycelia.be

الصورة (9)

مرحلة المزرعة الأم كما تسوقها شركة Mycelia البلجيكية.

- موقع شركة Sylvan الفرنسية (Somycel سابقاً):

WWW.Sylvanbio.com

- موقع شركة Italspawn الإيطالية:

WWW.Italspawn.com

4-2-1-3. الحصول على المزرعة الأم من البذار الجاهز:

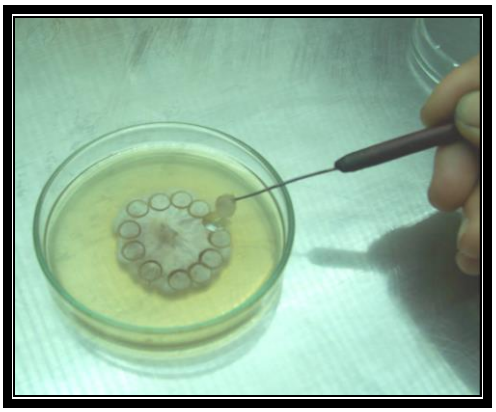
وتنجز هذه العملية بالحصول على بذار جاهز جيد التخزين والنقل ذو مصدر موثوق، ثم ينقل جزء منه إلى بيئة مناسبة تحت ظروف التعقيم، ولهذه الطريقة عدة مساوىء منها الاحتمال العالي للتلوث ، واحتمال حدوث التدهور الوراثي عالي أيضاً إذا تكررت عمليات النقل (Chang, 2008).

4-2-2. تجزئة مشيجة المزرعة الأم للحصول على البذار الأم Mother spawn:

تكاثر مشيجة المزرعة الأم عدة مرات، حيث تقسم بأخذ أقراص من أطباق هذه المزرعة وتلقح بها البيئة الحبية، وهو الأسلوب المتبع لدى منتجي بذار الفطر للحصول على البذار الأم، فبعد الحصول على عدة أطباق مشيجة مكتملة النمو، تحضر البيئة الحبية (Spawn) من حبوب أحد المحاصيل النجيلية، مثل القمح وفق التالي: تغسل الحبوب جيداً، ويستبعد ماء الغسل، ثم تنقع بالماء حتى اليوم التالي، حيث تزال جميع الحبوب الطافية على السطح، تغسل الحبوب مرة ثانية، ثم تسلق لمدة 10-15 دقيقة على الأقل حتى تنتفخ دون أن تنهرس، وتكون نسبة الرطوبة فيها ضمن المجال 48-55 %، (ويمكن إجراء السلق مباشرةً بعد الغسيل إلا أنه يتطلب مدة أطول لتتفتح الحبوب)، ثم تصفى الحبوب، ويستبعد ماء السلق. تنشر الحبوب على بنش للتخلص من الماء الزائد، وتضاف كربونات الكالسيوم وكبريتات الكالسيوم المائية (الجبس)، بمعدل 1% لكل منهما على أساس الوزن الرطب، وتخلط جيداً مع الحبوب، تعبأ الحبوب بأوعية مناسبة ويراعى ملء نصفها إلى ثلثيها فقط وتغلق بالقطن الطبي. تعقم بالأوتوكلاف عند درجة حرارة 121° س لمدة حوالي ساعة ونصف (تعتمد مدة التعقيم على حجم الأوعية). ثم تترك حتى تبرد، وتلقح بأقراص من مشيجة المزرعة الأم (الصورة 10). تحضن عند درجة 24° س، وفي الظلام، وتهز كل أسبوع مرة. حتى اكتمال نمو المشيجة على الحبوب، يكتمل نمو المشيجة بعد حوالي 12-20

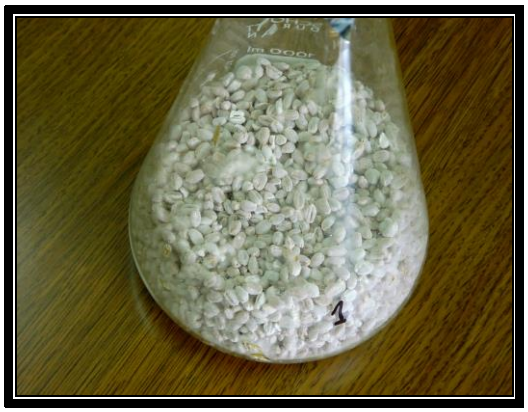
يوم، وتستبعد كل العبوات التي يظهر عليها التلوث. بعد اكتمال النمو نحصل على ما يسمى بالبذار الأم Mother spawn (الصورة 11)، يحفظ هذا البذار عند درجة حرارة 2-4° س لمدة 14 يوم، لتنشيطه قبل استخدامه في تلقيح البذار التجاري (زيدان وآخرون، 2007؛ الياس، 2008؛ Stoller, 1962; Leatham and Stahlman, 1989; Safrag, 2000; Stamets, 2000; Nicholas and Ogame, 2006).

الصورة (10)



تجزئة المزرعة الأم، مركز بحوث حلب، 2005.

الصورة (11)



اكتمال مرحلة البذار الأم، مركز بحوث حلب، 2005.

توفر عدة شركات أوربية وأمريكية هذه المرحلة للمزارعين ومخابر إنتاج البذار ضمن عبوات زجاجية، وهي بمواصفات عالية، ومعدة للإكثار. وأهمها شركة Mycelia البلجيكية (الصورة 12).

الصورة (12)

مرحلة البذار الأم كما تسوقه شركة Mycelia البجيكية.

4-2-3. تجزئة مشيجة البذار الأم للحصول على البذار التجاري Final spawn:

تحضر الحبوب بنفس الطريقة المذكورة آنفاً وتلقح بالبذار الأم وبمعدل: 1 حجم بذار أم/5-10 أحجام بذار تجاري. تحضن الأوعية عند درجة 24ْ س في الظلام، وتهز مرة كل أسبوع. حيث يكتمل نمو المشيجة بعد حوالي 12-15 يوم. وتسمى هذه المرحلة بالبذار التجاري Final spawn (الصور 13، 14، 15)، وتستبعد كل العبوات التي يظهر عليها التلوث. يحفظ البذار التجاري عند درجة حرارة 2-4ْ س لمدة 2 شهرين بحيوية عالية، وتبدأ هذه الحيوية بعدها بالانخفاض تدريجياً، إلا أن البذار يبقى صالحاً للزراعة حتى 4 أشهر (زيدان وآخرون، 2007؛ الياس، 2008؛ Stamets and Chilton, 1983; Stamets, 2000; Oie, 2003). وأشار Oie, (2003) إلى أن نمو المشيجة يتطلب درجات حرارة تتراوح ما بين 18-25ْ م مع ضرورة تجديد الهواء باستمرار في غرف النمو، إذ تتلف المشيجة بعد اكتمال نموها على الحبوب بعد يوم واحد من تعرضها لدرجة حرارة أعلى من 25 ْم.

الصورة (13)

مرحلة البذار التجاري الخاص بمركز البحوث العلمية الزراعية بحلب، 2006.

الصورة (14)

المشيجة محملة على القمح، مركز بحوث حلب، 2005.

الصورة (15)

المشيجة محملة على الذرة البيضاء، مركز بحوث حلب، 2005.

وبشكل عام يجب عدم إكثار المشيجة واعتمادها في الزراعة على نطاق تجاري، أو اعتمادها كمصدر لإنتاج البذار، إلا بعد اختبارها ومقارنة إنتاجيتها مع إنتاجية السلالة الأم. وتوفر هذه المرحلة عدة شركات محلية وعالمية، ضمن أكياس بلاستيكية ذات فلاتر تسمح بالتنفس، وهي بعدة أحجام، وأهم هذه الشركات هي: شركة Mycelia البلجيكية، وشركة Sylvan الفرنسية (Somycel سابقاً)، والمشروع الوطني لإنتاج بذار الفطر في المؤسسة العامة لإكثار البذار.

4-2-3-1. اللقاح السائل Liquid spawn:

يمكن اختصار مرحلة البذار الأم باستخدام تقنية اللقاح السائل، حيث تختصر هذه الطريقة مرحلة من العمل عدا عن الوقت والجهد والعمل. فيكفي طبق واحد مكتمل من المزرعة الأم لتلقيح حوالي 100 وعاء بذار باستخدام هذه الطريقة. ويمكن تطبيقها بأخذ كمية من الماء المقطر المعقم وإضافته إلى المشيجة النامية على أحد أطباق المزرعة الأم النقية والخالية من الملوثات، ثم تكشط المشيجة من على سطح الطبق، وتنقل إلى خلاط مخبري خاص يحوي حجم أكبر من الماء المقطر المعقم، وتُقَطَّعْ هذه المشيجة في الخلاط عند سرعة منخفضة ولمدة 5 ثواني فقط، فيصبح اللقاح السائل جاهزاً للاستخدام، يؤخذ حجم مناسب من هذا اللقاح بواسطة محقن طبي معقم ويلقح به البذار المجهز ضمن أوعية البذار التجاري، تهز الأوعية جيداً لتوزيع اللقاح، وتحضن كما في الفقرة السابقة.

4-2-3-2. المشروع الوطني لإنتاج بذار الفطر في المؤسسة العامة لإكثار البذار:

لقد تمكن فريق العمل في مشروع الفطر الزراعي في مركز البحوث العلمية الزراعية بحلب من وضع تقنية فاعلة ومتكاملة للإنتاج التجاري لبذار الفطر الزراعي بكافة المراحل وذلك بعد عمل متواصل وجهد كبير دام لأشهر عدة، حيث وضع برنامج متكامل من إنتاج البذار وزراعة الفطر حتى تعليبه. قام **السيد د. عادل سفر وزير الزراعة والإصلاح الزراعي** بلفتة كريمة منه بتكريم ومكافأة فريق العمل بموجب القرار الوزاري رقم /479/ تاريخ 2005/5/25، ثم قام السيد الوزير والسيد د. تامر الحجة محافظ حلب والسيد م. سليمان طحان رئيس فرع نقابة المهندسين الزراعيين ود.مجد جمال المدير العام الأسبق للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية بزيارة المعرض الذي أقامه المركز بتاريخ 2006/9/27 عن مراحل دورة إنتاج الفطر الزراعي الكاملة من البذار وحتى الإثمار والتعليب، ثم وجه السيد الوزير كل من الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية والمؤسسة العامة لإكثار البذار وضمن برنامج التعاون المشترك بينهما بنقل تقنية الإنتاج التجاري لبذار الفطر الزراعي إلى المؤسسة ليصار إلى إنتاجه محلياً وبيعه للأخوة المزارعين بأسعار تشجيعية. فقام السيد د. عبد المحسن السيد عمر المدير العام للمؤسسة العامة لإكثار البذار بإحداث المشروع الوطني لإنتاج بذار الفطر الزراعي ضمن مديرية زراعة الأنسجة وشكل فريق عمل لهذا المشروع، حيث خضع هذا الفريق لدورة تدريبية في مركز البحوث العلمية الزراعية بحلب من تاريخ 4 –

2007/11/29، نقلت تقنية إنتاج البذار بموجبها إلى المؤسسة، ثم قام السيد المدير العام للمؤسسة بتشكيل فريق عمل مشترك من المؤسسة والهيئة بموجب القرار رقم /2148/ تاريخ 2007/11/18 مهمتها نقل تقنية إنتاج مشيجة الفطر الزراعي من الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية إلى المؤسسة العامة لإكثار البذار والإشراف الكامل على عملية الإنتاج، عقد الفريق المشترك اجتماعات درست فيها الإمكانيات المتوفرة لدى المؤسسة وحددت الإمكانيات التي يجب توفيرها، واتخذت كل الإجراءات اللازمة للإقلاع بالمشروع الوطني، زود المركز المشروع بسلالات نوعي الفطر الزراعي *Agaricus bisporus* والمحاري *Pleurotus ostreatus* التي اختبرها المركز من حيث الإنتاجية وملاءمتها لظروف الزراعة في سورية ولذوق المستهلك وشروط السوق المحلية. ووضعت الخطوط العامة لخطة إنتاج تغطي حاجة السوق المحلية يتم بلوغها تدريجياً وفق برنامج زمني مدروس كخطوة أولى، وبدأ العمل في المشروع حتى تمكن من توزيع كميات تجريبية من البذار على بعض المزارعين النشيطين الذين رشحهم المركز من المتعاونين معه والموثوقين، وذلك في النصف الثاني من العام 2008، ثم قام المشروع الوطني بتسعير لتر البذار بـ 175 ل.س. وأصبح هذا البذار متوفراً لجميع المزارعين مع بداية العام 2009. يوفر المشروع البذار ضمن أكياس بلاستيكية خاصة ذات فلاتر تسمح بالتنفس سعة 5 لتر (الصورة 18)، ويوصي مركز البحوث العلمية الزراعية الأخوة المزارعين باعتماد بذار المشروع الوطني لأنه ذو مواصفات جيدة وينافس البذار المستورد من حيث السعر، حيث أن موزعي البذار المستورد يبيعونه بسعر 450 – 600 ل.س للتر الواحد (الصور 16، 17، 19).

لمزيد من المعلومات يرجى مراجعة الرابط التالي على شبكة الإنترنيت:

WWW.GOSM.GOV.SY

الصورة (16)

تعقيم الحبوب في مؤسسة اكثار البذار، حلب، 2009.

الصورة (17)

تلقيح الحبوب في مؤسسة اكثار البذار، حلب، 2009.

الصورة (18)

البذار التجاري في أكياس 5 لتر الخاص بمؤسسة الاكثار، حلب، 2009.

الصورة (19)

ثمرة التعاون المشترك بين هيئة البحوث ومؤسسة الاكثار، حلب، 2009.

5. الشروط الواجب توفرها في البذار الجيد:

- أن تغطي المشيجة جميع سطوح الحبوب المحمل عليها.
- رائحة المشيجة زكية (رائحة الفطر).
- لون البذار أبيض ناصع.
- خالٍ من أي ألوان غريبة (أخضر، أصفر، أسود، أزرق، بني، زهري....)
- ذو حيوية عالية (Stamets and Chilton, 1983; Oie, 2003).

6. حفظ وتخزين البذار (Spawn) التجاري ومشيجة المزرعة الأم Mother culture:

لا يمكن حفظ البذار في جو الغرفة أكثر من أسبوع، ويمكن حفظه في البراد لمدة 2-4 أشهر عند درجة حرارة 2-4 ْس محتفظاً بحيوية عالية.

إن المزرعة الأم المثالية للفطر يجب أن تكون خالية من أي نوع من الملوثات أو أي قطاع شاذ في النمو. تتضمن الملوثات الفطور الأخرى والبكتريا والحشرات والعناكب، والتي يمكن أن توجد في المزرعة الفطرية، ولذلك عندما يتم الحصول على مزرعة الفطر لأول مرة يجب أن تنقل عدة مرات إلى بيئة حديثة التحضير من أجل التأكد من خلوها من أي ملوثات. أما القطاع الشاذ فهو أي نموذج من نمو المشيجة والذي يختلف من حيث سرعة أو نمط النمو أو اللون أو بأي طريقة أخرى عن المظهر النموذجي للسلالة الموجودة. عادةً ما تلاحظ قطاعات بشكل منطقة ذات نمو أكثر سرعة قرب حافة النمو، ويمكن أن يحصل هذا النمو المختلف من حافة المزرعة. ومن المظاهر غير العادية التي يمكن أن تلاحظ في المزرعة هي نمو مشيجة زغبية هوائية أو مطاطية أو سميكة، وحتى تغيرات في لونها مثل اللون البني أو الأسود. إن هذه الانحرافات سوف تؤثر في إنتاجية المزرعة لذلك فإن عملية التعرف عليها واستبعادها من عملية الإكثار لإنتاج البذار يعتبر أمراً في غاية الأهمية. ولا يوجد فحص مخبري من أجل التأكد من أداء المزرعة الأم لذلك لابد من إجراء تجارب عملية من أجل معرفة إنتاجية المزرعة من حيث

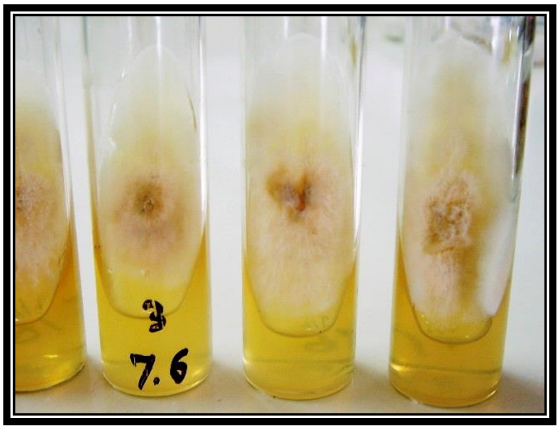
الغلة والحجم واللون وشكل القبعة وأي مواصفات أخرى مرغوبة، أو أي عوامل نمو منتخبة، ثم تقارن مع مزارع أخرى.

تحفظ عزلات سلالات الفطر بعدة طرق من أهمها:

6-1. الآجار المائل Slant agar:

تحضر البيئة المغذية وتصب في أنابيب اختبار وتسد هذه الأنابيب بالقطن وتعقم في الأوتوكلاف، ثم تخرج وهي ساخنة وتوضع بشكل مائل وتترك لتبرد وتتصلب بالوضع المائل. تُلَقَّحْ هذه الأنابيب بالمشيجة، وتحضن حتى تنمو بشكل جيد (الصورة 20)، ثم تحفظ في البراد عند درجة حرارة 2 ْس. يمكن بهذه الطريقة حفظ السلالات لمدة 2-4 أشهر لكافة أنواع الفطر (Stamets and Chliton, 1983; Oie, 2003).

الصورة (20)



حفظ المزرعة الأم على الآجار المائل، مركز بحوث حلب، 2006.

6-2. الحفظ تحت الزيت المعدني:

تحضر الأنابيب بنفس الطريقة السابقة، وبعد نمو المشيجة بشكل جيد يضاف إليها الزيت المعدني بارتفاع 1 سم فوقها، ثم تحفظ في البراد عند درجة حرارة 2 ْس. لكن الأنابيب يجب أن تكون ذات غطاء محكم القفل. والزيت المعدني يجب أن يكون قد عقم بالأوتوكلاف عند الدرجة 121 ْس ولمدة لا تقل عن ساعة واحدة. ويمكن حفظ العزلات بهذه الطريقة لمدة 1-3 سنوات، وتستخدم هذه الطريقة لحفظ الفطور المحللة للأخشاب (Stamets and Chliton, 1983; Oie, 2003).

6-3. الحفظ بالآزوت السائل:

توضع المشيجة بأوعية مناسبة ضمن عبوة مناسبة، ثم تتجمد بالصعق بإلقائها في الآزوت السائل، ثم تحفظ بالتجميد العميق عند درجة حرارة -80° س، ويمكن حفظ المشيجة بهذه الطريقة لعدة سنوات، وتتميز هذه الطريقة بإمكانية استخدامها لكافة أنواع الفطور. إلا أنها تتطلب خبرة فنية عالية وتجهيزات خاصة، وهي تناسب الجامعات ومراكز البحوث والشركات الكبرى (Sanantonio, 1979; Smith, 1982).

6-4. الحفظ بالدبال:

يعتبر الدبال أفضل وسط لنمو مشيجة الفطر الزراعي، لأنه يحتوي على جميع العناصر الغذائية الضرورية له، وبالتالي فهو وسط مناسب لحفظ المشيجة عليه، وذلك بعد عملية بسترته وتعقيمه التام، ويمكن حفظه لمدة سنتين بهذه الطريقة، بالإضافة إلى أنها تخفف من خطورة تدهور السلالة. ويتم تحضيره بالطريقة التالية:

ترطب 300 غ من الدبال المبستر بـ 1 ليتر ماء صنبور، ثُمَّ يغسل الدبال 3 مرات بالماء الحار للتخلص من الغازات التي يمكن أن تتكون في الأنابيب أثناء التعقيم. يعبأ ¼ الأنبوب، ويُعَقَّم عند درجة حرارة 121° س وضغط 1 بار لمدة ساعتين، تكرر عملية التعقيم مرة أخرى في اليوم التالي، ثُمَّ يلقح بالمشيجة بعد أن تبرد الأنابيب، وتحضن حتى اكتمال النمو، ثم تخزن في البراد عند الدرجة 2-4° س لحين استخدامها (Oie, 2003).

الفصل الرابع

4. تحضير مهد زراعة الفطر الزراعي *Agaricus bisporus*

إعـــداد

م. حجازي مندو د. عمر عتيق

1. مقدمة:

على الرغم من أن الفطر الزراعي يستطيع النمو في أية حجرة، أو بناء مظلم أو مغارة أو منجم مهجور أو مقلع قديم أو أقبية المنازل والأبنية، لكن نجاح زراعته تجارياً، يتطلب إنشاء أبنيةً وأماكن خاصة، مجهزة تجهيزاً جيداً مخصصاً لهذا الغرض. فصحيح أن هذا الفطر يستطيع النمو في الأماكن سابقة الذكر وفي الطبيعة ببساطة، ولكن إنتاجه لا يرقى كماً ونوعاً في هذه الأماكن إلى ما هو عليه الحال في المزارع المتخصصة عالية التجهيز، والتي يصل فيها إنتاج المتر المربع الواحد من سطح الدبال إلى 30 كغ/م^2 بالمتوسط، ويصل في بعض المفاطر في الدول المتقدمة إلى 45 كغ/م^2 أو أكثر.

تتلخص عملية زراعة الفطر الزراعي بالمراحل التالية: إنتاج البذار وتخزينه، تخمير الدبال (الطور الأول للتخمير، والطور الثاني للتخمير)، الزراعة، انتشار المشيجة على كامل الدبال، التغطية، انتشار المشيجة على تربة التغطية، ظهور بداءات الأجسام الثمرية، نمو الأجسام الثمرية، القطاف. وتعتبر المراحل السابقة المراحل الأساسية في حلقة إنتاج الفطر الزراعي. ويجب في كل مرحلة منها إعادة ضبط كل من درجة الحرارة، وتركيز غاز ثاني أكسيد الكربون، ورطوبة الهواء النسبية، حسب المرحلة، حيث أن لكل مرحلة ما يناسبها، من الشروط الثلاثة السابقة، والتي تختلف عنها في المراحل الأخرى.

وبالرغم من أن الوصف السابق لزراعة الفطر قد يبدو بسيطاً، فإن عملية تحضير وبسترة الدبال، تعتبر عملية على درجة عالية من التعقيد، وقد ترقى لأن تكون صناعة قائمة بذاتها. فيفضل للمزارعين الهواة والمبتدئين أن يحصلوا على الخبرة اللازمة لزراعة الفطر الزراعي، من مفطرةٍ قائمةٍ، قبل المضي قدماً نحو إنشاء مفاطرهم الخاصة (Beyer, 2003).

2. أنواع الدبال:

2-1. الدبال الطبيعي:

تستعمل فرشة إسطبلات الخيول (90% قش، 10% روث وبول الخيول) في تصنيع وتجهيز الدبال اللازم لزراعة الفطر الزراعي، ويعتبر هذا الدبال نموذجياً، لاحتوائه على جميع الاحتياجات الغذائية اللازمة لنمو مشيجة الفطر الزراعي، وإثماره. ولكن هناك صعوبة في منطقتنا بالاعتماد على هذا النوع من الدبال، نظراً لعدم توفر روث الخيول، بصورة مستمرة، وبكميات تجارية (Beyer, 2003).

2-2. الدبال الصناعي:

نظراً لعدم احتواء الفطر الزراعي على الكلوروفيل، كما في النباتات الخضراء، فهو بحاجة إلى مواد غذائية جاهزة، أهمها الكربوهيدرات والبروتين، والتي يستمدها من البيئة المحيطة به عن طريق التحليل، لذلك فمن الضروري تحضير وسط غذائي انتخابي ملائم لنموه، يسمى هذا الوسط الدبال

(Compost) أو المهد (Substrate). وعندما يتم تحضير الدبال بشكل جيد، يكون الغذاء متاحاً بشكل انتخابي للفطر الزراعي، وليس لأي نوع آخر سواه. حيث يوقف المزارع عملية التحلل في مرحلة معينة من مراحل التخمير، ويزرع بذار الفطر، متيحاً بذلك للفطر الزراعي أن يصبح هو الكائن السائد، الذي ينمو ويسيطر على هذا الوسط، ويمنع الكائنات الأخرى من النمو (Stamets and Chilton, 1983; Beyer, 2003).

يتألف الدبال الصناعي من خلطات مناسبة من المخلفات النباتية والحيوانية، غير فرشة إسطبلات الخيول. حيث يمكن استخدام الكثير من المخلفات الزراعية، والصناعية في تحضيره، ويتوقف ذلك على توفر هذه المخلفات، وأسعارها.

وتتألف الخلطة من مكونين رئيسين هما مصدر للكربوهيدرات، ومصدر للآزوت، مع ضرورة إضافة مكمل سمادي، وجبس. فإذا كانت مكونات الخلطة تحوي نسبة عالية من النتروجين، فيجب إضافة مكون آخر، يحتوي نسبة عالية من الكربوهدرات، وتضاف المكملات السمادية حسب عوز الخلطة الناتجة لعناصر معينة، أما الجبس فيضاف لتأمين حاجة الفطر من عنصر الكالسيوم، وإعطاء مكونات الخلطة القوام المفكك لمنع التصاق بعضها ببعض، فالالتصاق يثبط عملية التهوية في حال حدوثه. ويضاف الجبس بمعدل 50–85 كغ/طن على أساس الوزن الجاف للمكونات، وينصح بإضافة المعدل بحده الأعلى عند استخدام ذرق الدواجن كمصدر للآزوت في الخلطة.

وتعتبر مخلفات المحاصيل النجيلية من أكثر مصادر الكربوهيدرات شيوعاً في كثير من الدول المنتجة للفطر الزراعي مثل: قش القمح، قش الشعير، قش الشوفان، قش الشيلم، قش القمحيلم (التريتيكالي)، عرانيس الذرة المطحونة، وأكثرها توفراً في سورية هو قش القمح.

أما مصدر الآزوت فهو عبارة عن بعض مخلفات الحيوانات مثل: ذرق الدواجن ويعتبر من أكثر مصادر النتروجين شيوعاً ورخصاً، روث الأبقار والأغنام والماعز، والأسمدة المعدنية الآزوتية المختلفة مثل: اليوريا، نترات الأمونيوم، سلفات الأمونيوم.

أما المواد التي تستخدم كمكملات للنمو، فهي بعض المواد البروتينية، والآزوتية، والزيتية، والسكرية، ولكل من هذه المواد دور واستخدام محدد. وهذه المكملات هي عبارة عن منتجات ثانوية لصناعات عصر الحبوب، والصناعات الغذائية، وصناعات الخمور مثل: كسبة بذور القطن، قشور بذور القطن، كسبة بذور فول الصويا، كسبة السمسم، كسبة بذور دوار الشمس، كسبة فستق العبيد، كسبة الذرة الصفراء، تفل الشوندر السكري والمولاس، تفل الشعير الناتج عن صناعة البيرة، تفل التفاح الناتج عن صناعة الخل، تفل العنب الناتج عن صناعة الخل والخمور، نخالة القمح، نخالة الذرة الصفراء، نخالة الأرز (Beyer, 2003).

تستخدم الكثير من الخلطات في تحضير دبال زراعة الفطر الزراعي، ويعتبر المعيار الأساسي في توليف مكونات الخلطة، هو وجود مصدر للكربوهيدرات، ومصدر للآزوت بشكل متوازن، بحيث يكون

محتوى مكونات الخلطة من عنصر الآزوت N عند البداية ضمن المجال 1.5–1.7% على أساس الوزن الجاف، وتكون نسبة N/C تساوي 1/30 في مكونات الخلطة الجافة، و1/20 عند نهاية طور التخمر الأول، و1/17 عند الزراعة (نهاية طور التخمر الثاني)، ومحتوى الدبال المائي عند الزراعة ضمن المجال 71–73%، ورقم حموضتها حول المتعادل أي pH = 6.8 – 7.5 (Stamets and Chilton, 1983).

تستخدم عادةً في عملية تحضير الدبال سلسلةً من عمليات التحلل، لإنتاج وسط زراعة انتخابي للفطر الزراعي، تحت شروط منظمة ومتحكم بها، من الحرارة والرطوبة والتهوية. وتقسم هذه العملية إلى طورين هما: طور التخمر الأول (Phase I)، وطور التخمر الثاني (Phase II)، بحيث يزود الدبال بالعناصر الضرورية لنمو الفطر الزراعي، ويؤمن الظروف البيئية المناسبة للتحولات الكيميائية والحيوية. ويعتبر نجاح عملية تحضير الدبال من الأمور الأساسية لنجاح زراعة الفطر الزراعي، وهذه هي مسؤولية المزارع (Stamets and Chilton, 1983; Beyer, 2003).

3. مكونات الدبال الصناعي المستخدم في سورية:

تعتبر الخلطة التالية من الخلطات العملية الناجحة قليلة التكلفة في سورية، وتتكون من المكونات التالية:

- 1000 كغ قش قمح مقطع بطول من 5 – 10 سم (مصدر للكربوهيدرات) (الصورة 21).
- 800 – 1000 كغ ذرق دواجن (مصدر للآزوت) (الصورة 22).
- 40 كغ كسبة بذور القطن، أو كسبة فول الصويا.
- 80 كغ جبس زراعي (كبريتات الكاليسيوم المائية).
- 4–4.5 م^3 ماء (صالح للزراعة) (Stamets and Chilton, 1983; Stamets, 2000; Oie, 2003; Beyer, 2003).

الصورة (21)

بالات قش القمح، حيان، حلب، 2005.

الصورة (22)

ذرق الدواجن، حيان، حلب، 2005.

ينتج عن الكميات السابقة حوالي 2.0–2.4 طن دبال متخمر ومبستر وجاهز للزراعة. ترتبط كمية الإنتاج المتوقعة من الفطر، بوزن المادة الجافة للدبال المستخدم في الزراعة، ولذلك فإنه لتأمين الكثافة المثالية للدبال، أهمية عالية في الحصول على إنتاج عالي، وهذا يوجب أن تكون الخلطة ثقيلة، من أجل تأمين نسبة عالية من الوزن الجاف (Stamets and Chilton, 1983; Stamets, 2000; Oie, 2003).

4. الطرق المتبعة لتحضير الدبال في العالم:

4–1. الطريقة الطويلة Long Composting Method:

وهي الطريقة الأكثر شيوعاً في سورية حتى اليوم ومن عيوبها الفقد الكبير في المادة الجافة لمكونات الدبال والذي يصل حتى 40% في كلا طوري التحضير الأول والثاني، ومن محاسنها سهولة تطبيقها دون الحاجة لآلات التحضير وسنتعرض لها بشيء من التفصيل بسبب أهميتها في سورية في الفقرة 5.

4–2. الطريقة القصيرة Sort Composting Method:

طورت هذه الطريقة من قبل الدكتور جيمس سندن، وهي الطريقة المعتمدة لدى معظم مزارعي الفطر الزراعي في الدول المتقدمة وهي مناسبة للمزارع التي تملك آلات تحضير الدبال، وخطوات إجراء هذه الطريقة هي باختصار:

- **اليوم 0:** يفك قش القمح من البالات، ويرطب بالماء جيداً، ثم يكوم أو يوضع على شكل كومة طويلة قليلة الارتفاع 60–90 سم، ويرطب يومياً.
- **اليوم 3:** تضاف كمية ذرق الدواجن كاملة، وتخلط بالقش بشكل متجانس، ويرطب كل منهما جيداً ويجب تفادي الوصول لدرجة جريان الماء، ثم تكوم المكونات من جديد.
- **اليوم 7:** يعاد خلط المكونات ويضاف الماء حسب الحاجة، ثم تكوم المكونات من جديد.
- **اليوم 10:** تقلب الكومة، بحيث تدخل الأجزاء الخارجية إلى الداخل، وتخرج الأجزاء الداخلية إلى الخارج، وترفع الأجزاء السفلية إلى الأعلى وتوضع الأجزاء العلوية في الأسفل. مع الحرص على إضافة أكبر كمية من الماء دون جريانه، ثم تسوى المكونات على شكل مسطبة بالأبعاد: 150 سم ارتفاع × 180 سم عرض × الطول حسب الكمية، ويجب أن تكون الجوانب الشاقولية ويجب ضغطها للأسفل حتى تصبح المسطبة مرصوصة.
- **اليوم 13 التقليب الأول:** يضاف الجبس، وتقلب المسطبة بالطريقة السابقة، ويضاف الماء حسب الحاجة. وتجرى عملية التسطيب من جديد، مع الحفاظ على الأبعاد السابقة، والحرص على المسطبة مضغوطة.

- **اليوم 16 التقليب الثاني:** تقلب المسطبة ويضاف الماء حسب الحاجة، ويعاد تسطيبها مع المحافظة على الأبعاد السابقة.
- **اليوم 19 التقليب الثالث:** تقلب المسطبة تخلط المكونات جيداً ويضاف الماء حسب الحاجة، ويعاد التسطيب مع إنقاص العرض إلى 150 سم. ويمكن نقله للبسترة إذا كان جاهزاً.
- **اليوم 22:** ينقل للبسترة إذا كان جاهزاً، أو تستمر عملية التقليب والتسطيب بفاصل يومين حتى يصبح جاهزاً (Stamets and Chilton, 1983).

4-3. الطريقة السريعة خلال 5 أيام 5-Day Express Composting Method:

يهدف تقصير مدة طور التخمر الأول إلى الحفاظ على المادة الجافة للخلطة والتقليل من الهدر فيها عن طريق استهلاكها من قبل الكائنات الحية الدقيقة المُحَلِلَة المختلفة، وتقلل هذه الطريقة الفقد في المادة الجافة لمكونات الخلطة إلى 20-25% وتختصر مدة التخمر إلى 8-10 أيام (5 أيام مدة الطور الأول و3-5 أيام مدة الطور الثاني)، وفيما يلي خطوات تنفيذها باختصار ولكن يجب الانتباه إلى أن هذه الطريقة خاصة بالدبال الطبيعي:

- **اليوم 0:** يُأخذ طن واحد من فرشة اسطبلات الخيول، رطوبته 50% ونسبة الآزوت فيه 1.0-1.1% (قش قمح + روث الخيول + بول الخيول)، يخلط جيداً ثم يسطب بالأبعاد القياسية.
- **اليوم 2 التقليب الأول:** يُضاف 11.25 كغ من سماد كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2SO_4$. وتُرطب كل المكونات بحوالي 450 لتر ماء، ثم يعاد التسطيب من جديد.
- **اليوم 4 التقليب الثاني:** يُضاف 33.75 كغ من كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ (سبيداج)، يُضاف 180 لتر ماء تُخلط المكونات جيداً ثم تُسَطَّب من جديد.
- **اليوم 5 :** تُخلط المكونات جيداً ثم تُنقل للبسترة في نفق البسترة وتُبَستر حسب الطريقة العادية (Stamets and Chilton, 1983).

5. الإدارة الناجحة لعملية تحضير الدبال الصناعي في سورية حسب الطريقة الطويلة:

يهدف طور التخمر الأول إلى إعداد الخلطة، وإتمام معظم عمليات التخمر الهوائية، لإنتاج الدبال. أما طور التخمر الثاني فيهدف إلى بسترة الدبال واستكمال عمليات التخمر الهوائية، وإجراء عملية التكييف (Stamets and Chilton, 1983; Beyer, 2003).

5-1. طور التخمر الأول (Phase I):

5-1-1. النظام التقليدي ذو الأرضية الإسمنتية المُسْمَطة المتبع في سورية:

تُعتبر الأرضيات الإسمنتية ضرورية في عملية إعداد الدبال، وتخميره، وكذلك آلة التقليب وبوك أو جرار مُزود بسطل لتلقيمها في حالة المفاطر الكبيرة، وتتم عملية التخمير تحت مظلة ذات أرضية إسمنتية (الصورة 23).

يطبق معظم المزارعين مرحلة النقع قبل التخمير، حيث أن مكونات الخلطة تكوم على شكل كومة كبيرة، وترطب لعدة أيام، لكي تلين ويزداد محتواها من الماء. وتكون مدة النقع قبل التخمير 3–15 يوماً، تُقَلَّب الكومة خلالها يومياً أو كل بضعة أيام. ويمكن إعادة استعمال الماء خلال عملية تحضير وتخمير الدبال، على شكل دورة مغلقة للماء، حيث يجمع الماء في خزانات إسمنتية، وتتم تهويته، وإعادة استعماله لنقع مكونات الخلطة التالية. يبدأ بعد هذه المرحلة طور التخمر الأول، بخلط وترطيب المكونات، وتجمعها على شكل مسطبة طويلة بجوانب مضغوطة ومركز مفكك وبالأبعاد التالية: العرض 150–180 سم × الارتفاع 150–180 سم × الطول حسب الكمية.

تستخدم آلة التسطيب لتشكيل المسطبة وتقليبها، حيث تقوم هذه الآلة بتقليب مكونات الخلطة وتزويدها بالماء وإضافة المكملات الآزوتية والجبس وخلطها، وتعيد تشكيل المكونات على شكل مسطبة من جديد.

الصورة (23)

مظلة التخمير ذات الأرضية الإسمنتية، حيان، حلب، 2005.

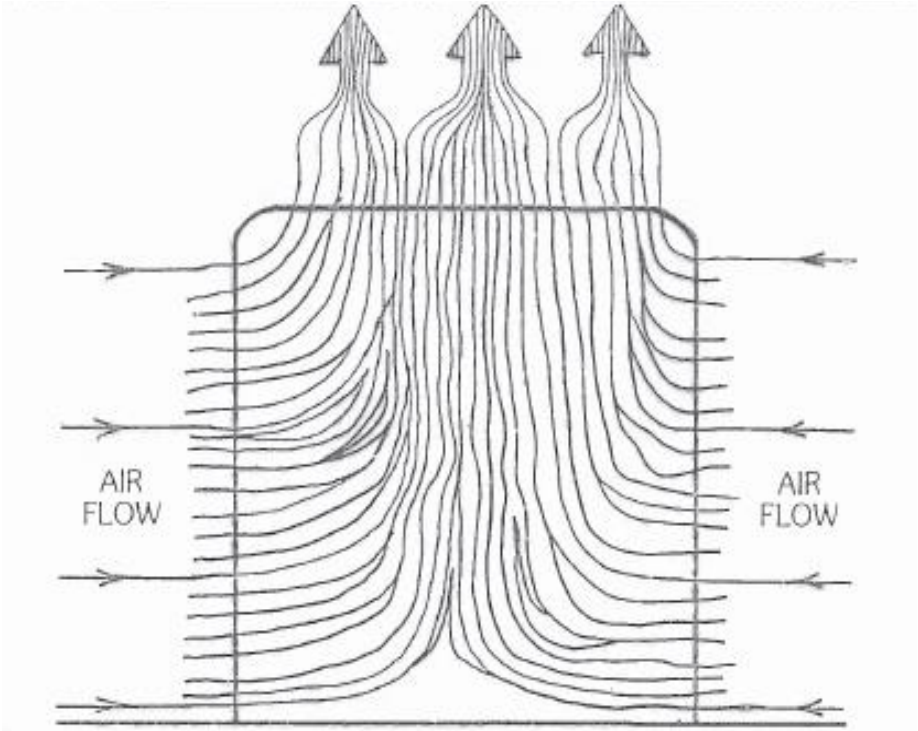
بعد خلط مكونات الخلطة وتسطيبها، تبدأ عملية التخمر الهوائي، الناتجة عن نشاط الميكروبات الموجودة في مكونات الخلطة. ينشأ من هذه العملية نشر للحرارة، وإطلاق لغازي الأمونيا وCO_2، ويتوقف نشاط الكائنات الحية الدقيقة عند ارتفاع درجة الحرارة إلى 70° س، وتبدأ التفاعلات الكيميائية البحتة. إن أحد أهداف الطور الأول من تحضير الدبال هو تجميع وحفظ المركبات الكربوهيدراتية.

وتحويل كمية ونوعية النيتروجين الموجود في الخلطة إلى صورة جديدة تستفيد منها الكائنات الحية الدقيقة في الطور الثاني، حيث يتحول النيتروجين في النهاية إلى غذاء مناسب للفطر الزراعي.

يجب تأمين كميات كافية من الرطوبة والأوكسجين والآزوت والكربوهيدرات خلال عملية التخمر، وإلا سوف تتوقف هذه العملية، وهذا هو سبب إضافة الماء، والمواد المكملة بين الحين والآخر إلى الخلطة، وتقليبها من أجل تحسين عملية التهوية وتعويض الرطوبة. تجري عملية التهوية بصورة طبيعية للمسطبة عن طريق التبادل الحراري في الهواء الطلق. حيث تدفع الحرارة العالية للخلطة أثناء التخمر الهواء المحيط للتغلغل من جوانب المسطبة نحو المركز، وحالما يسخن هذا الهواء في المركز يندفع باتجاه أعلى المسطبة ومنه إلى الخارج، ويشار عادة إلى هذه العملية (بتأثير المدفأة)، لذلك يجب أن تكون أطراف المسطبة مضغوطة وكثيفة، في حين أن مركز المسطبة يجب أن يكون رخواً ومفككاً خلال الطور الأول من عملية التخمر الشكل (3).

يؤدي نقص الهواء إلى التحول إلى التخمر اللاهوائي. حيث يصبح القش أكثر ليونةً إلى درجة الرخاوة، وتصبح المكونات أقل صلابة، وفي نفس الوقت تتزايد كثافة الخلطة، وبذلك تقل كمية الهواء الواصل إلى مركز المسطبة من الأسفل. ويمكن أن يحدث نقص الأوكسجين عند إضافة كميات كبيرة من المياه إلى مكونات الخلطة، قبل أن تتولد حرارة كافية لدفع الهواء إلى الأعلى داخل المسطبة. وتتشكل المركبات الكيميائية الضارة، والأحماض العضوية تحت الظروف اللاهوائية، لذلك فإن تحضير الدبال تحت الظروف الهوائية يقلل من توليد الروائح الكريهة، وهو الأفضل بالنسبة لزارعة الفطر.

الشكل (3) انتقال الهواء بتأثير المدفأة في المسطبة



5-1-2. الإدارة الناجحة لطور التخمر الأول بالنظام التقليدي في سورية:

الجدول الزمني للأعمال المنفذة خلال الطور الأول:

- **اليوم 0:** يُفَكّ قش القمح من البالات وتُرطب كافة أجزاء الكمية بالماء جيداً، حيث يُوضع القش تحت رذاذ مائي مستمر ضمن دورة مغلقة للماء، تُجمع مياه الترطيب الزائدة في أحواض خاصة ليعاد استخدامها بشكل مستمر (الصور 24، 25).
- **اليوم 5:** تقليب القش وإضافة المزيد من الماء، ثم يُجَمَّع فوق بعضه البعض على شكل كومة طويلة (حسب الكمية، يلزم عادةً لكل 1 طن قش حوالي 3 م طول) (الصورة 26).
- **اليوم 7:** تُضاف كمية ذرق الدواجن كاملة، وتُخلط بالقش بشكل متجانس، وتُرَطب المكونات أثناء ذلك، ثم تُكوم من جديد.

الصورة (24)

حمام نقع القش، حيان، حلب، 2005.

الصورة (25)

عملية نقع القش، حيان، حلب، 2005.

الصورة (26)

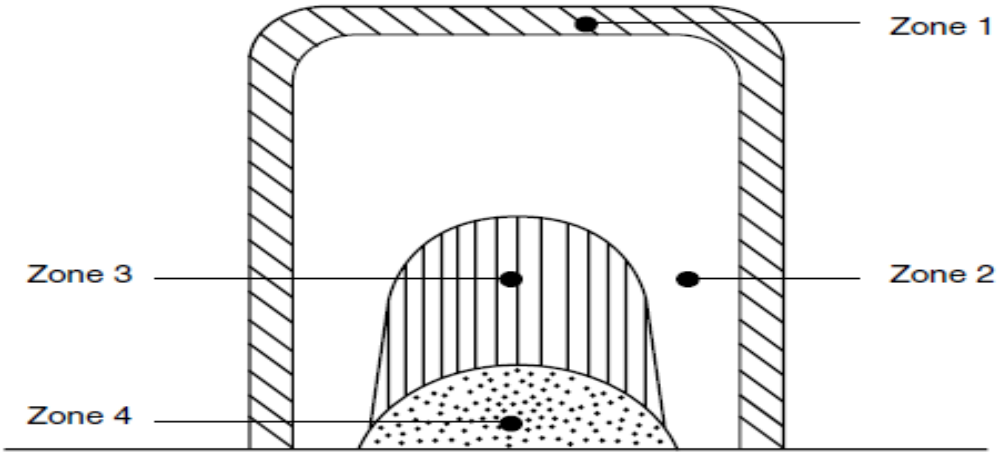
تكويم مكونات الخلطة، حيان، حلب، 2005.

- **اليوم 10:** تُضاف كمية الكسبة كاملةً، وتُوَزع على كافة أجزاء الخلطة بشكل متجانس، مع تقليب الكومة، بحيث تدخل الأجزاء الخارجية إلى الداخل، وتخرج الأجزاء الداخلية إلى الخارج، وترفع الأجزاء السفلية إلى الأعلى وتوضع الأجزاء العلوية في الأسفل. مع الحرص على

ترطيب كافة أجزاء الخلطة، ثم تسوى المكونات على شكل مسطبة ذات الأبعاد: 120 سم ارتفاع × 180 سم عرض × الطول حسب الكمية، ويجب أن تكون الجوانب الشاقولية مرصوصة والمركز (النواة) مفكك. ويتم ذلك إما باستخدام قالب خشبي بسيط (الصور 27، 28)، أو باستخدام آلة التسطيب في المفاطر الكبيرة المُمَكْنَنَة (الصورة 29). ويُراعى أن تكون جوانب المسطبة شاقولية ومضغوطة، أما مركزها فيجب أن يبقى مفككاً.

الهدف من التسطيب هو تهيئ الظروف ضمن المسطبة لتناسب نمو الفطور الشعاعية المحبة للحرارة التي تعيش ضمن المجال الحراري 45 – 55° س، والتي تحلل مكونات الخلطة وتحول النشادر والأمونيا إلى بروتين ضمن أجسامها، وتشكل هذه الفطور غذاء الفطر الزراعي عندما تموت لاحقاً. ويبين الشكل (4) المناطق الحرارية على مقطع عرضي في مسطبة الدبال.

شكل (4) مقطع عرضي ضمن مسطبة الدبال في الطور الأول للتخمر Phase I



المنطقة 1: وهي منطقة القشرة الخارجية، وتكون درجة الحرارة فيها منخفضة وهي حوالي 35° س وتكون التهوية جيدة والرطوبة منخفضة حيث تتعرض هذه المنطقة للجفاف، ويكون نمو الفطور الشعاعية فيها ضعيف وبالتالي التخمر ضعيف.

المنطقة 2: درجة الحرارة ضمن المجال 55–60° س وهو المجال المثالي لنمو الفطور الشعاعية، وتكون التهوية ممتازة والرطوبة ممتازة، وهذه المنطقة مثالية لنمو الفطور الشعاعية، حيث يكون التخمر الهوائي ممتاز، وينتج في هذه المنطقة دبال مناسب لزراعة الفطر الزراعي.

المنطقة 3: درجة الحرارة ضمن المجال 70–80° س وهي مرتفعة جداً، حيث يتوقف نشاط الكائنات الحية عند هذه الحرارة، وتكون التهوية محدودة والرطوبة مرتفعة جداً، حيث يتوقف التخمر الحيوي وتبدأ عمليات الحرق الكيميائي للمادة الجافة، مما يسبب هدر في المادة الجافة دون جدوى.

المنطقة 4: درجة الحرارة حوالي 35° س وهي منخفضة والتهوية تكاد تكون معدومة مما يسمح بتشكل ظروف لاهوائية ضمن هذه المنطقة، حيث تنشط البكتريا اللاهوائية، وتقوم بعمليات التخمر اللاهوائي، فتطلق الروائح الكريهة، وتسبب الليونة والرخاوة في مكونات الخلطة.

نلاحظ مما سبق أن الظروف المثالية للتخمر الهوائي المرغوب لإنتاج الدبال المناسب لزراعة الفطر الزراعي محدودة في المنطقة 2 من المسطبة، والمناطق الأخرى تنتج دبال سيء، وللحد من الخسارة في المناطق 1 و3 و4 وتحسين ظروف التخمر فيها لا بد من إجراء التقليب المتكرر للمسطبة، حيث تُخْلَط مكونات المناطق الأربعة لتوحيد ظروف التخمر فيها وزيادة تجانس مكونات الخلطة، فالتقليب يرفع الرطوبة والحرارة في مكونات المنطقة 1، ويوزع مكونات المنطقة 2 على باقي المناطق مما ينشر العدوى بالفطور الشعاعية المرغوبة لزيادة فعالية التخمر الهوائي، ويخفض الحرارة والرطوبة ويرفع التهوية في مكونات المنطقة 3، ويزيد التهوية والحرارة ويخفض الرطوبة في مكونات المنطقة 4 اللاهوائية.

الصورة (27)

تسطيب الخلطة باستخدام قالب خشبي، جبل الحص، حلب، 2004.

الصورة (28)

المسطبة، سلمية، حماه، 2007.

الصورة (29)

آلة التقليب والتسطيب، حيان، حلب، 2005.

- **اليوم 16 التقليب الأول:** تقلب المسطبة بالطريقة السابقة، وترطب أجزاء الخلطة حسب الحاجة. وتجرى عملية التسطيب من جديد، مع الحفاظ على الارتفاع والطول، وإنقاص العرض حسب انخفاض حجم المكونات نتيجة التخمر.
- **اليوم 20–22 التقليب الثاني:** تضاف كمية الجبس الزراعي كاملةً قبل التقليب على السطح العلوي للمسطبة، ثم تقلب المسطبة كما في التقليب السابق، وترطب أجزاؤها حسب الحاجة، ويعاد تسطيبها مع المحافظة على الأبعاد السابقة، ويراعى توزيع نموات الفطور الشعاعية قدر المستطاع.
- **اليوم 23–25 التقليب الثالث:** تقلب المسطبة بالطريقة السابقة، مع الحرص على توزيع نموات الفطور الشعاعية على كامل أجزاء الخلطة، ويتطلب نمو هذه الفطور المزيد من الماء، فيجب الانتباه للترطيب جيداً وحسب حاجة أجزاء الخلطة، يلاحظ انطلاق رائحة الأمونيا القوية، ثم يعاد بناء المسطبة بارتفاع 60 سم، وعرض 120–150 سم.
- **اليوم 25–27 التقليب الرابع:** يكون الدبال قد وصل إلى مرحلة النضج، فيظهر بلون بني داكن (شوكولاتي)، ويكون القش فيه لين، وتظهر عليه نموات الفطور الشعاعية بشكل جيد، وتنبعث منه رائحة الأمونيا بقوة، ومحتواه من الماء ضمن المجال 68–74%، ورقم حموضته pH = 7.0–7.5. فإذا لم تتحقق هذه الشروط يجب الاستمرار في عملية التقليب والتسطيب بفاصل يومين بين التقليب والآخر، حتى تتحقق الشروط السابقة. وارتفاع المسطبة قد يتراوح ضمن المجال 40–60 سم، وهو مصمم لغرض واحد هو تأمين الشروط المثالية (الحرارة 48–57° س) لتنشيط نمو الفطور الشعاعية. وبعد أن يحقق الدبال الشروط السابقة يجب أن ينقل فوراً إلى نفق البسترة ليبدأ طور التخمر الثاني، دون أي تأخير (Stamets and Chilton, 1983).

ملاحظة: إن تقليل المدة اللازمة لنضج الدبال تؤدي لزيادة تلوثه بالكائنات الضارة، التي تثبط نمو المشيجة. بينما يؤدي ترك الدبال لفترة أطول من اللازم، إلى فقد جزء كبير من العناصر الغذائية الهامة واللازمة لنمو المشيجة، وفقد الحرارة الذاتية للخلطة، مما يسبب رفع تكلفة البسترة، بسبب زيادة كمية المحروقات اللازمة لرفع حرارة الخلطة، بالإضافة إلى الفقد في كمية المادة الجافة للخلطة مع زيادة فترة التخمر. وفي كلتا الحالتين يلاحظ انخفاض كمية المحصول، وتدني نوعيته.

5-1-3. النظام الحديث للتخمر باعتماد الأرضية المهوّاة المتبع في أوربا وأمريكا:

ازدادت الشكاوى المتعلقة بالروائح الكريهة، الناتجة عن عملية تحضير الدبال في أوربا، وأمريكا الشمالية، مما أدى إلى ازدياد الحاجة لإيجاد طريقة جديدة، للتحكم بانبعاث الروائح، أثناء عملية تحضير الدبال المتخمر. إن نقص كمية الأوكسجين اللازمة لعملية التخمر الهوائي، يؤدي إلى تهيئة الظروف

اللاهوائية، في منتصف أسفل المسطبة (المنطقة 4 من الشكل 4)، وتبدأ الروائح الواخزة بالازدياد، والانتشار. لذلك تستخدم طرق للتهوية الإضافية في النظام الحديث لتحضير الدبال، للحفاظ على الظروف الهوائية ضمن مسطبة الدبال، وذلك عن طريق مراوح تدفع تيار من الهواء من خلال فتحات موزعة على الأرضية الإسمنتية بشكل متجانس، وهذا ما يسمى بنظام الأرضية المهوّاة. وهناك بعض الأنظمة التي تستخدم الجدران الجانبية الإسمنتية أو الخشبية، بالإضافة إلى الأرضية المهوّاة، من أجل ضبط ارتفاع وسماكة متجانسة لكومة الدبال. ويختلف هذا النظام الحديث عن الأنظمة التقليدية مُسْمَطة الأرضية المستخدمة حالياً لتحضير الدبال في سورية.

بدأت الأنظمة مهوّاة الأرضية لتحضير الدبال، بإلغاء الأنظمة التقليدية في أوربا، وأمريكا الشمالية، وذلك من أجل التحكم بالروائح المنبعثة من هذه العملية. ويعتبر الأوربيين هم الأوائل في التحكم في انبعاثات الروائح الناتجة عن العمليات الزراعية.

يمكن اعتبار الطور الأول من عملية تحضير الدبال منتهياً، عندما يصبح القش ليناً، وقادراً على الاحتفاظ بالرطوبة، كما تكون رائحة الأمونيا واخزة ولون القش بني داكن، في حين تكون الخلطة في بداية الطور الأول جافة وذات لون أصفر فاتح، وتصبح في نهايتها بلون بني شوكولاتي رطبة وذات قوام كثيف، وتنبعث منها رائحة الأمونيا بشدة (Beyer, 2003).

5-2. طور التخمر الثاني (Phase II):

فور انتهاء الطور الأول للتخمر، يُعبأ الدبال، ويُنقل إلى نفق البسترة، ليبدأ فوراً طور التخمر الثاني دون أي تأخير، يتضمن هذا الطور عمليتين هما عمليتي البسترة والتكييف، وينفذ في سورية وفق أحد النظامين التاليين نظام الصناديق أو الصواني، ونظام الدوغما (الفلت).

5-2-1. أهداف الطور الثاني للتخمر:

بسترة الدبال المُتخمر:

يُبَستر الدبال المتخمّر لقتل الآفات الضارة الموجودة فيه مثل الحشرات، والفطور الضارة، والبكتريا، والنيماتودا، والعناكب. وهذه ليست عملية تعقيم كاملة، ولكنها قتل انتخابي للكائنات الحية، التي تنافس الفطر الزراعي على الغذاء، أو التي تهاجمه مباشرةً. وتقلل هذه العملية بنفس الوقت من فقدان الكائنات الحية المفيدة بشكل كبير وتشجع نموها. ويهدف كذلك طور التخمر الثاني إلى استكمال عملية التخمر، وتشجيع نمو الفطور الشعاعية المحبة للحرارة والداعمة لنمو الفطر الزراعي، والتخلص من الأمونيا التي تشكلت أثناء طور التخمر الأول بتحويلها إلى مادة مغذية للفطر.

إتمام عملية التخمر بشكل كامل:

يعني إتمام التخمر التخلص من كل السكريات البسيطة الذوابة، والأمونيا المنحلة الناتجة خلال طور التخمر الأول، فإذا بقيت الأمونيا المتطايرة بتركيز أعلى من 0.07 % حتى نهاية الطور الثاني فإنه يثبط نمو مشيجة الفطر، ويسبب التسمم لها. وبشكل عام يُكشف تركيز الأمونيا الأعلى من 0.10 % بسهولة من قبل أنف الإنسان. يجب أن تُحَول هذه الأمونيا السامة لمشيجة الفطر إلى غذاء لها. وتقوم بهذا التحويل الفطور الشعاعية المحبة للحرارة، حيث تحول الأمونيا والمواد الأمينية في المحلول إلى بروتين، والذي يعتبر غذاءً متخصصاً للفطر. يُنْجَز معظم هذا التحويل للأمونيا والكربوهدرات، بواسطة نمو الفطور الشعاعية المحبة للحرارة أثناء عملية التخمر، حيث تعتبر تلك الفطور فعالة جداً في الطور الأول من التخمر، وتُمثل الأمونيا واحدةً من مصادر تغذيتها الرئيسة، حيث تتحول إلى بروتين في أجسامها أو خلاياها. وبعد أن تموت الفطور الشعاعية يَستخدمُ الفطرُ الزراعي تلك الكميات من المواد الغذائية في جثثها كغذاء له.

ويمكن أن يكون تحقيق أهداف الطور الثاني من التخمر الإجراء الأكثر صعوبة في زراعة الفطر الزراعي، لأن أي خلل في التخمر، أو أي مشكلة زراعية أخرى، تحتم على المزارع تعديل برنامج الطور الثاني للتخمر بالكامل. وتأخذ عمليات هذا الطور بكل الأحوال من 7–18 يوماً، معتمدةً على كيفية إدارة وضع درجات حرارة التخمر، والهواء، للتحكم بنشاط الميكروبات. يجب أن تظهر بعد هذا الطور نموات الفطور الشعاعية المحبة للحرارة على الدبال المتخمر بشكل معتدل، والتي تكون على شكل نموات بيضاء صدفية لماعة على أجزاء الدبال.

نستطيع أن نلخص مما سبق أهداف الطور الثاني للتخمر على الشكل التالي:

- استكمال عملية التخمر.
- تشجيع نمو الفطور الشعاعية المحبة للحرارة، والداعمة لنمو الفطر الزراعي.
- التخلص من الأمونيا المتبقية، وتحويلها إلى مادة مغذية للفطر (Stamets and Chilton, 1983).
- بسترة الدبال وقتل الأحياء الدقيقة الضارة والممرضات والآفات الحشرية وغير الحشرية والديدان وخاصة الثعبانية (نيماتودا).

5-2-2. الإدارة الناجحة لطور التخمر الثاني في سورية:

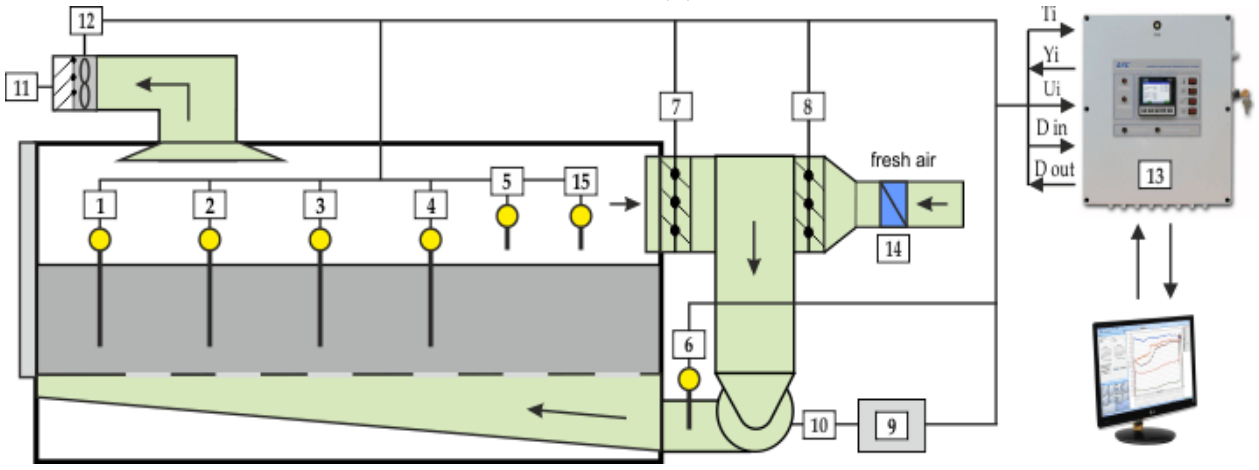
5-2-2-1. نظام الدوغما:

تكون فيه أرضية النفق مثقبة، لتسمح بمرور تيار الهواء من الأسفل إلى الأعلى، يملأ النفق بالدبال حيث يغطي كافة أرضية نفق البسترة إلى ارتفاع 150 سم شكل (5). يجب أن تتم عملية البسترة في بداية طور التخمر الثاني، وتكون فعالة عندما تقضي على البكتريا، والنيماتودا، والحشرات وبيوضها،

والعناكب وبيوضها، والفطور الضارة. يُنقل الدبال إلى نفق البسترة (الصور 30، 31)، ويُوضع فوق بعضه البعض بارتفاع 150 سم، وفي العموم يجب أن ترفع درجات حرارة الهواء والدبال معاً، إلى 60° س لمدة ساعتين على الأقل، أو إلى درجة 56° س لمدة 6 ساعات على الأقل، عن طريق ضخ البخار الساخن، ويتبع المزارعون عدة توافقات من درجات الحرارة ضمن المجال 56–60° س، ومدة البسترة ضمن المجال 2–6 ساعات. وكلما ارتفعت درجة حرارة البسترة قلت مدتها، شرط ألا تتجاوز الدرجة 63° س. ومع نهاية المدة سابقة الذكر تكون عملية البسترة قد انتهت، ويجب أن تبدأ عملية التكييف.

عملية التكييف هي عبارة عن تهيئة الظروف المثالية لنمو الميكروبات المفيدة في الدبال، والتي ستحول الأمونيا والمواد الأخرى إلى غذاء للفطر الزراعي، حيث تنمو الفطور الشعاعية المحبة للحرارة بشكل مثالي ضمن المجال الحراري 51–54° س، وكلما زادت الأمونيا المتاحة زاد نموها بشكل أفضل ضمن هذا المجال الحراري، وكلما بقيت في الدبال المتخمّر لمدة أطول تُحولت الأمونيا بشكل أسرع. واستمرار هذه العملية سينتج معظم البروتين، والغذاء للفطر الزراعي. عندما نفهم كيف تنمو تلك الفطور المحبة للحرارة، وكيف تعمل في الدبال المتخمّر، ستكون عملية إدارة الطور الثاني للتخمر أسهل.

شكل (5) مخطط لنفق البسترة



1، 2، 3، 4 حساسات حرارة الدبال. 5 حساس حرارة الهواء الخارج من الدبال. 6 حساس حرارة الهواء الداخل إلى الدبال. 7 دامبر تدوير الهواء داخل النفق. 8 دامبر إدخال الهواء من خارج النفق. 9 التحكم بتوربين تدوير الهواء. 10 توربين تدوير الهواء. 11 دامبر تعديل الضغط. 12 مروحة العادم. 13 وحدة التحكم. 14 فلتر الهواء الداخل من الخارج. 15 حساس الأوكسجين والأمونيا.

الصورة (30)

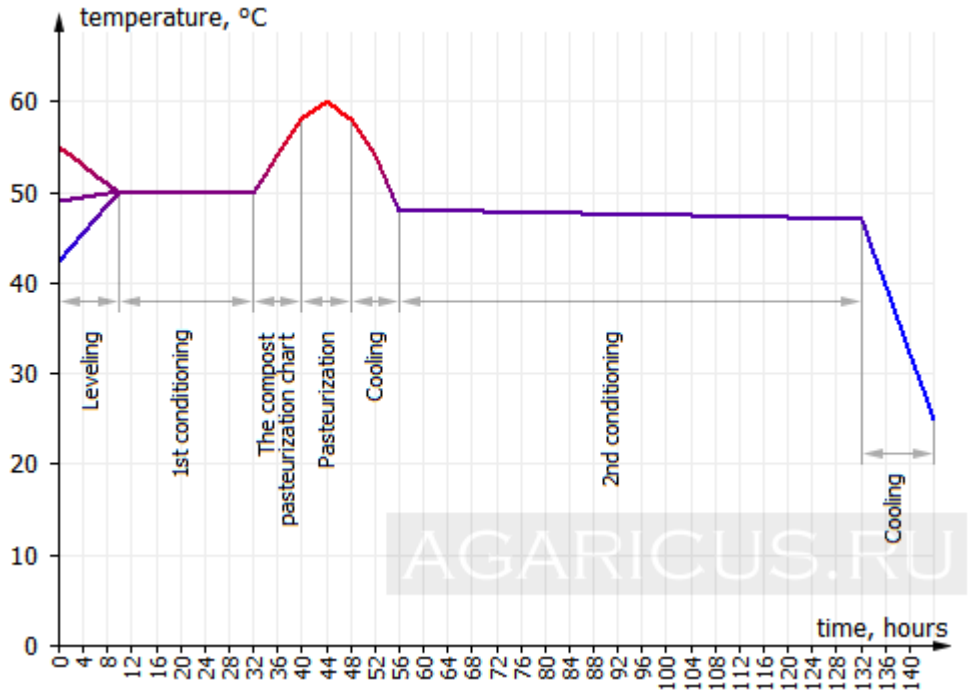
نفق البسترة، حيان، حلب، 2005.

الصورة (31)

نفق البسترة من الداخل، السقيلبية، حماه، 2008.

أثناء عملية التكييف يجب ألا تُخفض درجة حرارة الدبال المتخمّر أكثر من 2 درجة في اليوم، وعند الاقتراب من إتمام الطور الثاني، يتفقد المزارعون الأمونيا في الدبال عادةً بالأنف، وفي كل الأحوال يمكن أن يكون اختبار الأمونيا بواسطة الأجهزة مكملاً للفحص بالأنف. عندما تنتهي رائحة الأمونيا من الدبال، يجب تبريده بالسرعة الممكنة بإدخال أكبر كمية من الهواء النقي، حتى تصل درجة حرارته إلى 23 – 26° س، وهكذا يكون الطور الثاني للتخمر قد انتهى، وبالتالي عملية تحضير الدبال قد أُنجزت، ويصبح جاهزاً للزراعة، ويوضح الشكل (6) مخطط درجات الحرارة ضمن نفق البسترة أثناء طور التخمر الثاني Phase II (Stamets and Chilton, 1983).

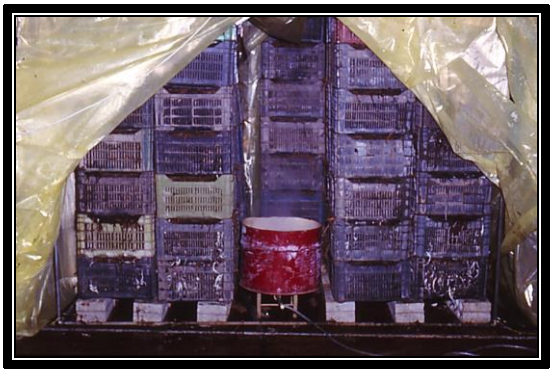
شكل (6) مخطط الحرارة في طور التخمر الثاني ضمن نفق البسترة



5-2-2-2. نظام الصناديق أو الصواني:

يعبأ الدبال في هذا النظام في صناديق خشبية، أو بلاستيكية (الصورة 32)، أو صواني، وينقل إلى نفق البسترة، حيث توضع الصناديق فوق بعضها البعض. تشابه عملية البسترة بهذا النظام مثيلتها في النظام السابق بشكل عام من حيث الأهداف ومواصفات الدبال الناتج، وتختلف عنها في بعض التفاصيل. حيث يعبأ الدبال بعد إنتهاء طور التخمر الأول بصناديق، أو صواني، وتنقل هذه الصناديق إلى نفق البسترة، وترص فوق بعضها البعض، توضع حساسات للحرارة ضمن الدبال في عدة صناديق متوزعة داخل النفق، وتوضع حساسات أخرى في الهواء أيضاً، ثم يغلق النفق، وتجرى عملية البسترة كما في النظام السابق، إلا أنه يسمح في هذا النظام بفروقات بين درجة حرارة الدبال والهواء قد تصل إلى 10° س، ويعتبر هذا النظام أقل كفاءة من نظام الدوغما ويعطي دبال ذو إنتاجية أقل منه، ولا ينصح باستخدامه إلا في حال ضعف الإمكانيات وانخفاض التقانة (Stamets and Chilton, 1983).

الصورة (32)



البسترة وفق نظام الصناديق البلاستيكية، جبل الحص، حلب، 2005.

6. مواصفات الدبال بعد إنتهاء عمليات التحضير:

يجب أن يتمتع الدبال الناتج من كلا النظامين السابقين بالمواصفات التالية:

- لا يوجد أي أثر لرائحة الأمونيا، ورائحة الدبال لطيفة وغير مزعجة إطلاقاً.
- لونه بني شوكلاتي، منقط بنموات الفطور الشعاعية البيضاء.
- محتواه المائي بحدود 68 – 72%، وعندما نأخذ كمية منه ونضغط عليها بقبضة اليد لا يسيل منه الماء، بل يترك رطوبة على اليد دون أن يلتصق بها.
- قوامه مفكك دهني، وغير لزج، وغير ملتصق، وينفصل عن بعضه بسهولة.
- خالي من الديدان الثعبانية (نيماتودا) والحشرات والإصابات المرضية.
- درجة حموضته pH = 7 – 7.8، والمثلى هي 7.5.

– محتواه من الآزوت N 2.0–2.4 %، ونسبة N/C هي 1:17 (Stamets and Chilton, 1983; Beyer, 2003).

7. المواد المكملة المضافة للدبال:

يجب أن يزود الدبال مشيجة الفطر بالمواد الغذائية المثالية، وليست معقدات اللغنين والسللوز فقط ذات أهمية، بل البروتين، والدهون، والزيوت مهمة أيضا. ويمكن تشبيه البروتين بالنسبة للفطر الزراعي بشريحة اللحم بالنسبة للإنسان، والكربوهيدرات بالبطاطا، والدهون بالزبدة. ويجب أن يتغذى الفطر بشكل متوازن من كل هذه الأغذية، ويأتي المصدر الرئيس للفطر من البروتين والدهون من الميكروبات في طور التخمر الثاني، حيث أن الخلايا الميتة للبكتريا والفطور المحبة للحرارة، هي التي تمد الفطر بها.

يمكن إضافة المواد المكملة للنمو إما في طور التخمر الأول أو قبل البسترة أو أثناء التغطية (وفي هذه الحالة يجب أن يكون كل من الدبال المستعمر بالمشيجة والمواد المضافة نظيفة تماماً من الملوثات وإلا فإن هذه الأخيرة ستنتشر في الدبال بشكل وبائي وتدمر زراعة الفطر بالكامل)، ويفضل تأخير بعض هذه الإضافات ما أمكن لتحسين محتوى الدبال من البروتين والدهون وتوفير هذه المواد للفطر الزراعي بالكامل دون أن تستهلك الكائنات الأخرى الموجودة في الدبال جزء منها. وتتألف العديد من هذه المواد المضافة من مواد غنية بالبروتين والزيت، مثل كسبة فول الصويا، أو كسبة بذور القطن، أو كسبة الذرة الصفراء، وأنواع أخرى من الكِسَبْ، والتي تكون قد عولجت لتأخير تحلل المواد المغذية، لصالح الفطر الزراعي. وإذا أضيفت مواد غير معالجة للدبال في هذا الوقت، تصبح غالباً هديةً سهلةً للميكروبات الأخرى، أو الأعشاب، أو الفطور المنافسة، حيث تنمو هذه الفطور بسرعة أكبر من سرعة نمو مشيجة الفطر الزراعي، وتستطيع أن تغزو الدبال، منافسةً الفطر الزراعي على المواد الغذائية. يستخدم الفطر الزراعي الزيوت والدهون في هذه الإضافات، لتحفيز آلية الإثمار لديه، وزيادة الغلة، بنمو المزيد من بداءات الأجسام الثمرية، ويمكن زيادة الغلة بهذه الطريقة بحدود 1.25–7.5 كغ/م^2، من سطح النمو، بالإضافة لزيادة حجم الأجسام الثمرية (Stamets and Chilton, 1983; Beyer, 2003).

الفصل الخامس

5. زراعة الفطر الزراعي والمعاملات بعد الزراعة

إعـــداد

د. عمر عتيق م. حجازي مندو

1. الزراعة (Spawning):

هي عبارة عن عملية خلط البذار بالدبال المتخمر المبستر، وتتم عندما تنتهي عملية التكييف، وتنخفض درجة حرارة الدبال إلى 24 – 26ْ س، وفق المعدل التالي: كل 1 طن دبال متخمر مبستر يحتاج إلى 7–10 لتر بذار، وتجدر الإشارة إلى أن الغلة لا تتأثر بشكل مباشر بمعدل البذار، وكلما زاد معدل البذار زادت سرعة استعمار المشيجة للدبال، حيث تضمن عدم نمو المنافسات الأخرى، ويمكن أن تكون الزراعة في أكياس خيش بلاستيكية أو أكياس بولي إتيلين مختلفة أو في سلال بلاستيكية أو على رفوف (الصور 33، 34، 35، 36، 37، 38) (Stamets and Chilton, 1983; Beyer, 2003).

الصورة (33)

الزراعة في أكياس خيش بلاستيكية، حيان، حلب، 2007.

الصورة (34)

الزراعة في سلال بلاستيكية، سلمية، حماه، 2007.

الصورة (35)

الزراعة في أكياس بولي إتيلين سوداء، السقيلبية، حماه، 2008.

الصورة (36)

الزراعة في أكياس بولي إتيلين شفافة، حريتان، حلب، 2008.

الصورة (37)

الزراعة في أكياس خيش بلاستيكية على رفوف، حيان، حلب، 2007.

الصورة (38)

الزراعة على رفوف، السقيلبية، حماه، 2008.

تعتبر النظافة العامل الرئيس في عملية الزراعة في المفاطر، لذلك يجب تنظيف، وتعقيم غرفة الزراعة، والأدوات، والأجهزة، والسلال، وثياب العمال وأحذيتهم كما هو متبع في المداجن.

في المفاطر التي تعتمد الزراعة على رفوف، يوضع الدبال المبستر على الرفوف، ثم ينثر بذار الفطر على سطحه، ثم يخلط البذار مع كامل أجزاء الدبال بشكل متجانس. ويعتبر التجانس في توزيع البذار، بالإضافة إلى درجة الحرارة، أمرين حاسمين في استعمار البذار لكامل أجزاء الدبال. ومن الممكن أن تجري عملية زراعة الدبال في غرفة خاصة للزراعة، أو في نفق البسترة بعد إنتهاء عملية التكييف وقبل نقل الدبال إلى الرفوف.

أما في المفاطر التي تعتمد نظام الصناديق، فتجري عملية الزراعة في غرفة خاصة نظيفة ومعقمة، حيث تفرغ محتويات عدة صناديق على طاولة الزراعة، وينثر عليها كمية البذار المناسبة، ثم تخلط بشكل متجانس، وتعبأ الصناديق من جديد، وتنقل إلى غرف التحضين.

وكذلك تختلف مدة استعمار المشيجة للدبال باختلاف معدل البذار وتوزيعه من جهة، وبرطوبة وحرارة وطبيعة ونظافة وجودة الدبال من جهة ثانية. ويستغرق استعمار المشيجة للدبال عادةً 14–21 يوماً، وتعتبر عملية استعمار المشيجة للدبال قد اكتملت عندما تغزو المشيجة كافة أجزاء الدبال، وتبدأ عملية توليد المشيجة لحرارة الاستقلاب بالهبوط تدريجياً (Stamets and Chilton, 1983; Beyer, 2003).

يلعب معدل البذار دوراً هاماً في مدة استعمار المشيجة للدبال، ولا تؤدي زيادته إلى زيادة الإنتاج، بل إلى نمو أسرع، وفعالية أكبر في الاستفادة من المواد المغذية في الدبال. ويساعد هذا في ضمان استعمار مشيجة الفطر الزراعي للدبال بشكل أسرع من المنافسات الفطرية الأخرى. إلا أن زيادة معدل

البذار تؤدي إلى توليد حرارة أعلى أثناء فترة نمو المشيجة، الأمر الذي يمكن أن يكون مفيداً في المناطق الباردة أو في الشتاء، ويتطلب حمل تبريد إضافي في المناطق الحارة أو في الصيف، إذ يجب ضبط درجة حرارة الدبال عند 25ْ س (Stamets and Chilton, 1983).

ينمو البذار في الظروف المناسبة ليشكل شبكة متصلة من خيوط المشيجة، في كامل أجزاء الدبال، حيث تنمو المشيجة في كل الاتجاهات بدءً من حبات البذار، وفي النهاية فإن المشيجة النامية من حبوب البذار المختلفة سوف تندمج مع بعضها البعض. وتظهر على سطح الدبال بعد اكتمال استعمارها له كشبكة جذور بيضاء.

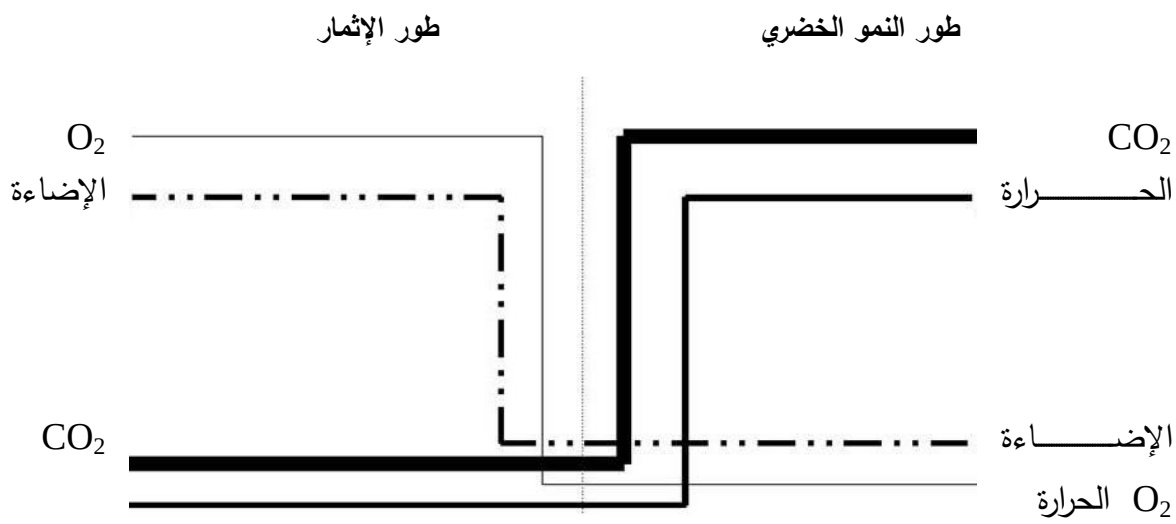
تنحل كامل أجزاء المشيجة عندما تصل درجة الحرارة المولدة جراء نموها فوق الدرجة 29ْ س (حسب الصنف)، وتنقص بذلك كمية أو نوعية الإنتاج (Beyer, 2003).

يجب أن تراعى في مرحلة الزراعة الشروط التالية:

- تعبئة السلال أو الرفوف بالدبال الملقح حتى ارتفاع 20 سم، وبحيث يحوي كل 1م^2 من السطح المزروع حوالي 100 كغ دبال ملقح.
- كبس الدبال بلطف لزيادة تلامس أجزائه مع حبات البذار.
- نثر كمية قليلة من البذار على السطح.
- تغطية السطح بورق الجرائد وترطيبه، أو رقائق من النايلون، لتفادي جفاف السطح.

تتكون دورة حياة الفطور المأكولة من طورين طور النمو الخضري وطور الإثمار، وهناك قانون عام يحكم الشروط البيئية المناسبة لهذين الطورين للفطور المزروعة الشكل (7)، حيث يمكن تلخيص هذه الظروف البيئية بما يلي:

- في طور النمو الخضري: تركيز غاز CO_2 ودرجة الحرارة مرتفعين، وتركيز غاز O_2 والإضاءة منخفضين.
- في طور الإثمار: تركيز غاز CO_2 ودرجة الحرارة منخفضين، وتركيز غاز O_2 والإضاءة مرتفعين (Chang, 2008).



الشكل (7) الظروف البيئية المناسبة لطوري نمو الفطور المزروعة.

ويخضع الفطر الزراعي لهذا القانون بكل شيء ما عدا الإضاءة فهي حيادية في حياته وليس لها تأثير على طوري نموه. وعند حذف الإضاءة من القانون السابق نحصل على القانون الخاص الذي يحكم حياة الفطر الزراعي وهو كالتالي:

- **في طور النمو الخضري: تركيز غاز CO_2 ودرجة الحرارة مرتفعين، وتركيز غاز O_2 منخفض.**
- **في طور الإثمار: تركيز غاز CO_2 ودرجة الحرارة منخفضين، وتركيز غاز O_2 مرتفع** (Chang, 2008).

2. التحضين:

توضع السلال بعد الزراعة في غرف تحضين مظلمة معقمة ونظيفة ومزودة بشبك دقيق على النوافذ والفتحات لمنع دخول الحشرات. وتضبط درجة حرارة هواء الغرفة عند الدرجة 24–25° س، ويجب تجنب ارتفاع درجة الحرارة عن 28° س لأن ذلك يؤدي إلى موت المشيجة. الرطوبة النسبية للهواء داخل غرفة التحضين يجب ألا تقل عن 85%. يترك الدبال المزروع داخل غرف التحضين دون تهوية طول فترة استعمار المشيجة للدبال (حوالي 15 يوماً)، وذلك لرفع نسبة غاز CO_2 والذي يشجع النمو الخضري لمشيجة الفطر، مع الترطيب الخفيف لسطح الدبال عند اللزوم، وعندما يكتمل استعمار المشيجة على 60 – 90% من الدبال تصدر منه رائحة الفطر المعروفة، ويكون الدبال جاهزاً لعملية التغطية (الصور 39، 40).

الصورة (39)

استعمار المشيجة لكامل أجزاء الدبال، حيان، حلب، 2007.

الصورة (40)

ظهور المشيجة على سطح الدبال، مركز بحوث حلب، 2005.

3. التغطية (التتريب):

3-1. وظيفة تربة التغطية:

إن الطريقة الوحيدة لإجبار الفطر على الانتقال من مرحلة نمو المشيجة (مرحلة النمو الخضري)، إلى مرجلة الإثمار (مرحلة التكاثر الجنسي)، هي عن طريق وضع طبقة التغطية، فوق سطح الدبال بعد تغلغل وانتشار مشيجة الفطر فيه.

تقوم طبقة التغطية بوظيفة تأمين الماء اللازم لتكوين الأجسام الثمرية والرايزومات المرتبطة بها، وتعمل طبقة التغطية على تزويدها بالمواد المغذية. وتعويض الفقد في الماء الناتج عن التبخر والنتح.

تبدو الرايزومات كخيوط ثخينة تتشكل نتيجة نمو مشيجة الفطر (الخيوط الرفيعة)، ضمن تربة التغطية، واندماجها مع بعضها البعض. يعتقد بأن رايزومات الفطر هي المسؤولة عن نقل الماء والغذاء إلى الأجسام الثمرية المتكونة، حيث تتكون بداءات الأجسام الثمرية فوق هذه الرايزومات على شكل عقد، أي أنه بدون الرايزومات لا يكون هناك أجسام ثمرية.

تهدف عملية التغطية إلى:

- حفظ رطوبة سطح الدبال.
- حث المشيجة على تكوين الأجسام الثمرية للحفاظ على النوع لأنها طبقة فقيرة بالمواد المغذية.
- عزل السطح عن الوسط الخارجي لتقليل العدوى بالطفيليات.
- تسهيل عملية القطاف.
- الاحتفاظ بكميات احتياطية من الماء تستخدمها المشيجة لتشكيل الأجسام الثمرية (Flegg and Smith, 1982; Flegg *et al*., 1985; Stamets and Chilton, 1983).

3-2. مواصفات تربة التغطية:

يجب أن تحقق تربة التغطية الشروط التالية:

- فقيرة بالمادة الغذائية.
- ذات قوام خفيف ومفكك.
- ذات قدرة عالية على الاحتفاظ بالماء.
- ذات قدرة جيدة على الصرف والتهوية.
- رقم حموضتها pH = 7.0 – 7.5 (Stamets and Chilton, 1983; Beyer, 2003).

3-3. مكونات تربة التغطية:

هناك العديد من المواد والخلطات المستخدمة في تحضير تربة التغطية، والتي تؤمن ظروفاً مناسبةً لتكون الأجسام الثمرية. يستخدم معظم مزارعي الفطر حالياً البيتموس (التورب)، ويعتبر البيتموس مادة رخيصة نسبياً ومتوفرة بشكل دائم لمزارعي الفطرفي أوربا وأمريكا الشمالية. إن رمة الفطر (الدبال بعد الزراعة)، بالإضافة إلى ألياف وبقايا قشور جوز الهند، تعتبر مواداً صالحة للاستخدام كتربة للتغطية أيضاً، وذلك بعد بسترتها.

يتراوح رقم الحموضة لمعظم أنواع البيتموس ما بين pH = 3.5–4.5، ويضاف كربونات الكالسيوم (المادة التجارية المتوفرة في السوق المحلية هي السبيداج المستخدم على نطاق واسع في دهان المنازل ومتوفر لدى المتاجر التي تبيع لوازم الدهان) إلى البيتموس كمادة معادلة للحموضة، بحيث يرتفع رقم حموضتها ليصل إلى 7.5. ويمكن استخدام الكلس القابل للذوبان، أو مخلفات نواتج الشوندر السكري، نظراً لقدرتها الكبيرة على تعديل الحموضة، وقابليتها العالية للذوبان، ولكن استخدامها يجب أن يكون بكميات قليلة. ولا يحتاج البيتموس المعد للتغطية إلى عملية بسترة لأنه في الأصل خالي من الأمراض والآفات التي تصيب الفطر الزراعي. إن توزيع تربة التغطية فوق سطح الدبال بشكل متجانس من حيث السماكة والرطوبة يعتبر ضرورياً، لأن هذا التجانس:

- يسمح لمشيجة الفطر بالتوغل في تربة التغطية بنسب متساوية، وبالنتيجة فإن تشكل الأجسام الثمرية يكون في وقت واحد.
- تكون تربة التغطية قادرة على الاحتفاظ بالرطوبة، كون الرطوبة عامل أساسي للحصول على أجسام ثمرية قاسية (غير طرية) (Stamets and Chilton, 1983).

وتعتبر الخلطة التالية من أنجح الخلطات المستخدمة في سورية، وهي تتألف من المواد التالية:

الخلطة الأولى:

- 80% بيتموس.
- 10–15% رمل نهري ناعم.
- 5–10% كربونات الكالسيوم (كاربو، كاربوناتا، سبيداج).
- ماء بنسبة 70% من التربة النهائية **(مركز البحوث العلمية الزراعية بحلب معلومات غير منشورة).**

وتعتبر الخلطتان التاليتان من أنجح الخلطات المستخدمة في العالم:

الخلطة الثانية:

- 2 جزئين بيتموس خشن (تورب)، ويكون رقم حموضته pH = 3.5–4.5.
- 1 جزء كربونات الكالسيوم (كاربو، كاربوناتا، سبيداج).
- 1– 1.25 جزء ماء (Stamets and Chilton, 1983).

الخلطة الثالثة:

- 4 أجزاء بيتموس خشن (تورب)، ويكون رقم حموضته pH = 3.5–4.5.
- 1 جزء بودرة ناعمة من كربونات الكالسيوم التجارية (كاربو، كاربوناتا، سبيداج) لتعديل حموضة البيتموس.
- 0.5 جزء حبيبات كربونات الكالسيوم (نحاتة البناء البيضاء الناعمة).
- 2–2.25 جزء ماء (Stamets and Chilton, 1983).

تحسب جميع المكونات السابقة على أساس الحجم، وتمزج جيداً، يمكن استخدام جبالة الإسمنت لذلك الغرض في المفاطر الكبيرة (الصورة 41)، قد لا تحتاج كل مكونات الخلطات السابقة للبسترة فيبستر الرمل لوحده بالتحميص الحراري ثم يخلط مع باقي المكونات، فالبيتموس لا يحتاج غالباً للبسترة عندما يكون رقم حموضته نظامي أي ضمن المجال pH = 3.5–4.5 (هذه الحموضة تمنع أغلب الملوثات من النمو) ولا تحوي باقي مكونات الخلطة الملوثات عادةً، أما إذا كان رقم حموضة البيتموس بحدود 7 فيجب بسترة الخلطة كاملةً بعد حلط المكونات وإضافة الماء لأن البيتموس يكون عرضة لنمو العديد من الملوثات (Stamets and Chilton, 1983). وتجرى البسترة إذا كانت ضرورية أو إذا كان البيتموس ملوثاً لقتل الكائنات الضارة والتقليل من أعدادها، وذلك عند برفع درجة حرارة تربة التغطية إلى 62° س لمدة ساعتين، ثم تترك لليوم التالي حتى تبرد، ولكن قبل إجراء عملية التغطية، يجب أن يقاس محتوى تربة التغطية من الماء، وذلك بالطريقة التالية: يوزن 100 غ من تربة التغطية ثم توضع في فرن عند درجة حرارة 95° س لمدة أربع ساعات، أو حتى تجف تماماً، ثم توزن من جديد، ويكون الفرق بالوزن هو النسبة المئوية للرطوبة، ويجب أن يكون محتوى تربة التغطية من الماء ضمن المجال 70–75 %، فإذا كان أعلى فيجب تجفيف تربة التغطية قليلاً، وإذا كان أقل فيجب زيادة رطوبتها، لتقع ضمن المجال

السابق. ويمكن أن تجرى عملية تقدير الرطوبة بالطريقة السابقة للدبال أو تربة التغطية في أي وقت وأي مرحلة من مراحل الإنتاج (Stamets and Chilton, 1983).

بعد تبريد تربة التغطية حتى تصل إلى الدرجة 25° س، تستخدم لتغطية الدبال بشكل متجانس، وبسماكة 3–5 سم ودون أي ضغط (الصورة 42).

تعقيب هام:

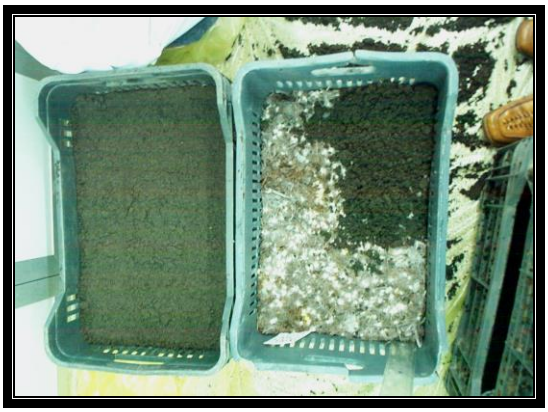
قد يبدو للوهلة الأولى للشخص الذي يراجع كميات مكونات الخلطتين السابقتين أن كمية الماء المذكورة سابقاً لا تشكل 70% من مكونات كل من الخلطتين السابقتين إلا أن الحقيقة أن كمية الماء تشكل هذه النسبة تقريباً ولكن على أساس الوزن وليس الحجم، فقد قدرت مكونات الخلطتين السابقتين بالحجم لتسهيل عملية التحضير على المزارع، فلخلط المكونات على أساس الحجم يلزم المزارع أن يستعمل فقط وعاء مناسب (مثل: تنكة، سطل، برميل...)، أما خلطها على أساس الوزن فيلزمه تأمين قبان مما يزيد من تعقيد العملية ويكلف المزارع أموالاً وجهوداً هو أحوج لأن يوفرها (مركز البحوث العلمية الزراعية بحلب معلومات غير منشورة).

تحذير: يجب الحرص على عدم إدخال الهواء إلى غرف الزراعة أثناء القيام بالتغطة أو أثناء أي عملية من عمليات الخدمة.

الصورة (41)

استخدام جبالة الإسمنت لخلط مكونات تربة التغطية، حيان، حلب، 2007.

الصورة (42)



عملية التغطية، مركز بحوث حلب، 2005.

3-4. تلقيح تربة التغطية:

كان شائعاً جداً بين مزارعي الفطر الزراعي استخدام الدبال المستعمر جيداً بمشيجة الفطر كمادة تخلط مع تربة التغطية لتلقيحها قبل وضعها على الدبال. وتجرى هذه العملية من أجل تحسين الإنتاج، وتقليل مدة دورة الإنتاج، وتحسين نوعية الأجسام الثمرية، وتجانس الإنتاج من كامل السطح، ويرمز إلى هذه العملية بـ Compost at Casing أو CAC. ثم اتبعت طريقة أفضل لتلقيح تربة التغطية بكمية

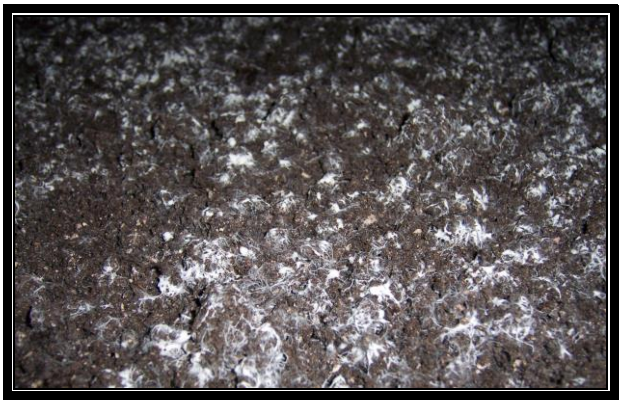
مناسبة من نفس البذار الذي يلقح به الدبال، وتدعى هذه العملية بتلقيح تربة التغطية Casing Inoculums، أو CI (Beyer, 2003).

تقصر هذه العملية الفترة الممتدة بين التغطية وقطاف الأجسام الثمرية بمعدل 5–7 أيام، وبذلك يمكن تطبيق دورات إنتاج أكثر ضمن غرف الإنتاج في السنة الواحدة، وبالتالي نحصل على عدد قطفات أكثر خلال نفس الفترة الزمنية، مقارنة مع الطريقة التقليدية (Beyer, 2003).

تتطلب إدارة المحصول بعد إضافة تربة التغطية الحفاظ على درجة حرارة الدبال مناسبة لنمو مشيجة الفطر ضمن تربة التغطية، حتى ظهور القطفة الأولى، بعد ذلك يتم خفض درجة حرارة الدبال، وتصبح عملية التحكم بدرجة حرارة الهواء نقطة أساسية. ويجب إضافة الماء بصورة متواترة إلى تربة التغطية خلال الفترة التي تلي عملية التغطية، لرفع الرطوبة إلى حد السعة الحقلية، قبل تشكل بداءات الأجسام الثمرية.

يستمر التحضين بعد التغطية عند درجة الحرارة 24ْ س وظلام دائم ودون تهوية لمدة 10–15 يوماً، مع مراعاة الترطيب الخفيف للسطح بشكل دائم، ويجب أن يكون الترطيب باستخدام الرذاذ الناعم، ويستمر التحضين حتى يكتمل ظهور المشيجة فوق سطح تربة التغطية (الصورة 43)، لتبدأ مرحلة تشكيل بداءات الأجسام الثمرية. ويعتبر نمو المشيجة على كافة أجزاء تربة التغطية هو المعيار الأساسي لنجاح عملية التغطية. وفي الأيام الخمسة الأخيرة من هذه المرحلة يجب زيادة التهوية بالتدريج لتأمين كمية الأكسجين اللازمة لتشكل بداءات الأجسام الثمرية (زيادة الأكسجين تشجع الإثمار) (Stamets and Chilton, 1983; Oie, 2003).

الصورة (43)



نمو المشيجة في تربة التغطية، السقيلبية، 2009.

4. العزيق (الخربشة):

تهدف عملية العزيق إلى توزيع المشيجة النامية على سطح تربة التغطية بشكل متجانس وذلك للحصول على إثمار متجانس من كامل السطح. وكذلك تحث المشيجة على تكوين الأجسام الثمرية، لأن تقطيع

المشيجة يشجع تشكيل الأجسام الثمرية. وتتم هذه العملية في نهاية التحضين وذلك بخربشة الطبقة السطحية من تربة التغطية بعمق حوالي 2–3 سم دون الوصول إلى طبقة الدبال باستخدام أداة معدنية معقمة.

5. الري:

يعتمد الري في مرحلة التحضين الأول قبل التغطية على إشباع الجو بالرطوبة ولو بالرذاذ، وتفشل الزراعة في حال جفاف الجو، ولا يوجد حاجة في هذه المرحلة للري المباشر للخلطة. ولا بد من تعويض الفقد بالماء بعد القطاف بالري الرذاذي، حيث يجب إضافة كمية من الماء تعادل وزن الفطر المقطوف تقريباً.

ويعد الري هو العملية الأكثر أهمية خلال مراحل زراعة الفطر. رغم أنه لكل مزارع أسلوبه وطريقته المفضلة بالري، وكما أنه لا توجد مادة متفق عليها عالمياً للاستخدام كتربة تغطية، وكذلك الأمر بالنسبة لأسلوب إدارة تربة التغطية. إلا أن أهم ما يمكن التأكيد عليه هو إجراء عملية الري برش سطح تربة التغطية برذاذ ناعم، وبشكل متجانس، وعلى دفعات، وبتيار ناعم وغير مباشر، بحيث يسقط الرذاذ على السطح بلطف دون أن يخرب بناء طبقة التغطية.

إن محتوى تربة التغطية من الرطوبة يحدد تجانس هذه الطبقة من حيث السماكة، حيث أن إضافة تربة التغطية سواءً بشكل آلي أو يدوي يصبح أكثر صعوبة عندما تزداد رطوبتها، وبالتالي يمكن أن يعلق البيتموس على مختلف أجزاء الأدوات أو الآلات المستخدمة في إضافة تربة التغطية مما يجعل تدفق البيتموس عبر الآلة غير منتظم. تتعلق معرفة كمية وأسلوب وتوقيت إضافة الماء إلى تربة التغطية بخبرة المزارع، والنجاح بتطبيق عملية الري تميز المزارع المبتدئ عن المزارع الخبير.

يضاف الماء بصورة متعاقبة خلال فترة الإنتاج عن طريق الري، ويتم فقده بتأثير عملية التبخر– نتح، إذ أن معدل التبخر– نتح لدى الفطر أعلى بكثير منه عند النبات، حيث يعتمد الفطر في نقل العناصر من المشيجة في الأسفل إلى الأجسام الثمرية في الأعلى على حركة الماء باتجاه الأعلى بتأثير عملية التبخر– نتح، بما يشبه حركة النسغ الناقص عند النبات، مع غياب حركة للماء باتجاه الأسفل عند الفطر كما هي حركة النسغ الكامل عند النبات، فهو يعتمد على نقل العناصر للأعلى مع الماء، فتبقى هذه العناصر في الأجسام الثمرية ويتبخر الماء من سطح هذه الأجسام، ولا يعود أي جزء منه باتجاه الأسفل، مما يضاعف كمية التبخر نتح عما هو عليه الحال لدى النبات. كما أن الأجسام الثمرية تمتص الماء إلى داخل أنسجتها لزيادة حجمها، ويعوض هذا الماء من خلال ري تربة التغطية. يتعلق ازدياد وزن الجسم الثمري اعتباراً من بداية التشكل، وحتى النضج، بسرعة امتصاص الماء من الدبال وتربة التغطية. يتضاعف حجم الجسم الثمري خلال يومين قبل موعد القطاف مما يشكل اجهاداً أكبر لوسط الزراعة وتربة التغطية (Stamets and Chilton, 1983; Oie, 2003; Beyer, 2003).

6. الإثمار:

إن عدد دورات الإنتاج في سورية في أفضل المزارع وتحت أفضل الشروط من المكننة بلغت حوالي 4 دورات إنتاج/ السنة في كل غرفة زراعة، بينما وصل هذا الرقم إلى 10–12 دورة إنتاج/السنة في كل غرفة زراعة في العالم الغربي. نظراً لتحول هذه الزراعة إلى صناعة عالية التقنية، حيث أن الدبال يسوق مخمراً ومبستراً وملقحاً وجاهزاً للتغطية، أو مغطى وجاهزاً للإثمار، الأمر الذي يختصر الكثير من زمن دورة الإنتاج، ويعطي هذا الأمر الفرصة للمزارع للقيام بعدد أكبر من دورات الإنتاج في السنة الواحدة. ينتهي الطور الأول Phase I بنهاية عملية التخمر الخارجي للدبال، أما الطور الثاني Phase II فينتهي بنهاية عملية التخمر الداخلي للدبال (البسترة والتكييف)، ويعتبر الدبال في الطور الثالث Phase III عندما يكون ملقحاً ومستعمراً من قبل مشيجة الفطر وجاهزاً للتغطية، وفي الطور الرابع Phase IV عندما يكون مغطى وتربة التغطية مستعمرة من قبل مشيجة الفطر وجاهزاً للبدء بالإثمار.

كان المزارعون في الدول الغربية المتقدمة يزرعون الفطر الزراعي بواقع 4.1 دورة إنتاج/السنة بالاعتماد على شراء الدبال الجاهز في الطور الثاني Phase II، واعتباراً من عام 1999 بدأوا يزرعونه بواقع 7.1 دورة إنتاج/السنة بالاعتماد على شراء الدبال الجاهز في الطور الثالث Phase III، وفي السنوات الأخيرة أمكنهم زراعة 10–12 دورة إنتاج/السنة بالاعتماد على شراء الدبال الجاهز في الطور الرابع Phase IV (Stamets and Chilton, 1983; Oie, 2003).

إن العوامل التي تُحَرِّضْ على الإثمار هي:

- تربة التغطية الفقيرة بالمواد الغذائية.
- زيادة الأكسجين (بالتهوية الكافية لطرد غاز CO_2 وخفض تركيزه).
- تقطيع المشيجة بالعزيق (عزق تربة التغطية).
- تخفيض الحرارة إلى 16° س (صدمة برد إلى 12° س لمدة 12 ساعة ثم رفعها إلى 18° س).

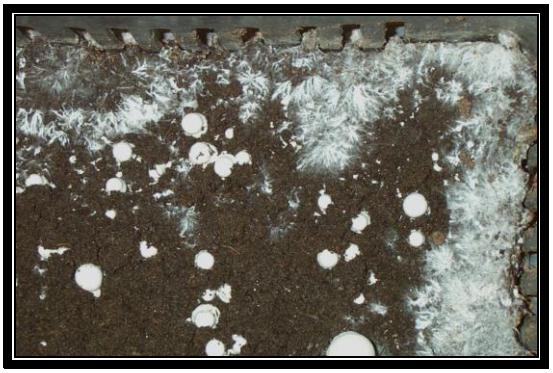
تعدل الحرارة والتهوية، بحيث تخفض درجة الحرارة إلى 16° س، وتهوى الغرفة بشكل جيد، لزيادة نسبة الأوكسجين الضروري لتشكيل الأجسام الثمرية. ويجب المحافظة على درجة رطوبة الهواء مرتفعة وفوق 80 %، والابتعاد عن رش الماء المباشر في هذه المرحلة منعاً للتعفنات والإصابات المرضية.

6–1. تشكل الأجسام الثمرية:

تتشكل بداءات الأجسام الثمرية بعد تشكل رايزومات الفطر ضمن تربة التغطية، وتكون هذه البداءات على شكل عقد غاية في الصغر، إلا أنه من الممكن رؤيتها على شكل كتل فوق المشيجة، وعندما تنمو وتتطور هذه الكتل تسمى بداءات أو دبابيس (Pins)، وتستمر في النمو ويزداد حجمها مروراً بمرحلة الأزرار (Pro- button) ، ثم مرحلة البيضة، حتى تصل في النهاية إلى الأجسام الثمرية

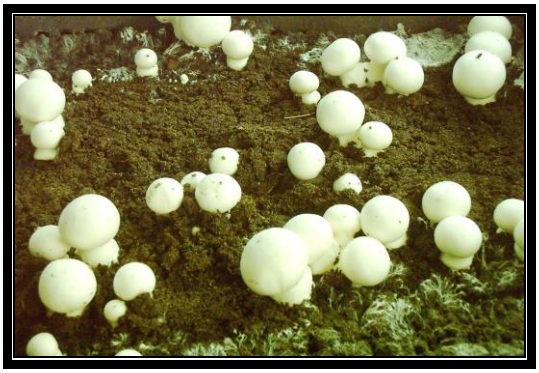
الناضجة (الصور 44، 45). يبدأ قطاف الأجسام الثمرية بعد 15–21 يوم من عملية التغطية، التي تتم بعد 10–15 يوماً من زراعة الدبال، وهذه الأخيرة تتم بعد 7–8 أسابيع من بداية تحضير الدبال (Stamets and Chilton, 1983; Oie, 2003; Beyer, 2003).

الصورة (44)



تشكل بداءات الأجسام الثمرية ومرحلة الأزرار، مركز بحوث حلب، 2005.

الصورة (45)



تضاعف حجم الأجسام الثمرية، مركز بحوث حلب، 2005.

تتأثر أعداد ومواصفات الأجسام الثمرية التي يجنيها المزارع من سطح وحدة مساحة الزراعة بسلالة الفطر المعتمدة، والعمليات الزراعية المطبقة خلال مراحل تشكل وتطور ونضج الأجسام الثمرية، بما تتضمنه من التهوية، والتحكم بدرجة حرارة الدبال، والري، وتركيز غاز CO_2 والرطوبة النسبية في غرف الزراعة.

تعمل أنظمة التهوية على تنظيم كمية الهواء النقي الداخل إلى غرف الزراعة، بالإضافة إلى تنظيم درجات الحرارة ضمن هذه الغرف، وتتعلق احتياجات التهوية بكمية الفطر المزروع، وكذلك بالحرارة وغاز CO_2 الناتج ضمن غرف الزراعة، والذي يزداد بارتفاع درجة الحرارة، لذلك فإن تبديل الهواء وتحريكه ضمن غرف الزراعة يعتبر أمراً ضرورياً، من أجل منع الهواء الحاوي على نسبة عالية من غاز CO_2 من التجمع حول الوسط الذي تنمو فيه الأجسام الثمرية، والذي يسبب خفضاً في نوعيتها.

تضبط درجة الحرارة ضمن غرف الزراعة ما بين 15–17 °س، ويضبط تركيز غاز CO_2 في الغرف ما بين 1000–2500 PPM (0.1–0.25 %)، وذلك خلال مراحل تطور ونضج الأجسام الثمرية. إن من أكثر المراحل حساسيةً في تشكل الأجسام الثمرية (من حيث الكم والنوع) هي: الفترة أثناء التزايد السريع لحجم الأجسام الثمرية، حيث يتضاعف حجم الأجسام الثمرية كل 24 ساعة، وتعتمد حساسية هذه المرحلة على درجة حرارة ورطوبة الدبال وتربة التغطية أيضاً. حيث تحدد الظروف الجوية داخل غرف الزراعة نسبة النتح، والتي تؤثر بدورها في حركة المواد الغذائية، والماء داخل الأجسام الثمرية للفطر، كما أن حجم الأجسام الثمرية يرتبط بالأمور التالية:

- عدد بداءات الأجسام الثمرية (أزرار Pins) المتكونة دفعةً واحدةً.
- العمليات الزراعية المختلفة (تحضير الدبال، كمية البذار...).

- أسلوب إدارة المحصول خلال مرحلة الإنتاج.

لذلك فإنه يترتب على المزارع أن يتعلم الطريقة الصحيحة لإدارة المحصول خلال مرحلة تشكل بداءات الأجسام الثمرية (Pins) من أجل الحصول على عدد كاف من هذه البداءات، وبالتالي الحصول على إنتاج جيد (Stamets and Chilton, 1983).

7. القطاف:

تقطف الأجسام الثمرية خلال 2–4 أيام وعلى فترات تمتد حوالي 7–10 أيام بين القطفة والأخرى، وعندما تقطف دفعة من الأجسام الثمرية مكتملة النمو، نكون قد أزلنا مثبطاً لتطور دفعة أحدث من الأجسام الثمرية، وبالتالي تندفع هذه الأخيرة نحو النمو. يضبط توقيت القطاف من خلال التحكم بالري، ونسبة غاز CO2، ودرجة الحرارة في غرف الإنتاج. تتميز القطفة الأولى بانخفاض نسبي في كميتها ولكن نوعيتها جيدة جداً، وتعتبر القطفات الثلاث الأولى هي المسؤولة عن إعطاء الكمية الأكبر من الإنتاج المتوقع، حيث تشكل حوالي 70 % من الإنتاج، في حين تعطي القطفات التالية المتلاحقة مستويات أقل نسبياً من الإنتاج. وعدد القطفات الاقتصادية 4–5 قطفات، ويكون العمر الإنتاجي حوالي 35–45 يوماً، وقد يستمر حتى 60 يوماً.

يجب أن تقطف الأجسام الثمرية قبل تفتح الرؤوس وظهور الصفائح ولكي لا تتدنى قيمتها التسويقية (الصور 46، 47، 48، 49، 50، 51). يجري القطاف يدوياً وقبل أن تصبح قبعة الجسم الثمري طرية، الأمر الذي يعطي دلالة بأن الجسم الثمري قد تعدى مرحلة الجسم الثمري الطازج حديث التشكّل، وبدأ يدخل في مرحلة تشكيل الأبواغ والتفتح. تعتمد معدلات القطاف بشكل أساسي على كمية الإنتاج الموجودة في غرف الزراعة، وعلى حجم الأجسام الثمرية. حيث يتراوح معدل القطاف بين 14–36 كغ/ساعة (Stamets and Chilton, 1983).

يفضل بعض المستهلكين الأجسام الثمرية الحديثة (القاسية)، في حين أن البعض الآخر يفضل الأجسام ذات المذاق الأقوى والأكثر نضجاً. إن الأجسام الثمرية الناضجة قد تكون كبيرة، أو صغيرة الحجم، ورغم ذلك فإن المزارعين، والمستهلكين، يفضلون الأجسام الثمرية المتوسطة إلى كبيرة الحجم. ويأتي لون الأجسام الثمرية الأبيض الناصع في الدرجة الأولى عند المستهلك السوري.

تتراوح مدة دورة الإنتاج حوالي 100– 110 أيام، مدة النمو حوالي 60–65 يوم ومدة الإثمار حوالي 40–45 يوم. ولكل سلالة حجم مناسب للقطاف، وتتراوح ألوان الأجسام الثمرية حسب السلالات من الأبيض الناصع إلى السكري إلى الكريمي إلى البني (البورتوبيللو).

الصورة (46)

الإثمار على الرفوف، السقيلبية، حماه، 2008.

الصورة (47)

الإثمار على الرفوف، السقيلبية، حماه، 2009.

الصورة (48)

الإثمار في أكياس الخيش البلاستيكية، حيان، حلب، 2007.

الصورة (49)

الإثمار في سلال البلاستيكية، مركز بحوث حلب، 2005.

الصورة (50)

الإثمار في أكياس بولي إتيلين سوداء، السقيلبية، حماه، 2008.

الصورة (51)

الإثمار سلال بلاستيكية، سلمية، حماه، 2007.

الصورة (52)

الصنف البني (بورتوبيللو)، لبنان، 2009.

يقوم مزارعو الفطر بعملية القطاف 3–4 مرات خلال الدورة الإنتاجية الواحدة، كما أن تقليل الفترة بين القطفة والأخرى يزيد من كمية الإنتاج خلال العام، ويساعد في منع حدوث الأمراض، وانتشار الحشرات. تعتبر الأجسام الثمرية المريضة، والمشوهة، والمتضررة، نتيجة الإصابة بالذباب، ذات قيمة تسويقية أدنى، ويجب التخلص منها، كما أن الأجسام الثمرية المريضة يجب عدم لمسها، في حين أن أنسجة الفطر المريضة يجب أن تعامل بالمبيدات المتخصصة، أو المبيدات البيولوجية، أو المواد المعقمة كالملح والكحول.

يتفاوت معدل غلة الفطر الزراعي من دولة لأخرى، حيث يتراوح إنتاج المتر المربع الواحد (والذي يحوي حوالي 100 كغ/م^2 دبال بشكل نموذجي) خلال دورة الإنتاج الواحدة في سورية من 11–35 كغ، حسب خبرة المزارع، والتقنيات المستخدمة، وجودة كل من البذار والدبال وظروف التحضين. بينما وصل معدل الإنتاج في بعض الدول العريقة في هذه الزراعة إلى أكثر من 45 كغ/م^2، ووصل في بعض المفاطر لحدود 50 كغ/م^2 وأكثر. فقد كان معدل الغلة في الولايات المتحدة لعام 2001 حوالي 28 كغ/م^2، وبمساعدة تقدم التكنولوجيا كأنظمة التحكم بالتهوية، والوزن الجاف الأعلى للدبال، والمكملات الغذائية، والسلالات المحسنة، فقد حقق المزارعون غلة أعلى من 38.75 كغ/م^2، إلا أنه لا يمكن تحقيق هكذا غلة عالية إلا في المزارع المجهزة بشكل جيد، وتحت إشراف مزارعين ذوي خبرة عالية فقط (Stamets and Chilton, 1983; Oie, 2003).

8. بسترة رُمَّة الفطر (الدبال المستعمل) بعد انتهاء الدورة الإنتاجية واستخداماتها:

يتم إنهاء الدورة الإنتاجية في غرفة الزراعة عندما تصبح كمية الإنتاج في القطفة الواحدة غير مبررة اقتصادياً، وقبل اخراج الدبال المستعمل من الغرف، والتخلص منه، يقوم المنتجون بإجراء البسترة بالبخار، وذلك للتخلص من الأمراض، والآفات، وأي نشاط حيوي يمكن أن ينتقل إلى غرف الإنتاج المجاورة، أو إلى الدورات الإنتاجية التالية. وتجري عملية البسترة عن طريق المحافظة على درجة الحرارة

بين 60–70° س لمدة 8–24 ساعة، كما أنه يجب نقل الدبال المستعمل إلى خارج المزرعة، من أجل تقليل فرص التلوث الحاصل للدورات الإنتاجية اللاحقة.

يقصد بالرمة (الدبال المستعمل) تلك المادة الشبيهة بالتربة، والتي تبقى بعد انتهاء عملية قطاف الأجسام الثمرية، وهي غنية بالمواد العضوية، مما يجعلها مادة مناسبة للاستخدام في تحسين خواص التربة. إن الرمة تحوي على قدر من المواد الغذائية المناسبة لنمو الفطر الزراعي، إلا أن تبديل الدبال المستعمل بآخر جديد يعد عملية أكثر اقتصاديةً عند بدء دورة إنتاجية جديدة.

يمكن لمستخدمي الرمة الوثوق بأن هذه المادة خالية من بذور الأعشاب والحشرات. يتم نشر الرمة الحديثة في العراء، وتترك تحت الظروف الجوية خلال فصل الشتاء، ومن الأفضل أن تقلب عدة مرات، ثم تسوق بعد ذلك حيث يكون لها مميزات مختلفة إلى حد ما، نتيجة النشاط الميكروبي في الظروف المناخية، والتي تحدث تغيراً في تركيبها وقوامها، علاوةً عن الانخفاض السريع لمحتواها من الأملاح ينخفض سريعاً جراء التعرض لظروف المناخ.

يوجد العديد من الاستخدامات المناسبة للرمة، حيث تعتبر هذه المادة جيدة عندما تفرش كطبقة حماية فوق البذور المزروعة حديثاً، بهدف تجهيز المرج الأخضر، حيث تساعد طبقة التغطية على منع الطيور من أكل بذور المرج الأخضر، وتأمين الرطوبة الكافية لإنبات هذه البذور. ويجب تجنب استخدام الرمة كتربة محيطة لنباتات الحدائق والخضار، والتي تكون حساسة للتربة ذات المحتوى العالي من الأملاح. إن الحصول على الرمة خلال الخريف أو الشتاء، وتجهيزها من خلال المعاملة المناخية، يجعل منها جاهزةً للاستخدام في الربيع المقبل، وتعتبر الرمة المادة المختارة من قبل الشركات التي تبيع أوساط الزراعة الجاهزة، نظراً لما لهذه المادة من فوائد في تحسين خواص، وقوام تربة الزراعة (Stamets and Chilton, 1983; Beyer, 2003).

9. طريقة حفظ الأجسام الثمرية:

لحفظ الأجسام الثمرية بالتعليب يحضر محلول الحفظ من المواد التالية:

ملح الطعام	4 %
سكر	1 %
حمض الليمون	0.33 %

ويمكن إضافة العصفر كملون طبيعي لإعطائها اللون الأصفر، ويكمل الحجم بالماء.

طريقة الحفظ:

- تغسل رؤوس الفطر جيداً ثم تنقع بالماء العادي لمدة 10 دقائق.
- تسلق رؤوس الفطر بماء يغلي لمدة 2 – 3 دقيقة ويستبعد ماء السلق.
- تعبأ رؤوس الفطر في عبوات زجاجية قابلة للتعقيم والضغط.
- يضاف محلول الحفظ وهو يغلي إلى العبوات الزجاجية الحاوية على رؤوس الفطر.
- تغلق العبوات بالأغطية المناسبة مباشرةً.

– توضع العبوات الأوتوكلاف (أو طنجرة ضغط) وتعقم لمدة 40 دقيقة.

– تبرد العبوات بعد إخراجها من الأوتوكلاف سريعاً بوضعها في البراد.

يمكن حفظ رؤوس الفطر بهذه الطريقة لمدة سنة (الصور 53، 54) (مركز البحوث العلمية الزراعية بحلب، معلومات غير منشورة).

الصورة (53)

حفظ الفطر بالتخليل، مركز بحوث حلب، 2005.

الصورة (54)

عبوات مختلفة للتخليل، مركز بحوث حلب، 2005.

الفصل السادس

6. أمراض الفطر الزراعي ومكافحتها

إعداد

د. محمد موفق يبرق م.عمار بياعة

تقسم الممرضات التي تصيب الفطر الزراعي إلى: **ممرضات تهاجم مشيجة ورؤوس الفطر الزراعي وتتطفل عليهما، وممرضات تنافس مشيجة الفطر الزراعي على الغذاء خارجياً.**

1. مرض التبقع البكتيري Bacterial blotch:

المسبب هو البكتريا ***Pseudomonas tolaasii***

يتميز هذا المرض بظهور بقع صغيرة صفراء اللون على قبعة الفطر، وأحياناً على الساق، يتحول لونها إلى البني، وعادة لا يزيد عمق هذه البقع في النسيج المصاب عن 1 ملم. تكمن خطورة هذا المرض في سرعة انتشاره في صالات الإنتاج، وإصابته لكثير من الأجسام الثمرية وخاصةً إذا كانت الرطوبة النسبية عالية. إن مصدر العدوى بهذا المرض هو تربة التغطية غير المبسترة جيداً، والحشرات والعمال الذين يقومون بجني المحصول ولا يلتزمون بالتعليمات الصحية، وينتقل كذلك المسبب من جسم ثمري لآخر مع رذاذ ماء الري.

يمكن تجنب الإصابة بهذا المرض بتعقيم تربة التغطية قبل استعمالها بالفورمالين بمعدل 30%، والتهوية الجيدة لها، ومراعاة تجفيف الأجسام الثمرية بعد الري عن طريق التهوية لمدة 2–3 ساعة ورفع درجة حرارة الجو المحيط قليلاً وضبط الرطوبة النسبية دائماً دون 85 %. أما بعد الإصابة فيمكن رش المحصول بماء الكلور بتركيز 150 ppm، وتكرر عملية الرش كلما دعت الحاجة (Stamets and Chilton, 1983; Coles *et al*., 2002).

الصورة (55)

مرض التبقع البكتيري في بداية الإصابة.

الصورة (56)

أثر مرض التبقع البكتيري على مواصفات الأجسام الثمرية.

2. مرض المومياء Mummy disease:

المسبب البكتريا *Pseudomonas* sp.

من أهم أعراض هذا المرض هو تلون الأجسام الثمرية باللون البني، ومن مميزاته الأخرى هو بطء نمو الأجسام الثمرية وإظهارها لبعض المقاومة عند قطفها مقارنة بالأجسام الثمرية السليمة. تطبق نفس إجراءات الوقاية الخاصة بمرض التبقع البكتيري السابق (Stamets and Chilton, 1983; Coles *et al*., 2002).

الصورة (57)

الأعراض الظاهرية لمرض المومياء.

3. الأعفان التي تظهر على الدبال:

3-1. العفن الأخضر الزيتوني *Chaetomium globosum*:

تظهر الإصابة في البداية على الدبال بشكل بقع بيضاء، وبعد أيام قليلة يتحول لونها إلى الأخضر الزيتوني وتنبعث من هذه البقع رائحة متعفنة، ونتيجةً لذلك تضعف أو تنعدم مشيجة الفطر الزراعي في هذه البقع. إن الظروف المشجعة لنمو هذا العفن هي وجود نسبة عالية من غاز الأمونيا NH_3 في الدبال، كما تشجع الرطوبة النسبية العالية وارتفاع تركيز CO_2 في صالات الإنتاج إنبات أبواغ هذا الفطر، وبالتالي انتشاره. يمكن الحد من انتشار الفطر ببسترة الدبال جيداً، والتخلص كلياً من غاز الأمونيا، وكذلك التهوية الجيدة لتخفيض نسبة الرطوبة الملائمة لانتشاره (Stamets and Chilton, 1983; Coles *et al*., 2002).

3-2. العفن الحبري *Coprinus* sp.:

يدخل هذا الفطر مع الدبال أثناء إجراء عملية التخمير، وفي حال كانت البسترة غير جيدة ينتشر عليه بسرعة عند إدخاله إلى أماكن الإنتاج، خاصةً عندما تكون الرطوبة والحرارة عاليتين. يكوِّن هذا الفطر أجساماً ثمرية تشبه لحد ما الأجسام الثمرية للفطر الزراعي، ومن صفاته أن أجسامه الثمرية تعاني الهضم الذاتي عند اكتمال النضج، وتتحول كلياً إلى سائل أسود اللون يحتوي على أعداد هائلة من الأبواغ السوداء، التي تسقط على تربة التغطية، وتعطيها لوناً أسوداً، لا يؤثر هذا الفطر كثيراً على كمية الإنتاج،

ولكنه يعطي مظهراً أسوداً غير مرغوب للفطر الزراعي، مما يخفض المواصفات النوعية للفطر الزراعي، ويؤثر على تسويقيه (Stamets and Chilton, 1983; Coles *et al*., 2002).

الصورة (58)

الفطر الحبري.

3-3. العفن الأصفر *Chrysosporium* sp.:

يدخل هذا الفطر أماكن الإنتاج مع الدبال، ويبدأ بالنمو عليه مكوناً بقعاً ذات لون بني إلى الأصفر، وذات حواف زغبية، يمكن ملاحظتها عند حواف صناديق الإنتاج، وفي منطقة اتصال الدبال بتربة التغطية. يسبب هذا الفطر موت بداءات الأجسام الثمرية (Pinheads)، بعد أيام قليلة من تكوينها نتيجة تطفله على مشيجة الفطر الزراعي، مما يؤدي إلى إعاقة نموها، وبالتالي يقل عدد الأجسام الثمرية المتكونة، وتنبعث في حالة الإصابة الشديدة رائحة كاربيد الكالسيوم من المناطق المصابة، دلالةً على إصابة مشيجة الفطر الزراعي بهذا العفن، ويمكن السيطرة على المرض ببسترة الدبال جيداً، وعدم الإفراط بالري (Stamets and Chilton, 1983; Coles *et al*., 2002).

الصورة (59)

مرض العفن الأصفر.

الصورة (60)

4. الأعفان التي تظهر على الدبال وتربة التغطية:

4-1. العفن البني اللاصق (المسحوقي) Brown plaster mould:

الفطر المسبب ***Papulaspora byssina***

يعتبر هذا العفن من أكثر الأعفان انتشاراً في أماكن إنتاج الفطر، لقابليته العالية للانتشار والتكاثر، ومن أهم أعراضه المميزة ظهور بقع جيلاتينية القوام، على سطح الدبال، تتحول إلى بقع بيضاء كثيفة، وتتسع هذه البقع بعد فترة وجيزة من الزمن، ويتحول لونها تدريجياً إلى الأسمر المصفر، أو إلى البني الفاتح. تعزى أسباب انتشار هذا العفن إلى حدوث بعض الأخطاء عند تحضير الدبال، كأن يكون رطباً جداً، أو كمية الجبس المضافة إليه قليلة (Stamets and Chilton, 1983; Coles *et al*., 2002).

4-2. العفن الأبيض اللاصق (المسحوقي) Wight plaster mould:

الفطر المسبب ***Scopulariopsis fimicola*:**

تشبه أعراض هذا المرض الأعراض التي يكونها العفن البني اللاصق، إلا أن لون البقع الجيلاتينية على الدبال، أو على تربة التغطية، يكون أبيض بدلاً من اللون الأسمر المصفر، يمكن السيطرة على هذا العفن من خلال تنظيم الـ pH للدبال وضبطه في المجال 6.5 – 7 (Stamets and Chilton, 1983; Coles *et al*., 2002).

4-3. الكمأة الكاذبة False Truffle:

الفطر المسبب ***Diehliomyces microsporus*:**

يمكن التعرف على هذا الفطر من خلال ملاحظة أجسامه الثمرية، وهي عبارة عن كتل كثيفة من مشيجة الفطر، ذات لون أبيض مصفر، يزداد حجمها تدريجياً، وتصبح مجعدة، وتشبه لب ثمرة الجوز المقشرة، أو دماغ العجل، لذا تسمى بالأجسام الدماغية Calves brains، وتتحلل عند اكتمال نضجها، وتتحول إلى كتل مسحوقية سوداء، تنبعث منها رائحة غاز الكلور، ومن النادر تواجد فطر الكمأة الكاذبة في أماكن إنتاج الفطر خلال فصل الشتاء، ولكنها تتواجد بصورة اعتيادية خلال فصل الصيف، لأن هذا الفطر يفضل درجات الحرارة العالية (Stamets and Chilton, 1983; Coles *et al*., 2002).

4-4. العفن الأحمر (عفن أحمر الشفاه) Lipstick mould:

الفطر المسبب ***Sporendonema purpusascens***:

يمكن تشخيص هذا العفن من ملاحظة نموه الزغبي الأبيض، الذي يتواجد حول وبين تشققات تربة التغطية، والذي يتحول فيما بعد إلى اللون الأحمر. إن أهم العوامل التي تشجع هذا العفن على النمو هو التهوية السيئة وإضافة مصادر نتروجينية غير عضوية للدبال، كاليوريا وكبريتات الأمونيوم. يمكن السيطرة على هذا العفن بالبسترة الجيدة، وتقليل المصادر النتروجينية غير العضوية في الدبال (Stamets and Chilton, 1983; Coles *et al*., 2002).

4-5. الأعفان الخضراء Green mould:

يدخل كثير من الأعفان الخضراء إلى صالات إنتاج الفطر، أثناء عمليات الخدمة، فتنمو على الدبال وترب التغطية، ومن أهم مسبباتها الفطور التالية: *Penicillium* و*Aspergillus* و*Cladosporium* و*Trichderma viride*. تكون هذه الأعفان أعداداً هائلة من الأبواغ، تنتشر في أماكن الإنتاج، وتلوثها وقد يهاجم الفطر *Trichderma viride* الأجسام الثمرية للفطر الزراعي، ويقتلها ثم يتغذى عليها، ويهاجم مشيجة الفطر الزراعي تحت التربة أيضاً. إن أهم مصادر التلوث بهذه الفطور هم الأشخاص الذين يعملون في أماكن الإنتاج، أو الأدوات المستخدمة، ويكمن السيطرة على هذه الأعفان من خلال تعقيم الأدوات، وإتباع الأساليب الصحية في العمل (Stamets and Chilton, 1983; Coles *et al*., 2002).

الصورة (61)

الصورة (62)

مرض العفن الأخضر.

5. الأعفان التي تظهر على أو في تربة التغطية:

5-1. العفن البني Brown mould:

الفطر المسبب ***Chromelosporium fulvum***

يكون هذا الفطر على تربة التغطية نمواً أبيض اللون خاصةً عندما تكون التربة ذات رطوبة عالية، وفي البداية لا يكون هذا الفطر غشاء على التربة، بل يبقى على شكل نمو زغبي، يتحول لونه بعد

فترة من الزمن إلى البني، نتيجة لتشكل أبواغ كثيرة، تنطلق عندما يرش الماء على تربة التغطية على شكل رذاذ كثيف، يسبب الغثيان للقائمين بعملية الرش، يمكن السيطرة على هذا العفن من خلال الاعتدال بالري، وخفض درجة الحرارة في أماكن الإنتاج (Stamets and Chilton, 1983; Coles *et al*., 2002).

الصورة (63)

مرض العفن البني.

5-2. عفن نسيج العنكبوت Colweb mould:

الفطر المسبب ***Cladobotryum dendroides***

يظهر هذا الفطر عادةً على شكل نمو زغبي على حوامل الأجسام الثمرية الميتة والأجسام الثمرية نصف الميتة، ومنها يهاجم الأجسام الثمرية السليمة ويقتلها، وعند مهاجمة الأجسام الثمرية الصغيرة تصبح رخوة ومشوهة الشكل، لذا يسمى هذا المرض بمرض التفسخ الرخو Soft decay، وبعد أيام يتغير لون مشيجة العفن، ويصبح مائلاً للون الأحمر ثم الأصفر. يمكن السيطرة على هذا العفن بالبسترة الجيدة للدبال (Stamets and Chilton, 1983; Coles *et al*., 2002).

5-3. مرض الفقاعة الرطبة Wet bubble:

الفطر المسبب ***Mycogone perniciosa***

يتميز هذا المرض بأن الأجسام الثمرية المصابة تتحول إلى أشكال مشوهة يكسوها نمو زغبي أبيض مجعد، وبعد أيام قليلة يصبح لون المناطق المصابة كريمي إلى بني، مع ظهور قطرات بنية اللون، بشكل فقاعات ناتجة عن التعفن البكتيري. ويعتبر هذا المرض من الأمراض الخطرة على زراعة الفطر الزراعي، وتكمن خطورته بسرعة انتشاره وتغلغل مشيجته داخل تربة التغطية. يمكن السيطرة على هذا

العفن بالبسترة الجيدة للدبال، ورش تربة التغطية عند ظهوره بالزينيب والمانكوزيب بين القطفات بمعدل 2 غ/ل ماء (Stamets and Chilton, 1983; Coles *et al*., 2002).

6-4. مرض الفقاعة الجافة Dry bubble:

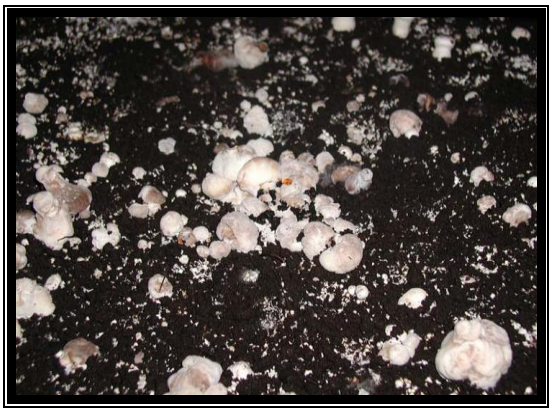
الفطر المسبب ***Verticillium fungicola***

يظهر هذا الفطر في البداية على تربة التغطية على شكل مشيجة زغبية بيضاء اللون، وبعد تمركزه في التربة يبدأ بمهاجمة مشيجة الفطر الزراعي والتغذي عليها، بواسطة ممصات يرسلها داخل الخلايا، ونتيجةً لذلك تأخذ حوامل الأجسام الثمرية المصابة شكلاً بصيلياً مع ظهور بعض التشققات على أطرافها العليا، ويتغير لونها الأبيض إلى البني، كما تصبح القبعة التي تحملها صغيرة وجافة ومشوهة، مع ظهور بعض التشققات عليها، لذا يعرف بمرض شفة الأرنب Hare lip. ومن مميزات هذا المرض أن الأجسام الثمرية المصابة لا تذبل ولا تتعفن، بل تصبح جلدية وجافة ولا يخرج منها سوائل. يمكن السيطرة على هذا العفن بالبسترة الجيدة للدبال، ورش تربة التغطية عند ظهوره بالزينيب والمانكوزيب بين القطفات بمعدل 2 غ/ل ماء.

الصورة (64)

ظاهرة شفة الأرنب.

الصورة (65)



أعراض مرض الفقاعة الجافة.

للإصابة أشكال وأعراض متنوعة، من بقعة صغيرة على سطح قبعة الفطر الزراعي، حتى إصابة الأجسام الثمرية بالكامل، وتأخذ شكلاً غير قابل للتمييز كفطر زراعي. ويعتمد مظهر الفطر الزراعي على وقت الإصابة وعدد الأبواغ.

تتلخص مجموعة الأعراض الأولى بالتبقع، أو إصابة سطحية تسبب بقع منكرزة على القبعة، تتسع هذه البقع، وتتدمل كلما كبر الفطر الزراعي. ويُعتبر التبقع نتيجة للإصابة المتأخرة بالفرتيسيليوم حيث أن نمو الفطر الزراعي يكون قد اكتمل، ويتلخص ضرر الممرض بإحداث إصابة سطحية.

هذه الأعراض يمكن أن تتشابه مع أعراض الإصابة بالبكتريا *Pseudomonas*، أو مع الإصابة بالفطر *Trichoderma*، ويمكن أن نميز هذه الإصابات بطريقة سهلة كما يلي:

توضع بعض الأجسام الثمرية المصابة في علبة بلاستيكية مغطاة، مع أوراق ترشيح مرطبة، لتحفيز نمو العامل الممرض الموجود في أنسجة الفطر، فإذا كان الإصابة بكتيرية فإن لون التبقعات لن يتغير، أما إذا تحول لونها إلى اللون الأخضر فالممرض هو الفطر *Trichoderma*، وإذا أخذ سطح الجسم الثمري لوناً رمادياً، وكان مجعداً فالممرض هو *Verticillium*. هذه الإصابة يشار إليها أحياناً بتسمية شفة الأرنب، حيث أن المنطقة المصابة يتوقف النمو فيها، بينما ينمو باقي نسيج الجسم الثمري، فتصبح منطقة الإصابة ضيقة ورمادية وجلدية وميتة. أما إذا حدثت الإصابة على الساق فإن الخلايا الخارجة لنسيج الساق ستموت، بينما الخلايا الداخلية غير المصابة ستستمر بالنمو، ونتيجةً لذلك ينحني الجسم الثمري باتجاه المنطقة المصابة وينكسر. تسبب الإصابة تشوه الأجسام الثمرية التي تظهر كبيرة وعديمة الشكل، والقبعة غير قابلة للتمييز عن الساق. ويشير المزارعون لهذا المرض باسم الفقاعة الجافة، تغطى هذه الفقاعات بطبقة غبار مجعدة رمادية. أبواغ الفطر لزجة وتعلق بأي ناقل، فمن الممكن أن ينقلها ذباب الفطر أو العناكب أو القوارض أو العمال أو الأدوات أو الهواء أو الري. إن القدرة التكاثرية لهذا الممرض عالية جداً، حيث أنه ينتج 30 مليون بوغة كل ساعة. لذا يجب مكافحة النواقل، ويمكن مكافحة الفقاعات بالملح، حيث تُوضع كمية مناسبة منه في كأس بلاستيكي، ويقلب الكأس فوق الفقاعة، حيث يقتل الملح المشيجة ويمنعها من النمو، ويمنع الكأس الأبواغ من الانتشار. أو يمكن جمع الفقاعات ونقلها إلى الخارج، ولكن في محلول كحولي، وهذا الأمر فيه مخاطرة ويجب أن يقوم به شخص خبير.

يستغرق المرض حوالي 7 أيام ليعطي أعراضاً مرئيةً. ويُستنتج من ظهور التبقعات السطحية، أو انكسار الساق، أو التشوهات السطحية الأخرى، أن أبواغ الممرض أصاب الفطر الزراعي قبل ظهور الأعراض بسبعة أيام. تحتاج الإصابة لظهور فقاعة لفترة حضانة حوالي 10–14 يوم. لذلك إذا كانت الأجسام الثمرية قد تشكلت مسبقاً في نفس وقت حدوث الإصابة، فإنه سوف يظهر فقط علامات سطحية على الفطر الزراعي. أما إذا بدأت الإصابة حالاً بعد التغطية فإن الفقاعات الجافة سوف تظهر. إن تطوير الممرض لحوامل الأبواغ سوف يعطي أعراض ظاهرية. كما أن المشيجة الناشئة من أبواغ الفيرتيسليوم سوف تنمو في أنسجة الفطر الزراعي، متطفلةً عليها ومشوهةً لها، علماً أن مشيجة الفطر الزراعي لوحدها لا تظهر أي أعراض للإصابة بالفرتيسيليوم وإنما تظهر الأعراض على الأجسام الثمرية نتيجة انتقال أبواغ الفطر ومشيجته إليها (Stamets and Chilton, 1983; Coles *et al*., 2002).

6-5. مرض الموت المتأخر Die back:

وهو من أهم الأمراض الفيروسية على الفطر الزراعي، ومن أعراضه أن الأجسام الثمرية المصابة تكون ذات سوق طويلة ورهيفة، وتتكون عليها قبعات صغيرة الحجم، تتفتح بصورة مبكرة، وتطلق أعداد هائلة من الأبوغ الحاملة للعدوى، وبذلك يكون المرض أكثر خطورة خلال هذه الفترة، خاصةً وأن هذه الأبواغ تنبت بصورة أسرع من الأبواغ السليمة، وتعم بذلك الإصابة. ومن أعراض المرض الأخرى، بطء

نمو مشيجة الفطر الزراعي، وظهور بعض التجعدات عليه، وتلونه باللون الرمادي. يكافح هذا المرض بإتلاف السلال المصابة بحرقها مع التأكيد على سترة الدبال بشكل جيد عند تحضيره (Stamets and Chilton, 1983; Coles *et al*., 2002).

الصورة (66)

أعراض مرض الموت المتأخر الساق طويل والقبعة صغيرة.

الفصل السابع

7. آفات الفطر الزراعي الحشرية والحيوانية غير الحشرية

إعـــداد

د. سليم خوجة د. وجيه دواليبي

1. مقدمة:

يعد إدخال زراعة الفطر الزراعي في الإنتاج النباتي، وإنتاجه بطريقة مشابهة للطريقة التي يتم فيها إنتاج المحاصيل النباتية الأخرى، من الأمنيات القديمة التي طالما حلم المنتجون بتحقيقها، أما في وقتنا الحاضر فقد غدت زراعة الفطر الزراعي علماً من العلوم الحقيقية، وأحرزت تقدماً كبيراً، خاصةً بعد أن أخذ الكثير من الباحثين يهتمون بهذا النوع، القادر على النمو والتطور بالاعتماد على مواد تعد من فضلات ومخلفات النبات والحيوان (قش – خشب – روث ... الخ). ومما زاد الاهتمام بالفطر الزراعي تمتعه بقيمة غذائية عالية، تفوق القيمة الغذائية لمعظم الخضار والفواكه، وتقترب من القيمة الغذائية للحم، مع الأخذ بعين الاعتبار الفارق في نسبة الرطوبة، الأمر الذي دعا الكثيرين إلى اعتباره بمثابة الغذاء البديل للحم.

تتعرض زراعة الفطر الزراعي للكثير من الآفات كغيرها من الزراعات، والتي تسبب تدهوراً في إنتاجه ورداءة في نوعيته ومنها:

- الأمراض البكتيرية Bacterial diseases:
- الأمراض الفطرية Fungal diseases:
- الفيروسات Viruses:
- الآفات الحيوانية غير الحشرية :العناكب والحلم
- الديدان الثعبانية (النيماتودا):
- الحشرات Insects:

2. العناكب والحلم:

تتغذى عدة أنواع من العناكب على مشيجة الفطر الزراعي، خلال نموه في الدبال أو تربة التغطية، وتسبب له أضراراً جسميةً. ويكون عادةً الضرر بسيطاً، عندما يظهر في المزرعة في أواخر فترة الجني، ولكن عند ظهورها مبكراً فإن احتمال انتشارها بصورة وبائية كبير جداً، مما يؤدي إلى القضاء على معظم مشيجة الفطر، وبالتالي خسارةً كبيرةً في المحصول لذا يجب التأكد من سترة الدبال بصورة جيدة أثناء تحضيره، للقضاء على هذه الأحياء.

وأهم الأضرار التي تسببها العناكب والحلم:

- تأخر تشكل رؤوس الفطر.
- حدوث حفر غير منتظمة في السوق وفي القبعات، وبالتالي تدني نوعية الفطر.
- تقلل الإنتاج وتضعف فعاليته.
- تزعج العاملين في المزرعة مسببة لهم حساسية عالية (حك شديد) (Stamets and Chilton, 1983; Coles *et al*., 2002).

3. النيماتودا:

وهي ديدان صغيرة أسطوانية الشكل، مجهرية تتكاثر بواسطة البيوض، التي تفقس خلال فترة وجيزة من الزمن، وتخرج منها يرقات صغيرة، تمر بعدة انسلاخات خلال دورة حياتها حتى تصبح دودة كاملة.

توجد 3 مجموعات من الديدان الثعبانية في الطبيعة وهي:

(1) ديدان رمية تتغذى على المواد العضوية المتحللة، ولا تسبب أضراراً للنبات.

(2) وديدان متطفلة، تتميز بوجود حربة مجوفة أو رمح (stylet) في مقدمة رأسها، تغرسها في خلايا العائل، وتمتص المواد الغذائية منها.

وهناك نوعان من الديدان الثعبانية التي تتغذى على مشيجة الفطر الزراعي وهما: *Ditylenchus myceliophagus* و*Aphelenchoides composticola*، يُهاجم هذان النوعان مشيجة الفطر أثناء نموه في الدبال أو تربة التغطية، وتمتص محتوياتها وتتركها على شكل خيوط فارغة، إضافة إلى ذلك فإنها تحدث ثقوباً في جسم الفطر، وتتركه عرضةً للإصابة بالبكتريا والفيروسات. وتكون المكافحة برش أرضية المفاطر وترب التغطية بالفورمالين بمعدل 3 ل/10 ل ماء (Coles *et al.*, 2002).

(3) هناك نيماتودا مفيدة جداً هي نيماتودا حيوانية (*Steinerema feltiae*)، تتغذى على يرقات ذبابة Scarid، ويمكن استخدام هذا النوع في برامج المكافحة الحيوية لمكافحة يرقات ذبابة الفطر.

4. الحشرات:

يعتبر الذباب من أهم الحشرات التي تصيب الفطر الزراعي، حيث يوجد جنسان هامان من الذباب تصيب الفطر الزراعي عالمياً: ذباب الفوريد Phorid وذباب السياريد Sciarid.

4-1. ذبابة الفوريد Phorid (*Megaselia* sp.):

يتبع هذا الجنس إلى رتبة ثنائية الأجنحة Diptera وفصيلة Phoridae. طول الذبابة 2-3 مم، لونها بني مسود حدباء الشكل، لها قرون استشعار غير واضحة، منها نوعين وربما أكثر هما: *Megaselia halterata*، *M. nigra*. تنشط في البقع المضاءة ولها مشية خاصة جداً، متعرجة متناوبة، مع توقفات سريعة، تجذبها رائحة المشيجة، وتحدث الإصابة عليها عند الزراعة، وخلال فترة التحضين، وحتى التتريب وما بعده، يتلخص ضررها بتغذيها على مشيجة الفطر، وتنقل بامتياز البكتريا والأمراض الفطرية والعناكب والفيروسات. العتبة الاقتصادية لهذه الذبابة هي 58 يرقة في 125 غ دبال. تضع بيضها على أطراف مشيجة الفطر (50 بيضة). طول اليرقة 3-5 مم، وتكون شفافة ثم يصبح لونها أصفر باهت، لون العذراء أبيض مصفر طولها 2 مم. تعيش الأنثى 16 يوم، ويعيش الذكر 10 أيام.

تتعلق دورة حياتها بدرجات الحرارة حيث تبلغ 15 يوم عند الدرجة 24ْ س و20–25 يوم عند الدرجة 15ْ س (دواليبي، 2008؛ Stamets and Chilton, 1983; Coles *et al*., 2002).

4–2. ذبابة السيارید Sciarids:

يتبع هذا الجنس إلى رتبة ثنائية الأجنحة Diptera و فصيلة Sciaridae، طول الحشرة 2–5 مم، سوداء ذات قرون استشعار سوداء منتصبة، تبيض الأنثى حتى 170 بيضة في الدبال أو في تربة التغطية، تتوزع في مجموعات لا تزيد عن 15 بيضة/مجموعة. يفقس البيض بعد 6 أيام عند درجة الحرارة 18ْ س. مدة الطور اليرقي 18 يوم حتى طور العذراء. مدة طور العذراء 6 أيام حتى طور الذبابة. مدة دورة الحياة 3–4 أسابيع عند درجة الحرارة 24ْ س. هذه الذبابة أشد خطراً من سابقتها وذلك بسبب:

– مدة طور اليرقة أطول منه لدى ذبابة Phorid.

– قطر فم اليرقة أكبر بـ 70 ضعف منه لدى ذبابة Phorid.

– العتبة الاقتصادية لها 1 يرقة في 125 غ دبال بينما هي 58 يرقة في 125 غ دبال لدى ذبابة Phorid (دواليبي، 2008؛ Stamets and Chilton, 1983; Coles *et al*., 2002).

وسجل دواليبي وآخرون (2007) لأول مرة في سورية جنسين ونوعين من ذباب الفطر المنتشرة في المفاطر السورية حيث تم تصنيفها في المتحف البريطاني للعلوم وهي كما يلي:

1- *Bradysia ocellaris* Coms. يتبع فصيلة Sciaridae، تحت رتبة Nematocera رتبة Diptera سجلت هذه الحشرة بمحافظة حلب في موقع عندان ومدينة حلب (الصورة 67).

2- *Coboldia fuscipes* Meig يتبع فصيلة Scatopsidae، تحت رتبة Nematocera رتبة Diptera، سجلت هذه الحشرة في مدينة حلب، وفي منطقة الكسوة، وسجلت أيضا في موقعين في ريف منطقة جبلة بمحافظة اللاذقية (الصورة 68).

3– *Pullimosin* sp. يتبع فصيلة Sphaeroceridae، تحت رتبة Cyclorrhapha رتبة Diptera سجلت هذه الحشرة في عدة مواقع من منطقة السلمية– محافظة حماة، وفي منطقة الكسوة (الصورة 69).

4- *Megaselia* sp. يتبع فصيلة Phoridae، تحت رتبة Cyclorrhapha رتبة Diptera سجلت هذه الحشرة في عدة مواقع في منطقة السلمية بمحافظة حماة، وفي موقعين بمحافظة اللاذقية (الصورة 70).

الصورة (67)

الحشرة الكاملة وتعريق الأجنحة للذبابة *Bradysia ocellaris* Coms، مركز بحوث حلب، 2007.

الصورة (68)

الحشرة الكاملة وتعريق الأجنحة لجنس *Megaselia* spp.، مركز بحوث حلب، 2007.

الصورة (69)

الحشرة الكاملة وتعريق الأجنحة للذبابة *Coboldia fuscipes* Meig، مركز بحوث حلب، 2007.

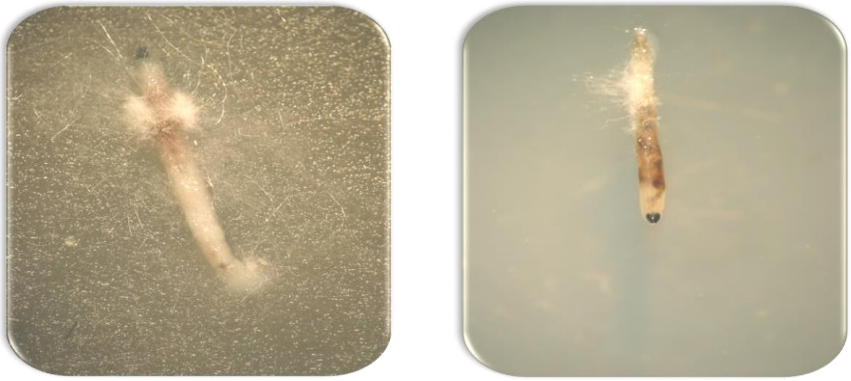
الصورة (70)

الحشرة الكاملة وتعريق الأجنحة لجنس *Pullimosin* spp.، مركز بحوث حلب، 2007.

4-3. بعض أساليب مكافحة الحشرات المتبعة في المفاطر:

- وضع شبك مناسب على فتحات دخول وخروج الهواء في غرف الزراعة لمنع دخول الحشرات وخاصةً الذباب.
- استخدام المصائد اللونية (الصفراء) اللاصقة.
- استخدام الصاعق الكهربائي.
- استخدام المصائد الفرمونية أو الغذائية الجاذبة.
- تعقيم غرف النمو وحولها قبل التحضين وبعده.
- استخدام مانعات الانسلاخ (Dimilin) في تربة التغطية.
- استخدام المبيدات الكيمائية (malathion و dichlorvos و diazinon).
- استخدام بعض الطرق الحيوية في المكافحة (Stamets and Chilton, 1983; Coles *et al.*, 2002)، وأشار Dawalibi *et. al.*, (2008) إلى أن رش الفطر *Beauveria bassiana* كمبيد حيوي على يرقات الذبابة *Bradysia ocellaris* أدى إلى موتها بنسبة وصلت إلى 85% (الصورة 71).

الصورة (71)



يرقات ذبابة الفطر *Bradysia ocellaris* المصابة بالفطر الممرض للحشرات *Beauveria bassiana* ، مركز بحوث حلب، 2007.

الفصل الثامن

8. زراعة الفطر المحاري *Pleurotus* spp.

إعـــداد

د. محمد موفق يبرق م. إنعام الياس م. حجازي هندو

1. مقدمة:

نجحت زراعة الفطر المحاري، أو الصدفي *Pleurotus ostreatus* في سنة 1900، وهو يعتبر أحد المحاصيل الهامة التي تحقق دخلاً جيداً على المستوى العالمي. شكلت زراعته بأنواعه المتعددة *Pleurotus* spp. حوالي 7.7% من الإنتاج العالمي للفطور المزروعة في العام 1986، إلا أن هذه النسبة ارتفعت لتصل إلى أكثر من 14% في العام 1997، أنتجت الصين لوحدها ما نسبته 86.8% من الإنتاج العالمي من هذا الفطر في العام 1997 (Chang, 1999; Royse, 2003). إن إنتاج الفطر المحاري تزايد بنسبة 338% في الفترة من 1986 حتى 2006 في الولايات المتحدة الأمريكية، وزادت أرباح المزارعين بينما بقيت أسعار الفطر المحاري ثابتة خلال ذات الفترة وذلك بسبب خفض تكاليف الإنتاج (USDA, Economic Research Service yearbook tables, 2006)، ولكن هذه النسبة في تزايد مستمر بسبب تدني تكلفة زراعة هذا النوع من الفطر، وإمكانية إجرائها داخل كل بيت، وضمن مجال مرن من الظروف البيئية من الحرارة، والرطوبة، وخاصةً أنه يصلح للمزارعين الصغار وذوي الإمكانات المحدودة، ولا سيما المبتدئين منهم قليلي الخبرة. حيث أن لهذا الفطر تنوع وراثي عالي، ويضم العديد من الأنواع ذات الألوان والأشكال المختلفة (الصور 72، 73)، وتنتشر في بيئات عديدة حول العالم، ويمكن زراعته دون الحاجة للتقنيات العالية والمخابر عالية التجهيز (Burden, 2006)، وزرع العديد من أنواع المحاري في مركز البحوث العلمية الزراعية بحلب. ومن الجدير بالذكر أن هذا الفطر منتشر في سورية برياً بشكل كبير جداً.

الصورة (72)

يمين *P. citrinopileatus*، **يسار** *P. djamor*، **إيطاليا، 2006.**

الصورة (73)

P. pulmonarius **مركز بحوث حلب، 2006.**

لقد ازدادت أهمية زراعة الفطر المحاري حالياً، بسبب قيمته الغذائية العالية، وارتفاع محتواه من البروتين (جدول 15)، ولاحتوائه أيضاً على جميع الأحماض الأمينية الأساسية الضرورية لجسم الإنسان، ومحتواه المرتفع من مجموعة فيتامينات B. حيث يحتل الفطر المحاري الموقع الوسط بين لحوم البقر والغنم والدجاج والسمك من جهة، وبين الخضار من جهة أخرى، وذلك بالنسبة لمحتواه البروتيني. ويعتبر الفطر من الأطعمة الفاخرة، ولذيذة الطعم، والفاتحة للشهية. ويمكن استخدامه بأشكال متعددة، مع السلطات أو مقلياً أو مشوياً أو مطبوخاً. كما يمكن تخزينه بعدة طرق منها التجفيف أو التجميد أو التعليب أو التخليل.

جدول (15) مكونات عدة أنواع من الفطر المحاري (Stamets, 2005).

King tuber *Pleurotus tuber-regium*	Phoenix oyster *Pleurotus pulmonarius*	Blue oyster *Pleurotus ostreatus* var. *columbines*	Pearl oyster *Pleurotus ostreatus*	Pink oyster *Pleurotus djamor*	نوع الفطر المحاري / المؤثر المدروس
329	355	355	360	356	السعرات الحرارية كالوري
14.97	19.23	24.64	27.25	30.20	البروتين غ
0.31	2.70	2.89	2.75	2.86	الدهون الكلية غ
0.04	0.53	1.05	1.16	0.91	الدهون غير المشبعة العديدة غ
0.05	0.62	1.18	1.32	0.97	الدهون غير المشبعة الكلية غ
0.02	0.11	0.16	020	0.16	الدهون المشبعة غ
66.68	63.40	57.61	56.53	52.76	الكربوهيدرات الكلية غ
66.68	51.60	35.31	38.43	29.66	الكربوهيدرات المعقدة غ
0.00	11.80	22.30	18.10	23.10	السكاكر غ
65.50	48.60	34.10	33.40	43.80	الألياف غ
0	0	0	0	0	الكوليسيرول غ
0	0	0	0	0	فيتامين A وحدة دولية
0.07	0.10	0.16	0.16	0.26	ثيامين (فيتامين B_1) ملغ
0.65	1.68	2.14	2.04	2.45	رايبوفلافين (فيتامين B_2) ملغ
7.30	23.80	48.30	54.30	65.80	نياسين (فيتامين B_3) ملغ
3.20	8.80	13.70	12.30	33.20	حمض البانتوثينيك (فيتامين B_5) ملغ
0	0	0	0	0	فيتامين C ملغ
65	178	214	116	136	فيتامين D ملغ
12	9	3	20	5	كالسيوم ملغ
0.13	1.03	1.19	1.69	1.61	نحاس ملغ
3.5	6.5	5.2	9.1	11.0	حديد ملغ
500	2600	4400	2700	4600	بوتاسيوم ملغ
0.092	0.09	0.083	0.035	0.175	سيلينيوم ملغ
2	16	31	48	13	صوديوم ملغ

جدول(16) مقارنة بين القيمة الغذائية لمختلف المأكولات والفطر (100 غرام الوزن الطازج).

الاسم	سعرات حرارية	ماء (g)	بروتين (g)	دهون (g)	كربوهيدرات (g)	كالسيوم (mg)	نحاس (mg)	فوسفور (mg)	حديد (mg)	بوتاسيوم (mg)
الفطر الزراعي	16	90.1	3.5	0.4	4	9	1.79	115	1	5
الفطر الصيني	42	88.6	3.8	0.7	5.1	10	-	100	1.5	-
الفطر المحاري	-	88	4.7	0.2	0.285	4	2	162	1	2
التفاح	58	84.1	0.3	0.4	14.9	6	0.12	10	0.3	-
الليمون	45	87.2	0.9	0.2	11.2	33	0.08	23	0.4	1
الجزر	42	88.2	1.2	0.3	9.3	39	0.08	37	0.8	4
حليب البقر	69	87	3.5	3.9	4.9	118	-	93	0.1	1
السمك	76.11	73.8	19-14	2.4-1	3-2	15	0.1	206	1.5	3
اللحم	118	74.2	21.4	3.6	-	8.31	4.41	505	15-1.6	-
البيض	173	73.3	13.3	13.3	-	6	0.23	224	2.52	-

2. ميزات زراعة الفطر المحاري *Pleurotus* spp.:

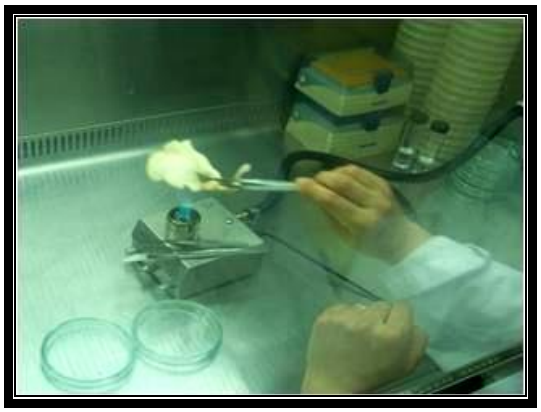
هناك اعتبارات كثيرة تجعل هذا الفطر من أفضل الأنواع للزراعة وهي:

- الخلطة الزراعية تتكون فقط من مادة سيليلوزية مثل تبن القمح، أو الشعير، أو الحمص، أو العدس، أو مخلفات الذرة، أو نشارة الخشب، أوراق الأشجار الجافة، أحطاب القطن، ورق الموز، ورق الشاي بعد الغلي، ألياف جوز الهند إلخ....
- سهولة تحضير الخلطة الزراعية، حيث لا تحتاج إلى تخمير مثل الفطر الزراعي، علاوةً على سهولة بسترتها.
- تحتاج زراعة هذا الفطر إلى أماكن متوفرة عادةً مثل: الكراج، غرفة في المنزل، قبو، مغارة، غرفة تخمير الدخان ...إلخ.
- متطلباته من الحرارة مرنة نسبياً، حيث يمكن زراعته في مجال من درجات الحرارة ما بين 15 و30 ْ س.
- سهولة الزراعة وعدم الحاجة إلى تجهيزات إضافية، حيث يمكن زراعته في أكياس غير مكلفة.

3. إنتاج بذار الفطر المحاري:

تشابه عملية إنتاج بذار الفطر المحاري عملية إنتاج بذار الفطر الزراعي من حيث المراحل العامة: الحصول على المزرعة الأم، ثم البذار الأم، ثم البذار التجاري (الصور 74، 75، 76، 77، 78، 79، 80)، وتختلف عنها من حيث الوسط المستخدم لتحميل المشيجة عليه ومن حيث سرعة نمو المشيجة، فالفطر المحاري يتميز بسرعة عالية لنمو المشيجة، الأمر الذي يقلل حساسيته للملوثات بالمقارنة مع الفطر الزراعي. (Growing mushrooms, 2003).

الصورة (74)



التعقيم السطحي للجسم الثمري بالتلهيب الكحولي، مركز بحوث حلب، 2007.

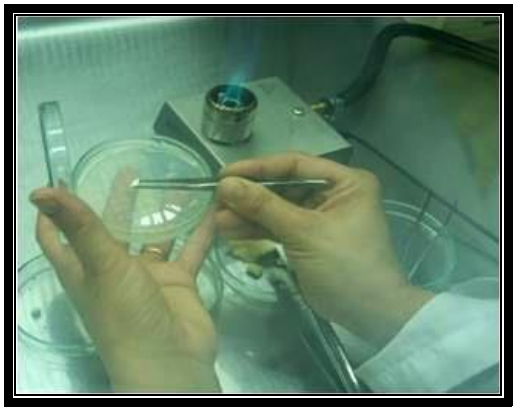
الصورة (75)

أخذ خزعة نسيج من الجسم الثمري، مركز بحوث حلب، 2007.

الصورة (76)

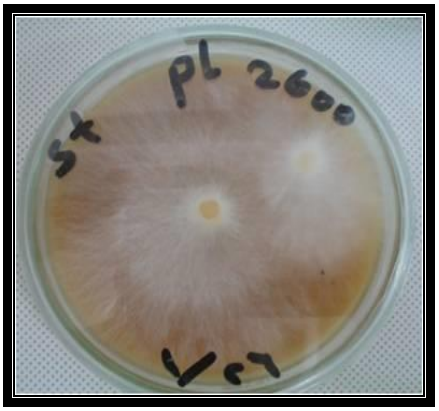
تقطيع خزعة النسيج، مركز بحوث حلب، 2007.

الصورة (77)



وضع الخزعة على البيئة المغذية، مركز بحوث حلب، 2007.

الصورة (78)



المزرعة الأم، مركز بحوث حلب، 2007.

الصورة (79)

البذار التجاري الخاص بمركز بحوث حلب في عبوات زجاجية، 2007.

الصورة (80)

البذار التجاري للفطر المحاري الخاص بمركز بحوث حلب في عبوات بلاستيكية، 2007.

3-1. الأوساط المناسبة لإكثار بذار الفطر المحاري:

يمكن تحميل مشيجة الفطر المحاري على أحد الأوساط التالية:

- حبوب قمح + 1.5% جبس أو كربوناتا على أساس الوزن الرطب.
- حبوب الذرة البيضاء + 1.5% جبس أو كربوناتا على أساس الوزن الرطب.
- حبوب الشعير + 1.5% جبس أو كربوناتا على أساس الوزن الرطب.
- قشور بذور القطن 88% + نخالة قمح 10% + سكر 1% + جبس 1%.
- نشارة خشب 78% + نخالة قمح 20% + سكر 1% + جبس 1%.
- نشارة خشب 58% + أوراق الشاي المستعملة 20% + قش أي محصول نجيلي 20% + سكر 1% + جبس 1%.
- 80% من نشارة الخشب + 20% قش قمح.
- نخالة القمح 50 غرام+ بيرليت 40 غرام + كبريتات الكالسيوم 6 غرام + كربونات الكالسيوم 1.5 غرام + ماء 120 مل.
- قش الأرز مقطع بطول 2-3 سم ينقع بالماء لمدة 4-12 ساعة ثم يصفى من الماء ويمزج بمحلول من 1% سكروز + 1.5% كربوناتا 2% نخالة الأرز أو القمح، ويجب ضبط المحتوى المائي لرطوبة المزيج النهائية عند 60%.

ينتج البذار بنفس طريقة إنتاج بذار الفطر الزراعي المذكورة سابقاً وبنفس المراحل تقريباً، إلا أن عملية إنتاج بذار الفطر المحاري تمتاز عنها في الفطر الزراعي بأنها أسهل وأسرع وأقل حساسية للتلوث،

فالتحضين يتم عند درجة حرارة تحضين بذار الفطر الزراعي 24° س، إلا إلى أن فترة التحضين لكل مراحل إنتاج البذار أقصر منها عند الفطر الزراعي، فتكفي مدة 5–7 أيام لاكتمال نمو المشيجة على الأطباق بعد زراعة خزعة النسيج، وكذلك الأمر بعد تلقيح وسط إكثار البذار (Stamets and Chilton, 1983; Chang, 2008).

4. المنشآت والأدوات اللازمة لزراعة الفطر المحاري:

تتم عملية الزراعة والتحضين والإنتاج، ضمن غرفة ذات باب واحد، ونافذة واحدة، أو يفضل في حالة عدم وجود نافذة تركيب شفاط هواء للتهوية. تجهز الغرفة بمنشر حديد، أو بأسلاك تثبت جيداً على الجدران، وذلك لأنها سوف تحمل أوزاناً كبيرة، ولفترات طويلة، أو رفوفاً إذا كانت متوفرة.

أما الأدوات فهي:

- برميل سعة 220 ليتر (الصورة 81)، مُجَهز بلولب ماء في أسفله مع موقد، وحامل للبرميل.
- طاولة بقياس 80 × 120 سم، ويجب أن يكون مصدر المياه قريب، لتنظيف الغرفة كل فترة وملء برميل الغلي عند الحاجة لتجهيز خلطة زراعية جديدة، وخرطوم.
- مصدر إضاءة داخل الغرفة لتسهيل العمل في جميع الأوقات.
- أقفاص بلاستيك لتجفيف الخلطة "التبن"، و2–4 غالونات سعة 20 ليتر، وعدد من أكياس الخيش.

الصورة (81)

بسترة التبن في البرميل باستخدام الحطب، حلب، 2009.

5. الزراعة:

كما مر في زراعة الفطر الزراعي تتألف دورة حياة الفطور المأكولة من طورين طور النمو الخضري وطور الإثمار، وهناك قانون عام يحكم الشروط البيئية المناسبة لهذين الطورين للفطور المزروعة كلها بشكل عام، حيث يمكن تلخيص هذه الظروف البيئية بما يلي:

- **في طور النمو الخضري: تركيز غاز CO_2 ودرجة الحرارة مرتفعين، وتركيز غاز O_2 والإضاءة منخفضين.**
- **في طور الإثمار: تركيز غاز CO_2 ودرجة الحرارة منخفضين، وتركيز غاز O_2 والإضاءة مرتفعين** (الشكل 7).

وهذا القانون ينطبق تماماً على حالة الفطر المحاري (Chang, 2008).

5-1. الأوساط المناسبة لزراعة الفطر المحاري:

يستطيع الفطر المحاري النمو على أي وسط زراعة يحوي نسبة عالية من السيللوز مثل نشارة الخشب أو بقايا تقليم الأشجار أو قش المحاصيل النجيلية أو أحطاب القطن. حيث أن نسبة N:C التي تناسبه تساوي 30-60 :1، ويمكن زراعته على أحد الأوساط التالية:

- قشور بذور القطن 95% + جبس 2% + كربوناتا 1% + سوبرفوسفات الكالسيوم 2%.
- قش الأرز 80% + عادم القطن 18% (نشارة ألياف القطن القصيرة الناتجة عن عملية حلج القطن المحبوب) + جبس 1% + كربوناتا 1%.
- تبن القمح 87% + نخالة القمح أو الذرة الصفراء 10% + جبس 2% + كربوناتا 1%.
- 75 قشور بذور القطن + 24% قش القمح + 1% كربوناتا، يضبط المحتوى المائي ضمن المجال 67-69% ثم يبستر بالبخار عند درجة الحرارة 65° س لمدة ساعة واحدة (Stamets and Chilton, 1983; Chang, 2008; Royse, 2003).

كما تنجح زراعة الفطر المحاري على وسط بسيط جداً يتألف من أحد المكونات التالية: تبن القمح، تبن الشعير، تبن الحمص، تبن العدس وجميعها متوفر في سورية.

5-2. الأدوات اللازمة لعملية الزراعة:

سكين – قطن – كحول – كمامة – محارم أو مناشف – أكياس نايلون شفافة 30×40 سم (أو بأي قياس آخر شرط ألا يتجاوز قطر الكيس 35 سم عند الزراعة) – خيط بلاستيكي لربط الكيس وتعليقه.

تقسم زراعة الفطر المحاري إلى أربعة مراحل:

بسترة وسط الزراعة، زراعة البذار "التلقيح"، التحضين، والجني.

5-3. بسترة وسط الزراعة:

يمكن الاستفادة من المخلفات الزراعية الرخيصة التي تحتوي على السيليلوز (تبن، نشارة خشب، بقايا أكواز الذرة...)، على أن تكون جافة ونظيفة ومقطعة بطول 3-5 سم. تُحَدد كمية التبن اللازمة للزراعة بمعدل 1كغ تبن جاف لكل كيس زراعة 30 × 40 سم. توضع الكمية المطلوبة داخل البرميل. ثم يضاف الماء حتى يعلو التبن بـ 15 سم، ثُمَّ يسخن البرميل حتى الغليان (يفضل غلي الماء قبل إضافة التبن لتوفير الوقت والوقود). عندما يصل الماء إلى درجة الغليان، (الصورة 82)، يترك يغلي لمدة 30 دقيقة، ثم توقف عملية التسخين، ويترك حتى يبرد. يُنقَل التبن بعد أن يبرد إلى أقفاص للتخلص من الرطوبة الزائدة (الصورة 83)، وللتأكد من أنه أصبح جاهزاً للزراعة، تُضْغَط كمية منه بقبضة اليد فإذا لم يعصر ماءً وتَرك رطوبة على اليد، يكون جاهزاً للزراعة، أما إذا سال الماء من بين الأصابع، فتكون رطوبته زائدة ويجب التخلص منها، بعد التأكد من التخلص من الماء الزائد، والتأكد من انخفاض حرارة التبن دون 25° س (إذا كانت الحرارة أعلى من 30° س تسبب موت البذار عند خلطه مع التبن) تنقل الأقفاص للغرفة المخصصة للزراعة.

الصورة (82)

بسترة التبن، مركز بحوث حلب، 2007.

الصورة (83)

تصفية التبن من الماء الزائد، مركز بحوث حلب، 2007.

5-4. تلقيح وسط الزراعة:

يمكن الزراعة في الكثير من الأوعية والأكياس شرط ألا يتجاوز قطر الكيس 35 سم، أما الطول غير محدود فقد يصل حتى 2 متر. ومن أهم شروط نجاح زراعة الفطر:

- تنظيف الطاولة بالكحول الطبي أو الكلوركس التجاري.
- غسل الأيدي بالصابون، ثم تجفيفها وتعقيمها بالكحول الطبي.
- توضع كمامات قطنية على الفم لتلافي تلوث الكيس خلال عملية الزراعة.

- يمنع فتح وإغلاق باب غرفة الزراعة، خلال عملية التلقيح، حتى لا يحدث تيار هوائي يحمل معه الجراثيم، وأبواغ الفطور الملوثة.

ثم تبدأ عملية الزراعة بالمراحل التالية:

- يهز البذار المخصص للزراعة، وذلك لفصل الحبوب الملتصقة بمشيجة الفطر عن بعضها البعض.
- فتح الكيس بشكل جيد، ووضع رشة بذار أسفل الكيس ثم طبقة من التبن بارتفاع حوالي 5 – 10 سم.
- وضع القليل من البذار (ما يقارب ملعقة طعام)، توزع بشكل متجانس على سطح التبن، ثم تُضْغَط برفق.
- يليها طبقة تبن بنفس السماكة الأولى.
- يليها ملعقة بذار، ثم تبن، وهكذا حتى الوصول إلى ما قبل عنق الكيس بـ 15 سم.
- يُرْبَط الكيس بالخيط بشكل جيد ويُحَاطُ به، ثُمَّ يُكْتَبُ عليه تاريخ الزراعة (الصور 84، 85، 86، 87).
- وتقص نهايتا زاويتي الكيس من الأسفل، لصرف الماء الزائد.
- متوسط معدل البذار 2–3 % بذار من وزن الرطب لوسط الزراعة، وتجد الإشارة إلى أن زيادة معدل البذار من 1.25 حتى 5% من الوزن الرطب لوسط الزراعة زادت الغلة حتى 50%، وذلك بسبب زيادة المواد المغذية بزيادة معدل البذار، وزيادة نقاط التلقيح لوسط الزراعة مما يزيد سرعة استعمار المشيجة لوسط الزراعة، وبذلك تقل فرصة نمو أية منافسات أخرى، وهناك علاقة ارتباط عكسية بين زيادة معدل البذار ومدة الإنتاج، فكلما زاد معدل البذار يقل عدد أيام دورة الإنتاج، فعند معدل البذار 5% من الوزن الرطب لوسط الزراعة تقل دورة الإنتاج 7 أيام، مما يسمح بإجراء دورات إنتاج أكثر في نفس العام (Royse, 2003).

ويمكن أن يكون التلقيح إما بالبذار بشكل مباشر كما ذُكِرَ سابقاً أو باستخدام تبن مُلَقَّح بالبذار، حيث نُبستر كمية مناسبة من التبن ونلقحها بكمية كبيرة من البذار (بمعدل حوالي 5% على أساس الوزن الرطب) ونُحَضِّنُهَا حتى يكتمل استعمار المشيجة لها، ثم نستخدم هذا التبن الملقح بتلقيح باقي التبن المزروع، وتؤدي هذه الطريقة إلى تسريع الإنتاج (د. نبيل الأحمد بك، اتصال شخصي).

الصورة (84)

طبقة من التبن بسماكة حوالي 5 سم، مركز بحوث حلب، 2007.

الصورة (85)

كمية صغيرة من البذار، مركز بحوث حلب، 2007.

الصورة (86)

طبقة تبن أخرى ثم بذار، مركز بحوث حلب، 2007.

الصورة (87)

الكيس ممتلىء، مركز بحوث حلب، 2007.

6. التحضين:

طور النمو الخضري:

تعلق الأكياس في غرفة الزراعة، وتغلق الأبواب والشبابيك من أجل زيادة تركيز غاز CO_2 وخفض تركيز غاز O_2 الأمر الذي يشجع النمو الخضري للمشيجة، بعد ثلاثة أيام من تعليق الأكياس تفتح 4– 6 ثقوب في الكيس موزعة على محيط الكيس، على ألا يتجاوز قطر الثقب الواحد 1 سم، وتسد هذه الثقوب بالقطن الطبي (الصورة 88). تُحَضَّن الأكياس ضمن مجال حراري 15–30ْ س حتى تنمو المشيجة على وسط الزراعة وتنمو مشيجة الفطر المحاري ضمن المجال الحراري السابق، أما الحرارة المثلى للتحضين فهي 23–25ْ س. لا يحتاج الفطر في هذا الطور إلا لتأمين المجال الحراري المطلوب، ولا حاجة إلى التهوية أو الإضاءة أو الترطيب. ينتهي هذا الطور باكتمال نمو المشيجة على وسط الزراعة وتحوله إلى اللون الأبيض وانتشار رائحة الفطر بغرف الزراعة، وقد يستغرق هذا الأمر مدة من 15 حتى 30 يوم حسب درجة الحرارة وسرعة نمو السلالة المزروعة.

التحريض على تشكل الإثمار:

لتحريض الفطر على الإثمار وتحويله من طور النمو الخضري إلى طور الإثمار يجب أن نأمن الإضاءة بشدة من 350 – 2000 لوكس حسب السلالة المزروعة (تكفي الإضاءة التي تسمح بالقراءة من كتاب)، ونأمن التهوية من أجل خفض تركيز غاز CO_2 وزيادة تركيز غاز O_2، ونخفض الحرارة 5–10 درجات (صدمة برد)، وقد يستغرق التحريض على الإثمار حوالي 7 أيام.

طور الإثمار:

نلاحظ تشكل بداءات الإثمار على شكل بقع كثيفة للمشيجة، هنا يجب أن نشق الكيس لنسمح بنمو وخروج الإثمار (الصورة 89)، في هذا الوقت يجب تأمين رطوبة نسبية ما بين 80–95 %، وتهوية

جيدة، وإضاءة كافية، ويجب ألا تجف بداءات الإثمار بعد شق الكيس حتى لو تطلب الأمر رشها برذاذ الماء عدة مرات باليوم. تبدأ بداءات الإثمار بالنمو وتشكيل رؤوس الدبابيس (الصور 90، 91) التي تنمو وتتطاول لتعطي أجسام ثمرية صغيرة على شكل عناقيد (الصورة 92) والتي تنمو بسرعة كبيرة لتصل إلى الحجم التسويقي بحيث تكون الصفائح أسفل الأجسام الثمرية واضحة. (الصورة 93)، ويجري كل ذلك من ظهور رؤوس الدبابيس حتى الحجم التسويقي خلال 3 –5 أيام. تقطف عناقيد الأجسام الثمرية بمسكها من عنق العنقود ولفه لفة كاملة وسحبه كاملاً. بعد قطف العناقيد تربى عناقيد جديدة على كل كيس، بحيث نأخذ من كل كيس عدة عناقيد على عدة قطفات تصل إلى 4–6 قطفات بفاصل حوالي 7–8 أيام بين القطفات. بحيث يعطي كل 1 كغ من الوزن الرطب للخلطة حوالي 200 –250 غ فطر طازج، وبكلمات أخرى كل 1 كغ تبن جاف، يُنتج 1 كغ فطر طازج عند توفر الشروط المناسبة لنجاح زراعته (Stamets and Chilton, 1983; Royse, 2003). إن إضافة كسبة بذور القطن بمعدل 132 غ/كغ تبن جاف إلى التبن المستعمر بالمشيجة بشكل كامل يزيد الغلة بحدود 85% (Stamets and Chilton, 1983).

الصورة (88)

سد الثقوب بالقطن الطبي، مركز بحوث حلب، 2007.

الصورة (89)

ثقب الكيس فوق كتل المشيجة، مركز بحوث حلب، 2007.

الصورة (90)

بداية تشكل العناقيد الثمرية، مركز بحوث حلب، 2007.

الصورة (91)

تطاول العناقيد الثمرية، مركز بحوث حلب، 2007.

الصورة (92)

تشكل الأجسام الثمرية، مركز بحوث حلب، 2007.

الصورة (93)

العناقيد جاهزة للقطاف، مركز بحوث حلب، 2007.

7. جني المحصول:

يمكن الإنتاج بالعديد من الأوعية والأكياس، فإما أن تعلق الأوعية على الجدران، أو تصف على الأرض، أو على رفوف (الصور 94، 95، 96، 97، 98، 99، 100، 101)، عند قطف الفطر الناضج يمسك من الحوامل (عنق العنقود) ويلف بلطف ويسحب، ويجب عدم استعمال السكين أثناء الجني، ولا يترك عند القطاف أية أجسام ثمرية مهما كان حجمها ومرحلة نموها، وذلك لضرورة إزالة جزء من النايلون بعد كل قطفة مع كشط كتلة التبن المتماسكة بمشرط معقم لإزالة طبقة رقيقة منها لتحفيز النموات اللاحقة. بعد ذلك ترش كتلة التبن المتماسكة بالماء حتى درجة التشبع. بعد أسبوع تعود نموات المشيجة لتشكيل أجسام ثمرية جديدة، يعطي الكيس أربع قطفات ذات إنتاجية تجارية، بعد ذلك تستبدل الأكياس بأكياس جديدة، وتستخدم كتل التبن المستهلكة كعلف غني بالبروتينات للغنم والماعز والأبقار إذا كان لا يحتوي على نموات فطور ملوثة (سوداء أو خضراء أو زرقاء أو صفراء...).

الصورة (94)

الإنتاج في أكياس بولي إتيلين سوداء، إيطاليا، 2006.

الصورة (95)

الإنتاج في أكياس بولي إتيلين شفافة، باب الحديد، حلب، 2009.

الصورة (96)

الإنتاج في أكياس بولي إتيلين شفافة، على الأرض.

الصورة (97)

الإنتاج في أكياس بيضاء، إيطاليا، 2006.

الصورة (98)

الإنتاج في أكياس بولي إتيلين على الأرض.

الصورة (99)

الإنتاج في أكياس بنظام الرفوف عالية الكثافة، حلب، 2009.

الصورة (100)

الإنتاج في سلال بلاستيكية، مركز بحوث حلب، 2007.

الصورة (101)

الإنتاج في أكياس شبك بلاستيكية، مركز بحوث حلب، 2007.

8. طرق استهلاك وحفظ الفطر المحاري:

8-1. الاستهلاك الطازج:

يُسوَّق الفطر المحاري بتعبئته بالعديد من العبوات (الصورة 102، 103، 104)، تُنَظَّفُ الأجسام الثمرية بالماء ثُمَّ تزال الأجزاء شديدة الرخاوة. ويمكن الاحتفاظ بقمة الرأس لأنها أكثر أجزاء الفطر رائحةً ومذاقاً لذيذاً وقيمةً غذائية. يُسْلَقُ الفطر لمدة وجيزة ثم يستبعد ماء السلق، وعند طبخ الفطر يجب عدم تغطية الوعاء في البداية ثم تغطى بعد ذلك للمحافظة على الطعم والرائحة المميزة، وماء السلق حسن المذاق ويمكن استخدامه كصلصة جيدة. ولكن في بعض أنواع الفطر، يجب تذوقه أولاً والتخلص منه إذا لم يكن مستساغاً، وحسب ذوق المستهلك، يُطبخ الفطر أو يقلى أو يضاف لأي نوع من أنواع البيتزا إلخ...

الصورة (102)

تسويق الفطر المحاري في صناديق خشبية وبلاستيكية، إيطاليا، 2006.

الصورة (103) **الصورة (104)**

تسويق الفطر المحاري في صحون فلين، سورية.

8-2. التجفيف الهوائي:

ويتم بعد تعريض الفطر لبخار الماء لمدة دقيقتين بوضعه في مصفاة معدنية مغطاة فوق وعاء فيه ماء يغلي ثم نشره على قطعة قماش نظيفة في الظل حتى جفافه تماماً، ثم يُخزن ضمن أكياس ورقية محكمة الاغلاق في مكان جاف.

8-3. التجفيف بالفرن:

يوضع الفطر في الفرن بعد تنظيفه من الشوائب على حرارة 50-60° س لمدة 24 ساعة حتى تنخفض رطوبته إلى 5%، وبعد التبريد يُعبأ في كيس نايلون ويُغلق بإحكام ويخزن.

8-4. التعليب:

ينظف الفطر بالماء، ثم يُغطس بالماء المغلي لمدة دقيقتين، وتسمى هذه العملية بالتبييض Bleaching، يُقطع الفطر حسب الرغبة ثم يوضع في مطربانات ويضاف إليه ماء مالح بتركيز 2% يغلي، وتوضع المطربانات في ماء بدرجة حرارة 85° س ثم يوضع الغطاء ويختم، بعد ذلك توضع المطربانات في أوتوكلاف لمدة 40 دقيقة على درجة حرارة 121° س ثم تُبَرد سريعاً وتُخَزن (الصورة 105).

الصورة (105)

حفظ الفطر المحاري بالتخليل، مركز بحوث حلب، 2007.

9. المشروع الوطني لنشر زراعة الفطر المحاري وتطوير السلالات المحلية في سورية:

9-1. تطوير سلالات الفطر المحاري المحلية:

بعد أن قام فريق الفطر الزراعي في مركز البحوث العلمية الزراعية بحلب بتوطين تقانة الإنتاج الكمي لبذار الفطر الزراعي في سورية، كان لابد من نشر زراعة الفطور بين المزارعين عن طريق إقامة العديد من الدورات التدريبية في محافظات: حلب وإدلب والسويداء وحماه والقنيطرة، وأثناء القيام بعدة جولات لوحظ انتشار الكثير من أنواع وسلالات الفطور المحارية في البيئات السورية المختلفة، فقام الفريق بجمع بعض هذه السلالات بغرض تجريب زراعتها محلياً، فأحضرت مستعمرة جيدة المواصفات من منطقة مُنَّغ شمالي حلب إلى مختبر أمراض النبات في المركز (الصور 106، 107).

الصورة (106)

الصورة (107)

سلالة برية محلية للفطر *P. pulmonarius*، مُنَّغ، حلب، 2008.

عُرِّفت هذه السلالة مورفولوجياً على أنها سلالة محلية للفطر المحاري الصيفي *P. pulmonarius*، حُضِّرَ بذار منها بكميات تجريبية، ثم زرعت في المركز وروقبت لدراسة صفاتها الشكلية والإنتاجية، ثم انتخبت الضروب مبكرة الإثمار وعالية الإنتاج منها، كوثرت هذه الضروب وأنتج البذار منها بكميات كبيرة، وتم التعاون مع المزارع الذي أخذت من عنده السلالة البرية لزراعتها على نطاق موسع، وحسبت كمية الإنتاج والإنتاجية عند المزارع، فكانت مبشرة جداً، الأمر الذي شجع المركز لاعتمادها كسلالالة محلية مبشرة، حيث استخدمت لإنتاج كميات أكبر من بذار الفطر المحاري، والتي وزعت على الأخوة المزارعين مجاناً في مدرسة المزارعين لإنتاج الفطر المحاري في محافظة القنيطرة والتي بدأت بتاريخ 2009/7/1 بالتعاون مع مركز البحوث العلمية الزراعية بالقنيطرة. ومن الجدير بالذكر أن هذه السلالة المحلية تمتلك مواصفات إنتاجية مبشرة وأهم هذه المواصفات إنتاجها الجيد في فصل الصيف وإثمارها عند درجة حرارة بلغت 32° س وهذا أمر غير مسبوق، لذلك يوصي فريق المشروع الوطني بتسجيل هذه السلالة عالمياً ودراستها وتطويرها في المستقبل، وهي الآن قيد الدراسة والتحسين

لدى مركز البحوث العلمية الزراعية بحلب، وقد سميناها حلب1 (الصور 108، 109، 110، 111، 112، 113، 114، 115).

الصورة (108)

افتتاح مدرسة المزارعين، القنيطرة، 2009.

الصورة (109)

بسترة التبن بالغلي، مركز بحوث القنيطرة، 2009.

الصورة (110)

تحضير التبن للزراعة، القنيطرة، 2009.

الصورة (111)

البذار المحلي للفطر المحاري، القنيطرة، 2009.

الصورة (112)

تلقيح التبن، القنيطرة، 2009.

الصورة (113)

تلقيح التبن، القنيطرة، 2009.

الصورة (114)

تدريب المزارعين عملياً، القنيطرة، 2009.

الصورة (115)

المزارعين ونتيجة عملهم، مركز بحوث القنيطرة، 2009.

9-2.أنواع الفطور المحارية التي نشر زرعتها مركز البحوث العلمية الزراعية بحلب:

9-2-1. الفطر المحاري الشتوي *P. ostreatus*:

يناسب هذا النوع من الفطر المحاري الزراعة في المناطق الباردة أو في أشهر السنة الباردة لذلك يسمى بالفطر المحاري الشتوي Winter oyster mushroom (الصور 116، 117). يحتاج في مرحلة النمو الخضري إلى درجة حرارة 25-29° س ورطوبة نسبية 90-100%، كما أن تعرض المشيجة لدرجة حرارة 39.5° س لمدة 48 ساعة يؤدي إلى موتها، وتستمر فترة النمو الخضري 10- 14 يوم، يتم التحضين في غرف مظلمة تماماً أثناء النمو الخضري للمشيجة (Stamets and Chilton, 1983).

مرحلة تشكل بداءات الأجسام الثمرية: الحرارة مابين 12-16° س ورطوبة الهواء 95% مع مراعاة زيادة التهوية والري، إضاءة 4 ساعات في اليوم بشدة حوالي 300 لوكس، وتركيز لغاز CO_2 أقل من 700 ppm، وتستمر هذه الفترة حوالي 7-14 يوماً.

مرحلة الإثمار: الرطوبة 85-92%، حرارة الهواء 15.5-18° س، وتستمر فترة الإثمار 5-7 أسابيع، ويجب تبديل الهواء 4-6 مرة/الساعة.

الري: رش ضبابي بشكل منتظم لمنع تشقق الأجسام الثمرية ولضمان سلامة بداءات الأجسام الثمرية الكامنة (Stamets and Chilton, 1983; Royse, 2003).

الصورة (116)

سلالة بيضاء للفطر *P. ostreatus*، حلب، 2006.

الصورة (117)

سلالة رمادية للفطر *P. ostreatus*، مركز بحوث حلب، 2006.

9-2-2. الفطر المحاري الصيفي *P. pulmonarius*:

يناسب هذا النوع من الفطر المحاري الزراعة في المناطق الحارة أو في أشهر السنة الحارة لذلك يسمى بالفطر المحاري الصيفي Summer oyster mushroom (الصور 118، 119). حيث أن متطلباته الحرارية أعلى منها عند الفطر المحاري *P. ostreatus* الذي يسمى بالفطر المحاري الشتوي Winter oyster mushroom، حيث يمكن للمشيجة أن تنمو ضمن المجال الحراري 10-35 ْس ويكون نموها المثالي ضمن المجال 23-28 ْس، والمجال الحراري المثالي للإثمار هو 18-24 ْس، ورقم حموضة وسط الزراعة المثالي هو pH = 6.8-8، ونسبة N:C = 30-60 :1، ونسبة المحتوى المائي لوسط الزراعة يجب أن يكون حوالي 60%، وتبديل كبير للهواء وكمية كافية من الأكسجين والإضاءة عند الإثمار (Chang, 2008).

الصورة (118)

الصورة (119)

الفطر المحاري الصيفي *P. pulmonarius*، يمين السلالة العالمية 3015، يسار السلالة المحلية حلب 1، مركز بحوث حلب، 2007.

9-2-3. الفطر المحاري الملك *P. eryngii*:

واسمه king oyster mushroom ولا يزال هذا النوع غير معروف جيداً بين المزارعين، على الرغم من طعمه الرائع، وتقنية زراعته البسيطة نسبياً، وشكله الجميل المميز (الصورة 120)، وامتلاكه فرصاً واعدة للزراعة والاستهلاك، هناك مواد أولية كثيرة تصلح لزراعة هذا الفطر معظمها من منشأ زراعي أو حراجي، مثل قش العديد من المحاصيل الحبية ونشارة الخشب وأحطاب القطن وسوق فول الصويا وسوق الذرة وقشور الرز وغيرها (Ohga, 2000; Györfi and Hajdú 2007). وأفضل خلطة لزراعته تتكون من المواد التالية: 75% نشارة خشب و10% نخالة قمح و10% حبوب نجيلية و5% حبوب زيتية.

يفضل أن تكون الحرارة 23-25° س في طور النمو الخضري الذي يستمر لمدة 10-15 يوم، ثم تخفض إلى 18° س لتحريض الإثمار مع تأمن التهوية الجيدة والإضاءة 1000 لوكس والرطوبة النسبية أعلى من 95%. تستمر دورة الإنتاج كاملة حوالي الشهرين، وتبلغ الإنتاجية 150-180 غ فطر قابل للتسويق لكل 1 كغ من الوزن الرطب للخلطة.

الصورة (120)

فطر ملك المحاري *P. eryngii* السلالة البلجيكية M2600 **مركز بحوث حلب، 2006.**

9-2-4. الفطر المحاري الوردي *P. djamor*:

واسمه Pink oyster mushroom، يزدهر هذا النوع في درجات الحرارة المرتفعة نسبياً ويعطي عدد كبير من العناقيد الجيدة عند درجات الحرارة الأعلى من 19° س، وبالرغم من أنه نوع مأكول وليس له طعم خاص غير طعم المحاري إلا أنه يستخدم لأغراض تزينيه (الصورة 121)، وتموت مشيجة هذا الفطر عند درجة الحرارة دون 8-10° س. يزرع على تبن القمح أو نشارة الخشب، يفضل أن تكون الحرارة 25-30° س في طور النمو الخضري الذي يستمر لمدة 13-16 يوم، ثم تخفض إلى المجال 18-28

س لتحريض الإثمار مع تأمن التهوية الجيدة والإضاءة حوالي 1000 لوكس والرطوبة النسبية أعلى من 90%. تستمر دورة الإنتاج كاملة حوالي الشهرين ونصف، وتبلغ الإنتاجية 150–200 غ فطر قابل للتسويق لكل 1 كغ من الوزن الرطب للخلطة.

الصورة (121)

الفطر المحاري الوردي *P. djamor* السلالة البلجيكية M2700 **مركز بحوث حلب، 2006.**

9–2–5. فطر محاري الدردار *Hypsizygus ulmarius*:

اسمه Elm oyster mushroom، تشابه أجسامه الثمرية أجسام الفطر المحاري العادي إلا أن القبعة على شكل نصف كرة بيضاء رمادية إلى بنية (الصورة 122)، وتعتبر زراعته الأبسط بين أنواع الفطور المحارية وهي الأنسب للمزارعين المبتدئين، يتطلب حرارة منخفضة للنمو والإثمار (10–18° س)، ويمكن زراعته على مهد مبستر مؤلف من خلطة من تبن أحد المحاصيل النجيلية وبعض المخلفات الزراعية.

الصورة (122)

فطر محاري الدردار *H. ulmarius*، مركز بحوث حلب، 2006.

10. المشاكل والصعوبات التي تعترض زارعة الفطر المحاري:

- **البكتريا:** أهم البكتريا التي تصيب الفطر المحاري هي البكتريا *Pseudomonas tolaasii* وهي التي تسبب مرض التلطخ البكتيري وتشويه الثمار Bacterial Blotch للفطر الزراعي *A. bisporus*، وتتضمن الأعراض إنقاص الغلة والبقع البرتقالية وتقصف وهشاشة الأجسام الثمرية وتقصير عمر تحزين الفطر على الرف بعد الحصاد. وتشجع الإصابة بهذه البكتريا الأمور التالية: الرطوبة النسبية والمرتفعة لفترة طويلة، وحركة الهواء غير الكافية، وحرارة وسط الزراعة المفرطة (أعلى من 35 س°)، والمحتوى المائي المرتفع لوسط الزراعة، ووجود الماء الحر على سطح الأجسام الثمرية. ويمكن الحد من الإصابة بتخفيض الرطوبة النسبية إلى 80–85%، ورش سطح أكياس الزراعة بمحلول الكلوركس 2% في الفترات بين ظهور أفواج الإثمار.
- **الفطور:** تنمو معظم الفطور الملوثة التي تصادف أثناء زراعة الفطر المحاري على وسط الزراعة منافسةً الفطر المحاري على غذائه، ومن النادر جداً أن تتطفل عليه مباشرةً. وتتضمن هذه الفطور الأجناس التالية: *Aspergillus*، *Botrytis*، *Coprinus*، *Fusarium*، *Monilia*، *Mucor*، *Penicillium*، *Trichoderma*، *Trichoderma*. تثبط درجة حرارة وسط الزراعة عندما ترتفع أعلى من 35 س° نمو المشيجة، وتجعله عرضة للإصابة بالفطر الحبري *Coprinus* spp. والعفن الأخضر *Trichoderma* spp.. نادراً ما يُصاب الفطر المحاري بالفطور من الجنسين *Cladobotryum* و *Verticillium* الممرضة للفطر الزراعي *A. bisporus*، وعندما تصيبه فإنها توجد بشكل أساسي على الأجسام الثمرية القديمة وبقايا الساق.
- **الحشرات:** تسبب الحشرات التي تصيب أنسجة الفطر المحاري أكبر الخسائر لمزارعي الفطر المحاري وخاصةً في أشهر الصيف. وأهم فصائل الحشرات التي تصيب الفطر المحاري هي: Cecidomyiidae (*Mycophila speyeri*)، Scatopsidae، Sciaridae (*Lycoriella solani*)، Phoridae (*Megaselia halterata*، *M. nigra*). تعتبر بداءات العناقيد الأجسام الثمرية للفطر المحاري حساسة جداً للأبخرة المواد الكيميائية، لذلك يعتبر استخدام المبيدات الكيميائية في مكافحة الحشرات أمراً صعباً جداً وذو مخاطر كبيرة في هذه الحالة. حيث لوحظ تشكل قطاعات كبيرة من أنسجة الفطر المحاري المشوه والتي تظهر بهيئة تشبه القرنبيط بعد رش المبيدات الحشرية في طور تشكل عناقيد بداءات الأجسام الثمرية. ولذلك يفضل استخدام مصائد الحشرات اللاصقة في مكافحة الحشرات وخاصة أثناء التلقيح وطور النمو الخضري، حيث تساعد هذه الطريقة في الحفاظ على أعداد الحشرات دون العتبة الاقتصادية للمكافحة الكيميائية، ويمكن استخدام المكافحة الحيوية بفعالية جيدة حيث أشارت دراسات أجريت في الولايات المتحدة الأمريكية إلى أن إضافة البكتريا *Bacillus thuringiensis* var. *israeliensis* إلى وسط الزراعة أثناء التلقيح يحد من انتشار ذباب السيارد (Royse, 2003).

- **تشوه عناقيد الأجسام الثمرية:** تؤدي العديد من الأسباب إلى تشكل عناقيد أجسام ثمرية مشوهة، ولا يزال العديد من هذه الأسباب مجهولاً حتى اليوم. وأهم أسباب التشوه المعروفة هي: النقص في التهوية، وجود الدخان وغازات العادم (الناتجة عن أجهزة التدفئة أو محركات الاحتراق الداخلي مثل محركات توليد الكهرباء) في هواء غرف الزراعة، أبخرة الكيماويات، الارتفاع المفرط لحرارة وسط الزراعة أثناء طور النمو الخضري، الانخفاض المفرط للحرارة أثناء طور الإثمار (دون الدرجة 10° س)، الإضاءة غير الكافية (Royse, 2003).

- **ارتفاع تركيز الأبواغ في هواء غرف الزراعة:** يمكن أن ينتج جسم ثمري واحد عدداً من الأبواغ قد يصل إلى 4 مليون بوغ / الساعة. إن تعرض العمال لاستنشاق أبواغ الفطر المحاري أمراً يحظى باهتمام معظم مزارع الفطر المحاري، لأنها قد تسبب التحسس عند بعض العمال، وينصح عندها باستخدام الكمامات لتنقية الهواء أثناء التنفس، أو زيادة التهوية قبل 1–2 ساعة من دخول العمال إلى غرف الزراعة (Royse, 2003).

الملحق

إعـــداد

م. حجازي مندو

1. المصطلحات الإنكليزية المتعلقة بإنتاج الفطر والدبال والبذار

English term	المصطلح العربي	
Mushroom	**فطر مأكول**	•
White button mushroom **Cultivated mushroom**	**فطر البوتون الأبيض، الفطر الزراعي، عيش الغراب، الأزرار البيضاء** *Agaricus bisporus*	•
Oyster mushroom	**الفطر المحاري أو الصدفي**	•
Shiitake (*Lentinula edodes*)	**فطر الشيتاكي**	•
Edible fungi	**فطر مأكول**	•
Non-Edible fungi	**فطر عديم القيمة الغذائية**	•
Poisonous fungi	**فطر سام**	•
Lethal fungi	**فطر قاتل**	•
Fruit body	**الجسم الثمري**	•
Cap (Pileus)	**القبعة**	•
Stalk (Stipe)	**الساق**	•
Ring (Annulus)	**الحلقة**	•
Gills (Lamella)	**الصفائح (خياشم أسفل القبعة)**	•
Mycelium	**المشيجة**	•
Primary mycelium	**المشيجة الأولية**	•
Secondary mycelium	**المشيجة الثانوية**	•
Dicaryotic mycelium	**المشيجة ثنائية النوى**	•
Homocaryotic mycelium	**المشيجة متماثلة النوى**	•

English term	المصطلح العربي	
Heterocaryotic mycelium	المشيجة متخالفة النوى	•
Homothallic fungi	فطر متماثل المشرات	•
Heterothallic fungi	فطر متخالف المشرات	•
Composting	التخمر	•
Composted substrate	وسط الزراعة المتخمر	•
Compost	الدبال	•
Mushroom substrate	وسط زراعة الفطر	•
Synthetic compost	الدبال الصناعي	•
Natural compost	الدبال الطبيعي	•
Phase I composting	طور التخمر الأول لتحضير الدبال	•
Phase II composting	طور التخمر الثاني لتحضير الدبال	•
Phase III Spawn colonization of compost	الطور الثالث للدبال غزو المشيجة للدبال.	•
Phase IV: colonization of Casing soil	الطور الرابع للدبال غزو المشيجة لطبقة التغطية.	•
Spawning	التلقيح أو الزراعة أو الخلط بالبذار	•
Casing	التغطية	•
Casing soil	تربة التغطية	•
Beat moss	البيتموس (الخث النباتي)	•
Case run	نمو المشيجة على تربة التغطية	•
Pinning	تشكل بداءات الأجسام الثمرية	•

English term	المصطلح العربي	
Sporophores	رؤوس الدبابيس (بداءات الأجسام الثمرية)	•
Pin heads	رؤوس الدبابيس (بداءات الأجسام الثمرية)	•
Primordia or pins	بداءات الأجسام الثمرية	•
Pre-button stage	طور الأزرار	•
Rapidly expanding stage (RES)	طور التضخم السريع	•
Flushing	ظهور القطفة	•
Flushes or breaks	قطفات أو دفعات	•
Harvesting	القطاف	•
Pasteurization	البسترة	•
Pasteurization tunnel	نفق البسترة	•
Mushroom growing	زراعة الفطر	•
Mushroom grower	مُزَارِعُ الفطر	•
Nutrient-rich substrate	وسط غني بالمواد الغذائية	•
Specific substrate	وسط انتخابي	•
Making composted substrate	تحضير وسط الزراعة المتخمر	•
By-product	منتج ثانوي	•
Bulk	شحنة بدون عبوات (دوكما)	•
Corncobs	بقايا عرانيس الذرة الصفراء بعد فرطها (القوالح)	•
Cottonseed hulls	قشور بذور القطن	•

English term	المصطلح العربي	
Meal	الكسبة	•
Cotton seed meal	كسبة بذور القطن	•
Soybean meal	كسبة بذور فول الصويا	•
Cocoa bean hulls	قشور بذور الكاكاو	•
Gypsum	الجبس (الجبصين)	•
Brewer’s grain	تفل الشعير المتبقي عن صناعة البيرة	•
Wheat bran	نخالة القمح	•
Maize bran	نخالة الذرة الصفراء	•
Rice bran	نخالة الأَرُزْ	•
Compost turner	آلة تقليب وتصيطب الدبال	•
Soak bulk	نقع شحنة المواد دوكما	•
Pile	مسطبة (كومة طويلة)	•
Outdoor ricks	الأكداس في العراء	•
Airless	لا هوائي	•
Aerated phase I composting	طور التخمر الأول ذو التهوية الإضافية	•
Supplemental aeration	التهوية الإضافية	•
Multizone system	النظام متعدد المناطق	•
Singlezone system	النظام وحيد المنطقة	•
Firefang	الفطور المحبة للحرارة	•

English term	المصطلح العربي	
Thermophilic microorganism	الكائنات الحية الدقيقة المحبة للحرارة	•
Relative humidity	الرطوبة النسبية	•
Ventilation	التهوية	•
Colonization	نمو المشيجة على وسط الزراعة (النسج)	•
Compost at casing (CAC)	إضافة الدبال المستعمر بالمشيجة لتربة التغطية	•
Casing inoculum (CI)	تلقيح تربة التغطية	•
Watering or irrigation	الري (السقاية)	•
Malformed mushroom	الفطور المشوهة	•
Diseased mushroom	الفطور المريضة	•
Post-crop paseutrization	البسترة ما بعد نهاية الموسم	•
Spent mushroom substrate (SMS)	الرُّمَّة (بقايا الدبال بعد الزراعة)	•
Nutrient Medium	وسط مغذي	•
Nutrient Grain	وسط حبي	•
Compost	الدبال	•
Spawn	بذار الفطر الزراعي	•
Spawning	الزراعة أو تلقيح وسط الزراعة ببذار الفطر	•
Spawn production	إنتاج بذار الفطر الزراعي	•
Spawn maintenance	حفظ بذار الفطر	•
bags with breathable filter patches	الأكياس مزودة بأشرطة فلاتر للتنفس	•

English term	المصطلح العربي	
Mother Culture	المزرعة الأم (في طبق بتري أو أنبوب اختبار)	•
Mother Spawn	البذار الأم (مشيجة الفطر محملة على حبوب)	•
Final Spawn	البذار التجاري أو النهائي	•
Commercial spawn	البذار التجاري	•
Mulch hay	فرشة التبن	•
Straw bedded horse manure	فرشة اسطبلات الخيول (قش مع روث وبول الخيول)	•
Poultry manure	ذرق الدواجن (فرشة الدواجن)	•
Stroma	النسيج الضام (بقع من المشيجة تشبه النسيج الضام وهي عقيمة)	•
Overlay	الطبقة الجلدية وهي ظاهرة النمو الكثيف للمشيجة على سطح طبقة التغطية حيث تشكل طبقة جلدية سميكة وتكون عقيمة.	•
Mycelium Mat	حصيرة المشيجة وهي مرحلة متقدمة لظاهرة الطبقة الجلدية.	•

2. تحضير البيئة المغذية:

من أكثر البيئات المغذية شيوعاً هي بيئة بطاطا دكستروز آجار PDA، وتحضر من المكونات التالية:

- بطاطا مقشرة ومقطعة 200 غ
- دكستروز (أو سكر عادي) 20 غ
- آجار 15 غ
- ماء مقطر 1 لتر

تغلى البطاطا في 1 لتر ماء لمدة 15 دقيقة حتى تصبح طرية، ثم تزال وتضاف المواد السابقة، ويكمل الحجم إلى 1 لتر من جديد. تذاب مكونات المحلول السابق، ثم يوزع على زجاجات مناسبة وتغلق بالقطن وتغطى بورق الألمنيوم، ثم تعقم في الأوتوكلاف على درجة حرارة 121° س لمدة 20 دقيقة. يمكن الحصول على بيئة PDA أو بيئة مستخلص المالت MEA على شكل بودرة جاهزة، وهي متوفرة في الأسواق المحلية، ولا تحتاج إلا لإضافة الماء والتعقيم.

3. مستلزمات مختبر إنتاج بذار الفطر الزراعي:

3-1. المبنى:

يجب أن يقام المختبر في مبنى مؤلف من عدة غرف بمساحات كافية هذه الغرف هي:

- **غرفة العزل:** وهي غرفة معزولة عن الوسط الخارجي، وتفصلها غرفة عن المختبر بحيث يكون هناك بابين للدخول إليها، وهما من النوع الجرار، ولا يفتحان معاً في نفس الوقت، فعندما يكون أحدهما مفتوحاً يجب أن يكون الآخر مغلقاً. وتكون هذه الغرفة مزودة بلمبة أشعة فوق البنفسجية قاتلة للكائنات الحية الدقيقة، وبنش عزل Flow cabinet.
- **غرفة التحضين:** وهي غرفة معزولة حرارياً ومتحكم بحرارتها صناعياً بواسطة أجهزة تكييف لضبط درجة الحرارة عند 25° س طوال السنة، ورطوبة الهواء النسبية فيها 60-70%، وتحوي رفوفاً قوية ومناسبة، ومزودة بنظام تهوية مناسب يسمح بالتهوية الجيدة وتجديد الهواء بنسبة مدروسة. ويتعلق حجم هذه الغرفة بحجم الانتاج.
- **غرفة تعقيم:** تحوي أجهزة التعقيم الحرارية المختلفة.
- **غرفة تحضير:** تحوي مواقد، ومواد كيميائية، وزجاجيات مختلفة، وباقي المستلزمات.
- **غرفة التخزين البارد:** درجة حرارتها 2-4° س طوال السنة، ويتعلق حجم هذه الغرفة بحجم الانتاج.

3-2. الأجهزة والتجهيزات:

- جهاز التعقيم بالحرارة الرطبة Autoclave، واحد أو أكثر حسب حجم الانتاج.

- جهاز التعقيم بالحرارة الجافة Oven.
- جهاز عزل Flow cabinet، أو أكثر حسب حجم الإنتاج.
- موقد كهربائي، أو غازي.
- جهاز لقياس درجة الحموضة pH meter.
- موازين حرارة.
- زجاجيات مختلفة (أنابيب اختبار، دوارق، كؤوس...).
- طناجر وقدور لتجهيز الحبوب.
- مشارط طبية، ملاقط، مصباح بنزن، قطن طبي، أقلام، شرائح ألمنيوم، أطباق بتري زجاجية أو بلاستيكية، شاش طبي، ورق ترشيح.
- دكستروز، آجار، مالت، كحول إتيلي، كلوركس، كربونات الكالسيوم، كبريتات الكالسيوم المائية (الجبس).

4. دليل تعريف أهم المشاكل التي تعترض زراعة الفطر الزراعي

تواجه العديد من المشاكل كل من يحاول الشروع في زراعة الفطر الزراعي، ويُعَرَّفْ هذا الدليل أغلب هذه المشاكل ويذكر أسبابها وويقترح حلول لها، وقد صنفت هذه المشاكل تبعاً لتكرار حدوثها إلى خمسة فئات وهي:

1. تقنية التعقيم: تحضير البيئة (آجار وحبوب)، إنتاش الأبواغ، زراعة النسج، وتحضير البذار.
2. تحضير الدبال: المكونات الخام، مواصفات الدبال في طوري التحضير: الطور الأول والثاني.
3. استعمار المشيجة للدبال.
4. استعمار المشيجة لطبقة التغطية: عملية التغطية، استعمار المشيجة لطبقة التغطية، تحفيز تَشَكُّلْ بداءات الأجسام الثمرية.
5. تشكل الأجسام الثمرية وتطورها: تحفيز تَشَكُّلْ رؤوس الدبابيس، نضج الأجسام الثمرية وقطافها.

يجب على مستخدمي هذا الدليل تعريف المشكلة أولاً، ثم البحث عنها في القائمة، ثم قراءة الأسباب المحتملة، ثم قراءة الحلول الممكنة لها مع التركيز على التفاصيل الجداول (16، 17، 18، 19، 20).

4-1. تقنية التعقيم:

أهم المشاكل التي تعترض تقنية التعقيم:

بيئة الآجار		
المشكلة	**الأسباب**	**الحلول**
البيئة طرية ولا تتصلب.	كمية الآجار غير كافية أو تجانس توزيعه في البيئة غير جيد.	زيادة كمية الآجار أو خلط مكونات البيئة جيداً بتحريكها قبل صبها.
البيئة تفور وتخرج خارج الوعاء الذي يحويها.	التفريغ السريع والمفرط للضغط لجهاز التعقيم بالحرارة الرطبة (الأوتوكلاف).	لا تنفس جهاز التعقيم قبل هبوط الضغط حتى 1 psi. بَدِّل جوانة باب جهاز التعقيم. لا تنفس أجهزة التعقيم ذات السعة أكبر من 30 لتر أبداً.
تتلوث الأطباق بعد صب البيئة فيها وقبل التلقيح.	جو المخبر ملوث بشكل كبير.	تعقيم المختبر والعمل ضمن غرفة عزل.
	عملية تحضير البيئة غير صحيحة.	تصحيح إجراءات تحضير البيئة.

	جهاز التعقيم ملوث (بالبكتريا).	عقم جهاز التعقيم لمدة 24-48 ساعة عند الضغط 15 psi.
لا يوجد نمو من خُزَعْ النسيج.	البيئة غير مناسبة.	استخدم البيئة المناسبة.
	رقم الحموضة pH غير مناسب.	اضبط رقم الحموضة pH البيئة.
	الأبواغ قديمة أو جافة.	نقع الأبواغ في الماء المعقم لمدة 12-24 ساعة.
	أبرة الزرع حارة جداً.	بَرِّدْ إبرة الزرع قبل نقل الأبواغ.
	السكر في البيئة متكرمل.	خفض ضغط وحرارة تعقيم البيئة إلى الحدود القياسية.
التلوث يحدث حول خزعة النسيج أو الأبواغ على البيئة.	الأبواغ أو خزعة النسيج ملوثة.	أخذ الأبواغ أو خزع النسيج من أجسام ثمرية حديثة، أو تلقيح عدد أكبر من الأطباق، وحفظ الأطباق غير الملوثة فقط.
	أدوات العمل غير معقمة.	تعقيم الأدوات بغمسها بالكحول وحرقها قبل استخدامها.
رايزومات المشيجة تصبح قطنية وبطيئة النمو. وينخفض الإثمار. وتبدو السلالة متدهورة.	ظاهرة الشيخوخة، السلالة قديمة.	تجديد السلالة أو استبدالها بأخرى نشيطة. أوتغيير البيئة. عدم استخدام السلالة أكثر من 7 مرات.
	تكرمل السكر في البيئة. حرارة التحضين عالية أكثر من 29° س.	تخفيض درجة حرارة وضغط التعقيم. خفض حرارة التحضين إلى 25° س
	الآجار في البيئة غير كافٍ فتنمو المشيجة تحت السطح وتظهر قطنية.	زيادة الآغار في البيئة.
بيئة الحبوب		

أوعية البذار الزجاجية تتكسر عندما يفتح جهاز التعقيم.	تبريد جهاز التعقيم بسرعة كبيرة.	اترك جهاز التعقيم يبرد تدريجياً.
	الأوعية الزجاجية غير صالحة أو متشققة.	اترك مسافات بين الأوعية للسماح لها بالتمدد.
	الأوعية الزجاجية غير مناسبة.	استبدل الأوعية الزجاجية.
صعوبة هز أوعية البذار.	كمية البذار في الأوعية كثيرة. نسبة رطوبة البذار عالية.	تقليل كمية البذار في الأوعية. تخفيض نسبة رطوبة البذار.
البذار يتلوث قبل تلقيحه.	دخول أبواغ ملوثة أثناء التبريد بعد التعقيم.	تبريد الأوعية ضمن غرفة العزل.
	بقاء البكتريا المشكلة للأبواغ الداخلية رغم التعقيم.	استبدال الحبوب المستخدمة أو نقعها لمدة 24 ساعة قبل التعقيم.
قطع الآغار تلتصق بالزجاج عندما تهز الأوعية.	البيئة رقيقة بسبب التبخر أو كمية البيئة قليلة في الطبق.	استخدام البيئة المغطاة بالمشيجة قبل تبخر الماء من البيئة، زيادة كمية البيئة في الأطباق.
نمو قليل أو عدم وجود أي نمو من قطع المشيجة على البيئة بعد تلقيح البذار.	الحبوب حارة عند تلقيحها.	تبريد الحبوب لتصل إلى درجة حرارة الغرفة قبل تلقيحها.
	الحبوب جافة جداً.	اتبع الطريقة الصحيحة بالتحضير.
	اللقاح غير موزع بشكل جيد.	هز الأوعية بعد تلقيحها مباشرةً، وبعد 3–5 أيام من التلقيح.
	رقم الحموضة pH غير مناسب.	أضف كربونات الكالسيوم بالمعدل المناسب.
	تحضين الحبوب عند درجة حرارة غير مناسبة.	اضبط الحرارة عند الدرجة المناسبة.
	نوع الحبوب غير مناسب.	استخدم الحبوب المناسبة.

لا يوجد نمو على الحبوب بعد استخدام اللقاح السائل.	تقطيع المشيجة بشكل جائر أدى لطحن خلايا المشيجة.	تقصير مدة التقطيع بالخلاط حتى 5 ثواني فقط، أو التقطيع على سرعة أقل.
	التلوث بالبكتريا.	استخدام مشيجة غير ملوثة بالبكتريا.
	السلالة ضعيفة.	استبعاد النمو القطني للمشيجة بطئ النمو، والاعتماد على النمو الرايزومورفي سريع النمو.
	رقم الحموضة pH غير مثالي.	اتباع الخطوات والمقادير الصحيحة لتحضير البذار الفصل الثالث.
	الماء حار بشكل زائد.	تبريد الماء المعقم قبل استخدامه.
التلوث يحدث بعد التلقيح.	جو المختبر ملوث بعدد كبير من أبواغ الملوثات. الأدوات غير معقمة. اللقاح ملوث.	عقم المختبر واحرص على تطبيق إجراءات النظافة. عقم الأدوات، غمسها بالكحول وحرقها قبل استخدامها. انقل لقاحاً غير ملوثاً.
المشيجة تعجز عن استعمار كل وعاء البذار.	هز الأوعية بعد تلقيحها غير كافي.	هز الأوعية بعد التلقيح مباشرةً وأعد الهز بعد 4 أيام من التلقيح.
	المشيجة ملوثة (عادةً بالبكتريا).	استخدام مشيجة غير ملوثة.
أطراف الحبوب في البذار غير مستعمرة.	أطراف الحبوب جافة بسبب التبخر العالي.	استخدم فلتر لا يسمح بالكثير من التبخر.
يوجد قطرات صفراء لزجة في وعاء البذار.	تحضين البذار لفترة أطول من اللازم، أو حرارة التحضين أعلى من الحرارة المثالية، أو كلا الأمرين معاً، وهذا يسبب	التحضين عند الحرارة المثالية ولفترة مناسبة للنوع الفطري.

	تحلل المشيجة.	
النمو يتراجع أو لا يحدث إطلاقاً والمظهر دهني أو مخاطي.	البيئة غير معقمة بشكل جيد وتحوي بكتريا لا هوائية وتطلق رائحة الزيتون المخلل.	تعقيم البيئة عند الدرجة 121° س، استخدام مضاد حيوي في البيئة، استخدام فلتر للتهوية، تقليل حجم البيئة في عبوة البذار.

(Stamets and Chilton, 1983)

4-2. تحضير الدبال:

أهم المشاكل التي تعترض تحضير الدبال:

الطور الأول		
المشكلة	**الأسباب**	**الحلول**
لا ترتفع درجة حرارة الدبال وتبقى دون 60° س.	كمية بعض المكونات غير كافية.	راجع كميات مكونات الخلطة. راجع محتوى المكونات الخام من الآزوت.
	المسطبة مفككة أكثر من اللزوم أو أبعادها غير صحيحة.	اضغط جوانب المسطبة أكثر، احمي المسطبة من تيارات الهواء القوية.
	رطوبة مكونات الخلطة عالية أو منخفضة الرطوبة.	وازن الرطوبة لتصل إلى 70%.
	حجم كتلة الكومة غير كافي.	زيادة حجم كتلة الخلطة.
	الفرشة المستخدمة تحوي مضادات حيوية تقتل الكائنات الحية الدقيقة (بسبب إصابة الفروج بمرض ما).	لا تستخدم هكذا فرشة في تحضير الدبال.
	التعقيم الكامل للحظيرة باستخدام مطهرات عامة (كبريتات النحاس أو فورمالين).	لا تستخدم هكذا فرشة في تحضير الدبال.

الدبال لا يطلق الأمونيا.	كمية بعض المكونات غير كافية (نقص الآزوت).	راجع كميات مكونات الخلطة. راجع محتوى المكونات الخام من الآزوت، أو تضاف اليوريا.
تخمر الدبال لا هوائي.	رطوبة الخلطة أعلى من اللزوم، قش القمح أقصر من اللزوم.	وازن الرطوبة لتصل إلى 70%، رطب عند اللزوم فقط.
	المسطبة كثيفة جداً.	اضبط أبعاد المسطبة.
	الفترة بين التقليبات أطول من اللزوم.	زيادة عدد التقليبات.
مكونات الدبال لا تتخمر بانتظام.	نظام التقليب خاطىء.	أخرج المكونات داخل المسطبة للخارج والعكس بالعكس.
	درجة تخمر مكونات الخلطة متفاوتة عند البداية.	ذرق الدواجن وقش القمح يجب أن يكونا بنفس درجة التخمر عند بداية خلط المكونات.
الدبال دهني.	كمية الجبس منخفضة. مكونات الخلطة قديمة وليست طازجة.	ارفع كمية الجبس. استخدم المواد الطازجة والحديثة فقط.
الدبال ذو رطوبة مرتفعة أو منخفضة عند نهاية الطور الأول.	عملية ترطيب الخلطة غير صحيحة.	افحص رطوبة الخلطة قبل كل تقليب.
القش مازال أصفر عند نهاية الطور الأول.	مدة الطور الأول أقصر من اللزوم.	تابع عملية التخمر. زيادة مدة النقع والترطيب.
أجزاء الدبال قصيرة وسوداء عند نهاية الطور الأول.	مدة الطور الأول أطول من اللزوم.	قصر فترة الطور الأول.
الطور الثاني		
المشكلة	**الأسباب**	**الحلول**
لا ترتفع درجة حرارة الدبال.	كمية بعض المكونات غير كافية (نقص عنصر الكربون).	راجع كميات مكونات الخلطة.

	تأخير إدخال الدبال إلى نفق البسترة.	قَصِّرْ فترة الطور الأول.
	زيادة إدخال الهواء إلى دورة نفق البسترة.	تقليل إدخال الهواء إلى دورة نفق البسترة.
	نسبة حجم الهواء إلى حجم الدبال في نفق البسترة أكبر من اللازم.	تقليل نسبة حجم الهواء إلى حجم الدبال في نفق البسترة.
	رطوبة الدبال مرتفعة.	ضبط رطوبة الدبال عند نسبة 70% عند إدحاله إلى نفق البسترة.
عدم انتظام درجة حرارة الدبال.	إدخال كميات غير منظمة من الهواء إلى إلى نفق البسترة.	إدخال الهواء إلى إلى نفق البسترة يجب أن يكون ثابتاً، وتغيير كمية الإدخال بالتدريج وفقاً لدرجة الحرارة المطلوبة.
	حرارة ورطوبة نفق البسترة غير مراقبة.	راقب حرارة ورطوبة نفق البسترة كل 4–6 ساعات.
يوجد تفاوت في درجات حرارة أجزاء الدبال.	ارتفاع الدبال ضمن نفق البسترة غير موحد.	توحيد ارتفاع الدبال ضمن نفق البسترة.
	توزيع مكونات الخلطة في الطور الأول غير متجانس.	التأكد من توزيع مكونات الخلطة في الطور الأول بشكل متجانس.
	تصميم نظام التهوية في نفق البسترة غير صحيح.	تلافي عيوب تصميم نظام التهوية في نفق البسترة.
درجة حرارة الدبال مرتفعة بعد البسترة.	كمية الهواء المدخلة إلى نفق البسترة غير كافية.	زيادة كمية الهواء المدخلة إلى نفق البسترة.

	مدة البسترة أقصر من اللزوم.	إجراء البسترة عند الدرجة 60° س لمدة ساعتين.
درجة حرارة الدبال منخفضة بعد البسترة.	كمية الهواء المدخلة إلى نفق البسترة زائدة.	يجب تسبيق تخفيض درجة حرارة الدبال، وتقليل كمية الهواء المدخلة إلى نفق البسترة.
	إجراء البسترة عند درجة حرارة منخفضة ولفترة طويلة.	درجة الحرارة الأقل تحمي الكائنات المحبة للحرارة أكثر والتي تمنع الهبوط السريع لدرجة الحرارة.
إطلاق الأمونيا لفترة طويلة.	كمية مصدر الآزوت في الخلطة زائدة. المدة طويلة فوق الدرجة 54° س.	قلل كمية مصدر الآزوت. حافظ على الحرارة دون الدرجة 54° س بعد البسترة. استخدم مجال حراري منخفض أثناء التكييف.

(Stamets and Chilton, 1983)

4-3. استعمار المشيجة للدبال:

أهم المشاكل التي تعترض استعمار المشيجة للدبال:

المشكلة	الأسباب	الحلول
تنمو المشيجة ببطىء أو لا تنمو مطلقاً.	البذار غير جيد.	راجع إجراءات تحضير البذار.
	السلالة متدهورة أو غير نشطة.	راجع طريقة تخزين السلالة. افحص نقاوة السلالة بتلقيح أطباق جديدة. يجب تجريب سلالات جديدة دائماً وذلك بزراعتها على نطاق صغير قبل زراعتها على نطاق تجاري، ثم تعتمد إذا كانت

		جيدة ونشيطة ونستغني عن السلالة القديمة.
	يوجد آثار متبقية للأمونيا في الدبال.	إطالة مدة التكييف في الطور الثاني حتى ينتهي إطلاق الأمونيا من الدبال.
	تحضير الطور الأول أو الثاني غير صحيح.	راجع طريقة تحضير الدبال راجع الفصل الرابع.
	رطوبة الدبال أعلى من اللزوم.	رطوبة الدبال يجب أن تكون ضمن المجال 70–75% عند الزراعة.
	الإصابة بالذباب أو النيماتودا أو العناكب.	تأكد من حرارة ومدة البسترة.
	المشيجة يعوزها الأوكسجين.	تأكد من تزويد غرف النمو بحاجتها من تبديل الهواء.
وجود الأعفان أثناء انتشار المشيجة.	تحضير الطور الأول أو الثاني غير صحيح.	راجع الفصل الرابع، ثم راجع الفصل السادس لتحديد نوع العفن ومعرفة العوامل التي تشجع نموه.
وجود العفن الحبري (*Coprinus* sp.) أثناء انتشار المشيجة.	يوجد آثار متبقية للأمونيا في الدبال.	إطالة مدة التكييف في الطور الثاني حتى ينتهي إطلاق الأمونيا من الدبال.
وجود الحلم أو العناكب أو النيماتودا.	البسترة غير كافية.	إجراء البسترة عند الدرجة 60° س لمدة ساعتين.
	يحتوي الدبال على أجزاء كثيفة وعالية الرطوبة.	راجع إجراءات تحضير الدبال وتعبئة وتفريغ نفق البسترة.
	الأوعية أو الأدوات المستخدمة في الزراعة غير نظيفة. غرف الزراعة غير معقمة بعد	يجب تطهير الأوعية أو الأدوات المستخدمة قبل الزراعة.

	دورة الإنتاج السابقة	تعقيم غرف النمو بالبخار أو بالكيماويات المناسبة

(Stamets and Chilton, 1983)

4-4. استعمار المشيجة لطبقة التغطية:

أهم المشاكل التي تعترض استعمار المشيجة لطبقة التغطية:

المشكلة	الأسباب	الحلول
تعجز المشيجة عن الانتشار في طبقة التغطية.	الحرارة عالية أو منخفضة أكثر من اللزوم.	التحضين عند درجة الحرارة المثالية لنمو المشيجة.
	رقم حموضة تربة التغطية pH غير مناسب.	يجب قياس رقم حموضة pH تربة التغطية قبل استخدامها في التغطية راجع الفصل الخامس (إضافة كربونات الكالسيوم).
	رطوبة تربة التغطية أعلى أو أقل من اللزوم.	يجب قياس نسبة رطوبة تربة التغطية قبل استخدامها (70-75%).
	مكونات تربة التغطية غير مناسبة.	راجع مكونات وطريقة تحضير تربة التغطية في الفصل الخامس.
	ضعف في نمو المشيجة على الدبال.	راجع عملية تحضير الدبال في الفصل الرابع.
	الدبال ملوث.	تأكد من عدم وجود الأعفان والنيماتودا في تربة التغطية قبل استخدامها.
جفاف تربة التغطية بعد عملية التغطية.	رطوبة هواء غرفة الزراعة منخفضة.	ارفع رطوبة هواء غرفة الزراعة، زيادة عدد مرات ري تربة التغطية أو تغطيتها برقائق النايلون.

	سرعة مروحة تدوير الهواء عالية أكثر من اللزوم مما يسبب تياراً قوياً.	خفض سرعة المروحة لتعطي تيار هواء ضعيف وبطئ.
لا تنمو المشيجة في كامل طبقة التغطية.	خلط مكونات تربة التغطية غير متجانس.	خلط مكونات تربة التغطية بشكل جيد التجانس.
	سماكة تربة التغطية غير متجانسة.	إعادة توزيع تربة التغطية لنحصل على طبقة التغطية بسماكة واحدة.
	نمو المشيجة في الدبال تحت طبقة التغطية غير متجانس.	خلط البذار مع الدبال بشكل متجانس أثناء الزراعة.
المشيجة تغطي طبقة التغطية ولكنها تشكل القليل من بداءات الأجسام الثمرية.	تسمى هذه الظاهرة طلاء أو دهان طبقة التغطية (Overlay) وهي تنتج عن إطالة فترة نمو المشيجة في طبقة التغطية.	ترقيع طبقة التغطية.
تشكل طلاء طبقة التغطية ثم تحوله إلى حصيرة (Mat) ثم يصبح مسطحاً وكتيماً للماء، ولا يشكل أي بداءات الأجسام الثمرية.	الري بطريقة خاطئة و/أو رطوبة هواء غرفة الزراعة منخفضة جداً. أو ارتفاع معدل التبخر.	عزيق و/أو إعادة التغطية. حافظ على رطوبة هواء غرفة التغطية عند 95% عند تشكل بداءات الأجسام الثمرية. قلل معدل التبخر. الري يجب أن يكون على شكل رذاذ خفيف فائق النعومة وعلى كامل سطح طبقة التغطية.
المشيجة تنمو في طبقة التغطية ثم تختفي.	الإصابة بمرض الموت المتأخر الفيروسي. الرطوبة زائدة. الحموضة مرتفعة.	يجب عزل السلال أو الأكياس المصابة فوراً وإخراجها وحرقها، وقد تضطر لإعدام كامل الدفعة والبدء من جديد بعد تغيير سلالة البذار واعتماد بذار غير مصاب.

تشكل بقع حصيرية بيضاء كثيفة على طبقة التغطية.	تسمى هذه الظاهرة (Stroma).	غَيِّرْ السلالة بأخرى أقل ميلاً لتشكيل الـ Stroma (استبعاد القطاعات الزغبية من المزرعة الأم). تخفيض تركيز غاز CO_2. رقم الحموضة pH مرتفع. الدبال محضر بطريقة خاطئة.
	التلوث بالملوث (*Scopulariopsis*).	راجع الفصل السادس.

(Stamets and Chilton, 1983)

4-5. تشكل الأجسام الثمرية وتطورها:

أهم المشاكل التي تعترض تشكل الأجسام الثمرية وتطورها:

تَشَكُّلْ رؤوس الدبابيس		
المشكلة	**الأسباب**	**الحلول**
المشيجة تعجز عن تشكيل بداءات الأجسام الثمرية.	رطوبة هواء غرفة الزراعة منخفضة جداً.	حافظ على رطوبة هواء غرفة التغطية عند 95% عند تشكل رؤوس الدبابيس.
	ارتفاع تركيز غاز CO_2.	خفض تركيز غاز CO_2 بزيادة كمية الهواء المدخلة إلى غرفة الزراعة.
	ارتفاع درجة الحرارة.	تخفيض درجة حرارة هواء الغرفة.
تَتَشَكّلْ بداءات الأجسام الثمرية بشكل مبكر.	تفاوت سماكة طبقة التغطية.	وَحِّدْ سماكة طبقة التغطية ورَقِّعْ البقع التي يظهر فيها نضج مبكر للمشيجة.
	درجة الحرارة منخفضة أكثر من اللزوم.	حَضِّن عند درجة الحرارة المناسبة لنمو المشيجة ثم

		خَفِّضها إلى درجة الإثمار.
	انخفاض تركيز غاز CO_2 أقل من اللزوم.	حافظ على غرفة الزراعة محكمة الإغلاق ودورة الهواء داخلية دون إدخال الهواء من الوسط الخارجي حتى تصبح المشيجة جاهزة للإثمار.
تتشَكَّلْ بداءات الأجسام الثمرية بشكل متفاوت.	تفاوت سماكة طبقة التغطية.	رَقِّعْ المناطق قليلة السماكة من طبقة التغطية كلما ظهرت المشيجة عليها حتى تجانس النمو.
	تفاوت رطوبة طبقة التغطية.	تنفيذ عملية الري بحذر وبشكل متجانس.
	تخريب سطح طبقة التغطية جزئياً بسبب تنفيذ عملية الري بطريقة خاطئة.	حافظ على سطح طبقة التغطية خشناً ونفوذاً بتنفيذ عملية الري بالطريقة الصحيحة.
	تفاوت الظروف البيئية ضمن غرفة الزراعة.	تلافى عيوب تصميم نظام التهوية في غرفة النمو.
تعجز المشيجة عن تشكيل رؤوس الدبابيس Pins بغزارة.	رطوبة تربة التغطية أعلى أو أقل من اللزوم.	ضبط رطوبة تربة التغطية (70–75%) عند تشكيل رؤوس الدبابيس.
	رقم حموضة تربة التغطية pH غير متوازن.	الضبط الصحيح لرقم حموضة تربة التغطية pH راجع الفصل الخامس.
	تركيز عنصر المغنزيوم في مادة كربونات الكالسيوم المستخدمة في تعديل pH تربة التغطية أعلى من اللزوم (أكثر من 2%).	استخدم كربونات كالسيوم تحوي تركيز أقل من 2% من عنصر المغنزيوم.

	ارتفاع تركيز غاز CO_2.	خفض تركيز غاز CO_2 للمستوى المطلوب.
	الإدارة السيئة لتحفيز تشكل بداءات الأجسام الثمرية.	تنفيذ عملية الري بحذر بالطريقة الصحيحة.
	السلالة سيئة.	استبدل السلالة.
	الإصابة بالنيماتودا.	راجع الفصل السابع.
تتشكل رؤوس الدبابيس Pins بغزارة ولكنها لا تنضج.	الدبال فقير أساساً بالمواد الغذائية اللازمة.	راجع تركيبة خلطة الدبال.
	ارتفاع تركيز غاز CO_2.	خَفِّضْ تركيز غاز CO_2.
	ارتفاع رطوبة هواء الغرفة.	خَفِّضْ رطوبة هواء الغرفة إلى 85–92%.
	كمية الهواء المدخل إلى غرفة الزراعة غير كافية.	زيادة كمية الهواء المدخل إلى غرفة الزراعة بحيث يتغير الهواء داخل الغرفة 2–4 مرات في الساعة.
	صفة من صفات السلالة.	استبدل السلالة بأخرى ذات قدرة أعلى على الإثمار.
	الإصابة بالذباب أو النيماتودا أو الملوثات الأخرى التي تثبط الإثمار.	راجع الفصل السادس والسابع.
	فقدان طبقة التغطية المفرط لرطوبتها بسبب نقص الرطوبة الجوية.	حافظ على رطوبة كافية لتربة التغطية (70–75%) بالري اليومي إذا تطلب الأمر.
	نقص سماكة الفرشة أو نقص وزن الدبال في المتر المربع من سطح الزراعة (أقل من 50 – 60 كغ/م^2).	زيادة سماكة الفرشة للحدود القياسية بحيث نضع 80–140 كغ دبال في المتر المربع.

القطاف		
المشكلة	**الأسباب**	**الحلول**
الغلة منخفضة في القطفة الأولى.	ضعف في تشكل رؤوس الدبابيس.	راجع إدارة تحفيز تشكل رؤوس الدبابيس.
	الدبال فقير بالمواد المغذية.	راجع تركيبة خلطة الدبال.
ينجح القليل من الأجسام الثمرية بالوصول إلى النضج الكامل بينما تفشل الأغلبية الباقية في ذلك.	تفاوت في في تشكل رؤوس الدبابيس.	تخلص من رؤوس الدبابيس مبكرة التشكل.
	النقص في المواد المغذية.	راجع تركيبة خلطة الدبال.
	ارتفاع درجة الحرارة.	حافظ على درجة الحرارة عند 16° س.
	الإصابة بالطفيليات.	راجع الفصل السادس والسابع.
الأجسام الثمرية لها سوق طويلة ورؤوس غير مكتملة التشكل.	ارتفاع تركيز غاز CO_2.	زيادة كمية الهواء المدخل إلى غرفة الزراعة من الوسط الخارجي.
تشكل الأجسام الثمرية بطريقة غير طبيعية.	الإصابة بالطفيليات.	تخلص من جيوب الهواء الراكدة في غرفة الزراعة.
	ارتفاع تركيز غاز CO_2.	زيادة كمية الهواء المدخل إلى غرفة الزراعة من الوسط الخارجي.
	تفاوت الظروف البيئية وعدم توازنها في غرفة الزراعة.	تلافي عيوب تصميم نظام التهوية في غرفة الزراعة.
	التعرض للمواد المُطَفِّرَة (المبيدات، المطهرات، الكلوراكس، الخ...).	الحد من التعرض للمواد المُطَفِّرَة.
	صفة من صفات السلالة.	استبدل السلالة بأخرى ذات قدرة أعلى على الإثمار.
تَفَتُّح القبعات بسرعة بالرغم من	نوعية الدبال سيئة، نقص	استخدام دبال عالي المواصفات

صِغَر حجم الأجسام الثمرية، أو نقص وزن الثمار.	المواد المغذية في الدبال، الجفاف، ارتفاع الحرارة في غرف الزراعة.	من مصادر موثوقة، تأمين الرطوبة والري، ضبط الحرارة للحدود القياسية في غرف الزراعة.
سوق الأجسام الثمرية سميكة أكثر من الحد المعدل الطبيعي للسلالة.	زيادة تركيز غاز CO_2 في غرف الزراعة.	خفض تركيز غاز CO_2 في غرف الزراعة دون الحد القياسي بالتهوية.

(Stamets and Chilton, 1983)

5. مفتاح تعريف الملوثات التي تصيب الفطر الزراعي:

تصيب عديد من الملوثات الفطر الزراعي، يصيبه بعضها مباشرةً فيتطفل على الأجسام الثمرية و/أو المشيجة، ويصيبه بعضها الآخر بشكل غير مباشر فينافسه على الغذاء. وفيما يلي مفتاح لتعريف وتحديد الملوثات التي تصيب الفطر الزراعي.

الملوثات التي يعرفها هذا المفتاح هي: *Alternaria*، *Aspergillus*، *Bacillus*، *Botrytis*، *Chaetomium*، *Chrysosporium*، *Cladosporium*، *Coprinus*، *Dactylium*، *Epicoccum*، *Fusarium*، *Geotrichum*، *Monilia*، *Mucor*، *Mycelia sterilia*، *Mycogone*، *Neurospora*، *Papulospora*، *Penicillium*، *Pseudomonas*، *Rhizopus*، *Scopulariopsis*، *Sepedonium*، *Trichoderma*، *Trichothecium*، *Verticillium*، Yeasts.

مفتاح تعريف الملوثات التي تصيب الفطر الزراعي:

1	A	**الملوث يتطفل على الأجسام الثمرية للفطر (ممرض).**	**2** ⟵
	B	**الملوث لا يتطفل على الأجسام الثمرية للفطر (منافس).**	**7** ⟵
2	A	**يجعل الملوث الفطر مائي أو لزج أو يحوي على بقع ترشح سائلاً وليست مغطاة بالبودرة أو بالمشيجة الزغبية.**	**3** ⟵
	B	**الملوث ليس كما سبق ويغطي الفطر بالبودرة أو بما يشبه مشيجة العفن.**	**4** ⟵
3	A	**تتشكل قطيرات من القبعة والساق ولا يوجد بقع غائرة. وفي النهاية ينكمش الفطر ليصبح على هيئة كتلة رغوية بيضاء.**	**الممرض المسبب غير معروف.**
	B	**القبعة ليست كما سبق ولكن تظهر عليها بقع بنية والتي تمتد ويزداد عمقها، ويتشكل عليها مادة لزجة رمادية بنية. في النهاية يتحلل الفطر ويتحول إلى كتلة وحل لزجة داكنة.**	***Pseudomonas tolassii*** **(Bacterial Blotch, Bacterial Pit)**
4	A	**يعطي الملوث أبواغاً في النهاية على الفطر مثل العفن الأخضر، ويسبقه عادةً انتشار العفن الأخضر على طبقة التغطية.**	***Trichoderma viride, Trichoderma koningii*** **(Trichoderma Blotch)**
	B	**ليس كما سبق.**	**5** ⟵
5	A	**ينتشر الملوث على تربة التغطية بسرعة على شكل مشيجة رمادية كشبكة العنكبوت، وتغطر الفطور التي**	***Dactylium dendroides*** **(Cobweb Mold)**

		تكون في طريقها. (يحوي البوغ على ثلاثة خلايا أو أكثر وحجمها 5×20 µ. وإذا كان يحوي خليتين فقط لا يكون شكله يشبه شكل الجوزة.	
	B	الملوث يهاجم الفطر ولكنه لا يظهر عادةً على طبقة التغطية. (الأبواغ وحيدة الخلية، وإذا كانت ثنائية الخلية تشبه الجوزة الخشنة وحجمها أقل من السابق)	6 ←
6	A	يحول الملوث الفطور الحديثة إلى كتلة متعفنة تشبه الكرة، وعند قطعها يسيل منها سائل لزج كهرماني مكان القطع. والساق عادة لا ينفصل ولا يتقشر.(الأبواغ وحيدة وثنائية الخلايا، تتلون فيما بعد بصبغة داكنة وتشبه الجوزة بالشكل.	***Mycogone pernciosa*** **(Wet Bubble)**
	B	يهاجم الملوث الفطور الحديثة كما ذكر سابقاً ولكن عند قطع الفطر لا يسيل منه سائل لزج كهرماني مكان القطع. والساق في الفطور الأكثر نضجاً ينفصل ويتقشر غالباً، مسبباً إنحناء الفطر. (الأبواغ وحيدة الخلية).	***Verticillium malthousei*** **(Dry Bubble)**
7	A	يشكل الملوث أجساماً ثمريةً تتحلل قبعاتها إلى سائل أسود عند نضجها.	***Coprinus*** **spp. (Inky Cap)**
	B	الملوث ليس كما سبق.	8 ←
8	A	يصبح لون الملوث زهري إلى محمر إلى أرجواني مع التقدم بالعمر.	9 ←
	B	الملوث ليس كما سبق.	14 ←
9	A	يحدث على الدبال أو على طبقة التغطية.	10 ←
	B	يحدث على بيئة الآجار أو على البيئة الحبية.	11 ←
10	A	تنمو المشيجة بسرعة، وهي هوائية وليس لها بنية صقيعية. زهرية عند نضوج الأبواغ. (الأبواغ أحادية الخلية على شكل مجسم ناقص ولها أضلاع تشبه العروق مرتبة طولياً والبوغة).	***Neurospora*** **sp. (Pink Mold)**
	B	تنمو المشيجة ببطء، وهي لاطئة وليست هوائية ولها بنية صقيعية. وغالباً تصبح حمراء كرزية. (الأبواغ أسطوانية ليس لها أضلاع تشبه العروق).	***Geotrichum*** **(Lipstick Mold)**
11	A	لا تتطور شبكة مشيجة الملوث بشكل جيد، وليست مرئية بشكل واضح للعين المجردة، وغالباً تشبه الوحل.	12 ←

	B	شبكة مشيجة الملوث واضحة بشكل جيد ويمكن تمييزها بالعين المجردة بسهولة ولا تشبه الوحل.	**13** ⟵
12	A	يتكرر رؤيتها على بيئة الآجار. (تنتج الأبواغ بالتبرعم البسيط، بيضوية، أحادية الخلية).	The Yeasts *Cryptococcus*
	B	يتكرر رؤيتها على بيئة الحبوب. (تنتج الأبواغ على حوامل كونيدية قصيرة، منجلية الشكل، عديدة الخلايا).	*Fusarium* (Yellow Rain Mold)
13	A	تنمو المشيجة ببطئ وهي هوائية. (الأبواغ على شكل مجسم ناقص ولها أضلاع تشبه العروق).	*Neurospora* sp. (Pink Mold)
	B	تنمو المشيجة ببطء عادةً، وهي لاطئة وليست هوائية. (الأبواغ إجاصية الشكل ثنائية الخلايا ليس لها أضلاع).	*Trichothecium* sp. (Pink Mold)
14	A	يشبه الملوث الوحل بالشكل.	**15** ⟵
	B	يشبه الملوث المشيجة أو العفن بالشكل.	**17** ⟵
15	A	غير متحرك (لا يتحرك من تلقاء نفسه) الأبواغ كبيرة نسبياً، قطرها **4–20 µ**، لا يتأثر بالمضادات الحيوية البكتيرية مثل سلفات الجنتاميسين.	The Yeasts (*Cryptococcus*, *Rhodotorula*)
	B	متحرك (يتحرك من تلقاء نفسه) الأبواغ صغيرة نسبياً، قطرها نادراً ما يصل لـ **2 µ**، يمنع نموه بالمضادات الحيوية البكتيرية مثل سلفات الجنتاميسين.	**16** ⟵
16	A	الخلايا عصوية الشكل، موجبة لغرام (تتلون باللون البنفسجي في اختبار غرام).	*Bacillus* (Wet Blotch)
	B	الخلايا متعددة الأشكال، سالبة لغرام (تتلون باللون الأحمر في اختبار غرام).	*Pseudomonas* (Bacterial Blotch)
17	A	الملوث عفن أخضر عند نضج الأبواغ.	**18** ⟵
	B	الملوث عفن أسود عند نضج الأبواغ.	**20** ⟵
	C	الملوث عفن بني عند نضج الأبواغ.	**24** ⟵
	D	الملوث عفن أصفر عند نضج الأبواغ.	**25** ⟵
	E	الملوث عفن أبيض عند نضج الأبواغ.	**28** ⟵
18	A	يشكل عقداً صغيرة ولونه أخضر زيتوني عادةً. (الأبواغ ليمونية الشكل، مغلفة بكيس على حامل أسكي).	*Chaetomium olivaceum* (Olive Green Mold)
	B	ليست كالسابق.	**19** ⟵
19	A	لون العفن أزرق مخضر عادةً. (الحوامل الكونيدية تتفرع عند القمة إلى سلاسل عديدة من الأبواغ خفيفة التلون أحادية الخلايا).	*Penicillium* spp. (Blue Green Mold)

	B	لون العفن أخضر إلى أصفر عادةً. (الحوامل الكونيدية تنتفخ عند القمة على شكل البصلة، محاطة بسلاسل عديدة من الأبواغ خفيفة التلون أحادية الخلايا).	***Aspergillus*** **spp. (Green Mold)**
	C	لون العفن أخضر. (الحوامل الكونيدية تنفصل بسهولة على شكل كتل رطبة وصعبة التمييز تحت المجهر. الأبواغ أحادية الخلية خفيفة التلون).	***Trichoderma*** **spp. (Forest Green Mold).**
	D	لون العفن أخضر مسود. (الحوامل الكونيدية تتفرع إلى شعب قليلة على نهاياتها تتشكل أبواغ داكنة، غالباً ثنائية الخلايا).	***Cladosporium*** **spp. (Blackish Green Mold)**
20	A	مستعمرة العفن لاطئة، تشبه عفن البنيسيليوم الأسود، ولكنها ليست هوائية.	**21** ⟵
	B	مستعمرة العفن هوائية، ولا تشبه عفن البنيسيليوم.	**22** ⟵
21	A	(الأبواغ متطاولة ومزخرفة بأضلاع، بشكل عام يصل طولها إلى **20µ** وقطرها إلى **5µ**).	***Alternaria*** **spp. (Black Mold)**
	B	(الأبواغ كروية وغير مزخرفة بأضلاع، بشكل عام قطرها أقل من **5µ**).	***Aspergillus*** **spp. (Black Mold)**
22	A	يظهر بتردد أعلى على الدبال. (يشكل حوامل كونيدية تتشعب إلى عدة سويقات، توجد على نهاياتها سلاسل من الأبواغ القاتمة).	***Doratomyces stemonitis*** **(Black Whisker Mold)**
	B	يظهر بتردد أعلى على بيئتي الآجار والحبوب. يشبه غابة من رؤوس الدبابيس القاتمة. (يشكل حافظة بوغية تتألف من سويقة وحيدة تلتصق على نهايتها بنية بوغية تشبه الكرة).	**23** ⟵
23	A	يظهر الحامل الكونيدي منتفخاً عند القمة مغطى جزئياً بغشاء بوغي.	***Rhizopus*** **(Black Bread Mold, Black Bread Mold)**
	B	الحامل الكونيدي غير منتفخ كالسابق، والقمة مغطاة كلياً بغشاء بوغي.	***Mucor*** **(Black Bread Mold)**
24	A	يعطي العفن كتل صغيرة من الحلايا تشبه الخرز. ولا تعطي أبداً أجسام ثمرية فنجانية الشكل. (عناقيد من الخلايا داكنة اللون تتوضع على حصيرة المشيجة، وليس لها أبواغ).	***Papulospora byssina*** **(Brown Plaster Mold)**
	B	لا يشكل العفن عناقيد من الخلايا كما في السابق. ويعطي أحياناً أجساماً ثمريةً فنجانية الشكل. (تنتج الأبواغ في تفرعات كالعنب).	***Botrytis*** **(Brown Mold)**

25	A	يشكل العفن طبقة فلينية بين الدبال وطبقة التغطية، وتشبه الحصيرة. (تتشكل الأبواغ على أوتاد على شكل مزهرية).	***Chrysosporium luteum*** **(Yellow Mat Disease, Confetti)**
	B	لا يشكل العفن طبقة فلينية وتبدو تشبه الحصيرة. (والأبواغ لا تتشكل كما في السابق).	**26** ⟵
26	A	لا يحدث على الدبال. (الحوامل الكونيدية قصيرة، وتنشأ من خلايا تشبه الوسادة. تبدو الأبواغ إذا تشابكت ككتلة من الخلايا المضغوطة).	***Epicoccum*** **(Yellow Mold)**
	B	يشاهد بتردد أعلى على الدبال ولكن ليس دائماً. (الحوامل الكونيدية ليست كالسابق، والأبواغ وحيدة الخلية).	**27** ⟵
27	A	الأبواغ كبيرة يصل قطرها إلى **5µ**، ولها نمطين. بعضها كروي وذو اشواك وتتشكل فرادى على نهايات تفرعات الهيفا المفردة، وبعضها على شكل الزهرية تظهر فرادى أو في قطاعات من حوامل كونيدية غير متميزة شبيه بالهيفا.	***Sepedonium*** **(Yellow Mold)**
	B	الأبواغ صغيرة قطرها أقل من **5µ**، بيضوية، تتشكل على سلاسل تنشأ من مواقع على شكل الرؤوس على قمة سويقة طويلة.	***Aspergillus*** **spp. (Yellow Mold)**
28	A	تظهر على شكل مشيجة كثيفة كالبلاستر (الحوامل الكونيدية على شكل الفرشاة).	***Scopulariopsis*** **spp. (White Plaster Mold)**
	B	لا تشبه المشيجة البلاستر. (الحوامل الكونيدية ليست على شكل الفرشاة).	**29** ⟵
29	A	تتشكل الأبواغ من الهيفا في سلاسل.	***Monilia*** **(White Flour Mold)**
	B	الأبواغ غائبة ولا تتشكل من الهيفا.	***Mycelia sterilia***

(Stamets and Chilton, 1983)

المراجع

1. **المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2000).** قسم الإحصاء والتخطيط، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دمشق، سورية.
2. **المجموعة الإحصائية السنوية لمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة FAO. (2004).**
3. **الياس، إنعام (2008).** تأثير أوساط التغذية في إنتاج بذار الفطر الزراعي (*Agaricus bisporus*) محلياً. قسم البساتين، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية، 69 ص. (رسالة ماجستير).
4. **برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (2005).** الفطر البستاني. مشروع تنمية المجتمع الريفي في جبل الحص، بالتعاون مع وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، الجمهورية العربية السورية، UNDP، نشرة إرشادية، 46 ص.
5. **دواليبي، وجيه أحمد منير (2008).** حصر وتصنيف أنواع ذباب الفطر الزراعي ودراسة إمكانية مكافحتها باستخدام الفطر الممرض للحشرات *Beauveria bassiana* (Balsamo) .Vuillemin. قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة حلب، حلب، سوريا، 79 ص. (رسالة ماجستير).
6. **دواليبي، وجيه.، وسليم خوجة ومحمد أبو شعر ونوال كعكة. (2007).** حصر وتصنيف أنواع ذباب الفطر الزراعي في المفاطر المنتشرة في سوريا، مجلة بحوث جامعة حلب، سلسلة العلوم الزراعية، العدد: 64.
7. **زيدان، رياض.، ومحمد موفق يبرق وإنعام إلياس. (2007).** تأثير أوساط التغذية في إنتاج الميسليوم الأولي للفطر الزراعي *Agaricus bisporus* (J.Lange) Imbach باستخدام طرق الإكثار الخضري. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية–سلسلة العلوم البيولوجية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية. مجلد (29) العدد (1): 127–140.
8. **Beyer, D.M. (2003).** Basic Procedures for *Agaricus* Mushroom Growing. Penn State's College of Agricultural Sciences, The Pennsylvania State University, 328 Boucke Building, University Park, PA 16802-5901, Tel 814-865-4700/V, 814- 863-1150/TTY. USA, on the Web: www.cas.psu.edu. 16 p.
9. **Borchers, A.T. (2004).** Mushrooms, Tumors and Immunity, Experimental biology and Medicine. P: 393-406.
10. **Burden, D. (2006).** "Mushrooms Profile." Agricultural Marketing Resource Center. November 2006. Retrieved August 29, 2007. Available at http:

//www. agmrc. org /agmrc /commodity /specialitycrops /mushrooms /mushrooms profile.htm.

11. **Chang, R. (1996)**. Functional properties of edible mushrooms. *nutrition reviews*. 54: 91-93.
12. **Chang, S.T. (1999).** World Production of cultivated edible and medicinal mushroom in 1997 with emphasis on *lentinus edodes* (Berk). *International J. Med. Mush*. 1: 291-300.
13. **Chang, S.T. (2008).** Training Manual on Mushroom Cultivation Technology. Asian and Pacific Centre for Agricultural Engineering and Machinery (APCAEM) A-7/F, China International Science and Technology Convention Centre no. 12, Yumin Road, Chaoyang District, Beijing 100029, P.R. China. 65 pp.
14. **Chen, Shiuan, Sei-Ryang Oh, Sheryl Phung, Gene Hur, Jing Jing Ye, Sum Ling Kwok, Gayle E. Shrode, Martha Belury, Lynn S. Adams and Dudley Williams. Cancer Research. (2006).** "Anti-Aromatase Activity of Phytochemicals in White Button Mushrooms (*Agaricus bisporus*)." Retrieved September 7, 2007. Available at http:// cancerres. aacrjournals.org /cgi /content /full /66 /24 /12026 # SEC4.
15. **Coles, P.S., Barber W., Beyer D.M., Fleischer S.J., Keil C., Rinker D.L., Romaine C.P., Whitney S.P. and Wuest P., (2002).** Mushroom Integrated Pest Management. The Pennsylvania State University, 201 Willard Building, University Park, PA 16802-2801, Tel 814-865-4700/V, 814- 863-1150/TTY. USA. on the Web: www.cas.psu.edu. 91pp.
16. **Dawalibi, W.A.M., S.M.T. Khoja, M.M. Abou-Shaar and N.A. Kaake. (2008).** Bioeffects of The Entomopathogenic Fungi *Beuveria bassiana* (Bals.) On Mushroom Fly *Bradysia ocellaris* (Coms.) (Diptera: Sciaridae). Arab *Univ. J. Agri. Scien. Vol.* 16(1):193-198.
17. **Dodileva, S.I. (1985).** High quality spawn production of *Agaricus bisporus*. *J. Mushroom*. p. 45-46 (in Russian).
18. **Duyff, R. (2006).** American dietetic association's complete food and nutrition guide, 3rd addition. Wiley and Sons. USA.
19. **Einde, H. (1987).** Studiereis naar Ierland . *Groenten Fruit*. 7: 75-77.
20. **Elliott, T.J. (1979).** Sexuality in the genus *Agaricus*. *Mushroom Science*. France. 1: 41-51.
21. **Ellis, J.J. (1979).** Preserving fungus strains in sterile water. *Mycologia*. 71: 1072-1075.
22. **Esser, K. (1979).** Genetic control of fruit body formation in higher basidiomycetes. *Mushroom science*. 1: 1-13.
23. **Flegg, P. (1989).** Hygiene on the Mushroom term. *Mushroom Journal*. 203: 337-343.
24. **Flegg, P. and Smith J. (1982).** Effect of spawn strain and available substrate on the relative yield of mushroom. *Scientia Horticulturae*. 17: 217-222.

25. **Flegg, P.B., Spencer D.M. and Wood D.A. (1985).** The biology and technology of the cultivated mushroom. John Wiley and Sons Press. Chichester. UK. P: 141-177.
26. **Fungus Among Us. (2005).** Retrieved September 2, 2007. Available at http://www. fungusamongus.com/health.php.
27. **Gadd, G.M. (1993).** Interactions of fungi with toxic metals. *New Phytologist* 124:25-60.
28. **Garaudee, S., Elhabiri M., Kalny D., Robiolle C., Trendel J.M., Hueber R., Van Dorsselaer A., Albrecht P., Albrecht-Gary, A.M. (2002).** Allosteric effects in norbadione A:A clue for accumulation process of 137 Cs in mushroom? *Chemical Communication* 9:944-945.
29. **Growing Mushrooms (2003).** Prairie Farm Rehabilitation Administration. March 6, 2003. Retrieved August 28, 2007. Available at http ://www. agr. gc. ca /pfra /shelterbelt /shbpub31. htm.
30. **Györfi, J., Hajdú, Cs. (2007).** Casing-material experiments with *Pleurotus eryngii*, *International Journal of Horticultural Science*, 2, p: 33-36.
31. **Hartman, S.C., Beelman R.B. and Simons S. (2000).** Calcium and selenium enrichment during cultivation improves the quality and shelf life of *Agaricus* mushrooms. *Mushroom science*. **(**15): 499-505.
32. **Health Benefits of Mushrooms (2004).** Vegetarianism and Vegetarian Nutrition. Andrews University. 2003-2004. Retrieved September 1, 2007. Available at http:// www. vegetarian- nutrition. info /updates /mighty-mushrooms. php.
33. **Isoflavones (2007).** Isoflavones.info. Retrieved September 8, 2007. Available at http: //www. soflavones. info/.
34. **Kern, Mark (2006). San Diego State University. December. Retrieved September 7, 2007.** Available at http:// www. Mushroom council. org/ docs /NutritionResearch Q1Update Jan _ Mar07 links. doc. (PhD thesis)
35. **Leatham, G. and Stahlman M.A. (1989).** The effects of common nutritionally important cautions on the growth and development of the cultivated mushroom. *Mushroom science*. 12: 253-265.
36. **Nicholas, L.G. and Ogame K. (2006).** Psilocybin Mushroom Handbook. Canada. 209 pp. (Book)
37. **Niir, B. (2004)**. Mushroom cultivation and processing. Publisher: Asia Pacific Business. 544 pp. (Book)
38. **Oei, P. (2003).** Mushroom cultivation, appropriate technology for mushroom growers. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. 429 pp. (Book)
39. **Ohga, S. (2000).** Influence of wood species on the sawdust base cultivation of *Pleurotus abalonusa* and *Pleurotus eryngii*. *J. Wood Sci.*, 46, p: 175-179.

40. **Royes, D. And Schisler C. (1980).** Mushroom cultivation and marketing. *Interdisciplinary science reviews*. V.5, №. 4. P: 324-331.
41. **Royes, D. And Schisler C. (1980)**. Mushroom cultivation and marketing. *Interdisciplinary science reviews*. V.5, №. 4. P: 324-331.
42. **Royse, D.J. (2003).** Cultivation of Oyster Mushrooms, Penn State's College of Agricultural Sciences, The Pennsylvania State University, 201 Willard Building, University Park, PA 16802-2801, Tel 814-865-4700/V, 814-863-1150/TTY, USA, Retrieved August 20, 2007. Available at http: //pubs. cas. psu. edu /freepubs /pdfs /UL207.pdf. 11 pp.
43. **Safrag, A.I. (2000).** Mushroom spawn strains in Russia. *Mushrooming*. 1: 2- 4.
44. **Sanantonio, J. (1979).** Stability of spawn stock of the cultivated mushroom stored for nine years in liquid nitrogen. *Mushroom Science*. 1: 103-114. (in French).
45. **Sasek, V. (2003).** Why mycoremediation**s** have not yet come into practice. In *The utilization of bioremedtion to reduce soil contamination: Problems and solution,* ed. V. Sasek, Glaser J.A.and Baveye P., pp. 247-266. Dortrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
46. **Sinden, J.W. (1990).** Developments in spawn production. *Mushroom News.* 38. 10: 6-11.
47. **Smith, D. (1982).** Liquid nitrogen storage of fungi. *Transactions of the british mycological society*. UK. 79: 415-421.
48. **Stamets, P. (2000).** Growing gourmet and medicinal mushrooms. 3rd edition**.** Ten speed press, Berkeley, Toronto, Canada. 574 pp. (Book).
49. **Stamets, P. (2005).** Mycelium running, How mushrooms can help save the world. Ten speed press, Berkeley, Toronto, Canada. 339 pp. (Book).
50. **Stamets, P. and Chilton J.S. (1983).** The mushroom cultivator a practical guide to growing mushrooms at home. ISBN: 0-9610798-0-0 Agarikon Press, Olympia, Washington, USA. 415 pp. (Book)
51. **Stijve, T., Andrey D., Luchini G.-F. and Goessler W. (2001).** Simultaneous uptake of rare earth elements, aluminium, iron and calcium by various macromycetes. *Australasian Mycologist* 20: 92-98.
52. **Stoller, B.B. (1962).** Some practical aspects of making mushroom spawn. *Mushroom science*. 5: 170-184.
53. **USDA, Economic Research Service yearbook tables (2006).** http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/ers/89011/Table152.xls 1Crop year runs from July 1 of the year listed to June 30 of the following year. 2Source: USDA, National Agricultural Statistics Service. http: //www. nass. usda. gov/ Statistics_by_State /Wisconsin/Publications /Crops /mushrm. pdf.
54. **Wasser, S., Berreck M. and Haselwandter K. (2003).** Radiocesium contamination of wild-growing mushrooms in Ukraine. *International Journal of Medicinal Mushroom* 5:61-86.

55. Werner, A.W. and Beelman R.B. (2001). Growing selenium rich mushroom by adding controlled amount of selenium to the compost at spawning. *Mushroom science*. 49: 4-11.

56. Werner, A.W. and Beelman R.B. (2002). Growing high selenium edible and medicinal button mushroom **(***Agaricus bisporus***)** As ingredients for functional foods or dietary supplements. *Mushroom science*. 4: 194-210.

57. Wozniak, W., Muras U., Korzeniewska A. and Gapinski M. (2001). Growth of *Agaricus bisporus* (Lange) Sing mycelium as influenced by production method Vegetable crops research bull. *Skierniewice.* V.54, *№*. 2. P.83-86.