



الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية

الجمهورية العربية السورية

وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي

الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية

مركز البحوث العلمية الزراعية بحلب

زراعة الفطر الأبيض *Agaricus bisporus*



إعداد

م. جازى مندو

د. محمد موفق يبرق

م. عمر عتيق

1. مقدمة:

عرف الإنسان الفطر منذ القدم، كدواء وكمادة غذائية طيبة المذاق، وكانت الشعوب القديمة تجل الفطر لدرجة أن بعض الشعوب سموه غذاء الآلهة. عَرِفَ الفطر من قبل قدماء المصريين واليونانيين واليابانيين والصينيين وكانوا يجمعونه من الطبيعة، فقد ذكره أبقراط لأول مرة عندما كتب عن فوائده الطبية عام 400 قبل الميلاد، ويُعتبرُ الصينيون أول من بدأ بزراعة الفطر عام 600 م، ثم زرعت بعض الأنواع الأخرى مثل فطر الشتاء *Flammulina velutipes*، وفطر الشيتاكى *Lentinula edodes* بطرق بدائية. ثم تبعهم الأوروبيون بزراعة الفطر الأبيض *Agaricus bisporus* منذ عام 1652 م، ثم بدأ إنتاجه التجاري 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، واعتبر ذلك سراً مقدساً، لم يكشف 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، وأمكن التوصل فيما بعد إلى طريقة إنتاج وإكثار المشيجة خضررياً من أنسجة الأجسام الثمرية. وتحولت زراعة الفطور إلى علم قائم بذاته، وصناعة مستقلة، تداول رؤوس أموال ضخمة في عالم الاقتصاد.

ويعرف حالياً أكثر من 2000 نوع من الفطور عالية القابلية للأكل في العالم، يُستخدم منها حوالي 200 نوع في الغذاء، ويُزرع منها 30 نوعاً، على نطاق تجاري حول العالم. ويعتبر أكثرها أهميةً وانتشاراً 6 أنواع، من أهمها الفطر الأبيض *Agaricus spp.* الذي 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، ويطلب إنشاء المفاطر توظيف استثمارات مالية عالية. وتعتبر زراعته الأكثر شيوعاً في الولايات المتحدة الأمريكية.

2. القيمة الطبية للفطر الأبيض :*Agaricus bisporus*

تستخدم الفطور لأغراض طبية في اليابان والصين منذ قرون عديدة، 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، كما أن للعديد من الفطور تأثيرات مضادة للإصابة بأنواع مختلفة من السرطانات.

وأشار إلى أهمية العناصر المعدنية الموجودة في الفطر الزراعي وبشكل خاص عنصر السيلينيوم الذي يعتبر معيناً مضاداً للأكسدة يحمي الجسم من أمراض القلب والسرطان والشيخوخة.

وأشارت نتائج دراسة أجريت في منظمة أبحاث السرطان إلى أن الفطر الأبيض يمكن أن يقلل من خطر الإصابة بالسرطان، وذلك بسبب وجود الـ Conjugated linoleic acid فيه وقدرته على وقف نمو الخلايا السرطانية بالحد من تكاثرها. وأشارت دراسات أخرى إلى أن 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.

وأشارت نتائج دراسة 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 المتقطعين في هذه الدراسة انخفاض مستويات الليبيات قليلة الكثافة عندهم بدون انخفاض مستويات الليبيات عالية الكثافة، على خلاف الأشخاص المعتمدين على حميات 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 بالجوع.

3. القيمة الغذائية للفطر الأبيض :*A. bisporus*

تحتوي كل 100 غ وزن جاف من الفطر الأبيض *A. bisporus* على المكونات التالية: 33.84 غ بروتينات، 46.17 غ كربوهيدرات منها 24.27 غ كربوهيدرات معقدة و 21.90 غ سكاكر، و 2.39 غ دهون منها 0.41 غ غير مشبعة عديدة و 0.44 غ غير مشبعة كليلة و 0.26 غ مشبعة، و 19.1 غ ألياف، و 0 غ كوليستيرونول، و 340 سعرة حرارية، و 9 ملغم كالسيوم، و 20.8

ملغ نحاس، و 3 ملغ صوديوم، و 4800 ملغ بوتاسيوم، و 4.8 ملغ حديد، و 0.066 ملغ سيلنيوم، و 0.23 ملغ ثيامين (فيتامين B1)، و 3.49 ملغ رايروفلافين (فيتامين B2)، و 38.5 ملغ نياسين (فيتامين B3)، و 21.7 ملغ حمض البانتوثينيك (فيتامين B5)، و 26 وحدة دولية فيتامين D، و 0 ملغ فيتامين C، و 0 وحدة دولية فيتامين A. ويتميز عن كثير من المنتجات النباتية المختلفة باحتوائه على بروتين سهل الهضم (72-83% من البروتين الكلي) إضافة لمجموعة فيتامينات B وعناصر أخرى كثيرة.

تحضير وسط زراعة الفطر الأبيض *Agaricus bisporus*

1. مقدمة:

على الرغم من أن الفطر الأبيض يستطيع النمو في أية حجرة، أو بناء مظلم أو غارة أو منجم مهجور أو مقلع قديم أو أقبية المنازل والأبنية، لكن نجاح زراعته تجارياً، يتطلب إنشاء أبنية وأماكن خاصة، مجهزة تجهيزاً جيداً مخصصاً لهذا الغرض. ف الصحيح 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 $30 \text{ كغ}/\text{م}^2$ بال المتوسط، ويصل في بعض المفاطر في الدول المتقدمة إلى $45 \text{ كغ}/\text{م}^2$ أو أكثر.

تتألف عملية زراعة الفطر الأبيض 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 الأبيض. 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 الأبيض، من مفطرة قائمة، قبل المضي قدماً نحو إنشاء مفاطرهم الخاصة.

2. أنواع الدبال:

2-1. الدبال الطبيعي:

تستعمل فرشة إسطبلات الخيول (90% قش، 10% روث وبوال الخيول) في تصنيع وتجهيز الدبال اللازم لزراعة الفطر الأبيض، ويعتبر هذا الدبال نموذجياً، لاحتوائه على جميع الاحتياجات الغذائية الالزامية لنمو مشيجة الفطر الأبيض، وإثماره. ولكن هناك صعوبة في

منطقتنا بالاعتماد على هذا النوع من الدبال، نظراً لعدم توفر روث الخيول، بصورة مستمرة، وبكميات تجارية.

2-2. الدبال الصناعي:

نظراً لعدم احتواء الفطر الأبيض على الكلوروفيل، كما في النباتات الخضراء، فهو بحاجة إلى مواد غذائية جاهزة، أهمها الكربوهيدرات والبروتين، والتي يستمدتها 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 الأبيض، وليس لأي نوع آخر سواه. حيث يوقف المزارع عملية التحلل في مرحلة معينة من مراحل التخمير، ويزرع بذار الفطر، متىحاً بذلك للفطر الأبيض أن يصبح هو الكائن السائد، الذي ينمو وسيطر على هذا الوسط، ويمنع الكائنات الأخرى من النمو.

يتتألف 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 رئيسيين هما مصدر للكربوهيدرات، ومصدر للأزوت، مع ضرورة إضافة مكمل سمادي، وجبس. فإذا كانت مكونات الخلطة تحتوي نسبة عالية من النتروجين، فيجب إضافة مكون آخر، يحتوي نسبة عالية من الكربوهيدرات، وتضاف المكملاة السمادية حسب عوز الخلطة الناتجة لعناصر معينة، أما الجبس فيضاف لتأمين حاجة الفطر من عنصر الكالسيوم، وإعطاء مكونات الخلطة القوام المفتك لممنع التصاق بعضها ببعض، فالالتصاق يثبط عملية التهوية في حال حدوثه. ويضاف الجبس بمعدل 30-45 كغ/طن على أساس الوزن الجاف للمكونات، وينصح بإضافة المعدل بحده الأعلى عند استخدام ذرق الدواجن كمصدر للأزوت في الخلطة.

وتعتبر مخلفات المحاصيل النجيلية من أكثر مصادر الكربوهيدرات شيوعاً في كثير من الدول المنتجة للفطر الأبيض مثل: قش القمح، قش الشعير، قش الشوفان، قش الشيلم، قش القمحيلم (التربيتالي)، عرانيس الذرة المطحونة، وأكثرها توفرًا في سوريا 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، وكل 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، تقل الشوندر السكري والمولاس، نقل الشعير الناتج عن صناعة البيرة، تقل التفاح الناتج عن صناعة الخل، تقل العنب الناتج عن صناعة الخل والخمور، نخالة القمح، نخالة الذرة الصفراء، نخالة الأرز.

تستخدم الكثير من الخلطات في تحضير دبال زراعة الفطر الأبيض، ويعتبر المعيار الأساسي في توليف مكونات الخلطة، هو وجود مصدر للكربوهيدرات، ومصدر لآزوت 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، و 1/20 عند نهاية طور التخمر الأول، و 1/17 عند الزراعة (نهاية طور التخمر الثاني)، و محتوى الدبال المائي عند الزراعة ضمن المجال 71-73%， ورقم حموضتها حول المتعادل أي $pH = 6.8 - 7.5$.

تستخدم عادةً في عملية تحضير الدبال سلسلةً من عمليات التحلل، لإنتاج وسط زراعة انتخابي للفطر الأبيض، تحت شروط منظمة ومحكم 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 الأبيض، ويؤمن الظروف البيئية المناسبة للتحولات الكيميائية والحيوية. ويعتبر نجاح عملية تحضير الدبال من الأمور الأساسية لنجاح زراعة الفطر الأبيض، وهذه هي مسؤولية المزارع.

3. مكونات الدبال الصناعي المستخدم في سوريا:

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

- 1000 كغ قش قمح مقطع بطول من 5 - 10 سم (مصدر للكربوهيدرات) (الصورة 1).
- 800 - 1000 كغ ذرق دواجن (مصدر للأزوت) (الصورة 2).
- 40 كغ كسبة بذور القطن، أو كسبة فول الصويا.
- 80 كغ جبس زراعي (كبريتات الكالسيوم المائية).
- 4-4.5 م³ ماء (صالح للزراعة).

(الصورة 2)



ذرق الدواجن، حيان، حلب، 2005.

(الصورة 1)



بالات قش القمح، حيان، حلب، 2005.

ينتج عن الكميات السابقة حوالي 2.6-2.8 طن دبال متاخر 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.

4. طريقة تحضير الدبال الصناعي:

وهي الطريقة الأكثر شيوعاً في سوريا حتى اليوم ومن عيوبها فقد الكبير في المادة الجافة لمكونات الدبال والذي يصل حتى 40% في كلا طوري التحضير الأول والثاني، ومن محسنهما سهولة تطبيقها دون الحاجة لآلات التحضير.

4-1. طور التخمر الأول (Phase I):

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.

يطبق معظم المزارعين مرحلة النقع قبل التخمير، حيث أن مكونات الخلطة تكوم على شكل كومة كبيرة، وترتبط لعدة أيام، لكي تلín ويزداد محتواها من الماء. وتكون مدة النقع قبل التخمير 3-15 يوماً، تقلب 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 مفكاً وبالأبعاد التالية: العرض 160-200 سم × الارتفاع 130-200 سم × الطول حسب الكمية.

تستخدم آلة التقليب لتشكيل المسطبة، حيث يرش الماء على مكونات الخلطة، أثناء تحركها في آلة التقليب. ويمكن رش المكملات الأزوتية، والجبس على سطح المسطبة قبل التقليب، حيث تخلط مع مكونات الخلطة أثناء التقليب.

الصورة (3)



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

بعد ترطيب الخلطة وتسويتها، تبدأ عملية التخمر الهوائي، الناتجة عن نشاط الميكروبات الموجودة، في مكونات الخلطة. ينشأ من هذه العملية نشر للحرارة، وإطلاق لغاز الأمونيا CO_2 ، ويتوقف نشاط الكائنات الحية الدقيقة عند ارتفاع درجة الحرارة إلى 70 °م، 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 الأبيض.

يجب تأمين كميات كافية من الرطوبة والأوكسجين والازوت والكربوهيدرات خلال عملية التخمر، وإلا سوف تتوقف هذه العملية، وهذا هو سبب إضافة الماء، والمواد المكملة بين الحين والأخر إلى الخلطة، وتقليلها 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 الكومة ومنه إلى الخارج، ويشار عادة إلى هذه العملية (بتأثير المدفأة)، لذلك يجب أن تكون أطراف الكومة مضغوطه وكثيفة، في حين أن مركز الكومة يجب أن يكون رخواً ومفككاً خلال الطور الأول من عملية التخمر.

يؤدي نقص الهواء إلى التحول إلى التخمر اللاهوائي. حيث يصبح القش أكثر ليونةً إلى درجة الرخاؤة، وتتصبح المكونات أقل صلابة، وفي نفس الوقت تزداد كثافة الخلطة، وبذلك تقل كمية الهواء الواصل إلى مركز الكومة من الأسفل. ويمكن أن يحدث نقص الأوكسجين عند إضافة كميات كبيرة من المياه إلى مكونات الخلطة الجافة أيضاً، قبل أن تتدنى حرارة كافية لدفع الهواء إلى الأعلى داخل المسطبة. وتشكل المركبات الكيميائية الضارة، والأحماس العضوية تحت الظروف اللاهوائية، لذلك فإن تحضير الدبال تحت الظروف الهوائية يقلل من توليد الروائح الكريهة، وهو الأفضل بالنسبة لمزارعي الفطر.

4-1-2. الجدول الزمني للأعمال المنفذة خلال الطور الأول:

- **اليوم -10:** يفك قش القمح من البالات وترتبط كافة أجزاء الكمية بالماء جيداً، حيث يوضع القش تحت رذاذ مائي مستمر ضمن دورة مغلقة للماء، تجمع مياه الترطيب الزائدة في أحواض خاصة ليعاد استخدامها بشكل مستمر (الصور 4، 5).
- **اليوم -5:** تقليل القش وإضافة المزيد من الماء، ثم يجمع فوق بعضه البعض على شكل كومة طويلة (حسب الكمية، يلزم عادةً لكل 1 طن قش حوالي 3 م طول) (الصورة 6).
- **اليوم -2:** تضاف كمية ذرق الدواجن كاملة، وتخلط بالقش بشكل متجانس، وترتبط المكونات أثناء ذلك، ثم تكون من جديد.

الصورة (5)



عملية نقع القش، حيان، حلب، 2005.

الصورة (4)



حمام نقع القش، حيان، حلب، 2005.

الصورة (6)



تكوين مكونات الخلطة، حيان، حلب، 2005.

- اليوم 0: تضاف كمية الكسبة كاملةً، وتوزع على كافة أجزاء الخلطة بشكل متجانس، مع تقليل 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) مفككة. ويتم ذلك إما باستخدام قالب خشبي بسيط (الصور 7 ، 8)، أو باستخدام آلة التقليل والتسطيب في المفاطر الكبيرة الممكنة (الصورة 9). ويراعى أن تكون جوانب المسطبة شاقولية ومضغوطة، أما مركزها فيجب أن يبقى مفككاً.

الصورة (8)



المسطبة، سلمية، حماه، 2007.

الصورة (7)



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

الصورة (9)



آلة التقليب والتسطيب، حيان، حلب، 2005.

- اليوم 6 التقليب الأول: تقلب المسطبة بالطريقة السابقة، وترطب أجزاء الخلطة حسب

الحاجة. وتجرى عملية التسطيب من جديد، مع الحفاظ على الارتفاع والطول،

وإنفاس العرض حسب انخفاض حجم المكونات نتيجة التخمر.

- اليوم 10-12 التقليب الثاني: تضاف كمية الجبس الزراعي كاملة 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 13-15 التقليب الثالث: تقلب المسطبة بالطريقة السابقة، مع الحرص على توزيع

نمورات الفطور الشعاعية على كامل أجزاء الخلطة، ويطلب 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 15-17 التقليب الرابع: يكون الدبال قد وصل إلى مرحلة النضج، فيظهر بلونبني غامق، وتظهر عليه نموات الفطور الشعاعية بشكل جيد، وتكون رائحة الأمونيا قد انتهت، ومحتواه من الماء ضمن المجال 67-70%， ورقم حموضته $\text{pH} = 7.0-7.5$. فإذا لم تتحقق هذه الشروط يجب الاستمرار في عملية التقليب والتطهيب بفواصل 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°C) لتنشيط نمو الفطور الشعاعية. وبعد أن يحقق الدبال الشروط السابقة يجب أن ينقل فوراً إلى نفق البسترة ليبدأ طور التخمر الثاني، دون أي تأخير.

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، وقد الحرارة الذاتية للخلطة، مما يسبب رفع تكلفة البسترة، بسبب زيادة كمية المحروقات اللازمة لرفع حرارة الخلطة، بالإضافة إلى فقد في كمية المادة الجافة للخلطة مع زيادة فترة التخمر. وفي كلتا الحالتين يلاحظ انخفاض كمية المحصول، وتدني نوعيته.

4-2. طور التخمر الثاني (Phase II):

فور انتهاء الطور الأول للتخمر، يعبأ الدبال، وينقل إلى نفق البسترة، ليبدأ فوراً طور التخمر الثاني دون أي تأخير، يتضمن هذا الطور عمليتين هما عملية البسترة والتكييف.
يهدف هذا الطور إلى:

- بسترة الدبال وقتل الأحياء الدقيقة الضارة والحشرات والممرضات والديدان.
- استكمال عملية التخمر.
- تشجيع نمو الفطور الشعاعية المحبة للحرارة، والداعمة لنمو الفطر الأبيض.
- التخلص من الأمونيا المتبقية، وتحويلها إلى مادة مغذية للفطر.

4-2-2. إدارة طور التخمر الثاني:

تكون أرضية نفق البسترة متباعدة، لتسماح بمرور تيار الهواء من الأسفل إلى الأعلى، يملاً النفق بالدبال حيث يغطي كافة أرضية نفق البسترة على ارتفاع 150 سم. يجب أن تتم عملية البسترة في بداية طور التخمر الثاني، وتكون فعالة عندما تقضي على البكتيريا، والنيماتودا، والحشرات، والعناكب، والفطور الضارة. ينقل الدبال إلى نفق البسترة (الصور 10، 11)، ويوضع فوق بعضه البعض بارتفاع 150 سم، وفي العموم يجب أن ترفع درجات حرارة الهواء والدبال معاً، إلى 60° م لمندة ساعتين على الأقل، أو إلى درجة 56° م لمدة 6 ساعات على الأقل، عن طريق ضخ البخار الساخن، ويتبع المزارعون عدة توافقات من درجات الحرارة ضمن المجال 56-60° م، ومدة البسترة ضمن المجال 2-6 ساعات. وكلما ارتفعت درجة حرارة البسترة قلت مدتتها، شرط ألا تتجاوز الدرجة 63° م. ومع نهاية المدة السابقة 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 النشادر والمواد الأخرى إلى غذاء للفطر الأبيض، تتمو الفطور الشعاعية المحبة للحرارة بشكل مثالي ضمن المجال الحراري 48-53° م، وكلما زاد النشادر المتاح زاد نموها بشكل أفضل ضمن هذا المجال الحراري، وكلما بقيت في الدبال المتخمر لمندة أطول يحول النشادر بشكل أسرع. واستمرار هذه العملية سينتج معظم البروتين، والغذاء للفطر الأبيض. عندما نفهم كيف تتمو تلك الفطور المحبة للحرارة، وكيف تعمل في الدبال المتخمر، ستكون عملية إدارة الطور الثاني للتخمر أسهل.

الصورة (11)



نفق البسترة من الداخل، السقليبية، حماه، 2008.

الصورة (10)



نفق البسترة، حيان، حلب، 2005.

يجب ألا تخفض درجة حرارة الدبال المتخرّم أكثر من 2 درجة في اليوم، وعند الاقتراب من إتمام الطور الثاني، يتقد المزارعون النشارر في الدبال عادةً بالأنف، وفي كل الأحوال يمكن أن يكون اختبار النشارر بواسطة الأجهزة مكملاً للفحص بالأنف. عندما تنتهي رائحة النشارر من الدبال، يجب تبریده بالسرعة الممكنة بإدخال أكبر كمية من الهواء النقي، حتى تصل درجة حرارته لحدود 26° م. وهكذا يكون الطور الثاني للتخرّم قد انتهى، وبالتالي عملية تحضير الدبال قد أنجزت، ويصبح جاهزاً للزراعة.

5. مواصفات الدبال بعد إنتهاء عمليات التحضير:

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

- لا يوجد أي أثر لرائحة الأمونيا، ورائحة الدبال لطيفة وغير مزعجة إطلاقاً.
- لونهبني شوكلاتي، منقط بنحوات الفطور الشعاعية البيضاء.
- محتواه المائي بحدود 67 - 68 %، وعندما نأخذ كمية منه ونضغط عليها بقبضه اليدي لا يسيل منه الماء، بل يترك رطوبة على اليدي دون أن يتتصق بها.
- قوامه مفكاك دهنی، وغير لزج، وغير ملتصق، وينفصل عن بعضه بسهولة.
- خالي من الديدان والحشرات والإصابات المرضية.
- درجة حموضته $\text{pH} = 7 - 7.8$ ، والمفضلة 7.5.
- محتواه من الأزوت N 2.3-2.0 %، ونسبة N/C هي 1:17

زراعة الفطر الأبيض والمعاملات بعد الزراعة

1. الزراعة (Spawning):

هي عبارة عن عملية خلط البذار بالدبال المتاخر المبستر، وتتم عندما تنتهي عملية التكيف، وتنخفض درجة حرارة الدبال إلى 24 - 26°C، وفق المعدل التالي: كل 1 طن دبال متاخر 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 13، 14، 15، 16، 17، 18).

الصورة (14)



الزراعة في سلال بلاستيكية، سلمية، حماه، 2007.

الصورة (13)



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

الصورة (16)



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

الصورة (15)



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

الصورة (18)



الزراعة على رفوف، السقبانية، حماه، 2008.

الصورة (17)



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

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، أمرین 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 التكثيف وقبل نقل الدبال إلى الرفوف.

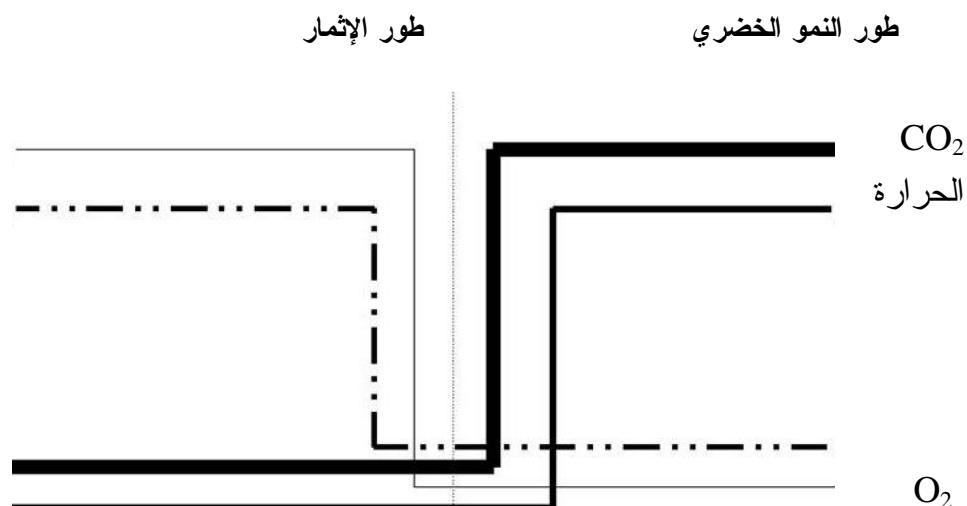
أما في المفاطر التي تعتمد نظام الصناديق، فتجرى عملية الزراعة في غرفة خاصة نظيفة ومعقمة، حيث تفرغ محتويات عدة صناديق على طاولة الزراعة، وينثر عليها كمية البذار المناسبة، ثم تخلط بشكل متجانس، وتباعاً الصناديق من جديد، وتنتقل إلى غرف التحضين. وكذلك تختلف مدة استعمار المشيجة للدبال باختلاف معدل البذار وتوزيعه من جهة، وببرطوبة 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

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 الأبيض 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، ويطلب حمل تبريد إضافي في المناطق الحارة أو في الصيف، إذ يجب ضبط درجة حرارة الدبال عند 25° س. ينمو البذار في الظروف المناسبة ليشكل شبكة متصلة من خيوط المشيجة، في كامل أجزاء الدبال، حيث تنمو المشيجة في كل الاتجاهات بدءاً 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.

تحل كامل أجزاء المشيجة عندما تصل درجة الحرارة المولدة جراء نموها فوق الدرجة 29° س (حسب الصنف)، وتتفص ذلك كمية أو نوعية الإنتاج.

يجب أن تراعى في مرحلة الزراعة الشروط التالية:

- تبعية السلال أو الرفوف بالدبال الملقح حتى ارتفاع 20 سم، وبحيث يحوي كل 1م² من السطح المزروع حوالي 100 كغ دبال ملقح.
 - كبس الدبال بلطف لزيادة تلامس أجزائه مع حبات البذار.
 - نشر كمية قليلة من البذار على السطح.
 - تغطية السطح بورق الجرائد وترطيبه، أو رقائق من النايلون، لتقادي جفاف السطح.
- ت تكون دورة حياة الفطور المأكولة من طورين طور النمو الخضري وطور الإثمار، وهناك قانون عام يحكم الشروط البيئية المناسبة لهذين الطورين للفطور المزروعة الشكل (3)، حيث يمكن تلخيص هذه الظروف البيئية بما يلي:
- في طور النمو الخضري: تركيز غاز CO₂ ودرجة الحرارة مرتفعين، وتركيز غاز O₂ منخفض.
 - في طور الإثمار: تركيز غاز CO₂ ودرجة الحرارة منخفضين، وتركيز غاز O₂ مرتفع.



الشكل (3) الظروف البيئية المناسبة لطوري نمو الفطور المزروعة.

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°C، ويجب تجنب ارتفاع درجة الحرارة عن 28°C 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 لمشيخة 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 19، 20).

الصورة (20)



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

الصورة (19)



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

3. التغطية (التربة):

3-1. وظيفة تربة التغطية:

تهدف عملية التغطية إلى:

- حفظ رطوبة سطح الدبال.

- حث المشيجة على تكوين الأجسام الثمرية لحفظها لأنها طبقة فقيرة بالمواد المعدنية.

- عزل السطح عن الوسط الخارجي لتقليل العدو بالطفيليات.

- تسهيل عملية القطاف.

- الاحتفاظ بكميات احتياطية من الماء تستخدمها المشيجة لتشكيل الأجسام الثمرية.

3-2. مواصفات تربة التغطية:

يجب أن تحقق تربة التغطية الشروط التالية:

- فقيرة بالمادة الغذائية.

- ذات قوام خفيف ومفتك.

- ذات قدرة عالية على الاحتفاظ بالماء.

- ذات قدرة جيدة على الصرف والتهوية.

- رقم حموضتها $pH = 7.0 - 7.5$.

3-3. مكونات تربة التغطية:

هناك العديد من المواد والخلطات المستخدمة في تحضير تربة التغطية، والتي تؤمن ظروفًا مناسبةً لتكون الأجسام الثمرية. يستخدم معظم مزارعي الفطر حالياً البيتموس (التربة)، ويعتبر البيتموس مادة رخيصة نسبياً ومتوفرة بشكل دائم لمزارعي الفطري أوروبا 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 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 الأبيض. 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، وبالتالي 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).

وتعتبر الخلطة التالية من أنجح الخلطات المستخدمة في سوريا، وهي تتالف من المواد التالية:

- 80% بيتموس.
- 10-15% رمل نهري ناعم.
- 5-10% كربونات الكالسيوم (وتعرف في السوق المحلية بالأسماء التجارية: كاربو، كاربونات، سبيداج).
- ماء بنسبة 70% من التربة النهائية (مركز البحوث العلمية الزراعية بحلب معلومات غير منشورة).

تحسب جميع المكونات السابقة على أساس الحجم، وتمزج جيداً، يمكن استخدام جبالة الإسمنت لذلك الغرض في المفاطر الكبيرة (الصورة 21)، 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. وتجري البسترة إذا كانت ضرورية أو إذا كان البيتموس ملوثاً لقتل الكائنات الضارة والتقليل من أعدادها، وذلك عند برفع درجة حرارة تربة التغطية إلى 70° م 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° م 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.

بعد تبريد تربة التغطية حتى تصل إلى الدرجة 25 °م، تستخدم لتغطية الدبال بشكل متجانس، وبسمك 3-5 سم ودون أي ضغط (الصورة 22).

تعقيب هام:

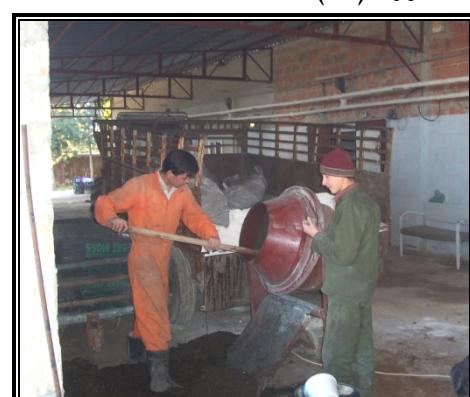
قد يبدو للوهلة الأولى للشخص الذي يراجع كميات مكونات الخلطتين السابقتين أن كمية الماء المذكورة سابقاً لا تشكل 70 % من مكونات كل من الخلطتين السابقتين إلا أن الحقيقة أن كمية الماء تشكل هذه النسبة تقريباً ولكن على أساس الوزن وليس الحجم، فقد قدرت مكونات الخلطتين السابقتين بالحجم لتسهيل عملية التحضير على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

الصورة (22)



عملية التغطية، مركز بحوث حلب، 2005.

الصورة (21)



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

نقص 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.

تتطلب إدارة المحصول بعد إضافة تربة التغطية الحفاظ على درجة حرارة الدبال مناسبة لنمو مشيخة 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 تشكيل بداءات الأجسام الثمرية.

يستمر التحضين بعد التغطية عند درجة الحرارة 24°C م 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 المشيخة فوق سطح تربة التغطية (الصورة 23)، لتبدأ مرحلة تشكيل بداءات الأجسام الثمرية. ويعتبر نمو المشيخة 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 لتشكيل بداءات الأجسام الثمرية (زيادة الأكسجين تشجع الإثمار).

الصورة (23)



نمو المشيخة على تربة التغطية، السقليبية، 2009.

4. العزيق (الخربشه):

تهدف عملية العزيق إلى توزيع المشيخة النامية على سطح تربة التغطية بشكل متجانس وذلك للحصول على إثمار متجانس من كامل السطح. وكذلك تحت المشيخة على تكوين الأجسام الثمرية، لأن تقطيع المشيخة يشجع تشكيل الأجسام الثمرية. وتنتمي هذه العملية في نهاية التحضين وذلك بخربشه الطبقة السطحية من تربة التغطية بعمق حوالي 2-3 سم دون الوصول إلى طبقة الدبال باستخدام أداة معدنية معقمة.

5. الري:

يعد الري هو العملية الأكثر حساسية خلال مراحل زراعة الفطر. رغم أنه لكل مزارع أسلوبه وطريقته المفضلة، إلا أنه لا توجد مادة متقدّمة عليها عالمياً للاستخدام كترابة 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 بطف 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 يدوياً 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، وهي التي تميز المزارع المبدئ عن المزارع الخبرير.

يضاف الماء بصورة متعاقبة خلال فترة الإنتاج عن طريق الري، ويتم فقدانه 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 منها باتجاه الأسفل، مما يضاعف كمية التبخر نتح مما هو عليه الحال لدى النبات. كما أن الأجسام الثمرية تمتص الماء إلى داخل أنسجتها لزيادة حجمها، ويعوض هذا الماء من خلال رى تربة التغطية. يتعلق ازدياد وزن الجسم الثمري اعتباراً من بداية التشكّل، وحتى النضج، بسرعة امتصاص الماء من الدبال وتربة التغطية. يتضاعف حجم الجسم الثمري خلال يومين قبل موعد القطاف مما يشكل إنجهاضاً أكبر لوسط الزراعة وتربة التغطية.

6. الإثمار:

إن عدد دورات الإنتاج في سوريا في أفضل المزارع وتحت أفضل الشروط من المكنته بلغت حوالي 5 دورة إنتاج/غرفة الزراعة/السنة، بينما وصل هذا الرقم إلى 10-12 دورة إنتاج/غرفة الزراعة/السنة في العالم الغربي. نظراً لتحول هذه الزراعة إلى صناعة عالية التقنية، حيث أن الدبال يسوق مخرماً ومبستراً وملقاً 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 ملقاً 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. وتتجدر الإشارة إلى أن هناك العديد من الشركات الخاصة المحلية في سوريا في محافظات دمشق وحلب وحماد تنتج الدبال الجاهز مخرم ومبستر وملقح ومغطى وتبيعه للمزارعين بأسعار مناسبة.

كان المزارعون في الدول الغربية المتقدمة يزرعون الفطر الأبيض 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.

إن العوامل التي تحرّض على الإثمار هي:

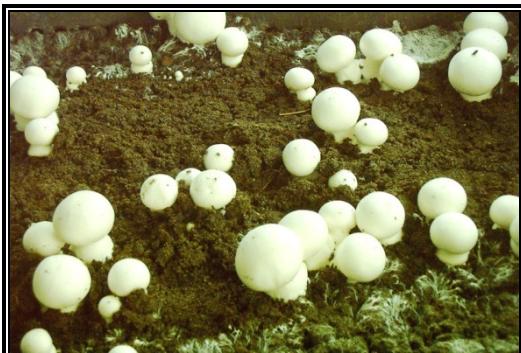
- تربة التغطية الفقيرة بالمواد الغذائية.
- زيادة الأوكسجين.
- تقطيع المشيجة بالعزيز.
- تخفيض الحرارة إلى 16° م.

تعديل الحرارة والتهوية، بحيث تخفض درجة الحرارة إلى 16° م، 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:

تشكل بداءات الأجسام الثمرية بعد تشكيل رايزمات الفطر ضمن تربة التغطية، وتكون هذه البداءات على شكل عقد غایة في الصغر، إلا أنه من الممكن رؤيتها على شكل كتل فوق المشيجة، وعندما تتمو وتنتطور 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 24، 25). 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.

الصورة (25)



تضاعف حجم الأجسام الثمرية، مركز بحوث حلب، 2005.

الصورة (24)



تشكل بداءات الأجسام الثمرية ومرحلة الأزرار، 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، وتعلق 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 تتمو فيه الأجسام الثمرية، والذي يسبب خصاً في نوعيتها.

تضبط درجة الحرارة ضمن غرف الزراعة ما بين 15-17°C، ويضبط تركيز غاز CO_2 في الغرف ما بين 2500-1000 PPM (2.5-1 %)، 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 وترابة 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 بذاءات الأجسام الثمرية (أزرار Pins) المكونة دفعًّا واحدة.
- 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 تشكيل بذاءات الأجسام الثمرية (Pins) من أجل الحصول على عدد كافٍ من هذه البداءات، وبالتالي الحصول على إنتاج جيد.

7. القطاف:

تقطف الأجسام الثمرية خلال 2-4 أيام وعلى فترات تمتد حوالي 7-10 أيام بين القطفة والأخرى، وعندما تقطف دفعه من الأجسام الثمرية الناضجة، تكون قد أزلنا مثبطاً لتطور دفعه أحدث من الأجسام الثمرية، وبالتالي تتدفع هذه الأخيرة نحو النضج. يضبط توقيت القطاف من خلال التحكم بالري، ونسبة غاز CO_2 ، ودرجة الحرارة في غرف الإنتاج. تتميز القطفة الأولى بانخفاض نسبي في كميتها ولكن نوعيتها جيدة جداً، وتعتبر القطفات الثلاث الأولى هي المسئولة 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 ولكن لا تتدنى قيمتها التسويقية (الصور 26، 27، 28، 29، 30، 31). يجري القطاف يدوياً وقبل أن تصبح قبعة الجسم الثمري طرية، الأمر الذي يعطي دلالة بأن الجسم الثمري قد تدعى مرحلة الجسم الثمري الطازج حديث التشكّل، وبدأ يدخل في مرحلة تشكيل الأبواغ والتفتح. تعتمد معدلات القطاف بشكل أساسى على كمية الإنتاج الموجودة في غرف الزراعة، وعلى حجم الأجسام الثمرية. حيث يتراوح معدل القطاف بين 14-36 كغ/ساعة.

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.

الصورة (27)



الإثمار على الرفوف، السقيلبية، حماه، 2009.

الصورة (26)



الإثمار على الرفوف، السقيلبية، حماه، 2008.

الصورة (29)



الصورة (28)



الإنثمار في أكياس الخيش البلاستيكية، حيان، حلب، 2005.

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

الصورة (31)



الإنثمار سلال بلاستيكية، سلمية، حماه، 2007.

الصورة (30)



الإنثمار في أكياس بولي إتيلين سوداء، السقبانية، حماه، 2008.

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، والمشوهه، والمتضرر، 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.

يتراوحت معدل غلة الفطر الأبيض من دولة لأخرى، حيث يتراوح إنتاج المتر المربع الواحد (والذي يحوي حوالي $100 \text{ كغ}/\text{م}^2$ 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 العربية في هذه الزراعة إلى أكثر من $45 \text{ كغ}/\text{م}^2$ ، ووصل في بعض المفاطر لحدود $50 \text{ كغ}/\text{م}^2$ وأكثر. فقد كان معدل الغلة في الولايات المتحدة لعام 2001 حوالي $28 \text{ كغ}/\text{م}^2$ ، وبمساعدة تقدم التكنولوجيا وأنظمة التحكم بالتهوية، والوزن الجاف الأعلى للدبال، والمكمّلات الغذائية، والسلالات المحسنة، فقد حقق المزارعون غلة أعلى من $38.75 \text{ كغ}/\text{م}^2$ ، إلا أنه لا يمكن تحقيق هكذا غلة عالية إلا في المزارع المجهزة بشكل جيد، وتحت إشراف مزارعين ذوي خبرة عالية فقط.