الفصل الرابع عاشر

إنتاج أنواع عيش الغراب الهامة

إنتاج عيش الغراب العادى

ينتج عيش الغراب العادى *Agaricus bisporus* (Lange) Sing. فى مزارع تجارية غالبيتها كبيرة، ويقدر إنتاج عيش الغراب العادى (*Agaricus* spp.) بنحو ٣٥٪ من الإنتاج العالمى على الرغم من أن الإنتاج العالمى من الأنواع الأخرى قد ازداد كثيرًا خلال العقدين الأخيرين.

لقد كانت بدية زراعة عيش الغراب العاى فى الكهوف بالقرب من باريس حوالى عام ١٧٠٠. وبسبب الظروف البيئية داخل الكهوف من حيث الحرارة المنخفضة والرطوبة النسبية العالية، فإنها كانت مناسبة لزراعة عيش الغراب. هذا .. إلاّ أن الكهوف لم تكن دائمًا متوفرة، كما كان من الصعب التحكم فى بقائها دائمًا فى حالة نظيفة؛ مما أدى إلى انتقال زراعة المشروم تدريجيًّا إلى مبان خاصة مجهزة فوق سطح التربة. وعلى الرغم من ذلك .. فإن بعض الإنتاج مازال مستمرًا فى الكهوف.

وفى حوالى عام ١٩٣٥ بدأ إحلال الرفوف والطاولات محل المراقد الأرضية؛ مما أدى إلى زيادة مسطح الزراعة داخل مبانى الإنتاج (شكل ١٤-١، يوجد فى آخر الكتاب). وكنت تلك الرفوف والطاولات ثابتة فى مكانها فى بادئ الأمر؛ مما استدعى إجراء كل العمليات الزراعية وهى فى مكانها، ولكن تم التحول بعد ذلك إلى استعمال الطاولات المتحركة؛ مما جعل بالإمكان إجراء مختلف العمليات من البسترة إلى الحصاد بكفاءة أكبر.

وقد أمكن إنتاج عيش الغراب بشكل اقتصادى فى بيوت (أقبية) بلاستيكية، مغطاة بأغشية البوليثيلين الأسود، ومزودة بوسائل التبريد، والتدفئة، والتهوية، وبالمراقد المناسبة لزراعة الفطر وإنتاجه. لذا .. فإن عيش الغراب يعد من محاصيل الزراعات المحمية كذلك .

الشروط العامة لنجاح زراعة المشروم العادى

إن من أهم شروط نجاح إنتاج عيش الغراب العادى *Agaricus bisporus*، ما يلى:

١ – توفير درجة الحرارة المناسبة، وهى: ٢٢–٢٥°م أثناء نمو الميسيليوم، تنخفض أثناء النمو الثمرى إلى ١٤–١٨°م، مع ضمان استمرار ثبات درجة الحرارة؛ حيث يؤدى انخفاض درجة الحرارة عن تلك الحدود إلى وقف نمو المشروم، بينما يؤدى ارتفاعها إلى تحفيز نمو الأعفان الفطرية والبكتيرية.

٢ – توفير المحتوى الرطوبى المناسب فى الكومبوست وغطاء التربة (الـ casing)، مع إضافة الماء على صورة رذاذ دقيق.

٣ – توفير رطوبة نسبية قريبة من درجة التشبع.

٤ – توفير تهوية جيدة لأجل المحافظة على ظروف بيئية ملائمة، والتخلص من الغازات السامة.

ويستدل من عديد من الدراسات أن ثانى أكسيد الكربون يجب أن تتراوح نسبته بين ٠,١٠، و ٠,١٥٪ بالحجم خلال مرحلة إنتاج المحصول (مرحلة الإثمار)؛ الأمر الذى يمكن تحقيقه بتغيير هواء عنبر الإنتاج بمعدل ٤–٦ مرات كل ساعة، أو إدخال ٣م^{٣} من الهواء/م^{٢} من مراقد الزراعة فى الساعة. وبدقة أكبر، فإن معدل التهوية المثالى هو – عند ١٦°م – متر مكعب من الهواء/م٢ من مراقد الزراعة فى الساعة لكل كيلو جرام من المشروم المنتَج، علمًا بأن كل ارتفاع قدره درجة واحدة مئوية عن ١٦°م يؤدى إلى زيادة إنتاج ثانى أكسيد الكربون بمقدار ٢٥٪، ويعنى ذلك ضرورة زيادة معدل التهوية بنسبة ٢٠٪. ويجب أن يراعى عند التهوية عدم تعريض الأجسام الثمرية للمشروم لأى انخفاض حاد فى الرطوبة النسبية حتى لا تتعرض للفقد الرطوبى.

٤ – استعمال سباون جيدة، وهى التى تتوفر فيها الشروط التالية:

أ – أن تكون سلالة منتخبة من نبات (مشروم) واحد ذو مواصفات قياسية.

ب – يجب أن يتوفر فى المزرعة ما يلى: أن تكون البيئة مغطاة بالميسيليوم الأبيض، ومتجانسة، وخالية تمامًا وقت إخراجها من العبوة من كل أنواع الكائنات الدقيقة الأخرى، وعلى الرغم من أن بعض حالات التلوث يمكن التعرف عليها بمجرد

النظر إلى المزرعة، فإن أكثر الحالات يصعب تمييزها بالنظر فقط، وقد يمكن أحيانًا التعرف على التلوث من وجود روائح قوية غريبة.

ه – وجود مكان مناسب للإنتاج، وهو الذى تتحقق فيه الشروط التالية:

أ – أن يكون جيد التهوية.

ب – ألا تتعرض المراقد لضوء الشمس المباشر، علمًا بأن الضوء المنتشر لا يضر بالمشروم.

جـ – ألا تزيد حرارة الغرفة عن ٢٠°م خلال فترة النمو.

د – توفر وسائل التدفئة التى يتعين الاستعانة بها لرفع درجة الحرارة عند اللزوم.

هـ – توفر عزل جيد وحماية جيدة ضد التقلبات الحادة فى درجات الحرارة.

و – ألاّ يكون المكان زائد الرطوبة.

ز – سهولة غلق كل وحدات (غرف) الإنتاج بإحكام؛ ليمكن تبخيرها وتطهيرها.

حـ – توفر مصدر قريب للماء العذب.

ط – توفر مكان قريب لتجهيز الكومبوست مع سهولة إدخاله لمكان الإنتاج، وسهولة التخلص من الكومبوست المستهلك (عن Bahl ١٩٩٤).

حجرات الإنتاج

ينتج المشروم العادى – عادة – فى حجرات نمو مساحة كل منها ٢٠٠م^{٢} وتطل على ممر يفصل بينها. تزود كل حجرة بنحو ١١ صفًا من الحوامل، بكل منها أربعة حوامل، ويتسع كل حامل لأربعة أو خمسة أرفف، تبلغ أبعادها ١,٢ × ١,٧٥ م؛ وبذا يكون بكل حجرة ١١ × ٤ × ٥ = ٢٢٠ رفًا، يبلغ مجموع مساحتها ٢٢٠ × ١,٢ × ١,٧٥ = ٤٦٢ مترًا مربعًا.

يحتاج كل متر مربع من المسطح الإنتاجى إلى ٨٥ كجم من الكومبوست؛ مما يعنى احتياج كل حجرة نمو إلى ٣٩ طنًا من الكومبوست فى كل دورة؛ بينما يكون المحصول المتوقع إنتاجه فيها ٤٦٢م × ١٦ كجم للمتر المربع = ٧٣٩٢ كجم من الثمار فى الدورة الواحدة؛ أى حوالى ٣٠ طنًا من الثمار سنويًا لكل حجرة نمو.

وجدير بالذكر أن تصميم حجرة النمو المثلى يتمثل فى البساطة، مع توفر المواصفات التالية:

١ – أن تكون الجدران مزدوجة ومعزولة حراريًا، ويمكن استعمال الطوب المفرغ لهذا الغرض.

٢ – وضع مظلة فوق السطح بارتفاع حوالى متر ونصف المتر، بهدف عزل حرارة الشمس.

٣ – أن يكون باب الحجرة محكم الإغلاق.

٤ – أن تتم دورة التهوية من خلال مرشح لتنقية الهواء من ذرات الغبار وما يحمله من ميكروبات غير مرغوب فيها (عن أحمد ١٩٩٥ ب).

الاحتياجات البيئية

تختلف الاحتياجات البيئية لنبات عيش الغراب باختلاف مرحلة النمو التى يمر بها الفطر، والتى يمكن تقسيمها إلى ثلاث مراحل كما يلى:

١ – مرحلة إنبات الأبواغ الفطرية وتكوين الميسيليوم.

٢ – مرحلة تهيئة تكوين النمو الثمرى، وتغطى النموات المتكونة أثناءها بطبقة من التربة، أو البيتموس، أو المكمورة.

٣ – مرحلة تكوين الجسم الثمرى ونموه.

ويبين جدول (١٤–١) احتياجات الفطر من الحرارة، والرطوبة النسبية، وغاز ثانى أكسيد الكربون، والتهوية خلال مختلف مراحل نموه. يلاحظ أن انخفاض درجة الحرارة أو ارتفاعها عن المجال المناسب يسبب انخفاضًا فى كمية المحصول ونوعيته؛ فيؤدى انخفاض الحرارة عن الدرجة الصغرى إلى بطء النمو ونقص المحصول، ويؤدى انخفاضها – إلى درجة التجمد – إلى إيقاف النمو الفطرى، ويؤدى ارتفاعها عن المجال المناسب إلى استطالة الساق، وتكوين أجسام ثمرية صغيرة، وسرعة تفتح المظلة، مع زيادة فى نشاط الحشرات الضارة.

جدول (١٤-١): الاحتياجات البيئية لنبات عيش الغراب فى مختلف مراحل نموه (عن بوراس ١٩٨٥).

الاحتياجات البيئية	مرحلة النمو		
	نمو الميسيليوم	تهيئة تكوين النمو الثمرى	النمو الثمرى
درجة حرارة الهواء (م):			
المثلى	٢٣-٢٠	٢٠-١٧	١٧-١٥
العظمى	٣٠	٢١	٢٢
الصغرى	١٥	١٣	١١
درجة حرارة الوسط (م):			
المثلى	٢٥-٢٢	٢٢-١٨	١٨-١٦
العظمى	٢٨	٢٦	٢٨
الصغرى	١٨	١٦	١٣
رطوبة الهواء النسبية (٪):			
المثلى	٩٨-٩٣	٩٨-٩٣	٨٨-٨٥
العظمى	٩٩	٩٥	٩٥
الصغرى	٨٥	٨٥	٧٥
تركيز غاز CO_2 فى الهواء:			
المستوى المناسب	٠,٥	٠,١٥-٠,٠٥	٠,١٥-٠,٠٥
الحد الأقصى	٢,٠	٢,٠	٣,٠
الحاجة إلى التهوية (م^3/م^2 من المساحة المستغلة)	قليلة جدًا	٤-١	٧-٤

يتضح مما سبق بيانه عن الاحتياجات البيئية لعيش الغراب العادى أن إنتاجه يجب أن يكون فى مكان لا يدخله ضوء الشمس المباشر، تتراوح حرارته بين ١٥ و ١٧°م، وعلى ألا تقل عن ١٠°م، وألاّ تزيد عن ٢٥°م، وأن تكون رطوبته النسبية عالية، وتتراوح بين ٨٥ و ٩٥٪ أثناء نمو الميسيليوم، وبين ٧٥، و ٨٥٪ عند تكوين الجسم الثمرى.

يراعى أن تُهوّى أماكن إنتاج عيش الغراب؛ بما يسمح بجفاف المراقد قليلاً إلى الحد

الذى يستلزم رشها رشًا خفيفًا بالماء مرة واحدة يوميًا، علمًا بأن نسبة الرطوبة فى بيئة النمو يجب ألا تقل عن ٦٠-٦٥٪ من وزنها الجاف. ويتطلب إنتاج الفطر أن يكون الرقم الأيدروجينى (pH) لبيئة النمو ٦,٧.

يتطلب إنتاج الفطر - أيضًا - ألا يسمح بتراكم غاز ثانى أكسيد الكربون فى غرف النمو، وتبدأ ظهور أضرار التعرض للغاز عندما تصل نسبته إلى ١٪، وتكون الأجسام الثمرية قصيرة إذا ارتفعت نسبة الغاز إلى ٥٪، وقد تموت فى هذه الظروف. ولا تصل نسبة الغاز إلى هذا المستوى إلاّ إذا أحكم إغلاق بيوت الإنتاج لمدة يوم كامل أو أكثر بدون تهوية. هذا .. ويراعى ألا يصل ضوء الشمس المباشر إلى مراقد الزراعة، أما التعرض للضوء غير المباشر .. فلا ضرر منه.

مجمل العملية الإنتاجية

يمكن إجمال العملية الإنتاجية لعيش الغراب كما يلى، علمًا بأن الأرقام المبينة - لمدة كل مرحلة - تقريبية، وتتوقف على الظروف البيئية إلى حد كبير:

١ - خلط المواد الأولية اللازمة لعمل المكمورة compost، وكمرها، وبسترتها، ويستغرق ذلك عادة نحو ١٤ يومًا، ويلى ذلك ملء المراقد بالمكمورة.

٢ - يُحصل على ميسيليوم الفطر (السباون) Spawon، وهو نامٍ على بيئة من الحبوب من المصادر التجارية المتخصصة.

٣ - تلقح المكمورة بالسباون، وهو ما يعرف باسم Spawning.

٤ - ينمو الميسيليوم فى المكمورة من اليوم الرابع عشر إلى اليوم الثامن والعشرين، ويتخلل جميع أجزائها، وتعرف هذه المرحلة باسم Spawn run.

٥ - تضاف طبقة من التربة أو البيتموس - بسمك ٣ سم - على سطح المراقد فى اليوم الثامن والعشرين، وهى العملية التى تعرف باسم casing.

٦ - ينمو الميسيليوم فى طبقة التربة أو البيتموس المضافة من اليوم الثامن والعشرين إلى اليوم الثامن والثلاثين.

٧ - تظهر مبادئ ثمار عيش الغراب fruit initials (أو الدبابيس pins) خلال الفترة من اليوم الثامن والثلاثين إلى اليوم السادس والأربعين، وتكون على شكل جسيمات

صغيرة كروية الشكل، تظهر على سطح التربة أو البيتموس، وتعرف هذه المرحلة باسم pinning.

٨ – تنمو الأجسام الثمرية معطية أول دفعة (flush) من المحصول خلال الفترة من اليوم السادس والأربعين إلى اليوم الثانى والخمسين، ويكتمل نمو هذه الثمار خلال الفترة من اليوم الثانى والخمسين إلى اليوم السادس والخمسين.

٩ – يبدأ حصاد عيش الغراب ابتداءً من اليوم السادس والخمسين، ويستمر الحصاد كل عشرة أيام حتى اليوم الثانى عشر بعد المئة (عن San Antonio ١٩٧٥).

تحضير بيئة الزراعة (المكمورة أو الكومبوست)

يعتبر تحضير بيئة زراعة ونمو الفطر أولى الخطوات الضرورية فى العملية الإنتاجية؛ لأن الفطر غير ذاتى التغذية Heterotrophic، ولا يمكنه تجهيز حاجته من المواد العضوية من مصادر غير عضوية، بل لابد له من أن يحصل عليها جاهزة من بيئة النمو. وأكثر بيئات النمو شيوعًا فى زراعة المشروم العادى، هى: المكمورة، أو الكومبوست، ويحصل عليها من المخلفات العضوية بعد أن تتخمر فيما يعرف بعملية الكمر composting.

وقد تعوّد منتجو عيش الغراب استعمال سبلة الخيل – خاصة فرشة القش مع الروث والبول – فى تحضير المكمورة. ومازالت سبلة الخيل هى أفضل المكونات لعمل الكومبوست، إلاّ أن تناقص أعداد الخيل – الذى كان يعتمد عليه فى الدول الغربية فى العمل الزراعى – أدى إلى تناقص الكميات المتاحة منها. ولذا .. بدأ الاعتماد على مخلفات (روث) الماشية فى تحضير الكومبوست، ويعتبر السماد الطازج أفضل من القديم، علمًا بأن تلك الأسمدة تتفاوت كثيرًا فى خصائصها حسب مصدرها الحيوانى، ومحتواها الرطوبى، ومحتواها من التربة والقش. هذا .. إلا أن نمو عيش الغراب لا يتطلب بالضرورة وجود أى سماد حيوانى فى المكمورة، حيث يوجد عديد من المكامير التى تحضر بخلط نسب معينة من مواد عضوية مختلفة، مثل قش الأرز، وتبن القمح، وحطب القطن، وقوالح الذرة، بالإضافة إلى اليوريا والجبس الزراعى، وغير ذلك مما سيأتى بيانه.

تتحلل المادة العضوية أثناء عملية الكمر – بواسطة الكائنات الدقيقة التى تتكاثر عليها، وتصبح بعدها بيئة صالحة لنمو عيش الغراب. وتستغرق عملية الكمر مدة تتراوح من أسبوعين إلى سبعة أسابيع حسب مكونات المكمورة، وتتطلب معاملات خاصة؛ لكى تتم عملية التخمر على أكمل وجه؛ حتى تكون نواتج التحلل مناسبة لنمو فطر عيش الغراب على حساب نمو الكائنات الدقيقة الأخرى، علمًا بأن تلك العملية تحول المركبات الكربوهيدراتية المعقدة غير المناسبة للمشروم إلى صور مناسبة لتغذيته.

مجمل عملية تحضير الكومبوست

تمر علية تحضير الكومبوست بالخطوات التالية:

١ – تخلط مكونات المكمورة جيدًا، وتبل بالماء، ويضاف إليها الجبس بمعدل ٣٠ كجم/طن من الوزن الطازج أثناء عملية الخلط. يمنع الجبس المضاف حالة التشحم greasiness التى تنشأ من تكوّن مواد غروية غير مرغوب فيها أثناء عملية التحلل.

٢ – توضع المكمورة بعد ذلك فى كومات كبيرة، يبلغ عرضها ١,٥–٣م، وارتفاعها ١,٥–٢م، وبأى طول.

٣ – تقلب الكومة كل ١–٤ أيام حسب درجة الحرارة السائدة، حيث يكون التقليب يوميًا فى الجو الحار. ويضاف الماء أثناء التقليب – حسب الحاجة – كما تضاف أية مادة عضوية تحتوى على آزوت بنسبة لا تقل عن ٤٪ على أساس الوزن الجاف، مثل: زرق الدواجن، أو الحبوب المتخلفة عن صناعة المشروبات المتخمرة. وتتوفر آلات خاصة بعملية تقليب المكمورة، والتى تستغرق من ٥–٢٠ يومًا، وتتراوح حرارة المكمورة أثناءها من ٥٠–٨٥°م، وينتج عنها تكوّن مادة عضوية متجانسة، قاتمة اللون، متحللة جزئيًا، ويتراوح محتواها الرطوبى من ٧٠–٧٥٪، على أساس الوزن الجاف. وتعرف مرحلة التحلل الأولى هذه باسم Phase I أو Peak Heating (عن San Antonio ١٩٧٥).

ومن الأهمية بمكان تقليب الكومة بانتظام خلال تلك المرحلة، وذلك بمجرد ارتفاع حرارة مركز الكومة إلى ٧٠–٨٥°م، حيث تقلب الأجزاء الخارجية منها نحو الداخل، وتترك إلى أن ترتفع حرارتها مرة أخرى. ويتطلب الأمر – عادة – قلب الكومة ٣ أو ٤

مرات كل ٤-٥ أيام قبل أن تصبح جاهزة للاستعمال. ويتوقف طول فترة الكمر على المواد المستخدمة فى عمل المكمورة ودرجة الحرارة التى يتم الوصول إليها.

هذا .. ويجب عدم اعتراض أو تعطيل عملية الكمر؛ فيلزم عدم ضغط الكومة، أو زيادة رطوبتها عما ينبغى، أو تعريضها للأمطار الغزيرة؛ لأن ذلك يقلل من المسافات البينية التى يفترض أن يشغلها الهواء؛ وهى التى بدونها يصبح الجو الداخلى للمكمورة خالٍ من الأكسجين. كما ينبغى عدم انخفاض رطوبتها عن المستوى المناسب لكى لا يضعف النشاط الميكروبى فيها. وتؤدى فترة الكمر الطويلة إلى فقد العناصر المغذية .. وإذا لم تكتمل عملية الكمر فإن التحلل قد يستمر فيما بعد، مما يؤدى إلى حدوث ارتفاع غير مرغوب فيه فى درجة الحرارة.

تقوم الكائنات الدقيقة الموجودة طبيعيًّا فى مكونات الكومبوست - ومعظمها عبارة عن أكتينوميسيتات، وبكتيريا، وفطريات محبة للحرارة - تقوم بالنمو والتكاثر والنشاط خلال المراحل الأولى من الكمر؛ مما يرفع حرارة الكومبوست خلال مرحلة الإعداد الأولى إلى ٦٠-٦٣°م، وتموت تلك الكائنات ذاتها بفعل الحرارة التى تنتج من العمليات الأيضية أثناء تحلل المادة العضوية. وتعتبر عملية التحلل تلك هى أولى مراحل بسترة الكومبوست. وعلى الرغم من أن الكومبوست فى هذه المرحلة لا يصبح ساخنًا بما يكفى للتخلص من الكائنات المرضة والآفات فإن أعدادها تنخفض بدرجة كبيرة؛ مما ينتج عنه بيئة شبه معقمة.

وتجدر الإشارة إلى أن النشاط الميكروبى الذى يحدث أثناء الكمر يؤدى إلى تحلل المركبات الكربوهيدراتية البسيطة، مثل السكريات والنشا والبكتين، بينما تتبقى المركبات المعقدة مثل السليلوز واللجنين، وهى التى تُحلّلها هيفات عيش الغراب بعد ذلك.

٥ - تعبئة الكومبوست وبسترته:

التعبئة هى عملية وضع الكومبوست فى مكان الإنتاج، ويجب أن يتم ذلك بكيفية تسمح بالتجانس التام فى كل من كثافة الكومبوست وسمك (أو عمق) الطبقة المضافة منه، وتلك عملية يتم ميكنتها فى المزارع الكبيرة. ويكفى عادة طن من الكومبوست

لإعداد مساحة للزراعة تبلغ حوالى ١١م٢ حتى عمق ١٥ سم. وتبعًا لنوع الكومبوست .. فإنه قد يتطلب ضغطًا خفيفًا عليه بعد وضعه فى مراقد الإنتاج. هذا إلا أن الكثافة النوعية للكومبوست تزداد بمرور الوقت، وإذا ما ازدادت بشدة فإن إنتاج المشروم يتأثر سلبيًا. ويجب أن تكون عملية إضافة الكومبوست للمراقد سريعة لكى لا يفقد كثيرًا من حرارته أثناء ذلك.

يلى تعبئة الكومبوست مباشرة – وبسرعة – تسخين المراقد بما فيها من كومبوست (بسترتها pasteurization، أو تعريقها sweating out)، بهدف الحد من التلوث الميكروبى الذى ربما يكون قد حدث أثناء تعبئة المراقد أو إعداد بيئة الزراعة. يؤدى التسخين إلى التخلص من الكائنات الدقيقة، الفطريات المنافسة للمشروم، والآفات مثل النيماتودا والحشرات والعناكب. ويعد الحفاظ على مستوى عال من قواعد النظافة العامة ضروريًا لنجاح العملية الإنتاجية. وعلى الرغم من أن التسخين قد يحدث ذاتيًا إلا أنه يفضل توفير مصدر خارجى لذلك. فإذا لم ترتفع حرارة الكومبوست ذاتيًا إلى حوالى ٦٠°م لزم الاستعانة بالبخار أو أى مصدر حرارى آخر لرفع حرارة المكان إلى حوالى ٦٠°م لعدة أيام. وتجدر ملاحظة أن ارتفاع الحرارة إلى ٦٢–٦٣°م يقلل من القيمة الغذائية للكومبوست، وأن الحد الأدنى الذى يجب أن تصل إليه حرارة الكومبوست – فى كل جزء منه – هو ٥٧°م لمدة لا تقل عن ٥ ساعات (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

ومن أهم فوائد عملية التسخين – كذلك – التخلص من الأمونيا التى ربما قد يصل تركيزها أثناء عملية الكمر الأولى إلى ٠,٠٧٪ أو أكثر، وتلك نسبة قاتلة لهيفات فطر عيش الغراب؛ علمًا بأن حاسة الشم لدى الإنسان لا يمكنها التعرف على رائحة الأمونيا عند تركيز يقل عن ٠,١٪.

وإذا سمحت الظروف الجوية .. فإن عملية البسترة يمكن أن تتم بالسماح للكومبوست بأن ترتفع حرارته ذاتيًا إلى ٧٠–٧٥°م بواسطة الحرارة الناتجة من عملية التخمر، ويستغرق ذلك – عادة – نحو ثلاثة أيام، ويحافظ على هذا المدى الحرارى إلى أن تختفى تمامًا رائحة الأمونيا (حيث يجب ألا تزيد نسبتها عن ٠,٠٠٠٥٪)، وهو ما يتطلب نحو ٢٤ ساعة، ثم تهوى الخلطة جيدًا – بعد ذلك – إلى أن تصل حرارة

الكومبوست إلى ٢٥°م وتتطلب عملية البسترة بهذه الطريقة – عادة – من ١٠-١٢ يومًا (Sims & Howard ١٩٧٩).

٦ – يسمح للكومبوست بعد ذلك بالبرودة تدريجيًا، حيث تتبقى فيه الكائنات الدقيقة التى تحملت الحرارة العالية thermophyllic microorganisms، حيث تستخدم الأمونيا الموجودة بالكمبوست فى بناء البروتين الذى يدخل فى تركيبها، الذى يتيسر – فيما بعد – لنمو المشروم. ويتطلب ذلك فترة ١٠-١٤ يومًا على حرارة ٢٤-٢٦°م يستمر خلالها النشاط الميكروبى إلى أن يصبح الكومبوست صالحًا لإنتاج المشروم.

تأثير طبيعة ونوعية المواد العضوية الداخلة فى إنتاج الكومبوست على جودته

إن أفضل أنواع الكومبوست المستخدم فى إنتاج المشروم العادى هو ما ينتج من سبلة الخيل مع فرشتها من القش وما تحويه من بول الخيل؛ حيث تعطى تلك المكونات عند كمرها كومبوست مثالى لا يحتاج إلى أية إضافات، ولكن إذا لم تتضمن المخلفات كل بول الحيوانات فإنه تلزم إضافة بعض النيتروجين، وكذلك تلزم إضافة بعض القش إن لم تكن فرشة الأرز قد استعملت فى جمع المخلفات. وتعد سبلة الخيل أفضل من سبلة الماشية فى إنتاج كومبوست المشروم، ولا بأس من خلطهما بنسبة ٢ سبلة خيل : ١ سبلة ماشية.

والمشكلة فى سبلة الماشية ترجع إلى التفاوت الكبير فى مدى استعمال القش فى عمل الفرشة، ومحتواها الرطوبى، وطرق جمعها وتخزينها، ومدة تخزينها. هذا .. ولا يفيد استعمال المخلفات التى خزنت لفترة طويلة لأنها تكون قد تحللت بالفعل بدرجة كبيرة وفقدت القدرة على توليد الحرارة ذاتيًا. لذا .. يفضل دائمًا استعمال المخلفات الحديثة التى مازال يحتفظ القش فيها بلونه الأصلى. ومن المهم ألاّ تزيد نسبة القش فى المخلفات عن الحد المناسب لكى لا يصعب كمرها حيث تبقى صلبة وإسفنجية، وألاّ تقل نسبته عن المستوى المناسب حتى لا تتكون مكمورة شديدة الانضغاط تكثر بها المناطق اللاهوائية. هذا .. ولا يضاف إلى مخلفات الماشية عند عمل الكومبوست أى شئ آخر غير الجبس.

ويمكن عند وجود توازن بين القش (أو أى مخلفات نباتية جافة) والمخلفات النباتية

الخضراء تجهيز كومبوست جيد للمشروم؛ حيث تقوم المادة الخضراء بالاحتفاظ بالرطوبة وامتصاص الماء المضاف على التو وتتحلل بصورة مباشرة، وترتفع الحرارة، ويصبح الكومبوست جاهزًا فى خلال أيام قليلة. توفر المادة الخضراء فى هذا المخلوط النيتروجين والعناصر للكائنات الدقيقة التى تقوم بتحليل القش، إلا أنه قد تلزم أحيانًا إضافة النيتروجين المعدنى للمخلوط تبعًا لمكوناته ومدى غناها أو فقرها فى الآزوت.

ومن المكونات الأخرى الجافة التى يمكن أن تدخل فى عمل الكومبوست غير قش الحبوب .. قوالح الذرة المسحوقة، وقلف الأشجار، والأوراق، وباجاس قصب السكر، ونشارة الخشب (عن Bahl ١٩٩٤).

كذلك يعد زرق الدواجن من أهم الإضافات للكمبوست، وهو يحتوى على ٣٥-٤٠٪ مادة عضوية، ويتراوح محتواه من النيتروجين - قبل جفافه - بين ٢، و ٣٪. ومن أهم مزايا إضافة زرق الدواجن إلى خلطة الكمبوست أنه يسرع من عمليات التخمر، ويشجع النشاط الميكروبى خلال المراحل الأولى لعملية الكمر.

ولكى يكون الكومبوست المستعمل فى إنتاج المشروم جيدًا، فإن نسبة الكربون إلى النيتروجين فى المنتج النهائى يجب أن تتراوح بين ١٥:١، و ١٧:١، وأن يتراوح محتواه من النيتروجين بين ١,٨، و ٢,٠٪، وتلك أمور تتأثر بكل من نسبة الكربون إلى النيتروجين فى المواد الأولية التى تدخل عمل الكومبوست، ومحتواها من النيتروجين، كما تتأثر بالإضافات الأخرى غير العضوية لخلطة المكونات الأولية للكمبوست.

هذا .. وتبلغ نسبة الكربون إلى النيتروجين ٨٠:١ فى القش، و ٣٠:١ فى روث الخيل، و ١٠:١ فى الكائنات الحية الدقيقة التى تزداد أعدادها عند تخمر الكومبوست، وهى التى تستهلك خلال نشاطها قدرًا كبيرًا من الكربون الذى ينطلق على صورة ثانى أكسيد الكربون؛ مما يؤدى إلى اقتراب نسبة الكربون إلى النيتروجين فى الكومبوست إلى المستوى المرغوب فيه. ولكن إن لم يتوفر النيتروجين بالمستوى المناسب فى خلطة الكومبوست منذ البداية، فإن الفاقد فى الكربون الذى يلزم للوصول إلى التوازن المطلوب بينه وبين النيتروجين يكون كبيرًا. ونظرًا لأن المحتوى الآزوتى

لمخلفات المحاصيل النجيلية التى تستعمل فى عمل الكومبوست يكون منخفضًا – حيث يتراوح بين ٠,٣٪، و ٠,٥٪ – فإنه تفيد كثيرًا إضافة زرق الدواجن، وقد يستعاض عنها – جزئيًا – بإضافة اليوريا أو نترات الأمونيوم كمصدر للنيتروجين.

ويبلغ الفقد فى المادة الجافة من مكونات الكومبوست أثناء إعداده حوالى ٣٥–٤٠٪ خلال مرحلة الكمر الأولى، وحوالى ٢٠–٢٥٪ خلال المرحلة الثانية، ويكون إجمالى الفقد خلال المرحلتين معًا حوالى ٥٠–٥٥٪ (عن أحمد ١٩٩٥ ب).

العوامل المؤثرة فى النشاط الميكروبى أثناء تجهيز الكومبوست

يتأثر النشاط الميكروبى أثناء عملية تجهيز الكومبوست بالعوامل التالية:

١ – نسبة الرطوبة فى الكومبوست:

فلا تجب أن تزيد نسبة الرطوبة إلى الحد الذى يؤدى إلى قلة الهواء فيه، الأمر الذى يؤدى إلى زيادة نشاط البكتيريا اللاهوائية وضعف نشاط الكائنات المرغوب فيها، بينما يؤدى نقص الرطوبة فى الكمبوست إلى تثبيط النشاط الميكروبى بصورة عامة.

٢ – محتوى مكونات الكمبوست من المواد الكربوهيدراتية:

تستعمل الكائنات الدقيقة التى تحلل الكمبوست المواد الكربوهيدراتية التى توجد فيه كمصدر للطاقة أثناء نشاطها وتكاثرها؛ ويترتب على ذلك انطلاق ثانى أكسيد الكربون وطاقة حرارية. وتستنفذ تلك الكائنات أثناء نشاطها المواد الكربوهيدراتية البسيطة، بينما تتبقى المركبات المعقدة التى تستعملها هيفات فطر المشروم – فيما بعد – فى غذائها.

٣ – المحتوى النيتروجينى للكومبوست:

تقوم البكتيريا التى تحلل الكومبوست بتحويل ما يوجد به من نيتروجين أمونيومى إلى نيتروجين عضوى فى خلاياها، وعندما تموت تلك البكتيريا وتتحلل خلاياها يتوفر ما كان مثبتًا بها من نيتروجين لتغذية عيش الغراب.

٤ – نسبة الكربون إلى النيتروجين:

ترتفع كثيرًا نسبة الكربون إلى النيتروجين فى الجزء الأكبر من مكونات الكومبوست

قبل كمره؛ فهى تبلغ ١:٨٠ فى القش، وحوالى ١:٣٠ فى روث الخيل. وبينما تنخفض تلك النسبة إلى ١:١٠ فى أجسام الكائنات الحية الدقيقة التى تنشط فى تحليل الكومبوست، فإن الكومبوست النهائى المناسب لزراعة المشروم يجب أن تتراوح فيه نسبة الكربون إلى النيتروجين بين ١:١٥، و ١:١٧. ويحدث هذا التوازن بتزويد مخلوط الكومبوست بالأسمدة الآزوتية، وببعض المواد الغنية نسبيًا بالنيتروجين، مثل الردة، وكسب بذرة فول الصويا أو بذرة القطن، وزرق الدواجن؛ مما يرفع من نسبة النيتروجين، فى الوقت الذى تستنفذ فيه الكائنات الدقيقة المواد الكربوهيدراتية كمصدر لنشاطها، مما يؤدى إلى انطلاق الطاقة وغاز ثانى أكسيد؛ ومن ثم .. انخفاض محتوى الكومبوست من الكربون (عن أحمد ١٩٩٥ ب).

وقد أظهرت الدراسات التى أجريت على تأثير نسبة الكربون إلى النيتروجين فى الكومبوست على محصول وجودة المشروم العادى أن أفضل نسبة كانت ١:٣٣ فى المادة الخام قبل تخمرها، و ١:١٨ خلال مرحلة نمو الميسيليوم، و ١:١٤ خلال مرحلة الإثمار. وأثناء نمو الميسيليوم اعتمد المشروم على نصف السيليلوز hemicellulose أولاً، ثم على السيليلوز، بينما لم يستهلك المشروم فى نموه سوى كميات قليلة من اللجنين (Zhen وآخرون ١٩٩٥).

٥ - الرقم الأيدروجينى (الـ pH):

تنشط البكتيريا التى تقوم بتحليل الكومبوست فى pH ٧,٥-٨,٥، بينما يناسب نمو هيفات فطر عيش الغراب pH ٧-٧,٥؛ ولذا .. يضاف الجبس الزراعى بعد مرور فترة من بداية عملية الكمر بهدف خفض الـ pH. وتجدر الإشارة إلى أن pH زرق الدواجن يكون عاليًا (حوالى ٩,٠)، ولكنه ينخفض أثناء النشاط الميكروبى إلى حوالى ٧,٥ بسبب تطاير الأمونيا أثناء التحلل. وبسبب ارتفاع pH زرق الدواجن، فإن الكومبوست المجهز منه تزداد فيه الحاجة إلى إضافة الجبس الزراعى.

٦ - التهوية:

تعد التهوية ضرورية لمنع نشاط البكتيريا اللاهوائية وإمداد الكائنات الدقيقة المرغوب فيها بالأكسجين اللازم لنشاطها، وللتحكم فى حرارة الكومبوست. وتجرى تهوية

الكومبوست بالتهوية الجيدة لغرف الإنتاج، مع مراعاة ألا تؤدى زيادة التهوية عما ينبغى إلى نقص الرطوبة النسبية وجفاف سطح الكومبوست المعبأ فى المراقد (عن أحمد ١٩٩٥).

الإضافات غير العضوية للكومبوست وتأثيراتها

من الإضافات غير العضوية التى تزود بها خلطة الكومبوست، ما يلى:

١ - كبريتات الأمونيوم وكربونات الكالسيوم:

عند استعمال كبريتات الأمونيوم كمصدر للنيتروجين فى خلطة الكومبوست - بدلاً من اليوريا $CO(NH_2)_2$ - تجب إضافة كربونات الكالسيوم (بودرة البلاط) بمعدل حوالى ١٥-٢٠ كجم لكل طن من الكومبوست، وذلك لمعادلة الكبريتات الناتجة من تحلل كبريتات الأمونيوم.

٢ - الجبس الزراعى:

يضاف الجبس الزراعى غالبًا - بنسبة ٣٪ على أساس الوزن الطازج؛ لأجل تحسين قوام الكومبوست المنتج وزيادة نفاذيته، ومنع لزوجته، ولإبقاء رقم حموضته منخفضًا، وخفض تراكم الأملاح القابلة للذوبان على سطحه، وتزداد الكمية المستعملة من الجبس عند زيادة كمية زرق الدواجن الداخلة فى تركيب الكومبوست.

وقد وجد أن زيادة كمية الجبس المضافة إلى الكومبوست من ٣٧ كجم/طن من الكومبوست الجاف (وهى النسبة الموصى بها) إلى ١٠٥ كجم/طن .. لم تؤثر جوهريًا فى كمية المحصول أو جودته لا عند الحصاد ولا بعد التخزين حتى تسعة أيام على ١٢°م، كما لم تؤثر المعاملة فى محتوى المشروم من عنصر الكالسيوم (Beyer & Beelman ١٩٩٥).

٣ - أسمدة العناصر الكبرى:

أثرت إضافة سماد مركب تحليله ٢٠:٢٠:٢٠ إلى كومبوست المشروم على كمية المحصول المنتج ومحتواه البروتينى، وتوقف التأثير على تركيز السماد المضاف؛ فقد ازداد المحصول بنسبة ٤٠,١، و ١٨,٦، و ١٧,٢٪ عندما أضيف السماد المركب بتركيز ٢٠٠، و ٤٠٠، و ٨٠٠ جزء فى المليون، على التوالى، بينما انخفض المحصول بنسبة

٣٨,٧، و ٤٠,٥، و ٧٠,٦ عند زيادة تركيز السماد المضاف إلى ١٦٠٠، و ٣٢٠٠، و ٦٤٠٠ جزءًا فى المليون، على التوالى. وقد كان أعلى تركيز للبروتين الخام ٦,٩٧٪، وذلك عندما استعمل السماد المركب بتركيز ٨٠٠ جزء فى المليون، بينما كان المحتوى البروتينى ٥,٣٦٪ فى الكنترول (Ilby & Gunes ١٩٩٦).

٤ – المنجنيز:

من المعروف أن المشروم النامى على كومبوست من قش القمح يستفيد سريعًا فى نموه من كل من نصف السيليلوز والسيليلوز الموجود بالكومبوست، ولكن استفادته من اللجنين يكون بطيئًا. ونظرًا لأن تحلل اللجنين يتم بواسطة الإنزيم بيروكسيديز المعتمد على المنجنيز (manganese-dependent peroxidase) .. فقد درس Rácz (١٩٩٨) تأثير إضافة العنصر – فى صورة كلوريد منجنيز أو كبريتات منجنيز – إلى كومبوست يتكون من قش القمح، وسبلة الخيل، وزرق الدواجن – بتركيزات تراوحت بين ٢٠، و ٤٠٠ جزءًا فى المليون – وذلك قبل تلقيح الكومبوست بالفطر *A. bisporus*. وقد أظهرت الدراسة ما يلى:

أ – تساوى مصدرا المنجنيز فى تأثيراتهما.

ب – لم يتأثر محتوى المشروم من المنجنيز بالمعاملات، حيث تراوح بين ٣، و ٥ أجزاء فى المليون فى كل المعاملات بما فى ذلك الكنترول.

جـ – ازداد محصول المشروم بإضافة المنجنيز إلى الكومبوست، وحدثت أكبر زيادة – وهى ١٥–٢٠٪ – عندما أضيف المنجنيز بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون، ولم تكن للإضافات بتركيز ٢٠ أو ٤٠ جزءًا فى المليون تأثيرًا يذكر على المحصول.

د – من بين أربع قطفات للمشروم كان أكبر تأثير للمنجنيز على كمية المحصول فى القطفة الأولى، واختفى تأثير إضافة العنصر بداية من القطفة الرابعة.

هـ – ازدادت درجة تحلل الكومبوست بالمعاملة بالمنجنيز.

٥ – النحاس:

تشير الدراسات إلى أن زيادة توفر النحاس الميسر للامتصاص فى كومبوست سبلة الخيل العادية تُحدث زيادة جوهرية (بلغت الضعف) فى محتوى المشروم المنتج عليها

من العنصر، ولكن مع نقص مقابل فى كمية المحصول، وخاصة فى القطفات الثلاث الأولى من المحصول، وكان ذلك مصاحبًا بنقص فى شدة بياض الثمار المنتجة فى القطفتين الثانية والثالثة. وقد وجد أن زرق الدواجن كان المصدر الرئيسى للنحاس فى كومبوست سبلة الخيل العادية، كما أمكن زيادة محتوى الكومبوست من العنصر إلى الضعف بإضافة كبريتات النحاس، بينما انخفض تيسر العنصر بنسبة حوالى ٥٠٪ بإضافة الـ EDTA إلى الكومبوست (Beelman وآخرون ١٩٩٥).

أمثلة لبعض الخلطات المستعملة فى إنتاج الكومبوست

نقدم – فيما يلى – أمثلة لبعض الخلطات التى تستعمل فى إنتاج الكومبوست، مع بيان لطريقة العناية بها (عن Bahl ١٩٩٤).

خلطة رقم ١:

٢٥٠ كجم قش القمح (تبن بأطوال ٨–٢٠ سم).
٢٥ كجم ردة القمح.
٤ كجم كبريتات الأمونيوم.
٣ كجم يوريا.
٢٠ كجم جبس.

يفرش قش الأرز أولاً، ثم يبلل جيدًا برشه بالماء، ثم تضاف باقى المكونات ما عدا الجبس، وتترك فى كومة بارتفاع متر واحد، وعرض متر واحد، وبأى طول مع تغطية جوانبها جيدًا وتركها مهواه من أعلى.

وتخضع كومة الكومبوست لعمليات خدمة حسب برنامج زمنى، كما يلى:

اليوم	العملية
صفر	عمل الكومة
٥	تقليب وقلب الكومة
١٠	تقليب وقلب الكومة
١٤	تقليب وقلب الكومة، وإضافة ١٠ كجم جبس
١٨	تقليب وقلب الكومة، وإضافة ١٠ كجم جبس

اليوم	العملية
٢٢	تقليب وقلب الكومة ورشها بـ ٤٠ مل نيماجون
٢٦	تقليب وقلب الكومة، ورشها بـ ١٠ مل دالاثيون فى ٥ لتر ماء

ومع كل تقليب للكومة فإنها ترش بالماء لتعويض الرطوبة التى تفقد منها بالتبخر.

وعندما يكون الكومبوست جاهزًا للاستعمال فإنه يكون ذات لون بنى داكن، وخال تمامًا من أى رائحة للأمونيا، ومحتويًا على قدر كافٍ من الرطوبة تسمح بظهورها بين الأصابع عند الضغط على الكومبوست باليد.

خلطة رقم ٢:

قش القمح (تبن بطول ١٥ سم) أو	٣٠٠ كجم
قش الأرز	٤٠٠ كجم
كبريتات الأمونيوم	٩ كجم
سوبر فوسفات عادى	٩ كجم
يوريا	٤ كجم
ردة قمح	٣٠ كجم
جبس	١٢ كجم
كربونات كالسيوم	١٠ كجم

تجب المحافظة على القش مبتلاً لمدة يومين قبل البدء فى الكمر، وإذا استعمل قش الأرز تجب إضافة ٦ كجم من كسب بذرة القطن أثناء التقليبة الرابعة للمكمورة. تنثر جميع الأسمدة على القش المبلل قبل عمل الكومة.

خلطة رقم ٣:

قش الأرز	١٥٠ كجم
حطب الذرة	١٥٠ كجم
كبريتات الأمونيوم	٩ كجم
سوبر فوسفات عادى	٩ كجم
يوريا	٤ كجم

"سرس" الأرز	٥٠ كجم
جبس	١٢ كجم
كربونات كالسيوم	١٠ كجم
كسب بذرة القطن	٥ كجم

تلزم للتركيبتان ٢، و ٣ فترة كمر طويلة (٤ أسابيع)، ويكون تقليبهما في الأيام صفر، و ٦، و ١٠، و ١٣، و ١٦، و ١٩، و ٢٢، و ٢٥، ثم تستخدم في ملء المراقد في اليوم السادس والعشرين.

خلطة رقم ٤:

سبلة خيل	٤٣٠ كجم
قش القمح	٢٥٠ كجم
مخلفات دواجن (سماد كتكوت)	١٠٠ كجم
متبقيات صناعة البيرة من الحبوب (مخلفات المولت)	٣٠ كجم
يوريا	٧ كجم
جبس	٢٠ كجم

خلطة رقم ٥:

قش القمح	٣٠٠ كجم
مخلفات دواجن	١٢٠ كجم
سرس الأرز	٢٠,٦ كجم
مخلفات المولت	٢٢ كجم
يوريا	٦ كجم
كسب بذرة القطن	٥ كجم
جبس	١٠ كجم

خلطة رقم ٦:

قش القمح	١٠٠٠ كجم
مخلفات الدواجن	٤٠٠ كجم

مخلفات المولت	٧٢ كجم
يوريا	١٤,٥ كجم
جبس	٣٠ كجم

خلطة رقم ٧:

قش الأرز	٣ طن
مخلفات الدواجن	١,٥ طن
ردة قمح	١٢٥ كجم
جبس	٩٠ كجم

ويذكر أحمد (١٩٩٥ ب) مخاليط أخرى لعمل الكومبوست تتوفر مكوناتها محليًا، كما يلى:

١ – كومبوست قش النجيليات مع زرق الدواجن:

طن قش قمح جاف مقطع.

٦٠٠–٨٠٠ كجم زرق دواجن (٣٥٪ رطوبة).

٥٠–٦٠ كجم جبس زراعى.

٤–٥,٤م^{٣} ماء.

ينتج عن ذلك حوالى ٣ أطنان كومبوست يحتوى على ٢٪ نيتروجينًا.

٢ – كومبوست قش النجيليات:

طن قش قمح جاف مقطع.

٢٠٠ كجم كسب فول الصويا أو كسب بذرة القطن.

٢٥ كجم يوريا.

٣٠ كجم جبس زراعى.

٣,٥–٤م^{٣} ماء.

ينتج عن ذلك حوالى ٢,٢ طن كومبوست يحتوى على ٢٪ نيتروجينًا.

٣ – كومبوست قش الأرز وحطب الذرة:

٥٠٠ كجم قش أرز مجفف.

٥٠٠ كجم سيقان (حطب) ذرة مجففة.
٢٠٠ كجم سرس أرز (أو كسب فول صويا أو كسب بذرة القطن).
٣٠٠–٤٠٠ كجم زرق دواجن.
٤٠–٥٠ كجم جبس زراعى.
٤م^{٣} ماء.
ينتج عن ذلك حوالى ٢,٥ طن كومبوست يحتوى على ٢٪ نيتروجينًا.

٤ – كومبوست مخلفات عصر القصب:
طن مخلفات عصر القصب (باجاس) مجفف.
٥٠٠ كجم زرق دواجن.
١٠٠ كجم سرس أرز.
١٠ كجم يوريا.
٢٥ كجم جبس زراعى.
ينتج عن ذلك حوالى ٢,٥ طن كومبوست يحتوى على ٢٪ نيتروجينًا.

مواصفات الكومبوست الجيد

يعد الكومبوست مثاليًا لإنتاج عيش الغراب عندما يتراوح محتواه الرطوبى بين ٦٠، و ٧٠٪، ومحتواه النيتروجينى بين ٢، و ٢,٢٪، وعندما تتراوح نسبة الكربون إلى النيتروجين فيه بين ١٥ : ١، و ١٧ : ١. كذلك يجب أن يكون الكومبوست جيد التهوية، وذات نسيج ليفى، و pH قريب من التعادل (حوالى ٧–٧,٥)، وأن ينعدم محتواه من الأمونيا تقريبًا.

ولمزيد من التفاصيل عن الكومبوست، ومكوناته، وخصائصه، وطرق تحضيره .. يراجع Fermor وآخرين (١٩٨٥)، و Flegg & Wood (١٩٨٥).

ملوثات الكومبوست

إن من أهم الملوثات الفطرية للكومبوست الذى ستخدم فى زراعة المشروم، ما يلى (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨):

اسم حالة التلوث	المسبب
Green mold	*Trichoderma harzianum & T. Virde*
Matt	*Chryosporium luteum & C. sulfurum*
Brown plaster mold	*Populaspora byssina*
Brown mold	*Arthobotrys superba*
Cinnamon mold	*Peziza ostracoderma*
Inky cap	*Coprinus plateus*
White plaster mold	*Scopulariopsis fimicola*
Olive green mold	*Chaetomium olivaceum*
Fire mold	*Neospra crassa*
Lipstick mold	*Sporendonema purpurescens*
Yellow mold	*Sependonium* spp.

عفن بزيزا

يظهر عفن بزيزا Peziza mold الذى يحدثه الفطر *Peziza ostracoderma* على سطح غطاء التربة قبل القطفة الأولى. تكون مستعمرات الفطر دائرية وذات لون ضارب إلى البنى فى المركز. يؤدى النمو الفطرى إلى نقص المحصول من خلال استهلاكه للغذاء من الكمبوست، كما يؤدى إلى تأخير بداية الحصاد قليلاً.

التريكودرما

يعتبر *Trichoderma harzianum* من أكثر ملوثات كومبوست المشروم تواجدًا به، وأكثرها إضرارًا بمزارع المشروم العادى. وعلى الرغم من تواجد أربعة أنواع أخرى من جنس الـ *Trichoderma* فى مزارع المشروم إلاّ إنها لا تسبب مشاكل يعتد بها.

ويبدو أن ذرات التراب هى المصدر الرئيسى للتلوث بالـ *T. harzianum*، بالإضافة إلى وسائل أخرى، مثل ملابس العاملين فى المزارع، والبالتات، والآليات، والحلّم، والذباب، والفئران (Seaby ١٩٩٦).

وقد أوضحت الدراسات أن النمو الميسيليومى لعيش الغراب العادى ليس له أى تأثير – سلبى أو إيجابى – على النمو الميسيليومى لـ *T. harzianum*، فى الوقت الذى يؤثر فيه سلبيًا – بشدة – على نمو ثلاثة أنواع أخرى من الجنس *Trichoderma*. وبينما ازدهر النمو الميسيليومى لـ *T. harzianum* فى الكومبوست المجهز لعيش الغراب – قبل أو بعد تلقيحه بعيش الغراب – إلاّ أن تواجد الغزل الفطرى لعيش الغراب كان ضروريًا لتجرثم *T. harzianum*. وبينما لم يؤثر النمو الميسيليومى لـ *T. harzianum* سلبيًا على *A. bisporus* فى الكومبوست، فإن أعراض التسمم التى يحدثها *T. harzianum* فى *A. bisporus* بدأت فى الظهور بعد تجرثم *T. harzianum*؛ فبمجرد تجرثم ميسيليوم *T. harzianum* .. انخفض النمو الميسيليومى لعيش الغراب بشدة، وظهرت الأعفان الخضراء سريعًا بعد ذلك (Mamoun وآخرون ٢٠٠٠).

وقد تبين أن الطرز البيولوجى Th2 من *Trichoderma harzianum* أقدر بأكثر من ١٠٠٠ مرة على استعمار كومبوست المشروم عن الطرازين البيولوجين Th1، و Th3. وبينما لا يؤثر الطرازين الأخيرين على محصول المشروم، فإن الطراز Th2 يمكنه تقليل المحصول والجودة بنسبة تصل إلى ٨٠٪ (Sharma وآخرون ١٩٩٩).

السمك المناسب للكومبوست فى مراقد الزراعة

يرتبط محصول عيش الغراب بكمية الكومبوست التى يتاح له النمو عليها، وليس بمساحة سطح النمو، إلا أن سمك طبقة الكومبوست المناسبة لأفضل إنتاج تتراوح بين ٢٠، و ٢٥ سم. ويؤثر سمك طبقة الكومبوست فى مدى الارتفاع فى درجة الحرارة الذى يحدث خلال مرحلة النمو الميسيليومى؛ ولهذا السبب .. تجب عدم زيادة سمك طبقة الكومبوست فى المناطق الحارة عن ٢٥ سم. ويعنى ذلك أنه يلزم لزراعة كل ١٠٠م٢ من المسطح الإنتاجى حوالى ٨–١٠ أطنان من الكومبوست الذى يتراوح محتواه الرطوبى بين ٦٨، و ٧٢٪ (عن أحمد ١٩٩٥ ب).

تقاوى الفطر (السباون) Spawn

تعرف التقاوى (السباون spawn) بأنها النمو الفطرى للمشروم المجهز لغرض استعماله فى الإنتاج التجارى للفطر.

ولقد مر إنتاج السباون - تاريخيًا - بأربع مراحل، كما يلي:

١ - السباون البكر virgin spawn:

عندما كانت تسقط جراثيم المشروم - طبيعيًا - على بيئة مناسبة لنموها .. فإن الميسيليوم سريعًا ما كان يظهر على سطح تلك البيئات في الظروف المناسبة لذلك، حيث كان يتم نقل البيئات بما عليها من غزل فطرى واستخدامها في تلقيح مزارع المشروم.

٢ - سباون القشور flake spawn:

عندما كان يظهر ميسيليوم الفطر بكثافة عالية على كومبوست قبل ظهور الأجسام الثمرية، فإن الكومبوست كان يجمع، ويكسّر، ويجفف؛ ليستخدم حين الحاجة في تلقيح مزارع المشروم.

٣ - قوالب السباون brick spawn:

تضاف التربة والماء إلى مخلفات الخيل، وبعد أن تصبح الخلطة نصف جافة يتم تشكيلها على صورة قوالب تلقح بسباون قديمة بعد عمل ثقب في كل قالب لوضع لقاح السباون فيه. يحافظ على رطوبة مناسبة بالقالب إلى أن ينمو الميسيليوم في كل جزء منه، حيث يجفف ويستخدم حين الحاجة إليه في تلقيح مزارع السباون (عن Bahl ١٩٩٤).

وكثيرًا ما كانت تستخدم تحضيرات السباون السابقة في عدوى أوعية زجاجية مملوءة بسبلة خيل معقمة؛ هي التي كانت تستخدم بعد ذلك في تلقيح مزارع المشروم. هذا .. إلا أن جميع المصادر السابقة للسباون تحتوى غالبًا - كذلك - على كثير من الكائنات الدقيقة الأخرى غير المرغوب فيها.

٤ - استعملت مزارع السباون النقية في حوالي عام ١٩٠٠ بواسطة معهد باستير. ومنذ ذلك الحين أصبح تحضير السباون عمل تخصصي تقوم به المعامل المجهزة لذلك.

٥ - حاليًا .. تتكون معظم مزارع السباون من جراثيم الفطر ونموه الغزلي على بيئة معقمة من الحبوب، أو النخالة، أو مواد أخرى تحت ظروف معقمة.

سلالات، وطرز، وهجن السباون

تقوم الشركات المتخصصة فى إنتاج السباون بتسويقها تحت أرقام كودية خاصة.

وتسوق اسباون المشروم العادى *A. bisporus* كأربع طرز (على أساس لون المظلة ومدى ميلها لتكوين الحراشيف) هى: ناعمة وناصعة البياض، وخشنة وأقل بياضاً، وكريمية، وبنية، علمًا بأن الخشونة تعنى وجود حراشيف بالمظلات. وقد توجد تقسيمات فرعية لتلك الطرز تعتمد على الحجم، وشدة ظهور اللون بالمظلات؛ فمثلاً .. قد تكون الطرز الكريمية فاتحة أو داكنة اللون. هذا .. إلا أن مدى ظهور جميع هذه الصفات تتأثر بالعوامل البيئية؛ فمثلاً تزداد الطرز الكريمية دكنة فى الرطوبة النسبية المنخفضة وعند زيادة سرعة حركة الهواء، وتميل كل الطرز لتكوين الحراشيف فى تلك الظروف.

وبينما تتطلب أسواق المملكة المتحدة طرز الشروم البيضاء الملساء، فإن الطرز الأخرى مطلوبة فى الولايات المتحدة وأجزاء من أوروبا، وتشكل السلالات الخشنة ٥٠٪ من السوق العالمية، علمًا بأن منتجى المشروم فى بعض الدول الأوروبية يفضلون زراعتها عندما تكون هناك خطورة من الإصابات الفيروسية لاعتقادهم بأن تلك الفيروسات لا تنتقل بسهولة من السلالات البيضاء الناصعة إلى السلالات الخشنة الأقل بياضًا.

كما تقوم شركات السباون بإنتاج هجن خاصة، ينتشر إنتاجها والطلب عليها بصورة خاصة فى هولندا وتايوان، وكانت هولندا البادئة بإنتاج أول هجينين، هما: هورّوندا Horronda، وهورويتو Horwitu. تميز الهيجنان بالجمع بين مزايا السلالات البيضاء الناعمة والبيضاء الخشنة؛ فالأولى تتميز بلون المظلات الناصع البياض ولكن يعيبها صغر الحجم، بينما تتميز الثانية بأحجام المشروم الكبيرة. وقد جمع هذان الهجينان الصفات الجيدة من سلالتى المشروم، وتميزتا – الإضافة إلى ذلك – بقدرة أكبر على التخزين.

وتتم المحافظة على الهجن على صورة ميسيليوم بالطرق ذاتها التى يحافظ بها على سلالات الآباء، وهى: التخزين فى أنابيب اختبار على الآجار أو على الكومبوست، علمًا بأن المزرعة تبقى بحالة جيدة لمدة سنة واحدة (فى حالة مزرعة الآجار) إلى سنتين (فى حالة مزرعة الكومبوست) يلزم بعدها تجديدها.

ولأجل التخزين لفترات طويلة يفضل وضع المزارع فى النيتروجين السائل على حرارة -١٩٦°م، حيث تبقى - نظريًا - بحالة جيدة إلى ما لا نهاية (عن Elliott ١٩٨٥ ب).

تحضير سباون السبلة

تعبأ بيئة السبلة المكمورة - بعد تحللها بدرجة مناسبة - فى زجاجات، ذوات فوهة واسعة مثل زجاجات الحليب. ويشترط أن يكون الرقم الأيدروجينى (pH) للسبلة عند التعبئة ٦.٧، وأن تبلغ رطوبتها ١٦٠٪. يلى ذلك تعقيم السبلة بوضع الزجاجات فى الماء على ١٠٠°م لمدة ساعة فى يومين متتاليين. تلقح (تحقن) البيئة بعد ذلك بجراثيم غير ملوثة، يحصل عليها من نبات مشروم غير متفتح بإبرة معقمة، ثم تغلق زجاجات المزارع بسدادة من القطن المعقم، وتترك لمدة ٣-٤ أسابيع على حرارة ١٣°م حتى ينتشر النمو الفطرى فى كل أجزاء البيئة. ويمكن تخزين مزرعة السباون هذه لمدة ستة أشهر فى حرارة ٢°م، إلاّ أنه يجب استعمالها فى غضون أسبوع واحد من تحضيرها إذا تركت فى درجة حرارة الغرفة.

تحضير سباون الحبوب

إن أكثر أنواع الحبوب استخدامًا فى تحضير سباون الحبوب هى حبوب القمح والراى rye. ويجب ألاّ تكون الحبوب المستخدمة فى عمل السباون قديمة، أو مكسورة، أو معاملة بالمبيدات.

وتحضر سباون الحبوب ببل الحبوب أولاً فى ماء مغلى؛ بهدف زيادة محتواها الرطوبى من حوالى ١٠٪ إلى ٤٠٪ بالوزن، ومن المهم أن تتفتح (تنفجر) بعض الحبوب أثناء الغلى فى الماء. يلى ذلك التخلص من الماء الزائد، ثم تنشر الحبوب على سطح معقم وتخلط مع الجبس (كبريتات الكالسيوم) بنسبة ٢٪ بالوزن، وبودرة البلاط (كربونات الكالسيوم) بنسبة ٠.٥٪ بالوزن أيضًا. تفيد تلك الإضافات فى المحافظة على الرقم الإيدروجينى فى المدى المناسب، كما تفيد فى منع الحبوب من الالتصاق بعضها ببعض؛ بحيث يسهل تداولها.

يلى ذلك تعبئة الحبوب فى العبوات التى تحضر فيها السباون – وهى عبوات زجاجية ذات فوهات واسعة – ثم يحكم إغلاقها، وتعقم بالبخار لمدة ١ ½–٢ ساعة على ١٢١°م تحت ضغط ١٥ رطل/البوصة المربعة (١,٠٥ كجم/سم٢). يعد هذا التعقيم ضروريًا للتخلص من البكتيريا المحبة للحرارة التى يمكن أن تتلف الحبوب المطبوخة. وبعد أن تبرد الحبوب المعبأة .. يتم تلقيحها بميسيليوم المشروم.

ويتم الحصول على الميسيليوم المستخدم فى تلقيح السباون من مزرعة حبوب سابقة يتم إعدادها لهذا الغرض، وهى التى تعرف باسم master culture.

يحافظ على حرارة ٢٥°م أثناء نمو الميسيليوم فى الحبوب، ويتطلب استعمار الفطر للحبوب مدة ٢–٣ أسابيع، يلزم خلالها هز البيئة مرتين أو ثلاث للمساعدة فى زيادة سرعة نمو الميسيليوم وتجانسه. (يلزم نحو ١٠ أيام على حرارة ٣٢ ± ٢°م لنمو ميسيليوم الفطر *Volvariella volvacea*).

هذا .. وقد يكون تحضير السباون فى العبوة ذاتها التى يباع فيها، أو فى عبوات كبيرة، ثم ينقل منها إلى العبوات التى يباع فيها. وتستخدم لذلك ثلاثة أنواع من العبوات: برطمانات زجاجية، وبرطمانات من البولى بروبلين، وأكياس تتحمل عملية التعقيم فى الأوتوكليف (عن Elliott ١٩٨٥).

إضافة التقاوى (Spawning)

يفضل دائمًا تلقيح الكومبوست بالسباون – وهى عملية الزراعة التى تعرف باسم spawning – بمجرد الانتهاء من عملية الكمر، ذلك لأن أى تأخير فى عملية التلقيح يسمح بتزايد تدريجى فى أعداد مختلف الكائنات الدقيقة غير المرغوب فيها، وهى التى تنافس المشروم على النمو فى الكومبوست بعد ذلك.

تضاف التقاوى (السباون) بتجانس تام فوق بيئة الزراعة (الكومبوست) ولعمق ٥ سم، وتعرف هذه العملية باسم spawning. ويلزم سباون بحجم لتر واحد لكل متر مسطح (أو نحو كيلو جرام واحد لكل مترين مربعين) من مراقد الزراعة. وتؤدى زيادة معدل الإضافة عن ذلك إلى الإسراع فى نمو هيفات فطر عيش الغراب؛ مما يزيد من قدرتها التنافسية مع الكائنات الأخرى غير المرغوب فيها.

يمكن أن تجرى عملية إضافة السباون يدويًا، ولكنها تجرى بصورة أفضل باستعمال الآليات التى تقوم بتوزيع السباون وخلطه بالطبقة السطحية من الكومبوست بكفاءة عالية. ويخصص جانب من التقاوى لنثره على سطح الكومبوست لزيادة كثافة النمو الفطرى للمشروم وتجانسه على سطح المراقد.

يضاف السباون بعد برودة الكومبوست عقب عملية البسترة، ويجب أن تتراوح حرارة الكومبوست وقت إضافة السباون بين ٢٧، و ٣٨°م، علمًا بأن انخفاض الحرارة عن ٢٦°م يؤخر النمو الميسيليومى للفطر. ونجد – بسبب النشاط الأيضى الذى ينتج عن نمو ميسيليوم المشروم – أن حرارة الكومبوست ترتفع قليلاً لعدة أيام بعد إضافة التقاوى. ومن الأهمية بمكان المحافظة على رطوبة نسبية عالية فى غرف الإنتاج خلال تلك الفترة. كذلك يلزم رفع نسبة ثانى أكسيد الكربون قليلاً خلال الفترة ذاتها إذ إنه يساعد فى زيادة النمو الميسيليومى للمشروم (يوصف نمو الميسيليوم خلال الكومبوست واستعماره له باسم running)، لكن يلزم فى أوقات أخرى المحافظة على نسبة ثانى أكسيد الكربون منخفضة.

ونجد بعد أيام قليلة من إضافة التقاوى أن حرارة الكومبوست تبدأ فى الانخفاض، ويلزم حينئذٍ المحافظة على الحرارة بين ٢٠، و ٢٤°م، وعلى الرطوبة النسبية بين ٥٠، و ٧٠٪ لمدة حوالى ٨–١٥ يومًا، أو لمدة أطول من ذلك أحيانًا؛ للسماح للميسيليوم بالنمو فى كل أجزاء الكومبوست. ويؤدى ارتفاع الحرارة عن ٤٠°م إلى قتل الغزل الفطرى. ويتم آنذاك توفير التهوية – حسب الحاجة – بهواء مرشح، ومع تجنب استعمال الهواء البارد. وعادة .. يلزم لاكتمال نمو الميسيليوم فى جميع أجزاء الكومبوست حوالى ١٤–٢١ يومًا (عن أحمد ١٩٩٥ ب، و Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

التغطية بالورق

يغطى سطح الكومبوست بعد إضافة السباون إليه بالورق كإجراء روتينى واسع الانتشار لمنع جفاف الطبقة السطحية من الكومبوست خلال فترة نمو الغزل الفطرى لعيش الغراب. وفى دراسة عن تأثير هذا الإجراء تبين أنه يؤدى إلى زيادة محصول المشروم العادى بنسبة ارتبطت إيجابيًا بمدة بقاء الغطاء الورقى على سطح الكومبوست.

ومن المعتقد أن ذلك التأثير الإيجابى كان مرده إلى خفض الفقد الرطوبى مع زيادة تراكم ثانى أكسيد الكربون فى الكومبوست خلال مرحلة نمو الميسيليوم (White ٢٠٠٠).

عملية الـ Casing

إن عملية الـ casing هى تغطية الكومبوست (بيئة الزراعة) بطبقة رقيقة من التربة أو بأى مادة شبيهة بالتربة بعد انتشار الميسيليوم فى الكومبوست.

أهمية عملية الـ Casing

تجرى عملية الـ casing للأسباب التالية:

١ – تعطى طبقة الـ casing دعمًا للمشروم بحيث لا يميل إلى أسفل تحت تأثير ثقله، رافعًا معه البيئة الخفيفة الوزن؛ الأمر الذى قد يتسبب فى تعطيل إمدادات الغذاء للجسم الثمرى للفطر.

٢ – تحافظ طبقة الـ casing على رطوبة البيئة لفترة أطول، وتمنع جفافها السريع؛ الأمر الذى يناسب النمو السريع للمشروم.

٣ – تعمل طبقة الـ casing – باحتفاظها بالماء لفترة طويلة – على ترطيب الهواء حول المشروم.

٤ – تحفز طبقة الـ casing ميسيليوم المشروم على الاتجاه نحو الإثمار؛ وهو الأمر الذى لا يحدث إلاّ عند نمو الميسيليوم فى بيئة فقيرة فى الغذاء مثل طبقة الـ casing.

٥ – تنظم طبقة الـ casing درجة الحرارة؛ فيؤدى الانخفاض الفجائى فى درجة حرارة الـ casing بعد كل رية – بفعل تبخر الماء منها – إلى تحفيز الميسيليوم – المحب للحرارة العالية – إلى الاتجاه نحو الإثمار (عن Bahl ١٩٩٤).

وتجدر الإشارة إلى أن ذلك الغطاء ليس سدًّا محكمًا فوق الكومبوست ولا يجب أن يكون؛ إذ يلزم أن يكون مساميًّا، وأن يسمح بالتهوية وبالرى إذا تطلب الأمر ذلك.

تنمو هيفات الفطر فى طبقة التغطية (الـ casing) مكونة تركيبًا سميكًا من الغزل الفطرى المتداخل والمتلاحم، يتطور إلى تركيبات تشبه العقد الصغير هى مبادئ الأجسام الثمرية، والتى يطلق عليها رؤوس الدبابيس pinheads. يتكون الآلاف من تلك

العقد الصغيرة على سطح طبقة التغطية، وسرعان ما تنمو لتكون الأجسام الثمرية للمشروم.

إن التأثير الفيزيائى للغطاء لا يفهم على وجه الدقة؛ حيث إن الأجسام الثمرية للمشروم يمكن أن تتكون بدونه، إلاّ أن الإنتاج ينخفض كثيرًا بدون وجود الغطاء. ويعتقد بأن زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون - التى تصل حتى ٤٪ فى وجود الغطاء - تحفز تكوين مبادئ الأجسام الثمرية. كذلك يؤدى الغطاء إلى رفع الحرارة قليلاً إلى نحو ١٨°م، ثم انخفاضها تدريجيًا إلى ما بين ١٠، و ١٥°م. ومن المهم استمرار مراقبة نسبة ثانى أكسيد الكربون وإجراء التهوية عند الضرورة نظرًا لأن زيادة نسبة الغاز عما ينبغى قد يكون له تأثيرًا سلبيًا على تكوين الأجسام الثمرية. ويجرى الرى الخفيف حسب الضرورة، إلا أن زيادته قد تؤدى إلى امتلاء المسافات البينية بالماء وسوء التهوية (عن Bahl ١٩٩٤، و Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

الشروط التى ينبغى توفرها فى المواد المستعملة كغطاء

إن من أهم الشروط التى يجب أن تتوفر فى المواد التى تستخدم فى طبقة الـ casing، ما يلى:

١ - أن تكون ذا قدرة عالية على الاحتفاظ بالرطوبة، وإلا تسرب منها الماء مباشرة إلى الكومبوست؛ مما يؤدى إلى زيادة الرطوبة بشدة فى الطبقة العليا من الكومبوست.

٢ - أن تكون مسامية بدرجة تسمح بتبادل الغازات بسهولة بين الكومبوست والهواء الخارجى.

٣ - يجب ألا يتغير قوامها بالرى.

٤ - أن تكون ذا pH متعادل.

٥ - أن تكون خالية من مسببات الأمراض، والحشرات، والمخلفات النباتية غير المتحللة.

المواد المستخدمة كغطاء

مازالت التربة هى الأكثر استخدامًا كمادة للـ casing فى كثير من دول العالم، وتعد

التربة الطميية أفضل من كل من التربة الطينية الثقيلة والرملية، وكذلك يمكن استعمال التربة الثقيلة إذا ما أضيف الدبال humus إليها؛ هذا على الرغم من أن البيت موس هو المادة المفضلة حاليًا للاستخدام كغطاء، وهو آخذ فى الانتشار.

ويضاف الجير إلى طبقة الغطاء – عند الحاجة – لرفع الرقم الأيدروجينى إلى حوالى ٧–٧,٥.

ولقد أظهر حصر أجرى على أكثر من ٤٠ مزرعة مشروم فى المملكة المتحدة تستخدم ٤٨ نوعًا من مواد التغطية أن البيت الأكثر دكنة (أكثر اسودادًا) ينتج عيش غراب أنظف من ذلك الذى ينتج عند استعمال البيت موس البنى اللون، إلاّ أن ذلك التأثير لنوع البيت يختفى عندما تتكون الأجسام الثمرية عميقًا فى طبقة الـ casing (Noble & Gaze ١٩٩٥).

وفى دراسة أخرى تفوق الاسفاجنم بيت موس البنى على البيت الأسود عند استعمالهما كغطاء casing لخمسة أنواع من الكومبوست الجيد (العالى الكفاءة)، ولكنهما تساويا عندما استعملا كغطاء لنوع قليل الكفاءة من الكومبوست. وتبين أن قدرة طبقة الـ casingعلى امتصاص الرطوبة ونسبة مسافاتها البينية (pore space) ترتبط بالمحتوى المائى للمشروم والمحصول، الذى يرتبط – بدوره – بالمحتوى المائى للمشروم (Seaby ١٩٩٩).

كما أظهر حصر لعدد من المواد التى تضاف إلى البيت المستعمل فى الـ casing (بنسب تصل إلى ٥٠٪ بالحجم مخلوطًا مع البيت) أن أفضلها – بالنسبة لمحصول المشروم المنتج – كان الصوف الصخرى rockwoolالمحبب المتخلف عن الزراعات اللاأرضية فى الزراعات المحمية (Noble & Gaze ١٩٩٥).

وقد أمكن استعمال سرس الأرز – كاملاً أو مطحونًا – مخلوطًا مع البيت موس الأسود بنسب تراوحت بين ٥٠:٥٠، و ٨٥:١٥ (من السرس إلى البيت على التوالى) كمادة غطاء casing material بديلة للبيت موس الأسود المنفرد فى إنتاج المشروم العادى، دون أن يظهر للمخلوط أى تأثيرات سلبية على كمية المحصول أو متوسط وزن الجسم الثمرى (Rangel وآخرون ١٩٩٦).

كذلك أمكن استعمال كومبوست المشروم المستنفذ بعد معاملته بالمواد المخلبية لإزالة الكاتيونات المعدنية منه، وبسترته للتخلص من أى كائنات دقيقة ضارة قد توجد به، وخلطه بالبيت بنسبة ١:١ .. أمكن استعمال ذلك المخلوط كمادة تغطية جيدة. وقد كانت نسبة المادة الجافة فى المشروم الناتج من استعمال ذلك المخلوط أعلى جوهريًا مما فى المشروم الناتج من استعمال البيت فقط كغطاء (Sharma وآخرون ١٩٩٩).

تعقيم تربة الغطاء

يتعين تعقيم التربة المستعملة فى عمل الـ casing – جزئيًا – لأجل التخلص مما تحتويه من كائنات دقيقة غير مرغوب فى بقائها، مع الإبقاء على الكائنات الدقيقة المرغوب فى بقائها، ويتم ذلك إما بالحرارة الجافة، وإما بالبخار الذى يصل إلى التربة المراد تعقيمها من غلاية خلال أنابيب مثقبة، بما يكفى لرفع حرارة التربة إلى ٦٠°م لمدة خمس ساعات أو ٨٥°م لمدة ٣٠ دقيقة. ولا يوصى بتعقيم التربة بالبخار تحت ضغط لأن ذلك يؤدى إلى موت الكائنات الدقيقة المرغوب فيها كذلك؛ مما يجعل التربة أكثر عرضة للتلوث بالكائنات الدقيقة غير المرغوب فيها. كذلك يمكن تعقيم تربة الـ casing كيميائيًا.

ومن أهم المركبات المستعملة فى التعقيم الكيميائى لتربة الـ casing الفورمالين، والكلوروبكرن، وبروميد الميثايل، والفابام. وعند استعمال الفورمالين يخفف نحو نصف لتر منه بعشرة لترات من الماء، ويستعمل المحلول الناتج فى تعقيم متر مكعب من تربة الـ casing. وتجرى المعاملة بفرد التربة على شريحة من البوليثيلين، ثم يرش عليها محلول الفورمالين المخفف، ثم تكوم التربة. وتغطى بالبلاستيك لمدة ٤٨ ساعة. وبعد ذلك يكشف الغطاء عن التربة وتقلب عدة مرات لأجل التخلص من أبخرة الفورمالين. وعادة .. يتطلب التلخص من أبخرة الفورمالين حوالى أسبوع، وتكون التربة بعد ذلك صالحة للاستعمال (عن Bahl ١٩٩٤).

إضافة الغطاء

تضاف طبقة الـ casing (الغطاء) – عادة – بعد تلقيح الكومبوست بالسباون بنحو ١٠–٢١ يومًا، وتكون التغطية المبكرة مفيدة عندا تكون ظروف الرى، والحرارة،

والتهوية مثالية لنمو الغزل الفطرى قبل البدء فى الإثمار. هذا إلا أن أنسب وقت للتغطية هو بعد نمو الغزل الفطرى فى الكومبوست بشكل جيد، ويؤدى التبكير أو التأخير فى التغطية عن ذلك التوقيت إلى نقص المحصول. ويعتقد البعض أن إجراء التغطية بمجرد ملاحظة نمو الغزل الفطرى على سطح الكومبوست يقلل فرص تلوثه بالأعفان وبجراثيم الفطريات الأخرى، وبمختلف الحشرات، وخاصة ذبابة المشروم التى تحفر فى الكومبوست لوضع بيضها.

يمكن أن تجرى عملية إضافة الغطاء يدويًا أو آليًا كما فى المزارع الكبيرة.

تجب أن تكون طبقة الـ casing متجانسة فى السمك؛ ذلك لأن ميسيليوم المشروم سوف ينفذ إلى السطح فى الأجزاء الرقيقة من الغطاء؛ ليكون نسيجًا سميكًا من الغزل الفطرى (stroma) يمنع تكوين الرؤوس الدبوسية. كذلك يؤدى عدم تجانس سمك طبقة الـ casing إلى عدم تجانس الرى.

ويتراوح السمك المناسب لغطاء الـ casing بين ٤,٥، و ٥.٥ سم.

ويفيد ضغط طبقة الـ casing قليلاً فى تهيئة ظروف أكثر مناسبة لنمو المشروم، كما يفيد خربشة سطح الـ casing فى زيادة قدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة، وفى زيادة مساميتها (عن Bahl ١٩٩٤).

ولمزيد من التفاصيل عن طبقة الغطاء (الـ casing) وخصائصها .. يراجع Flegg & Wood (١٩٨٥).

تغطية طبقة الـ casing بالبلاستيك

يفيد فرش غطاء بلاستيكى مثقب بسمك حوالى ٣٠ ميكرونًا فوق طبقة غطاء التربة (طبقة الـ casing) – خلال الأسبوع الأول بعد إضافة الـ casing – فى زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون بين غطاء التربة والغطاء البلاستيكى، وفى المحافظة على الرطوبة فى غطاء التربة. وقد أدت هذه المعاملة إلى زيادة محصول القطفة الأولى من ٨,٣ كجم/م^{٢} فى حالة عدم استعمال الغطاء البلاستيكى إلى ١٠,٢ كجم/م^{٢} عندما استعمل الغطاء، وزيادة المحصول الكلى من ٢٦,٦ إلى ٢٨,١ كجم/م^{٢}، على التوالى (Vedie ١٩٩٥).

عمليات الخدمة

تجرى عمليات الخدمة التالية، ابتداءً من التغطية إلى حين الانتهاء من حصاد المحصول:

١ - تجرى عملية خربشة Ruffling لسطح المراقد بعد أن يتخلل النمو الفطرى نحو ثلاثة أرباع الغطاء، ويكون ذلك بعد نحو ١٠ أيام من إضافة الغطاء؛ وذلك بغرض تنشيط النمو الفطرى، والعمل على تجانس نموه فى المراقد.

٢ - يحافظ على سطح المراقد رطبًا - بصورة دائمة - بالرش الخفيف بالماء يوميًا تقريبًا، أو بمعدل ٢-٣ مرات أسبوعيًا.

وتتوقف كمية الماء التى تضاف فى كل مرة على درجة جفاف سطح طبقة التغطية (الأمر الذى تزداد شدته عند انخفاض الرطوبة النسبية فى حجرة الإنتاج)، وعلى كمية الثمار التى يتم حصادها، وهى التى تستهلك الرطوبة من الكومبوست، علمًا بأن المحصول الذى يتم حصاده يحتوى على ٩٠٪ رطوبة.

يستعمل عادة نحو ٦-٧ لترات من الماء لكل متر مربع قبل الخربشة، وتتوقف إضافة الماء لحين ظهور الفطر، ثم تستمر إضافته بعد ذلك كلما ظهرت نموات جديدة بعد الحصاد. ويجب أن تكون رطوبة البيئة فى حدود ٦٥٪ بصفة دائمة.

ومن أهم علامات نقص الرطوبة فى المراقد أن يصبح الكومبوست أحمر اللون، أو تكون سيقان الأجسام الثمرية للفطر رفيعة جدًا. ومن أهم علامات زيادة الرطوبة أن يكون الميسيليوم أبيض اللون، أما عندما تكون الرطوبة مناسبة .. فإن الميسيليوم يكون ذا لون رمادى مائل إلى الأزرق.

وتحسب كمية الماء التى تلزم للمحافظة على المحتوى الرطوبى لبيئة الزراعة (الكمبوست) وطبقة الـ casing، ولتعويض المفقود منها بالتبخر وفى المحصول الذى يتم حصاده، بالمعادلة التالية:

$$Q = 1.8\ (1.25\ P + E + K + 0.1\ CDM - 0.18\ TW)$$

حيث إن:

Q = كمية الماء الكلية اللازمة.

P = الوزن الطازج لمحصول المشروم الذى تم حصاده.

E = الفقد الرطوبى بالتبخر السطحى.

K = ثابت.

CDM = نسبة المادة الجافة فى الكومبوست (compost dry matter).

TW = المحتوى المائى الكلى للكومبوست وطبقة الـ casing عند البداية.

وتتباين قيمة K حسب الوحدات المستعملة؛ فهى ٢٨٠ كجم/١٠٠م٢ من مساحة المراقد، أو ٥٧ جالون/١٠٠٠ قدم٢، وهو يأخذ فى الاعتبار فقد الماء من جوانب المراقد وقيعانها. وتحسب E باستخدام الأجهزة الخاصة لذلك، مثل: Piché vaporimeters. وعندما تحسب قيمة Q فإنها تكون لكل فترة إنتاج المحصول وتستخدم خلال كل تلك الفترة التى تمتد لنحو سبعة أسابيع (عن Flegg ١٩٨٥).

ويستفيد المشروم من تزويد ماء الرى بكلوريد الكالسيوم، كما يتبين من الدراسات التالية:

● أفادت إضافة كلوريد الكالسيوم إلى ماء الرى بنسبة ٠,٣٪ بدءًا من اليوم الثامن من وضع غطاء التربة .. أفادت فى إحداث زيادة جوهرية فى كل من كمية المحصول ونوعيته (Simons & Beelman ١٩٩٥).

● أدت إضافة كلوريد الكالسيوم إلى ماء رى المشروم العادى إلى تحسين لون الثمار دون إحداث أى تأثيرات سلبية على كمية المحصول أو محتوى الثمار من المادة الجافة. وقد ازداد تركيز الكالسيوم جوهريًا فى ثمار القطفتين الثانية والثالثة، كما قلّ التلون البنى جوهريًا فيهما بالمعاملة. وظهر ارتباط إيجابى معنوى بين محتوى الثمار من المشروم ولونها عند الحصاد، بينما ارتبط النحاس سلبيًا ومعنويًا بدرجة نصاعة اللون الأبيض. وقد كانت نسبة الكالسيوم إلى النحاس هى الأكثر ارتباطًا إيجابيًا وجوهريًا مع شدة نصاعة اللون الأبيض عند الحصاد (Milkus & Beelman ١٩٩٦).

● أدى رى المشروم العادى بكلوريد الكالسيوم بتركيز ٠,٣٪ إلى زيادة محتوى الأجسام الثمرية من الكالسيوم جوهريًا، وتقليل التلون البنى بعد الحصاد، ولكن دون التأثير على نشاط إنزيم التيروزينيز. كذلك ساعدت معاملة الكالسيوم فى زيادة القدرة

التخزينية بتقليلها للتلون البنى، حتى مع تعريض الأجسام الثمرية لمعاملة خدش بعد الحصاد. ويستدل من الدراسة أن معاملة الكالسيوم ربما تؤدى إلى تقليل التلون من خلال زيادتها لسلامة وكمال أغشية الفجوات العصارية؛ ومن ثم تقليل فرصة تفاعل التيروزينيز مع المركبات التى يعمل عليها (Kukura وآخرون ١٩٩٨).

● أدت إضافة كلوريد الكالسيوم إلى ماء رى مزارع المشروم العادى بتركيز ٠,٢٥٪ إلى تحسين لون الأجسام الثمرية ومنع تكوين البقع البكتيرية عندما خزن محصول الثمار على حرارة ٤، أو ١٤°م لمدة ٧ أيام، علمًا بأن الدراسة أجريت على محصول القطفات الثلاث الأولى فقط، وأن المعاملة كانت أشدّ تأثيرًا فى القطفة الأولى (Simón & Gurria ١٩٩٨).

● أحدثت إضافة كلوريد الكالسيوم إلى ماء رى المشروم العادى تحسنًا معنويًّا فى جودته؛ فقد أدى ذلك الإجراء إلى زيادة محتوى الأجسام الثمرية من الكالسيوم إلى الضعف، وزيادة درجة نصاعة اللون الأبيض عند الحصاد، وتقليل التلون البنى بعد الحصاد، وذلك مقارنة بمحصول الكنترول غير المعامل. كذلك جعلت المعاملة المشروم أكثر تحملاً لعمليات التداول والتجريح بعد للحصاد. هذا .. ولم تؤثر المعاملة على كمية المحصول (Beelman & Simons ٢٠٠٠).

كذلك أدت إضافة كلوريد الكالسيوم أو سيلينات الصوديوم إلى ماء رى المشروم إلى خفض التلون البنى بعد الحصاد. وعندما أضيف العنصران معًا .. ازداد محتوى المشروم من السيلينيوم بمقدار ١٣ ضعف ومن الكالسيوم بمقدار الضعف، مقارنة بالكنترول، وكانت الأجسام الثمرية المنتجة أكثر بياضًا عند الحصاد عما فى حالة إضافة أى من العنصرين منفردًا. ولقد كان لإضافة أى من العنصرين منفردًا بعض المردودات السلبية، تمثلت فى: نقص المحصول قليلاً عند إضافة الكالسيوم فقط، ونقص محتوى الأجسام الثمرية من المواد الصلبة ونقص المحصول المعلب عند إضافة السيلينيوم منفردًا، إلاّ أن تلك التأثيرات السلبية اختفت عندما أضيف العنصران معًا (Hartman وآخرون ٢٠٠٠).

٣ – يحافظ على درجة حرارة المراقد عند ٢١°م، بينما يحافظ على درجة حرارة الهواء عند ١٩°م، ويفضل خفض درجة الحرارة إلى ١٥°م عند بداية ظهور الأجسام

الثمرية؛ لأن ذلك يؤدى إلى زيادة النمو الفطرى، وتقليل الإصابة بالأمراض والحشرات، ويتم ذلك بالتهوية الجيدة، وبالتبريد إذا لزم الأمر.

٤ – يراعى ألا يزيد تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون عن ٠,٠٨–٠,١٢٪ كحد أقصى، ويفضل ألا يزيد عن ٠,٠٥٪، ويتحقق ذلك بالتهوية الجيدة.

٥ – يراعى أيضًا أن تتراوح الرطوبة النسبية بين ٧٠ و ٨٠٪؛ الأمر الذى يتحقق – كذلك – بالتهوية الجيدة (عن San Antonio ١٩٧٥).

٦ – لا غنى فى مزارع المشروم عن التهوية الجيدة مع مرور الهواء فوق مراقد الزراعة لضمان عدم وجود أى جيوب لتركيزات عالية من غاز ثانى أكسيد الكربون المتراكم، علمًا بأن الرطوبة النسبية العالية جدًّا يترتب عليها تواجد نسبة عالية من الغاز. وكلما ازدادت كمية المشروم النامية فى حيز ما كلما ازدادت الحاجة إلى التهوية. وكما أسلفنا .. فإن التهوية الجيدة تعد أساسية للتحكم فى كل من درجة الحرارة والرطوبة النسبية، علمًا بأن زيادتهما عن الحدود الموصى بها تزيد من فرصة الإصابات المرضية والحشرية. وإلى جانب الرش الدورى بين القطفات لمكافحة الحشرات فإن استمرار التهوية الجيدة يعد ضروريًّا لخفض الإصابات. ويمكن التأكد من عدم كفاية التهوية إذا ما لوحظت أى روائح غير مرغوب فيها عند دخول حجرة الإنتاج (عن Bahl ١٩٩٤).

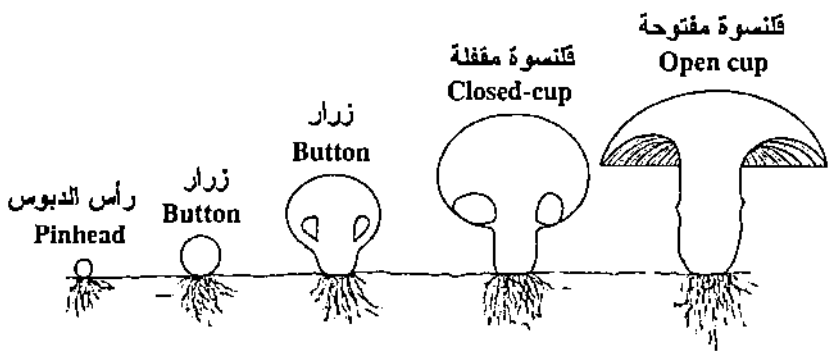
٧ – على الرغم من عدم احتياج عيش الغراب للضوء فى جميع مراحل نموه، فإنه يتم توفير الإضاءة فى حجرات النمو لكى يتسنى للعاملين أداء أعمالهم.

تهيئة تكوين الأجسام الثمرية ونموها

من الأهمية بمكان أن يكون الغزل الفطرى للمشروم قد نما فى جميع جوانب الكومبوست قبل بدء تكوينه للنموات الثمرية؛ حتى يمكنه الاستفادة من كل الغذاء المتوفر له فى بيئة الزراعة. وتعد الظروف المثلى لتهيئة تكوين مبادئ الأجسام الثمرية (الرؤوس الدبوسية pinheads) هى حرارة تتراوح بين ١٥، و ١٧°م، و ٨٠–٩٠٪ رطوبة نسبية، مع رطوبة بالكمبوست تقدر بنحو ٧٠٪ من السعة الحقلية (٧٠٪ من قدرته الكاملة على الاحتفاظ بالرطوبة بعد انصراف الماء الزائد بالجاذبية الأرضية)، مع

عدم زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون عن ٠,١٪؛ الأمر الذى يتحقق بالتهوية الجيدة.

نجد عندما تكون ظروف التغذية جيدة والظروف البيئية الأخرى مناسبة أن الميسيليوم يبدأ أولاً فى تكوين عقد صغيرة يكون لديها القدرة على الزيادة فى الحجم إلى أن تكوّن أجسامًا ثمرية. تتكون تلك العقد بكثافة عالية، وتعرف باسم الرؤوس الدبوسية pinheads (شكل ١٤-٢).



شكل (١٤-٢): مراحل نمو وتكوين الأجسام الثمرية للمشروم *Agaricus bisporus* (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

لكل نوع من أنواع المشروم الظروف الخاصة التى تناسبه. ويعتبر *Agaricus* من الأجناس التى لا تحتاج للضوء لتكوين مبادئ الثمار، بل يعد الضوء مثبطًا لتكوين مبادئ الثمار فى النوع *A. bisporus*، ويؤدى إلى زيادة استطالة الساق ويحد من اتساع المظلة. كذلك تعد الأجسام الثمرية للـ *Agaricus* حساسة لزيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون الذى ينتج من تحلل الكومبوست بصورة دائمة. وتؤدى زيادة نسبة الغاز عن ٠,٢٪ (٢٠٠٠ جزء فى المليون) إلى منع تكوين الرؤوس الدبوسية. ويتأثر تكوين الأجسام الثمرية بشدة عند حدوث أى انحراف فى العوامل البيئية؛ لذا يهتم المزارعون بإنتاج المشروم تحت ظروف بيئية متحكم فيها.

وفى مرحلة النمو التى تكون فيها الرؤوس الدبوسية ظاهرة يجب ضبط حرارة الهواء على ١٥-١٧°م مع ٨٥-٩٠٪ رطوبة نسبية لتحفيز تكوين الأجسام الثمرية الكاملة. ويتم

التحكم فى الرطوبة النسبية عن طريق كل من درجة الحرارة والتهوية. وتعد الرطوبة النسبية فى ذلك المدى ضرورية لمنع فقد الرطوبة من المشروم. كذلك من الأهمية بمكان تجنب ازدياد سخونة الكومبوست داخليًا، وما يترتب على ذلك من زيادة فى إنتاج ثانى أكسيد الكربون. ويفيد التحكم فى نسبة الغاز مع درجة الحرارة فى تهيئة المشروم لتكوين الأجسام الثمرية ونموها، علمًا بأن التركيزات العالية من الغاز تناسب النمو الميسيليومى، بينما تناسب التركيزات الأقل من ٠,١٪ تهيئة تكوين الطور الجرثومى ونموه (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

ويستغرق المشروم – عادة – نحو ٧–٨ أيام على ١٥°م للنمو من مرحلة الرأس الدبوسية إلى المرحلة المناسبة للقطف. ويمر عادة ٨–١٠ أيام بين كل قطفتين.

الحصاد

يستمر حصاد عيش الغراب العادى يوميًا ماعدا فى الفترات التى يقل فيها الإنتاج بين القطفات flushes، وإذا ما احتاجت المراقد إلى الرطوبة خلال تلك الفترة فإنه ينبغى رش المراقد بالماء رشًا خفيفًا، ولكن يحسن أن يتم ذلك بين القطفات.

يحصد المشروم قبل تمزق الخمار، وكذلك قبل استطالة الساق.

ومن أهم مصطلحات الحصاد الخاصة بالمشروم، ما يلى:

١ – الأزرار buttons:

وهى الأحجام المختلفة من الأجسام الثمرية التى يستمر فيها الغشاء الذى يغطى الخياشيم (الخمار) فى التكوين، ولكنه يكون مقفلاً.

٢ – الفناجين cups:

وهى أزرار اكتمل فيها تكوين الأغشية وربما تكون قد بدأت فى التفتح، أو تفتحت.

٣ – القبعات hats:

وهى أجسام ثمرية مكتملة النمو تكون قد تخطت مرحلة الفنجان وأصبحت مسطحة.

ومن أهم شروط التسويق للمشروم العادى أن تكون أغشيته غير ممزقة، ولكن لأن الطعم يتحسن مع التقدم فى النمو، فإن طور القبعة يكون أفضل طعمًا.

هذا .. وتحقق الأحجام الكبيرة من المشروم سعرًا أفضل من الأحجام الصغيرة، علمًا بأنها لا تزيد فى الحجم بعد تمزق الخمار، ولكنها تمر بتغيرات شكلية بعد ذلك التمزق. يؤدى تأخير الحصاد انتظارًا لزيادة الأجسام الثمرية فى الحجم إلى زيادة فرصة تمزق الخمار، وظهور الخياشيم؛ مما يقلل من القيمة التسويقية للمشروم، ومع ذلك يتحسن طعم المشروم الذى تمزقت أغشيته بسبب الزيادة النسبية التى تحدث فى محتواه من المادة الجافة نتيجة لفقده لجانب من رطوبته. كذلك يؤدى تأخير الحصاد إلى تقليل تكوين مبادئ الثمار التى يفترض تكوينها بعد ذلك. كما يعمل القطف السريع والكامل لكل قطفة flush إلى تقصير الفترة بين القطفات.

تنتج السلالات المختلفة من *A. bisporus* أجسامًا ثمرية تتفاوت فى اللون بين الأبيض، والأبيض الترابى والأسمر الضارب إلى الصفرة، ويعد اللون الأبيض هو المفضل لدى المستهلكين.

وأنسب وقت للحصاد هو بعد بلوغ الأجسام الثمرية أكبر حجم ممكن لها (لأجل زيادة المحصول)، ولكن قبل تمزق الخمار (حيث تكون القلنسوة – قبل تمزق الخمار – متماسكة، والساق قصيرة). وإذا ما تمزق الخمار فإن الخياشيم يتغير لونها إلى البنى بسبب تكوين الجراثيم، ثم يصبح الجسم الثمرى كله جلديًّا، ويفقد قيمته التسويقية.

ويجرى الحصاد بلف المشروم برفق فى أحد الاتجاهات، ثم فى الاتجاه المعاكس، ثم جذبه إلى أعلى. دون إحداث قلقلة للأجسام الثمرية الصغيرة المجاورة له. وعادة ما يعلق بساق المشروم جزءًا من تربة الـ casing والغزل الفطرى؛ ولذا .. يلزم قطع الجزء السفلى من الساق بسكين حادة، والتخلص من الأجزاء المقطوعة خارج غرفة الإنتاج.

وإذا وجدت رؤوسًا دبوسية كثيرة ناميه بالقرب من الجسم الثمرى الذى يراد حصاده .. يتعين قطع ساق ذلك الجسم الثمرى بسكين حادة حتى لا تشار الأجسام الدبوسية المجاورة له، وإلاَّ فإنها لا تنمو وتصفر، وتموت، وتتعرض للإصابة بالروميات التى تنتشر منها إلى مراقد الزراعة (عن Bahl ١٩٩٤).

وبعد الانتهاء من حصاد كل الأجسام الثمرية التى بلغت فى نموها الحجم المناسب

للحصاد، يجب ملء الفراغات التى تركتها عملية الحصاد بمخلوط من تربة الـ casing، مع المحافظة على سطح طبقة الـ casing مستوية.

يتم أثناء عملية الحصاد تدريج المشروم حسب الحجم، واستبعاد الأجسام الثمرية غير الصالحة للتسويق.

وفى المزارع الكبيرة يجرى الحصاد آليًّا بواسطة الإنسان الآلى، وخاصة عندما يكون إنتاج المشروم لغرض التصنيع (Reed وآخرون ١٩٩٥).

ويلى ذلك تنظيف ممرات حجرات الإنتاج، ثم الرى، علمًا بأنه يفضل دائمًا إجراء الرى بعد الحصاد وليس قبله حتى لا يزداد تعلق التربة بسيقان المشروم إذا ما أجرى الرى قبل الحصاد.

يمكن أن يستمر الحصاد لمدة ٤٠ إلى ٢٠٠ يوم، ولكن يجب أن يكون الهدف هو استمرار الحصاد لمدة ١٢٥–١٣٠ يومًا للحصول على دورتى إنتاج كاملتين سنويًّا.

وتكون خطوات العملية الإنتاجية والوقت الذى يلزمها – بما فى ذلك فترة الحصاد – كما يلى:

الخطوة	المدة الزمنية بالأيام
عملية الكمر	١٢–٢٠
بسترة الكومبوست	٥–١٠
إضافة التقاوى ونمو الميسيليوم	١٠–١٥
التغطية casing	١٠–٢٠
ظهور المشروم	٣٠–٦٠
فترة الحصاد	٧٥–١٢٥
المدة الكاملة	١٣٢–٢٥٠

ينخفض محصول عيش الغراب تدريجيًّا فى القطفات المتتالية، حيث تعطى القطفة الأولى حوالى ٣٥٪ من إجمالى المحصول، بينما تتناقص تلك النسبة فى القطفات التالية إلى حوالى ٢٠٪، و ١٥٪، و ١٢٪، و ١٠٪، و ٨٪. ويعنى ذلك أن القطفات الثلاث الأولى تعطى حوالى ٧٠٪ من المحصول.

كذلك تبدأ أحجام المشروم فى الصغر بعد عدة قطفات؛ مما يعنى استنفاذ العناصر المغذية بالكومبوست. وعلى الرغم من ظهور المشروم فى المراقد آنذاك، فإنه لا يعطى إنتاجًا غزيرًا. ويوجد إجماع على أن الإنتاج الاقتصادى للمشروم يتوقف بنهاية الأسبوع السادس من الحصاد.

وعادة يتم الحصول على ٥ قطفات تستمر كل منها لمدة ٦-١٠ أيام، ويفصل كل منها عن الأخرى مدة ٦-١٢ يومًا. ويقوم المزارعون - عادة - ببدء زراعات متتابعة خلال الفترات التى تفصل القطفات؛ بما يسمح باستمرار الحصاد على مدار العام.

وتفضل الدورات الإنتاجية القصيرة العالية الإنتاج لأن زيادة فترة أى من الخطوات الإنتاجية أو فترة الحصاد يحد من كمية المحصول التى يمكن الحصول عليها على مدار العام.

ويتراوح الإنتاج - عادة - بين ١٢٠، و ٢٤٠ كجم/طن من كومبوست سماد الماشية، أو نحو ١٠-٢٠ كجم من المشروم/م^{٢} من المراقد المزروعة. ويبلغ متوسط الإنتاج فى الولايات المتحدة حوالى ٢٧ كجم/م^{٢}.

وإذا ما انتشرت إصابة مرضية فى أحد المراقد، ولم يمكن وقف الإصابة ومكافحة المرض، فإنه يتعين التخلص من ذلك المرقد خارج غرفة الإنتاج (عن Bahl ١٩٩٤).

يُطلق على مزارع عيش الغراب التى فقدت قدرتها الإنتاجية - وأصبحت غير اقتصادية - أنها مراقد مستنفذة spent beds، وهى مزارع لا يمكن تنشيطها وإعادتها للإثمار والإنتاج برغم إمكان رؤية ميسيليوم الفطر ناميًا فيها بشكل جيد. ويمكن الاستفادة من الكومبوست الموجود فى هذه المزارع كسماد عضوى وكغطاء للتربة soil mulch فى الحدائق والمشاتل.

ولكى تستمر زراعة المشروم، يجب أن يبدأ كمر الكمبوست الجديد قبل إزالة الكومبوست المستهلك من المزرعة القديمة بنحو ١٢-٢٠ يومًا. ويقوم البعض بتجديد الزراعة بقلب الكومبوست المستهلك ثم إعادة التغطية من جديد، أو بكشط ٢-٣ سم من الغطاء الموجود فى المزرعة المنتهية ثم إعادة التغطية، مع رفع درجة الحرارة ورى

المراقد، حيث يبدأ إنتاج الأجسام الثمرية بعد أيام قليلة، إلاّ أن الإنتاج فى الدورة الجديدة يكون أقل كثيرًا مما فى الدورة السابقة. ولا يجب تجديد الزراعات بتلك الكيفية إلا إذا كانت أسعار المحصول المبكر عالية وكانت المزرعة خالية من الأمراض والآفات (عن Bahl ١٩٩٤، و Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

الأمور التى تجب مراعاتها عند إنتاج المشروم العادى

إن من أهم الأمور التى تجب مراعاتها عند إنتاج المشروم العادى، ما يلى:

١ – أخذ كافة الاحتياطات عند تحضير الكومبوست بحيث لا تظهر أى رائحة للأمونيا به عندما يكون جاهزًا للاستعمال.

٢ – يجب ألاّ يكون الكومبوست شديد الابتلال أو شديد الجفاف عندما تملأ به المراقد، وإذا كان جافًا .. يتعين رشه بالماء.

٣ – يعتمد نجاح زراعة المشروم على جودة الكومبوست.

٤ – يجب أن تملأ المراقد بالكمبوست حتى الحافة.

٥ – يجب الحصول على السباون من مصادر موثوقًا بها.

٦ – يجب عدم استعمال سباون ملوثة.

٧ – تغطى المراقد – بعد تلقيحها بالسباون – بورق الصحف، مع تجنب إجراء الرى أثناء نمو الغزل الفطرى فى الكومبوست. وإذا كان الرى ضروريًّا، فإنه يجرى بالرذاذ فوق غطاء ورق الصحف.

٨ – يجب أن تكون تربة الـ casing معقمة جزئيًّا بصورة مناسبة، كما يجب عدم تركها طويلاً دونما استعمال بعد تعقيمها.

٩ – يجب ألا تكون تربة الـ casing دقيقة القوام جدًّا حتى تكون جيدة التهوية.

١٠ – يرطب الكومبوست – الذى انتشر فيه الغزل الفطرى – قبل إضافة طبقة الـ casing.

١١ – يحافظ على حرارة غرفة الإنتاج عند ٢٢–٢٤°م لمدة ٢–٣ أيام بعد الـ casing، ثم تخفض إلى ١٤–١٨°م بعد ذلك.

١٢ – يحافظ على الرطوبة النسبية فى غرفة الإنتاج بين ٧٠، و ٨٠٪.

١٣ – تعتبر التهوية الجيدة أمرًا حتميًا.

١٤ – ضرورة خربشة سطح طبقة الـ casing إذا ما أصبحت متماسكة.

١٥ – إذا لم تظهر الرؤوس الدبوسية بعد خربشة طبقة casing، فإنه يحسن استبدالها كلها بتربة جديدة.

١٦ – مكافحة أى مرض يظهر فى أى مرقد فور اكتشافه؛ فإن لم تتم السيطرة على المرض يجب التخلص من المرقد المصاب خارج غرفة الإنتاج.

١٧ – يجرى الرى بالرذاذ الخفيف، ويكون ذلك بعد الحصاد.

١٨ – يملأ مكان الأجسام الثمرية التى يتم حصادها بتربة casing جديدة.

١٩ – ضرورة إزالة أى أجزاء متبقية من سيقان الأجسام الثمرية بعد حصادها حتى لا تكون عرضة للإصابة بالرميات.

٢٠ – ضرورة التخلص من قواعد السيقان التى يتم قطعها خارج غرفة الإنتاج.

٢١ – الامتناع التام عن كنس حجرة الإنتاج، وإنما يتم التنظيف بالمسح، حتى لا تنتشر جراثيم الكائنات الدقيقة مع الغبار الذى يثار عند الكنس.

٢٠ – قبل دخول غرفة الإنتاج يجب خلع الأحذية خارج الغرفة، ولبس "الشباشب" التى تترك للاستعمال داخل الغرفة وتبقى فيها (عن Bahl ١٩٩٤).

نوع المشروم العادى *Agaricus bitorquis* (أو المشروم الاستوائى)

يعتبر *Agaricus bitorquis* – الذى يعرف باسم المشروم الاستوائى – نوعًا جديدًا من المشروم العادى ينمو فى حرارة أعلى من تلك التى ينمو عليها *A. bisporus*، وفى تركيزات أعلى من ثانى أكسيد الكربون، ويتميز بقدرته الأفضل على الاحتفاظ بجودته بعد الحصاد، وبمقاومته لمرض الـ die-back.

يناسب نمو المشروم الاستوائى حرارة ٢٨°م لإعطاء أعلى محصول، إلاّ أن الثمار المنتجة تكون أفضل نوعية فى حرارة ٣٢°م. كذلك يؤدى رفع نسبة ثانى أكسيد الكربون إلى ٠,٥٪ لمدة ٧ أيام، ثم خفضها إلى ٠,١٪ لمدة ٣٦ يومًا إلى تحفيز نمو الغزل

الفطرى فى طبقة الـ casing خلال الأيام السبعة الأولى، ثم إنتاج أعلى محصول من الثمار بعد ذلك (Pahil وآخرون ١٩٩٣).

يكون الجسم الثمرى للـ *A. bitorquis* خشنًا وذا ساق قصيرة، ومظلة بيضاء غالبًا.

كذلك لا تميل الأجسام الثمرية لهذا المشروم إلى اكتساب اللون البنى فى مواضع الجروح والخدوش والكدمات، ولكن يعيبه قصر الفترة التى تمر بين تكوين الخياشيم وتمزق الخمار.

ومن مميزات هذا المشروم الطعم الجيد، وخاصة فى القطفات المتأخرة.

ويختلف هذا النوع عن *A. bisporus* فى تأخر القطفة الأولى قليلاً، وفى زيادة طول الفترة بين القطفات عما فى *A. bisporus*؛ فتظهر القطفة الأولى فى *A. bitorquis* – عادة – بعد ٢٢–٢٦ يومًا من الـ casing، كما يفصل القطفات التالية مدة ١٠–١٢ يومًا.

ولمزيد من التفاصيل عن طريقة إنتاج هذا النوع – التى تتشابه كثيرًا مع طريقة إنتاج النوع *A. bisporus* يراجع Bahl (١٩٩٤).

إنتاج عيش الغراب المحارى

أنواع عيش الغراب المحارى

إن أهم أنواع عيش الغراب المحارى Oyster Mushroom – وجميعها تتبع الجنس *Pleurotus* – ما يلى:

١ – النوع *P. ostreatus*:

النمو الميسيليومى سريع، وتظهر عليه قطيرات برتقالية اللون. يبدأ الإثمار بعد ٤–٨ أسابيع من الزراعة، وتناسبه حرارة ١٤–١٨°م. القبعات ذات لون بنى بدرجاته.

٢ – النوع *P. columbinus*:

يتشابه مع *P. ostreatus*، غير أن القبعات تكون داكنة اللون، وخاصة عند زيادة شدة الإضاءة.

٣ – النوع *P. pulmonarius*:

النمو الميسيليومى سريع، ولا تظهر عليه أى قطيرات. القبعات رمادية اللون.