

5-12. خاکدهی بستر کشت (Casing)

5-12-1- ضرورت خاکدهی

زمان اعمال خاک پوششی موقعی است که میسلیموم به خوبی در کمپوست رشد کرده است (شکل 5 - 5) که معمولاً 14 تا 17 روز پس از مایه زنی است. حتماً قبل از اعمال خاک پوششی، کیفیت کمپوست بایستی به صورت عینی بررسی شود و حضور مناطق مشکل دار چک شود. پوشش بستر کشت با لایه‌ای از خاک پوششی به عمق $3/5$ تا $4/5$ سانتی متر میکروکلیمای ویژه ایجاد می‌کند که به تولید اجسام میوه ای کمک می‌نماید. این لایه از نظر خصوصیات تغذیه ای با کمپوست متفاوت است. خاک پوششی باید بتواند مقدار زیادی آب در خود ذخیره کند و در موقع لزوم آن را در اختیار میسلیموم قرار دهد. علاوه بر این، محیط ویژه ای در لایه خاک پوششی بوجود می‌آید و این محیط برای تولید ته سنجاقی و همچنین میکروارگانیسم‌های مورد نیاز برای میوه دهی قارچ مطلوب می‌باشد. پوشش سطح بستر کشت با خاک یکی از مراحل مهم در فرآیند تولید قارچ دکمه‌ای است. استفاده از خاک پوششی در حقیقت برای تبدیل مرحله رویشی به مرحله زایشی بسیار ضروری است. در زمان تهیه و آماده سازی لایه خاک پوششی چند نکته مهم بایستی مد نظر قرار گیرد. قبل از هر چیزی لازم است که ترکیب یا فرمول خاک پوششی به درستی انتخاب شود. برخی از دلایل لزوم استفاده از خاک پوششی عبارتند از:

1. خاک پوششی هیچ گونه غذایی برای میسلیموم قارچ دکمه‌ای فراهم نمی‌کند. لذا زمانی که میسلیموم قارچ دکمه‌ای با محیط فاقد مواد غذایی مواجه شود، تولید اندام باردهی تحریک می‌شود.
2. خاک پوششی رطوبت لازم را برای میسلیموم فراهم می‌کند و از هدر رفتن رطوبت نیز جلوگیری می‌نماید. تحقیقات نشان داده است که یک رابطه معنی داری بین سطح تنش رطوبتی در خاک پوششی و تشکیل اندام باردهی وجود دارد. یک لایه خشک یا شور، می‌تواند تولید را متوقف کند درحالیکه تنش رطوبتی کم، تشکیل اندام‌های باردهی را بیشتر می‌کند. تولید اندام باردهی در بستر کشتی که خاک پوششی ندارد انجام نمی‌شود چرا که تنش رطوبتی در سطح چنین بستر کشتی، بسیار بالا است. یکی از خصوصیات خاک پوششی WHC است. به معنی ظرفیت نگهداری آب توسط خاک است.

WHC چگونه اندازه گیری می‌شود؟

اگر خاک را خوب از آب اشباع کنیم و بعد روی یک صافی با منافذ ریز در سایه در دمای 24 درجه قرار دهیم تا آب اضافی آن خارج شود، مقدار آبی که در خود نگه داشته است، ظرفیت نگهداری آب آن WHC محسوب می‌شود. اگر 100 گرم از این خاک را به مدت 24 ساعت در 105 درجه قرار دهید، بعد بلافاصله خاک را وزن کنید. اختلاف وزن تا 100 گرم، WHC آن محسوب می‌شود. حتماً در نمونه ها، خاک شاهد (مثلاً پیت هلندی) هم داشته باشید، تا WHC خاک مورد نظر را با WHC آن خاک مقایسه کنید.

3. خاک پوششی باعث استقرار اندام‌های باردهی می‌شود. همانطور که درختان و اکثر گیاهان برای استقرار احتیاج

به خاک دارند، قارچ خوراکی دکمه ای نیز برای استقرار به خاک احتیاج دارد.

4. میکروارگانیزم‌هایی در خاک پوششی وجود دارند که باعث فعال شدن ژنهای عامل تولید اندامهای زایشی می‌شوند.

گروهی از این میکروارگانیزم‌ها باکتری‌هایی از جنس سودوموناس (*Pseudomonas putida*) می‌باشند. بنابراین در هنگام پوشش بستر کشت بایستی از خاکی استفاده نمود که تمامی چهار هدف گفته شده در بالا را برآورده سازد. لذا خاکی که به عنوان خاک پوششی در نظر گرفته می‌شود، باید دارای مشخصات کلی به شرح زیر باشد:

1. ظرفیت نگهداری آب بالایی داشته باشد.

2. اسیدیته آن تقریباً قلیایی باشد.

3. ساختمان متخلخل و سبک داشته باشد.

4. مواد آلی نپوسیده نداشته باشد.

5. آلودگی پارازیتی نداشته باشد.

6. میزان شوری عصاره اشباع آن از 1000 میکروموس بیشتر نباشد

با توجه به این مشخصات و نقشی که خاک در تحریک تولید اندام‌های زایشی دارد، پیت (*Peat*) بهترین خاک پوششی می‌باشد و نسبت به خاک‌های دیگر مزیت‌های بیشتری دارد. پیت می‌تواند مقدار زیادی آب در خود نگه دارد و به مرور زمان آنرا در اختیار کمپوست قرار دهد. بافت خاک پوششی در تنظیم تعداد قارچ در واحد سطح بسیار مهم است. اگر نسبت ذرات ریز خاک پوششی زیاد باشد باعث متراکم شدن آن شده و در نتیجه تعداد قارچ در متر مربع کم ولی وزن هر یک زیاد خواهد شد. برعکس اگر نسبت ذرات ریز خاک پوششی کم باشد، تراکم خاک کم شده و در نتیجه تعداد زیادی قارچ با اندازه کوچک بدست می‌آید. با این وجود به دلیل فقدان منابع پیت مرغوب در ایران و گران بودن واردات آن از خارج از کشور، انواع مختلفی از خاک به عنوان خاک پوششی معرفی شده‌اند که در اینجا به برخی از آنها اشاره می‌گردد.

1) مخلوطی از تورب و سنگ آهک

2) خاک لوم نیمه سنگین

3) کودهای دامی + خاک لومی آهک دار

4) کودهای دامی + کمپوست مصرف شده ای که سه سال از عمر آن گذشته باشد.

5) کودهای دامی پوسیده به تنهایی

6) مخلوطی از کودهای دامی + خاک لوم (1:1)

7) مخلوطی از کودهای دامی + کمپوست مصرف شده + خاک لوم (1:1:1)

8) کمپوست مصرف شده (*Spent Mushroom Compost*).

در حال حاضر، رایج‌ترین خاکی که مورد استفاده قرار می‌گیرد، مخلوطی از تورب و سنگ آهک می‌باشد. در برخی منابع نسبت مساوی از تورب و سنگ آهک پیشنهاد شده است. توصیه می‌شود که اسیدیته این مخلوط تقریباً در حد 7/5 تنظیم شود. تحقیقات نشان داده است که در مجموع تشکیل اندام ته سنجاقی در تورب قهوه‌ای آسیاب شده بیشتر از تورب سیاه می‌باشد.

5- 12- 2 زمان مناسب خاکدهی

زمان مناسب برای خاکدهی موقعی است که میسلیم قارچ خوراکی کاملاً کمپوست را اشغال کرده است (شکل 5- 5). ممکن است سوال کنید آیا می شود زودتر و یا دیرتر هم کمپوست را خاک داد؟ اگر زودتر از موعد خاکدهی کنید، با دو مشکل مواجه می شوید. یکی ممانعت از تهویه راحت و مناسب هوای درون کمپوست با هوای سالن و ایجاد اختلاف زیاد بین دمای سالن با دمای کمپوست. چون خاک پوششی مثل یک پتو عمل می کند و اجازه نمی دهد دمای کمپوست خارج شود. در این صورت دمای کمپوست بالا می رود و مشکلات عدیده ای ایجاد می کند که قبلاً در فصل 4 توضیح دادم. در حالت نرمال در زمان ریشه دوانی، دمای کمپوست نباید بیش از 2 درجه از دمای هوای سالن بیشتر باشد. مشکل دوم، ورود زود هنگام بیماری ها به بستر کشت می باشد، چون غالباً اکثر بیماریها توسط خاک پوششی به بستر منتقل می شوند و یا در خاک پوششی تکثیر می شوند، چون محل زندگی و رشد و نمو آنها خاک پوششی است. بنابراین تجربه نشان داد است که بهترین زمان اعمال خاک پوششی، همان زمانی است که عموماً قارچکاران با تجربه انجام می دهند. یعنی روز 14 تا 17 پس از ورود کمپوست فاز II به سالن.

خوب حال اگر دیرتر از زمان توصیه شده خاک پوششی اعمال شود، چه اتفاقی می افتد؟ اگر دمای کمپوست در همان 24 درجه نگهداری شود، در اثر تنفس میسلیم های قارچ، مواد غذایی آن رو به کاهش گذاشته و pH آن نیز رو به اسیدی شدن می گراید. این دو عامل هر دو باعث کاهش عملکرد خواهند شد. علاوه بر این همانطور که قبلاً عرض کردم، کمپوست از بدو خروج از تونل پاستوریزاسیون در حال افت کیفیت، افزایش آلودگی توسط بیماریها، کاهش pH و پیر شدن می باشد، بنابراین تاخیر در اعمال خاک پوششی هرگز جایز نیست. بعد از خاکدهی بایستی شرایطی برای میسلیم قارچ فراهم کنیم تا وارد خاک شود. یکی از راههای سرعت بخشیدن به اشغال خاک پوششی توسط میسلیم ها ی قارچ، مخلوط نمودن مقداری از کمپوست کاملاً سفید شده و عاری از آلودگی با خاک پوششی است. به این عمل ککینگ (Cac-ing) گویند.



شکل 5- 6 پخش خاک پوششی به ارتفاع 4/5 سانتی متر

5 - 12 - 3 ککینگ (CAC-ing)

توصیه می‌شود در زمان خاکدهی، 300 تا 500 گرم از کمپوستی که اسپاون در آن به خوبی رشد کرده است به هر متر مربع خاک پوششی اضافه شود. به این عمل ککینگ گفته می‌شود. کمپوست پر شده‌ای که به عنوان ککینگ استفاده می‌شود بایستی عاری از هر گونه آلودگی باشد. امروزه تولیدکنندگان اسپاون مایه ککینگ را نیز تولید و به بازار عرضه می‌نمایند. طول گاه و کلش این کمپوست بایستی کوتاه و در حد 2 سانتی‌متر باشد. این عمل، میوه‌دهی را 5 تا 7 روز تسریع می‌کند، باعث یکنواختی محصول می‌شود، خطر هجوم آفات و بیماری‌ها را کاهش می‌دهد و طول دوره رشد را کوتاه‌تر می‌نماید. از اسپاون هم می‌توان به عنوان ککینگ استفاده نمود، اما دانه‌های گندمی در سطح خاک قرار می‌گیرند باعث جذب باکتری‌ها و قارچ‌های مضر، خصوصا پنیسیلیوم، می‌شوند.

گرچه ککینگ با هدف صرفه جویی در زمان انجام می‌شود، ولی بیشتر مواقع موجب بهبود رشد یکنواخت میسلیم در خاک نیز می‌شود. عموماً خاکهای پوششی سنگین نسبت به خاکهای پوششی سبک، به صورت شدیدتری ککینگ می‌شوند. دقت کنید وقتی خاک پوششی خیلی مرطوب باشد، ککینگ سبک (استفاده از مقدار کم کمپوست مرحله آخر فاز III) موجب بی‌نظمی رشد میسلیم در خاک می‌شود. در این شرایط رافلینگ عمیق ضرورت پیدا می‌کند. ککینگ بیش از حد معمولاً باعث رشد بسیار زیاد میسلیم در خاک پوششی در مدت زمان کوتاهی خواهد شد. در شرایطی که رطوبت خاک پوششی کم باشد یا تولید کننده دیر به خاک آب بدهد، این تاثیر بیشتر خواهد شد. واضح است که رافلینگ این نوع خاک تاثیر منفی دارد، چون سبب تولید میسلیم بیشتری در خاک پوششی می‌شود. رشد بیش از حد میسلیم در خاک پوششی اصلاً خوب نیست چون مانع از نفوذ آب به کمپوست و تبادلات گازی بین کمپوست و هوای سالن می‌شود. از عوارض ایستایی آب در سطح خاک پین مردگی است که غالباً در اثر هجوم باکتری سودوموناس تولاسی می‌باشد. البته واضح است که کیفیت کمپوست نیز بر روی سرعت رشد میسلیم تاثیر دارد.

5 - 12 - 4 رافلینگ (Ruffling)

برای سالهای متمادی رافلینگ خاک پوششی به دلیل انجام ککینگ، به فراموشی سپرده شده بود. مع ذالک امروزه تعداد قابل توجهی از قارچ کاران جهت شل کردن خاک پوششی، بعد از رشد میسلیم در بستر، از رافلینگ استفاده می‌کنند. رافلینگ هنوز هم توصیه می‌شود، به شرط آنکه برنامه رشدی میسلیم و کیفیت خاک مد نظر قرار بگیرد. هدف از انجام رافلینگ این است که ساختمان خاک پوششی به طریقی بهبود یابد که موجب تبادل بهتر دی اکسید کربن، اکسیژن و گرما بین بستر و هوای سالن شود، تا میسلیم قارچ بتواند در خاک پوششی به صورت یکنواخت رشد کند. رافلینگ در روز چهارم تا پنجم بعد از خاکدهی تا عمق یک سانتی متر مانده به سطح کمپوست انجام می‌شود. البته رافلینگ یا دستورزی خاک پوششی جهت بهبود ساختمان آن ضروری است، ولی به هدف تولید کننده قارچ، کیفیت خاک پوششی و میزان رطوبت آن بستگی دارد. در بسیاری از واحدهای تولیدی، رافلینگ به صورت مکانیزه به عنوان یک روش استاندارد انجام می‌شود. در این مزارع، خاک پوششی در موقع پر کردن سالن با کمپوست فاز III بسته به کیفیت خاک به صورت خفیف یا شدید ککینگ نیز می‌شود.

از طرفی واحدهای مکانیزه ای هستند که امروزه از رافلینگ استفاده نمی کنند. یکی از دلایل حذف رافلینگ ممکن است برنامه چهار هفته ای کشت باشد که زمانی برای رافلینگ و بازگرد (recovery) میسلیوم باقی نمی گذارد. تولید کننده هایی هستند که تمایل دارند تعداد قارچ بیشتری با اندازه های کوچک تر در فلاش اول برداشت کنند. در این صورت نباید رافلینگ کنند چون برای داشتن قارچهای زیاد و کوچک، سطح خاک بایستی نسبتا صاف باشد. مشکل رافلینگ کردن خاک پوششی مرطوب این است که سطح خاک خیلی ناهموار گردیده در نتیجه موجب رشد نامنظم میسلیوم می شود. در این سطوح ناهموار قارچها بیشتر به صورت خوشه ای ظاهر می شوند که صفت خوبی نیست.

در مجموع می توان گفت بسته به میزان رطوبت خاک، سنگینی آن، تمایل تولید کننده به قارچ درشت و یا ریز و اینکه خاک پوششی ککینگ شده است یا نه، توصیه به رافلینگ فرق می کند. رافلینگ در مجموع باعث تاخیر در زمان میوه دهی قارچ می شود و باعث کاهش تعداد قارچ در واحد سطح، ولی قارچهایی با جثه بزرگتر می شود. دلیل اینکه تجربیات در مورد رافلینگ متفاوت است، عوامل زیادی است که روی نتیجه آن تاثیر می گذارند.

5 - 12 - 5 تاثیر pH بر رشد میسلیوم در خاک پوششی

تاثیر مقدار pH در خاک پوششی را بر رشد خوب میسلیوم در خاک کم دست کم نگیرید pH خاک پوششی بر رشد میسلیوم کمپوست ککینگ نیز تاثیر می گذارد pH. بهینه خاک پوششی بین 7 تا 7,5 است. اگر pH خاک پوششی بیشتر از 7,5 شود، رشد میسلیوم کندتر خواهد شد. از طرف دیگر در خاک پوششی با pH کمتر از 7 ریسک شیوع کپکهای رقیب بیشتر می شود.

به خوبی روشن شده است که در کمپوست فاز 3، با pH برابر با 6 تا 6,3، نسبت به زمانی که pH خاک بیش از 6,3 باشد، رشد میسلیوم در خاک پوششی سریعتر خواهد بود. اگر عمل ککینگ هم انجام شود، سرعت رشد میسلیوم به صورت قابل ملاحظه ای سریعتر خواهد شد، که البته سرعت رشد بستگی به مقدار ککینگ خواهد داشت. برای داشتن میسلیوم با کیفیت بهتر، توصیه می شود به جای اینکه از ککینگ بیشتر و کمپوستی با pH بیشتر از 6,3 استفاده شود، از کمپوستی با pH پایین 6 تا 6,3 همراه با ککینگ کمتر استفاده شود.

اگر بعد از یک دوره نرمال 14 تا 16 روزه کلونیزه شدن کمپوست توسط میسلیوم، pH کمپوست هنوز بالا باشد (بیش از 6,8)، این نشان از تاخیر در کلونیزه کردن کمپوست توسط میسلیوم می باشد و بدان معنی است که بعد از خاکدهی، میسلیوم شرایط اپتیمم را برای اشغال خاک پوششی نخواهد داشت و در خاک پوششی هم رشد خود را با تاخیر شروع خواهد کرد. همانطور که قبلا ذکر شد، انتخابی بودن کمپوست بسیار مهم است تا بدان وسیله قدرت کپک های رقیب را در رقابت با میسلیوم قارچ دکمه ای تضعیف کنیم. تاخیر رشد میسلیوم در خاک پوششی علامت هشدار دهنده ای به مدیر تولید است تا توجه ویژه ای به مدیریت دمای کمپوست داشته باشد. تنظیم آب و CO₂ در اینجا بسیار مهم می باشد. مواجهه شدن با این شرایط لزوماً به معنی ناامید شدن از تولید نیست، بلکه میزان موفقیت طبیعتاً بستگی به میزان تاخیر در رشد و نحوه مرتفع نمودن مشکل دارد.

pH بهینه برای رشد میسلیوم براساس تحقیقات علمی بین 6/7 تا 7/7 می باشد. اما وقتی که سطح pH کمتر از 7 باشد، انواع متعددی از کبکهای سبز (Trichoderma) ممکن است در خاک پوششی ظاهر شود. به همین دلیل است

که سطح pH مخلوط خاک پوششی را کمی بیشتر یعنی 7/2 تا 7/5 می گیرند. سطح pH بایستی بعد از مخلوط کردن مواد اولیه و رساندن رطوبت آن به حد بهینه اندازه گیری شود.

مقدار آهک به خاک پوششی بایستی به حدی اضافه شود تا pH آن در حد 7/2 تا 7/5 تنظیم شود. در زمان فرآیند و مخلوط کردن آن ظرفیت نگهداری آب زیاد برای خاک پوششی بسیار مهم است. بنابراین بایستی آنرا تا جایکه ممکن است حفظ کرد.

5- 12- 6 ساختمان خاک پوششی

ساختمان خاک پوششی بایستی نرم و شکننده باشد. معذالک در خلال رشد رویشی میسلیوم، مقدار CO₂ بایستی زیاد شود. در این حالت میسلیوم بهتر در خاک پوششی متراکم رشد می کند. بنابراین قبل از اینکه میسلیوم به رشد زایشی برود، ساختمان متراکم لایه خاک پوششی بایستی شل شود. یک خاک پوششی با ساختمان متراکم در خلال فاز رویشی، و بافت شکننده و شل در مرحله زایشی بهبود تشکیل اجسام میوه ای و عملکرد بالا را تضمین می کند. فلسفه کار این است که وقتی میسلیوم در درون خاک پوششی رشد می کند، افزایش CO₂ باعث تسریع در اشغال خاک پوششی توسط میسلیوم می شود. خاک فشرده متراکم باعث حبس بیشتر CO₂ شده و غلظت CO₂ را در محیط رشد میسلیوم بیشتر می کند. اما در زمان میوه دهی غلظت کمتر CO₂ و غلظت بالای O₂ یک مزیت است. شل کردن خاک (رافلینگ) باعث افزایش تهویه و در نتیجه ترغیب تشکیل اجسام میوه ای (پین ها) خواهد شد.

5- 12- 7 مقدار رطوبت

لایه خاک پوششی بایستی رطوبت مطلوبی داشته باشد. خاک پوششی مرطوب، نسبت به زمانی که خاک خشک است، سریعتر آب جذب می کند. علاوه بر این در خاکی که شکننده و کم رطوبت است، میسلیوم به صورت هیف های ریز رشد می کند. بعداً این هیف ها برای نفوذ آب به داخل لایه خاک پوششی که به شدت توسط میسلیوم پر شده است، مشکلاتی ایجاد می کنند. قبل از پخش خاک پوششی، رطوبت آن بایستی زیاد باشد، اما نه به مقداری که کار با آن غیرممکن گردد. مقدار رطوبت خاک پوششی می تواند از 70% تا 80% باشد. این مقدار بستگی به روشهای متفاوت کشت دارد.

کار با خاک پوششی که بسیار مرطوب می باشد مشکل است، یعنی پخش کردن آن روی سطح کمپوست مشکل می باشد. این خاک لایه متراکم و سنگینی را تشکیل داده و در نتیجه نفوذپذیری هوا را از دست می دهد. این امر رشد میسلیوم را در خاک پوششی غیرممکن می سازد.



شکل 5-7. خاک پوششی برای اعمال بر سطح کمپوست

در زمان تهیه خاک پوششی، ابتدا ترکیبات را زمانی که رطوبتشان کم است مخلوط کنید. سپس رطوبت آنرا به سطح بهینه برسانید. در زمان تهیه و کاربرد خاک پوششی بایستی به بهداشت و پاکیزگی توجه خاصی شود و امکان ورود میکروارگانیسم‌های پاتوژن به خاک را محدود کرد.

5 - 12 - 8 شوری خاک پوششی:

میزان شوری را با خصوصیت هدایت الکتریکی (EC) آب و در خاک، با **عصاره اشباع خاک** می‌سنجند. هرچه شوری خاک بیشتر باشد، هدایت الکتریکی آن بیشتر خواهد بود. هدایت الکتریکی تحت تاثیر انواع کاتیونهای مثبت از جمله Ca^{2+} ، K^{+} ، Mg^{2+} و Na^{+} قرار می‌گیرد و هرچه مقدارشان بیشتر باشد، هدایت الکتریکی بیشتر خواهد شد. با این وجود همه این کاتیونهای مثبت برای گیاه و قارچ مضر نیستند. مثلاً Ca^{2+} برای گیاه و یا قارچ نه تنها مضر نیست، بلکه مفید نیز می‌باشد. آنچه که برای گیاه و قارچ مضر است و باعث تخریب بافت خاک و مشکلات دیگر می‌شود یون سدیم (Na^{+}) است. بنابراین استفاده از EC صرف، برای سنجیدن شوری خاک، کفایت نمی‌کند، بلکه به همراه آن باید مقدار سدیم قابل تبادل ESP نیز اندازه‌گیری شود. ممکن است EC بالا باشد، ولی مقدار سدیم قابل تبادل آن کم باشد و خسارتی به گیاه و یا قارچ وارد نکند و برعکس، ممکن است خاک و یا آب مورد استفاده EC کم نشان بدهد و لی سدیم قابل تبادل آن زیاد باشد. همچنین در آزمایشات خاک pH آن نیز بایستی اندازه‌گیری شود. در اغلب خاک‌هایی که pH آنها بیشتر از 9 است، سدیم قابل تبادل زیاد می‌باشد.

در طول میلیاردها سال تکامل گیاهان، بعضی از آنها همچون درخت گز تاغ، پسته، پنبه و... خود را به آب و خاک شور تطابق داده‌اند و راهکاری را برای دفع یون سدیم، تجمع آن در واکوئل‌ها و یا دفع آنها از طریق روزنه‌ها اندیشیده‌اند. اما قارچ مورد بحث ما چی؟ آیا این قارچ هم از این توانایی‌ها برخوردار است. اگر رویش این قارچ را در طبیعت در

زمینهای شور مشاهده می کنیم، جواب مثبت است و الا خیر. مطالعات بنده نشان می دهد که این قارچ متحمل به شوری نیست، بلکه با افزایش شوری خاک پوششی و آب آبیاری، عملکردش به شدت کم می شود. در گروه ها بیشتر موضوع شوری خاک پوششی مطرح می شود، ولی به شوری آب آبیاری نیز بایستی توجه شود. در کل پر واضح است که هرچه EC خاک کمتر باشد، بهتر است، بعضی از منابع EC خاک را تا 1 میلی موس یا 1000 میکرو موس را قابل تحمل دانسته اند.

آزمایشات، نشان می دهد که بهترین خاک پوششی خاک پیت است که از خارج از کشور وارد می شود. من خصوصیات این خاک را در جداول پیوست آورده ام تا تولید کنندگان محترم قارچ، با استفاده از این کمیت ها، خاک مورد استفاده خود را با خاک پیت مقایسه نمایند.

برای اندازه گیری میزان شوری آب آبیاری، مقداری از آن را (حدود نیم لیتر) در ظرف تمیزی ریخته و درب ظرف را محکم ببندید و آن را به آزمایشگاه آب و خاک تحویل دهید. برای اندازه گیری شوری خاک می توانید از چند نقطه خاک را بردارید و پس از مخلوط کردن آنها، حدود 1 تا 2 کیلوگرم (4 تا 5 مشت) از آن را در کیسه پلاستیکی یا ظرفی بریزید و به نزدیک ترین آزمایشگاه خاکشناسی تحویل دهید.

5 - 12 - 9 پاستوریزاسیون خاک پوششی

قبل از انتقال خاک و ترکیبات آن، کف محل نگهداری خاک بایستی با فرمالدئید و سموم دیگر ضد عفونی شود. اگر در استریل بودن مواد خام خاک پوششی شک دارید و یا اگر برای مدت طولانی در مزرعه ذخیره شده اند، بایستی قبل از استفاده ضد عفونی شود. خاک پوششی را به دو روش گرمایی و شیمیایی می توان ضد عفونی کرد:

در استفاده از روش گرمایی، توصیه می شود خاک پوششی را با بخار کم فشار در درجه حرارت 60°C - 62°C به مدت 6 ساعت ضد عفونی کنید. باید توجه داشت که نبایستی درجه حرارت به بالاتر از 62°C برسد، زیرا اعتقاد بر این است که درجه حرارت بیشتر از 62°C باعث از بین رفتن برخی از میکروارگانیسم های مفید خاک از جمله *Pseudomonas putida* می شود. این باکتری باعث تحریک تولید اندامهای باردهی قارچ می شود. حضور بعضی از میکروارگانیسم های مفید دیگر در خاک پوششی برای جلوگیری از عمل بیمارگرها مهم است. فقدان میکروارگانیسم های مفید در خاک، موجب می شود در صورت وارد شدن کوچکترین آلودگی، عامل آلودگی به سرعت در خاک گسترش پیدا کند. اینکه چرا در خاکی که پاستوریزه می شود ته سنجاقی ها و در نتیجه آن قارچی تشکیل نمی شود و یا تعداد قارچها به شدت کاهش پیدا می کند هنوز به خوبی روشن نیست. بعضی از محققین حضور باکتری سودوموناس پوتیدا در خاک پوششی را برای تشکیل ته سنجاقی ها ضروری می دانند و اعتقاد دارند که با افزایش درجه حرارت به بیش از 62°C درجه جمعیت این باکتری کاهش پیدا می کند. معذالک بعضی از محققین اعتقاد دارند اکسالاتی که از میسلیم قارچ خوراکی ترشح می شود خاصیت شلاته نمودن (بلوکه نمودن) آهن را دارد. آهن بلوکه شده نمی تواند مورد استفاده قارچ قرار گیرد در نتیجه مقدار قابل دسترس آن به شدت کاهش پیدا می کند. کاهش آهن باعث کاهش تشکیل ته سنجاقی ها می شود. کلسیم حلالیت اکسالات را کم میکند و در نتیجه مانع از شلاته شدن آهن می گردد. در واقع وقتی که خاک پوششی استریل می شود و یا درجه حرارت آن به بیش از 62°C می رسد، فرآیند گرما باعث اختلال در آزاد سازی کلسیم

می‌گردد. کمبود کلسیم باعث افزایش ترشح اکسالات شده و افزایش اکسالات در خاک باعث بلوکه شدن آهن و کمبود آن می‌شود. در کمبود آن در تشکیل ته سنجاقی‌ها اختلال ایجاد می‌شود. حضور دی‌اکسید کربن در خاک نیز باعث کاهش کلسیم می‌گردد. شاید یکی از دلایلی که بایستی برای تشکیل ته سنجاقی‌ها با تهویه شدید دی‌اکسید کربن را از خاک خارج کنیم این است که با این عمل کلسیم آزاد در خاک افزایش می‌یابد.

درجه حرارت پاستوریزاسیون توسط ترمومتری که در بیرون از اتاق قرار گرفته است و سنسور آن در داخل خاک پوششی است، اندازه‌گیری می‌شود. برای پاستوریزاسیون خاک پوششی ابتدا آنرا به خوبی مرطوب نمایید. وجود کلوخه‌های خشک مانع از رسیدن گرمای لازم به درون آن می‌شود و در وسط کلوخه‌ها پاتوژن‌ها زنده می‌مانند و بعداً در بستر کشت بیماری ایجاد می‌نمایند. ضخامت خاک پوششی را در زمان پاستوریزاسیون 20 سانتی‌متر بیشتر نگیرید تا گرما به تمام قسمتهای آن به خوبی نفوذ کند. بعد از سرد کردن خاک پوششی به 25°C، بایستی آنرا هرچه سریع‌تر به روی بستر کشت منتقل کرد. در زمان پخش خاک پوششی بر روی بستر کشت، رطوبت آن بایستی در حد ظرفیت زارعی باشد، یعنی خیلی مرطوب و یا خیلی خشک نباشد.

در استفاده از مواد شیمیایی، خاک پوششی توسط محلول فرمالین تیمار می‌شود. یک لیتر فرمالین (محلول 40% فرمالین) که با مقدار کافی آب مخلوط شود برای یک مترمکعب خاک پیت کفایت می‌کند. خاک پوششی نبایستی دارای کلوخه‌های بزرگ باشد. این کلوخه‌ها مانع از نفوذ فرمالین به مرکز آنها شده و الودگی در درون آنها باقی می‌ماند. بعد از مخلوط کردن فرمالین با خاک، خاک را به صورت کپه در آورده و روی آن را پلاستیک بکشید. بعد از 24 ساعت پلاستیک را بردارید تا بقایای فرمالین از خاک خارج شود. ضدعفونی بایستی در درجه حرارت بیشتر از 16°C انجام شود، چون در درجه حرارت پایینتر فرمالین تبخیر نمی‌شود و بنابراین موثر نیست. در موقع پخش خاک روی بستر کشت نبایستی آثاری از فرمالین در خاک پوششی وجود داشته باشد. در غیر این صورت باعث مرگ میسلیموم‌های قارچ خوراکی و یا تاخیر در رشد آنها خواهد شد. در صورتی که خاک پوششی بلافاصله پس از ضدعفونی استفاده نمی‌شود باید آنرا در کیسه‌های پلاستیکی درب بسته نگهداری کرد. زمانی که خاک پوششی را نگهداری می‌نمایید، بسیار مهم است که نگهدارنده مواد با خاک تماس پیدا کند و یا بقایای کمپوست و ضایعات قارچها به خاک وارد شود. توصیه می‌شود خاک پوششی در اتاق تمیزی با کف آسفالت ذخیره شود. آلودگی خاک پوششی می‌تواند از طرق زیر اتفاق بیفتد.

- عدم رعایت بهداشت در زمان انتقال خاک پوششی آماده

- ذخیره نامناسب خاک پوششی و ترکیبات آن

- استفاده از تجهیزات و ماشین‌آلات آلوده در زمان تهیه خاک پوششی و تماس اجزاء خاک پوششی با خاک و

سطوح کثیف.

- حضور حشرات (پشه‌ها) در حالتی که بهداشت رعایت نشود.

12-5 - 10 جایگزین‌های مناسب خاک پیت

با توجه به اینکه همه ساله در سراسر دنیا، چندین هزار تن تورب (Peat) به عنوان خاک پوششی بوسیله صنایع تولید قارچ‌های خوراکی مصرف می‌شود. مرداب‌های حاوی تورب نیز شدیداً در معرض تخریب قرار دارند. لذا به یک ماده

مناسب که بطور کلی یا جزئی جایگزین تورب شود، نیاز است. در ارتباط با جایگزین‌های تورب، تحقیقات زیادی صورت گرفته است. همچنین تحقیقات زیادی برای مشخص کردن شاخص‌های میکروبیولوژیکی، شیمیایی و فیزیکی تورب به عنوان خاک پوششی انجام شده است. در هنگام تهیه خاک پوششی، کاتیون‌های فلزی در آهک با اسیدهای هوموسی موجود در تورب واکنش می‌دهند و یک ترکیب پیچیده غیر حل شونده در آب متشکل از هوموس - فلز تشکیل می‌دهند. اسیدیته (pH) این ترکیب پیچیده در حد 7 می‌باشد. بیشتر عناصر غذایی موجود در خاک پوششی در این ترکیب پیچیده بلوکه می‌شوند.

یکی از مواد جایگزین تورب، کمپوست مصرف شده است. بقایای کمپوست معمولاً حاوی سطوح بالایی از نیتروژن، پتاسیم، فسفر و کلسیم و مقادیر کمی از عناصر دیگر به ویژه آهن و سایر عناصر سنگین می‌باشد. همچنین کمپوست مصرف شده به ویژه حاوی مقادیری نمک (کاتیون‌های فلزی) است که می‌تواند بر رشد میسلیموم، تشکیل اندام ته سنجاقی و اندام‌های باردهی بالغ اثر منفی بگذارد و در نهایت عملکرد را کاهش دهد. تحقیقات نشان داده است که با آب شویی (Leaching) کمپوست مصرف شده می‌توان کاتیون‌های فلزی را حذف و از آن را به عنوان خاک پوششی مناسب استفاده کرد. در سالهای اخیر بر روی برخی از ترکیباتی که در فرمول آنها ساختمانی حلقوی وجود دارد (نظیر EDTA و اسید سیتریک) و نقش این مواد در آبشویی کمپوست کار شده است. در عمل ابتدا کمپوست مصرف شده با آب شسته می‌شود و سپس با مواد فوق تیمار می‌گردد. پس از آن، نمونه‌ها در دمای 60 C به مدت 8 ساعت پاستوریزه می‌شوند.

استفاده از کمپوست مصرف شده به عنوان خاک پوششی در کشورهایی نظیر انگلستان و ایرلند چندان از نظر اقتصادی به صرفه نیست چرا که تورب به فراوانی در این کشورها یافت می‌شود، اما در کشورهایی که موجودی تورب آنها محدود است (نظیر ایران) بهتر است که از کمپوست مصرف شده به همراه آب شویی و مخلوط با تورب (50 درصد یا کمتر) یا از کمپوست مصرف شده به همراه EDTA مخلوط با تورب استفاده شود. در نتیجه هزینه‌های تولید کاهش می‌یابد، منابع تورب حفظ می‌شود و صنایع تولید قارچ گسترش می‌یابد.

5 - 11-12 باز یافت خاک پیت

یکی از مشکلات صنعت پرورش قارچ دکمه ای که تا 30 درصد هزینه‌های مواد اولیه این صنعت را به خود اختصاص داده است تهیه خاک پوششی است. در حال حاضر مشکل تولید کنندگان قارچ تهیه خاک پوششی مناسب است که از معادن تجدید ناپذیر پیت استخراج می‌شود. کمبود معادن پیت در کشور سبب شده است تا خاک پوششی از کشورهای اروپایی با قیمت بسیار بالا با خروج ارز وارد کشور شود. در کشورهای اروپایی برای برداشت از منابع پیت محدودیت‌هایی اعمال شده است. آنها هم به دنبال جایگزین‌های مناسب خاک پیت هستند. تاکنون هیچ تحقیقی توانسته است این مشکل را به طور کامل بر طرف نماید. از همین حیث بود که در مرکز تحقیقات قارچهای خوراکی دانشگاه فردوسی مشهد تحقیقات در زمینه حل مشکل خاک پوششی از چند سال گذشته شروع شد. در طی چند سال تحقیق در این زمینه موفق به باز یافت خاک پوششی مصرف شده در مراحل تولید قارچ دکمه ای شدیم، بطوریکه کمک شایانی به حفظ این ماده با ارزش نموده، مانع از تخریب محیط زیست و کاهش هزینه تولید و خروج ارز از کشور می‌شود.

تعدادی از خصوصیات که برای خاک پوششی برشمرديم پس از استفاده تغيير می‌کنند و بقیه خصوصیات تغيير چندانی نمی‌نمایند. خصوصیات از خاک پوششی که تغيير می‌کنند عبارتند از:

- 1- شوری EC آن بالا رود.
- 2- 2- pH آن کمی متمایل به اسیدی شود.
- 3- ماده آلی نپوسیده در آن تجمع می‌یابد و
- 4- - اندامهای تکثیری آفات و بیماریها در آن تجمع پیدا می‌کند.

در طی آزمایشاتی که بر روی خاک بازیافتی در دانشکده کشاورزی مشهد انجام شد، مشخص شد که EC از 150 به 1270 میکرو موس در خاک مصرف شده افزایش یافته است و میزان pH نسبت به خاک اولیه از 7/5 به 7/2 رسیده است و خاک بازیافتی دارای مقادیر متنابهی از میسلیم‌های نپوسیده است که از محصول قبل در خاک باقی مانده اند. آزمایشات نشان داد که خصوصیات دیگر خاک از جمله میزان جذب و نگهداری آب در خاک بازیافتی نسبت به خاک پوششی اولیه هیچ تغییری نکرده است. راهکاری که گروه تحقیقاتی قارچهای خوراکی در مشهد برای بازیافت خاک پیت به آن رسید به قرار ذیل می‌باشد.

خاک پوششی را به روشی اقتصادی از روی کمپوست جدا کنید. با سیلو کردن خاک بازیافتی درجه حرارت آن در اثر تجزیه میسلیم افزایش یافته و به راحتی میسلیم‌های قارچ می‌پوسند و به مواد آلی پوسیده تبدیل می‌شود. افزایش ماده آلی پوسیده باعث بهبود ساختمان خاک می‌شود. بنابراین با سیلو کردن خاک بازیافتی مرطوب و زیر و رو کردن آن در طی چند دوره چند هفته‌ای می‌توان از مواد آلی نپوسیده رهایی یافت (همانطور که در استفاده از کمپوست م صرف شده این عمل انجام نمی‌شود). در ضمن گرم شدن خاک پوششی باعث از بین رفتن بسیاری از آفات و بیماریها نیز می‌شود. پس از پوسیدن مواد آلی می‌توان خاک را در سطحی سیمانی شیب دار با ضخامت 20 تا 30 سانتی متر قرار داد و با پاشیدن آب شیرین یا آب مقطر جمع آوری شده از بخار موجود در سالن‌های کشت بر روی خاک، آن را چند بار آبشویی کرد. با این آبشویی‌ها نمک‌های موجود در خاک حل و شسته می‌شوند و EC خاک به حد مطلوب (کمتر از 700 میکرو موس) کاهش پیدا می‌کند. برای قلیایی کردن خاک پوششی می‌توان از آهک (CaCO_3) آبدیده استفاده کرد. حال با این تیمارها خصوصیات این خاک بازیافتی شبیه خصوصیات خاک اولیه خواهد شد. معذالک برای استفاده مجدد به عنوان خاک پوششی بایستی مثل خاک اولیه ضد عفونی شود. شرایط ضد عفونی را در بخش قبلی ذکر کردم.

در جمع آوری خاک پوششی از سطح بستر یک مشکل عمده وجود داشت و آن جدا کردن خاک پوششی از کمپوست در آخر دوره پرورش قارچ بود. چون خاک کاملاً به کمپوست چسبیده و جدا کردن آن بطور خالص از کمپوست مشکل و وقت گیر است. برای حل این مشکل کافی است وقتی میسلیم کمپوست را به خوبی پر نمود یک توری پلاستیکی با منافذ 1/5 تا 3 میلی متری روی کمپوست قبل از اعمال خاک پهن شود و سپس عمل خاکدهی انجام شود. میسلیم‌ها به راحتی از منافذ توری عبور کرده و به داخل خاک نفوذ می‌کنند (شکل 5 - 4). در طی آزمایشاتی که انجام شد مشخص گردید که پهن کردن توری در مقایسه با شاهد (بدون توری) نه تنها عملکرد را کاهش نداد، بلکه 10% هم باعث افزایش عملکرد شد. بنابراین با پهن کردن توری پلاستیکی بلافاصله قبل از اعمال خاک پوششی و برداشت کامل

خاک مصرف شده به کمک این توری و اعمال عملیاتی که ذکر شد، بارها و بارها می‌توان از یک خاک پوششی خوب استفاده کرد، همانطور که از خاک مزرعه سالهای متمادی برای کشت محصولات استفاده می‌شود.



شکل 5 - 8 استفاده از توری پلاستیکی برای بازیافت خام پوششی. سمت چپ پخش توری قبل از خاک دهی. سمت راست تشکیل قارچه در خاک بالای توری

5-12 - 12 شرایط سالن پس از اعمال خاک پوششی

شرایط عمومی محیطی پس از اعمال خاک پوششی، مانند شرایط رشد میسلیوم در کمپوست می‌باشد (شکل 5-4). اما آنچه که در تنظیم شرایط محیطی در طی رشد میسلیوم درون خاک پوششی از همه مهمتر است، آن است که خاک پوششی به شدت و سرعت بیشتری نسبت به کمپوست خشک می‌گردد و لذا بایستی رطوبت نسبی اتاق و خاک به طور مداوم در کنترل باشد. در زمان رشد میسلیوم در خاک پوششی، درصد رطوبت در اتاق کشت بایستی 90 تا 95% باشد. درجه حرارت کمپوست در حد 24 تا 25 حفظ گردد. خاک پوششی بایستی همچنین دارای ظرفیت نگهداری آب بالایی باشد، به طوری که بتواند برای هر کیلوگرم قارچ 3 تا 4 لیتر آب تأمین کند. هرچه ظرفیت نگهداری آب خاک پوششی بیشتر باشد، عملکرد قارچ افزایش می‌یابد. توصیه می‌شود بلافاصله پس از پخش خاک روی بستر کشت، با آبیاری ملایم، 5 تا 7 لیتر در متر مربع، رطوبت خاک را به حد بهینه برسانید. در آبیاری دوم می‌توانید از آب حاوی فرمالدئید 0/1 درصد استفاده کنید. به جای فرم آلدئید می‌توانید از بنلیت با نسبت 125 تا 150 گرم در 150 لیتر آب برای 100 متر مربع از بستر کشت استفاده کنید. پس از آن ضروری است که سطح خاک پوششی، 2-3 بار در هفته با مقدار کمی آب آبیاری شود. البته باید توجه داشت که خاک با بافت نرم در اثر آبیاری، منافذش پر شده و در نتیجه مانع از تهویه خوب هوا شده و نهایتاً باعث کاهش عملکرد می‌شود. بهتر است که خاک پوششی ذرات درشت و ریز را (6-18 میلی‌متر) همراه هم داشته باشد. ضخامت خاک پوششی مورد استفاده نیز مهم می‌باشد. با توجه به سبک یا سنگین بودن خاک، ضخامت خاک پوششی مورد استفاده باید بین 3 تا 5 سانتی‌متر باشد.

سطح خاک پوششی و همچنین سطح کمپوست، تا جایی که ممکن است بایستی صاف و هموار باشد، چون در این صورت شبکه میسلیمی بطور یکنواخت به سطح خاک می‌رسند و محصول یکنواختی تولید می‌کنند. از آنجاییکه افزایش دی اکسید کربن به میزان 0/2 درصد باعث تحریک رشد میسلیوم می‌شود، پس از خاکدهی باید سطح دی اکسید کربن را با کنترل هوادهی بالا برد تا میسلیوم به سرعت همه خاک پوششی را اشغال نماید و محصول یکنواخت شود. پس از اینکه سطح خاک پوششی بطور کامل اشغال شد، میزان دی اکسید کربن با هوادهی کاهش داده می‌شود. در کشت پلاستیکی توصیه می‌شود که درب کیسه‌ها پس از خاکدهی همچنان مثل زمان گسترش میسلیوم در کمپوست بسته بماند. وقتی میسلیوم به سطح خاک رسید و همه خاک را پر کرد، آنگاه درب پلاستیک‌ها را باز کرده تا تهویه هوا صورت بگیرد و میزان دی اکسید کربن کاهش یافته و اندام ته سنجاکی تشکیل شوند (شکل 5-8). پس از پخش خاک پوششی شرایط عمومی سالن‌ها بایستی مثل شرایط رشد میسلیوم‌ها در کمپوست (قبل از اعمال خاک) باشد.



شکل 5 - 9 تشکیل ته سنجاکی ها در قارچ دکمه ای سفید

مطلب ادامه دارد