

LỜI NÓI ĐẦU

Ngày nay, trồng nấm đã trở thành một ngành tương đối quan trọng trên thế giới, nhất là các nước châu Á. Nghề trồng nấm không những mang lại lợi nhuận cao mà còn góp phần giải quyết vấn đề môi trường do phế phụ liệu nông nghiệp tạo ra. Sản phẩm của trồng nấm vừa bổ sung nguồn thực phẩm giàu dinh dưỡng, vừa là nguồn dược liệu quý giá, có khả năng điều trị một số bệnh ở người.

Để giúp sinh viên các ngành có liên quan đến sinh học, công nghệ sinh học, nông nghiệp,.... và bạn đọc quan tâm đến các loại nấm ăn và nấm dược liệu, chúng tôi tổ chức biên soạn giáo trình “**Công nghệ sản xuất nấm**”. Giáo trình này trình bày những kiến thức cơ bản về cấu tạo tế bào, thành phần hoá học, đặc điểm biến dưỡng và sinh sản của nấm. Đồng thời, nội dung giáo trình đi sâu từ quy trình nhân giống đến kỹ thuật nuôi trồng một số loại nấm phổ biến hiện nay, cách nhận biết bệnh và biện pháp phòng trừ. Giáo trình còn giới thiệu một số kỹ thuật sơ chế và bảo quản nấm sau thu hoạch.

Mặc dù đã rất cố gắng nhưng chắc chắn giáo trình này sẽ không tránh khỏi những thiếu sót và tồn tại. Chúng tôi luôn mong nhận được sự góp ý của đồng nghiệp và bạn đọc.

Xin chân thành cảm ơn Dự án Giáo dục đại học ADP cùng Ban giám hiệu Trường Cao đẳng Lương thực - Thực phẩm đã hỗ trợ, tạo điều kiện cho chúng tôi biên soạn và hoàn thành giáo trình này.

Các tác giả

Chương 1. ĐẠI CƯƠNG VỀ NẤM

1. GIỚI THIỆU CHUNG

1.1. Khái niệm về nấm

Theo quan niệm cũ, nấm là thực vật, nhưng là thực vật không có diệp lục (Chlorophyl). Tuy nhiên, những nghiên cứu sau này về sinh lý và dinh dưỡng cho thấy nấm khác biệt với thực vật.

- Nấm không có khả năng quang hợp, nghĩa là không thể tự tổng hợp các chất hữu cơ cho cơ thể từ nước và khí CO₂.

- Vách tế bào chủ yếu là chitin và glucan.

- Đường dự trữ trong tế bào nấm dưới dạng glycogen, thay vì tinh bột.

Mặc dù vậy, nấm cũng không thể là động vật. Nấm sinh sản chủ yếu bằng bào tử (vô tính hoặc hữu tính). Sự dinh dưỡng của nấm lại liên quan đến hệ sợi nấm. Chất dinh dưỡng được hấp thụ qua màng tế bào của hệ sợi nấm tương tự như rễ của thực vật.

Ngoài ra, với sự phong phú của các loài nấm (hiện nay đã mô tả được 65.000 loài) thì đây là một nhóm lớn, chỉ đứng sau côn trùng (hơn mười triệu loài). Vì vậy, nấm đã được tách ra khỏi giới thực vật và thành lập một giới riêng, gọi là giới nấm.

Như vậy, nấm là sinh vật có nhân thật (Eucaryota), có cấu tạo đơn bào như vi nấm (nấm men, nấm mốc) hoặc đa bào như các loại nấm sợi (trong đó có nấm lớn).

Trong giáo trình này chúng tôi chỉ đề cập đến nấm lớn, đây là những loại nấm có đặc điểm đặc trưng là hình thành quả thể hay còn gọi là tai nấm. Quả thể là cấu trúc đặc biệt, có kích thước lớn và là cơ quan sinh sản của nấm.

Trong thiên nhiên, nấm lớn được chia thành ba nhóm chính: nấm ăn được, nấm không ăn được và nấm độc. Nấm độc đều là những nấm không ăn được, nhưng nấm không ăn được chưa hẳn là nấm độc.

Những loại nấm này không chứa độc tố, nhưng quả thể hoá gỗ hoặc hoá cứng như *Ganoderma*, *Trametes*, *Phellinus*, *Panus*,..... Ngoài ra, có những loại nấm không ăn được do quả thể có kích thước quá nhỏ, nhầy nhớt, rất dai, đôi khi có mùi vị khó chịu,.....

1.2. Đặc điểm biến dưỡng của nấm

Nấm chủ yếu sống dị dưỡng, lấy thức ăn từ các nguồn hữu cơ có sẵn như xác bã động vật hoặc thực vật. Hầu hết các loại nấm lớn đều hấp thụ dinh dưỡng qua màng tế bào hệ sợi nấm.

Ở nấm có hệ enzyme phân giải tương đối mạnh, giúp chúng có thể sử dụng các dạng thức ăn phức tạp, bao gồm các đại phân tử như: cellulose, hemicellulose, lignin, polysaccharide, protein,..... Với cấu trúc dạng sợi, tơ nấm len lỏi sâu vào trong cơ chất rút lấy thức ăn để nuôi toàn bộ cơ thể.

Dựa theo cách dinh dưỡng của nấm, có thể chia thành 3 nhóm sau đây:

1.2.1. Nấm hoại sinh

Hầu hết các loài nấm đều sống theo kiểu hoại sinh, thức ăn của chúng là xác bã thực vật hoặc động vật. Chúng có khả năng phân huỷ những đại phân tử như chất xơ, chất bột để tạo thành những chất đơn giản, dễ hấp thu, sản phẩm cuối thường là D – glucose.

1.2.2. *Nấm ký sinh*

Nhóm này chủ yếu là các loài nấm gây bệnh, chúng sống bám vào cơ thể các sinh vật khác như động vật, thực vật hoặc các loài nấm khác. Thức ăn của chúng chính là các chất lấy từ cơ thể ký chủ, làm suy yếu hoặc tổn thương ký chủ.

Một số nấm có thể sống trên cây còn tươi, nhưng đời sống thực sự vẫn là hoại sinh. Do đó, các loài nấm này được xếp vào nhóm trung gian, gọi là bán ký sinh, chẳng hạn như nấm mốc nhĩ.

1.2.3. *Nấm cộng sinh*

Đây là nhóm nấm đặc biệt, chúng lấy thức ăn từ cơ thể vật chủ nhưng không làm chết hoặc tổn thương vật chủ, ngược lại, còn giúp vật chủ phát triển tốt hơn. Vì vậy, các loài nấm này đối với vật chủ có mối quan hệ mật thiết với nhau. Do đó, kỹ thuật nuôi trồng nấm cộng sinh tương đối phức tạp hơn, thường giống nấm được cấy cùng lúc với việc trồng cây (ví dụ như nấm *Bolutes*, *Tuber*).

1.3. **Đặc trưng về sinh sản và chu trình sống của nấm**

Khả năng sinh sản là một đặc điểm quan trọng của nấm, sự phát triển khá nhanh và phân bố rộng ở nấm bắt đầu từ bào tử. Bào tử của nấm phổ biến có hai dạng, đó là dạng vô tính và hữu tính. Đối với nấm lớn, bào tử sinh ra bên dưới cấu trúc đặc biệt gọi là mũ nấm hay tai nấm. Mũ nấm thường có cuống nâng lên cao để có thể nhờ gió đưa bào tử bay xa. Bào tử nảy mầm sinh trưởng tạo thành hệ sợi nấm mới.

Đa số nấm trồng là nấm đảm, cơ quan sinh sản có cấu tạo đặc biệt gọi là tai nấm hay quả thể. Quả thể chủ yếu gồm có mũ và cuống nấm. Mũ thường có dạng nón hay phễu, với cuống dính ở giữa hay bên. Mặt dưới mũ nấm được cấu tạo bởi các phiến mỏng xếp sát vào nhau như hình nan quạt. Ở một số nấm, chẳng hạn như nấm bào ngư (*Pleurotus*), phiến còn kéo dài từ mũ xuống cuống (chân nấm).

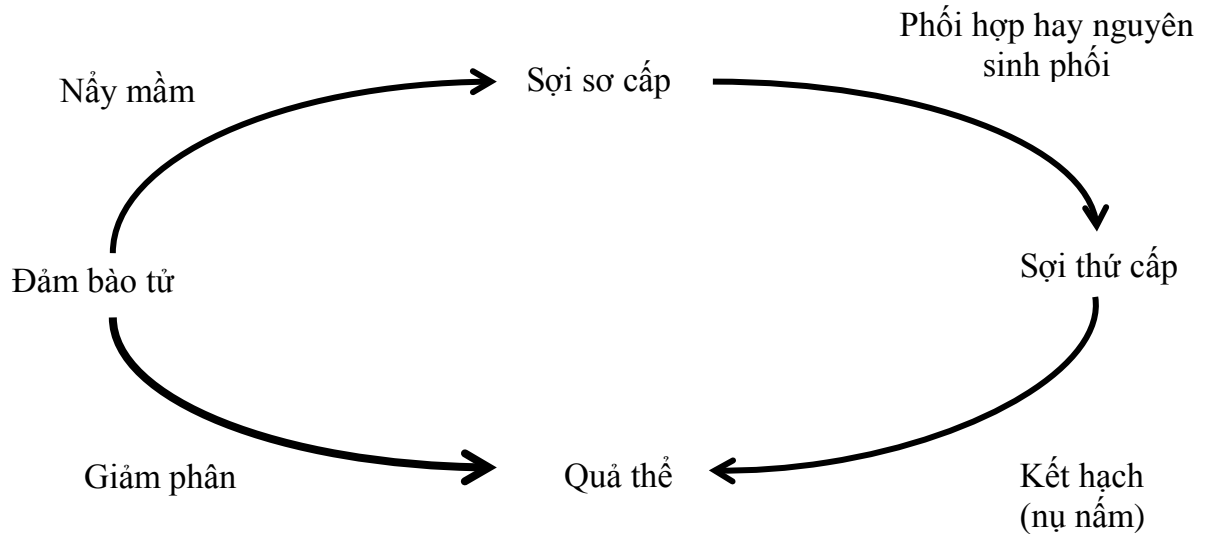
Bào tử đảm tạo ra ở bề mặt phiến, trên cấu trúc đặc biệt gọi là đảm (basidium). Đặc biệt ở nấm đậu (*Coprinus*), khi tai nấm trưởng thành, mũ sẽ chảy thành dịch nước đen mang theo các bào tử đảm, còn các bào tử khác sẽ rụng và bay theo gió.

Đảm được tạo thành từ các đầu ngọn sợi nấm, đó là thụ tầng (hymenium). Tế bào này gồm có hai nhân đứng riêng rẽ, nhưng khi tế bào phồng to thì hai nhân sẽ nhập lại thành một, gọi là quá trình thụ tinh. Nhân thụ tinh sẽ phân chia tạo ra bốn nhân con. Mỗi nhân sẽ được nguyên sinh chất đẩy vào một cái gai nhỏ để tạo ra một đảm bào tử, tuy nhiên, có khi một đảm bào tử có thể chứa cùng lúc hai nhân như ở nấm rơm hoặc nấm mỡ (*Agaricus bisporus*). Các tế bào đảm hợp lại thành lớp trên bề mặt của phiến gọi là thụ tầng (hymenium) và vì vậy đảm bào tử cũng thành lớp phủ trên bề mặt phiến.

Dựa vào cấu trúc của đảm người ta phân biệt nấm đồng đảm và dị đảm. Nấm đồng đảm có đảm là một tế bào đồng nhất, trong khi đó ở nấm dị đảm thì đảm lại chia thành bốn phần, mỗi phần tạo ra một đảm bào tử.

Đến giai đoạn trưởng thành, đảm bào tử sẽ rụng và bay đi khắp nơi, gặp điều kiện thuận lợi sẽ nảy mầm và phát triển thành hệ sợi nấm mới. Hệ sợi nấm này thường chỉ có một nhân nên được gọi là sợi sơ cấp (primary mycelium). Đối với nấm dị tán, phải có sự phối hợp giữa hai sợi nấm sơ cấp phát sinh từ hai bào tử có đặc tính di truyền khác nhau mới thành sợi thứ cấp (secondary mycelium). Trong khi đó nấm đồng tán chỉ cần hệ sợi sơ cấp từ một bào tử nảy mầm cũng có thể tự phối hợp cho ra hệ sợi thứ cấp. Từ hệ sợi thứ cấp chứa hai nhân nấm phát triển thành mạng sợi, lan ra khắp nơi trên cơ chất để hấp thụ dinh dưỡng. Trong trường hợp bị đứt khúc, các sợi nấm tự làm

lành vết thương và tái lập lại hệ sợi, tương tự như cây trồng trong giâm hay chiết cành. Ở những điều kiện nhất định, như độ ẩm và nhiệt độ thích hợp, hệ sợi nấm sẽ bện lại và tạo thành hạch nấm. Hạch nấm tiếp tục phát triển cho quả thể trưởng thành.



Hình 1.1. Sơ đồ chu trình sống của nấm

1.4. Giá trị dinh dưỡng và giá trị dược liệu của nấm

1.4.1. Giá trị dinh dưỡng của nấm

Nấm là sinh vật không thể thiếu trong đời sống, không có nấm chu trình tuần hoàn vật chất sẽ bị mất đi một mắt xích quan trọng và cả thế giới sẽ ngổn ngang những chất bã hữu cơ phân hủy. Nấm còn đem lại nguồn thực phẩm giàu đạm, đầy đủ các amino acid thiết yếu, hàm lượng chất béo ít và là những acid béo chưa bão hòa. Do đó sử dụng nấm sẽ tốt cho sức khỏe, giá trị năng lượng cao, giàu khoáng chất và các vitamin. Ngoài ra, trong nấm còn chứa nhiều hoạt chất có tính sinh học, góp phần ngăn ngừa và điều trị bệnh cho con người, vì hầu như các loài nấm ăn đều có tác dụng phòng ngừa chống u bướu.

a. Protein thô

Nhiều kết quả phân tích trên nấm khô cho thấy, nấm có hàm lượng protein cao. Hàm lượng protein thô ở nấm mộc nhĩ là thấp nhất, chỉ 4 - 8%; ở nấm rơm khá cao, đến 43%, ở nấm mỡ là 23,9 - 34,8%; ở nấm đông cô là 13,4 - 17,5%, nấm bào ngư xám *Pleurotus ostreatus* là 10,5 - 30,4%, bào ngư mỏng *Pleurotus sajor-caju* là 9,9 - 26,6%; nấm kim châm là 17,6%, nấm hầu thủ từ 23,8 - 31,7%.

Nấm có đầy đủ các amino acid thiết yếu như: isoleucine, leucine, lysine, methionine, phenylalanine, threonine, valine, tryptophan, histidine. Đặc biệt nấm giàu lysine và leucine, ít tryptophan và methionine. Đối với nấm rơm khi còn non (dạng nút tròn) hàm lượng protein thô lên đến 30% và giảm chỉ còn 20% khi bung dù. Ngoài ra, tùy theo cơ chất trồng nấm mà hàm lượng protein có thể thay đổi.

Nhìn chung, hàm lượng protein của nấm chỉ đứng sau thịt và sữa, cao hơn các loại rau cải, ngũ cốc như khoai tây (7,6%), bắp cải (18,4%), lúa mạch (7,3%) và lúa mì (13,2%).

b. Chất béo

Chất béo có trong các loại nấm chiếm từ 1-10% trọng lượng khô của nấm, bao gồm các acid béo tự do, monoglyceride, diglyceride và triglyceride, serol, sterol ester, phospholipide.

Ở nấm có từ 72 - 85% acid béo thiết yếu, chiếm 54-76% tổng lượng chất béo. Kết quả phân tích ở nấm mỡ và nấm rơm có hàm lượng chất béo là 69 -70%, ở nấm mèo là 40,39%, ở bào ngư mỏng là 62,94%, ở nấm kim châm là 27,98%.

Bảng 1.1. Thành phần hóa học của một số loài nấm ăn

<i>Loài nấm</i>	<i>Mẫu phân tích</i>	<i>Độ ẩm (%)</i>	<i>Protein thô (%)</i>	<i>Lipide (%)</i>	<i>Carbo hydrate (%)</i>	<i>Chất xơ (%)</i>	<i>Tro (%)</i>	<i>Nguồn tham khảo</i>
Nấm rơm <i>V. volvacea</i>	Tươi	90,1	21,2	10,1	58,6	11,1	10,1	FAO
	Đóng hộp	89,6	22,1	1,0	65,4	11,5	11,5	
	Khô	8,3	21,9	13,3	54,8	5,5	10,0	
Nấm mèo lông <i>A. polytricha</i>	Tươi	87,1	7,7	0,8	87,6	14,0	3,9	FAO
	Khô	13,0	7,9	1,2	84,2	9,1	6,7	
Nấm mèo trơn <i>A. auriculajuda e</i>	Khô	16,4	8,1	1,5	81,0	6,9	9,4	Adriano và Cruz
Nấm mèo trắng <i>A. sp.</i>	Khô	12,9	4,7	2,1	88,3	2,1	4,9	FAO
Nấm sò xám <i>P. ostreatus</i>	Tươi	90,8	30,4	2,2	57,6	8,7	9,8	FAO Adriano và Cruz
	Khô	10,7	27,4	1,0	65,0	8,3	6,6	
Nấm sò Ấn Độ	Tươi	91,0	21,6	7,2	60,5	11,9	10,7	Zakia và cộng sự
Nấm hương <i>L. edodes</i>	Tươi	91,8	13,4	4,9	78,0	7,3	3,7	FAO
	Khô	15,8	10,3	1,9	82,3	6,5	5,5	
Nấm ngân nhĩ <i>T. fuciformis</i>	Khô	19,7	4,6	0,2	94,8	1,4	0,4	FAO
Nấm mỡ <i>A. bisporus</i>	Tươi	88,7	23,9	8,0	60,1	8,0	8,0	FAO
	Đóng hộp	91,6	28,6	2,4	49,9	8,3	19,1	
	Khô	9,1	27,8	3,9	52,6	6,6	15,7	
Nấm kim châm <i>F. velutipes</i>	Tươi	89,2	17,6	1,9	73,1	3,7	7,4	FAO
Nấm trân châu <i>Pholiota nameko</i>	Tươi	95,2	20,8	4,2	66,7	6,3	8,3	FAO

c. Carbohydrate và cellulose

Tổng lượng carbohydrate và cellulose chiếm từ 51 - 88% trong nấm tươi và khoảng 4 - 20% so với trọng lượng nấm khô, bao gồm các đường pentose, methyl pentose, hexose, disaccharide. Trehalose là một loại “đường của nấm” hiện diện trong tất cả các loại nấm, nhưng chỉ có ở nấm non vì nó bị thủy giải thành glucose khi nấm trưởng thành. Polysaccharide tan trong nước từ quả thể nấm luôn luôn được chú ý đặc biệt vì tác dụng chống ung thư của nó.

Thành phần chính của sợi nấm ăn là chitine, một polymer của n-acetylglucosamine, cấu tạo nên vách của tế bào nấm. Cellulose chiếm khoảng 3,7% ở nấm kim châm cho đến 11,9 - 19,8% ở các loại nấm mộc nhĩ; 7,5 - 17,5% ở nấm bào ngư; 8 -14% ở nấm mỡ; 7,3 - 8% ở nấm đông cô và 4,4 - 13,4% ở nấm rơm.

d. Vitamin

Nấm chứa rất nhiều loại vitamin như B, C, K, A, D, E,... Trong đó nhiều nhất là vitamin nhóm B như: thiamine (B₁), riboflavine (B₂), niacine (B₃) và acid ascorbic (vitamin C)...

Bảng 1.2. Hàm lượng vitamin và chất khoáng của một số loài nấm ăn (Nguồn FAO)

Đơn vị tính: mg/100g chất khô

Loại nấm	Nấm rơm	Nấm mèo	Nấm sò	Nấm hương	Nấm mỡ
Acid nicotinic	91,9	4,7	108,7	54,9	42,5
Riboflavin	3,3	0,6	4,7	4,9	3,7
Thiamin	1,2	0,2	4,8	7,8	8,9
Acid ascorbic	20,2	0	0	0	26,5
Iron	17,2	64,5	15,2	4,5	8,8
Calcium	71	239	33	12	71
Phosphorus	677	256	1348	476	912
Sodium	374	72	837	61	106
Postasium	3455	984	3793	0	2850

Bảng 1.3. Hàm lượng amino acid của một số loài nấm ăn (Nguồn FAO)

Đơn vị tính: mg/100g chất khô

Loại nấm	Nấm rơm	Nấm sò	Nấm hương	Nấm mỡ
Lysine	384	321	174	527
Histidine	187	87	87	179
Arginine	366	306	348	446
Theonine	375	264	261	366
Valine	607	390	261	420
Methionine	80	90	87	126

<i>Loại nấm</i>	<i>Nấm rơm</i>	<i>Nấm sò</i>	<i>Nấm hương</i>	<i>Nấm mỡ</i>
Isoleucine	491	266	218	366
Leucine	312	390	348	580

e. Khoáng chất

Nấm ăn là nguồn cung cấp chất khoáng cần thiết cho cơ thể. Nguồn này lấy từ cơ chất trồng nấm, thành phần chủ yếu là K, kế đến là P, Na, Ca và Mg, các nguyên tố khoáng này chiếm từ 56 - 70% lượng tro. P và Ca trong nấm luôn cao hơn một số loại trái cây và rau cải. Ngoài ra, nấm còn có chứa các chất khoáng khác như Fe, Cu, Zn, Mn, Co,.....

Nấm rơm được ghi nhận rất giàu K, Na, Ca, P, Mg, chiếm từ 56-70% lượng tro tổng cộng. P và Fe thường hiện diện ở phần vỏ và mũ nấm. Ở quả thể trưởng thành thì lượng Na và P giảm, trong khi K, Ca, Mg giữ nguyên.

f. Giá trị năng lượng của nấm

Phân tích của Crisan và Sands; Bano và Rajarathnam tính trên 100g nấm khô cho kết quả như sau: Nấm mỡ: 328 – 381 Kcal; Nấm hương: 387 - 392 Kcal; nấm bào ngư xám 345 - 367 Kcal; nấm bào ngư mỏng 300 - 337 Kcal; Bào ngư trắng 265 - 336 Kcal; nấm rơm 254 - 374 Kcal; nấm kim châm 378 Kcal; nấm mèo 347 - 384 Kcal; nấm hầu thủ 233 Kcal.

1.4.2. Giá trị dược liệu của nấm

Nấm không chỉ ăn ngon, giàu chất dinh dưỡng, mà còn không gây xơ cứng động mạch và không làm tăng lượng cholesterol trong máu như nhiều loại thịt động vật. Một số loài nấm như linh chi còn có tác dụng chữa bệnh viêm gan, ruột, cao huyết áp, thậm chí còn giảm đau và chữa khỏi cho các bệnh nhân ung thư giai đoạn đầu.

Nấm chứa nhiều acid folic nên có thể giúp phòng ngừa và điều trị bệnh thiếu máu. Nhiều nấm ăn có chứa lượng retine cao, theo A.S. Gyorgyi, chất này là yếu tố làm chậm sự phát triển của tế bào ung thư. Nhiều hợp chất trích từ nấm như glucan (thành phần cấu tạo vách tế bào nấm) hoặc leutinian (trích từ nấm đông cô)... có khả năng ngăn chặn sự phát triển của các khối u. Do đó, người ta cho rằng nấm ăn có thể cải thiện được bệnh ung thư.

Ngoài ra, nấm còn chứa ít muối natri, rất tốt cho cho những người mắc bệnh thận và suy tim có biến chứng phù. Ở Trung Quốc và các nước phương Đông, người ta còn dùng nấm để điều trị nhiều bệnh như rối loạn tiêu hóa, rối loạn tim mạch, cao huyết áp, tiểu đường, bổ xương, chống viêm nhiễm...

Có thể nói nấm là loại thực phẩm tốt cho sức khỏe con người.

Việt Nam bắt đầu có những căn bệnh của xã hội công nghiệp như stress, béo phì, xơ mỡ động mạch, huyết áp, ung thư... Nếu mỗi tuần chúng ta đều ăn nấm ít nhất một lần thì cơ thể sẽ chậm lão hóa hơn và ngăn ngừa được những bệnh nêu trên. Từ đó cho thấy, nấm còn là nguồn thực phẩm chức năng của thế kỷ 21.

a. Tăng cường khả năng miễn dịch của cơ thể

Trong nấm có chứa các hợp chất polysaccharide liên kết với protein, gồm hai loại chính là PSP (polysaccharide peptide) và PSK (polysaccharide krestine). Các hoạt chất này có tác dụng hoạt hóa, tăng cường sự sản sinh và bảo vệ các tế bào của hệ miễn dịch, kích thích làm tăng sự sản xuất các interferon, interleukin và các TNF (yếu tố

hoại tử u). Từ đó thúc đẩy sự sản xuất các tế bào lymphocyte, đồng thời hoạt hóa các đại thực bào, là các tế bào tiêu diệt vi sinh vật xâm nhập vào cơ thể.

PSK và PSP giúp tăng cường sức đề kháng của cơ thể nói chung, chống lại ảnh hưởng kiềm chế miễn dịch của các liệu pháp hóa trị và xạ trị, giúp kiềm chế tác hại và kìm hãm sự phát triển các khối u, đồng thời cũng giúp tăng cường chức năng của gan, tăng cảm giác ngon miệng, điều hoà hệ thần kinh và làm giảm đau các vết thương.

Ngoài ra, các polysaccharide trong nấm cũng có khả năng hoạt hóa miễn dịch tế bào, thúc đẩy quá trình sinh trưởng và phát triển của tế bào lymphocyte, kích hoạt tế bào lympho T và lympho B. Nấm linh chi, nấm vân chi, nấm đầu khi và mộc nhĩ đen còn có tác dụng nâng cao năng lực hoạt động của đại thực bào.

b. Kháng ung thư và kháng virus

PSP và PSK có tác dụng với nhiều loại tế bào ung thư như các tế bào ung thư biểu mô (carcinoma), các sarcoma và các tế bào ung thư máu (leukemia). Một nghiên cứu khác lại cho thấy các polysaccharide này có khả năng ức chế sự tổng hợp DNA ở các tế bào ung thư vú và kìm hãm sự nhân lên hàng loạt của các tế bào ung thư gan. Ở Nhật Bản, từ năm 1970, PSK từ nấm vân chi đã được chứng minh có khả năng kéo dài thời gian sống thêm 5 năm hoặc hơn cho các bệnh nhân ung thư thuộc nhiều thể loại như: ung thư dạ dày, ung thư đại tràng, ung thư vòm họng, ung thư thực quản, ung thư phổi và ung thư vú.

Gần đây, PSP còn được chứng minh là có tác dụng chống lại sự xâm nhiễm của virus HIV type 1 (R. A. Collins và Ng. T. B, 1997). Sau thời gian điều trị các bệnh nhân đều khỏi hoặc thuyên giảm hẳn các triệu chứng hệ quả của AIDS như ỉa chảy, viêm phế quản, đau tim, viêm dây thần kinh, nhiễm khuẩn, nhiễm nấm,

Các polysaccharide của nấm vân chi có độ bền cao với nhiệt độ và ánh sáng, tồn tại lâu trong cơ thể, và đặc biệt chưa được phát hiện có tác dụng phụ gì, ngay cả đối với phụ nữ mang thai, vì vậy rất thích hợp cho nhiều liệu pháp điều trị (P.M.Kidd, 2000).

c. Dự phòng và trị liệu các bệnh tim, mạch

Nấm ăn có tác dụng điều tiết công năng tim mạch, làm tăng lưu lượng máu động mạch vành, hạ thấp oxygen tiêu thụ và cải thiện tình trạng thiếu máu cơ tim. Các loại nấm như ngân nhĩ, mộc nhĩ trắng, mộc nhĩ đen, nấm đầu khi, nấm hương, đông trùng hạ thảo... đều có tác dụng điều chỉnh rối loạn lipide máu, làm hạ lượng cholesterol, triglyceride và beta-lipoprotein trong huyết thanh. Ngoài ra, nấm linh chi, nấm mỡ, nấm rơm, nấm kim châm, ngân nhĩ, mộc nhĩ đen còn có tác dụng làm hạ huyết áp.

d. Giải độc và bảo vệ tế bào gan

Các polysaccharide chiết xuất từ nấm linh chi, nấm hương có tác dụng bổ gan, không chế có hiệu quả với viêm gan mãn tính do virus đạt hiệu quả 97 – 98%, hỗ trợ cho điều trị ung thư gan (GS Lâm Chí Bản, 2000).

Kết quả nghiên cứu cho thấy, nhiều loại nấm ăn có tác dụng giải độc và bảo vệ tế bào gan rất tốt. Ví dụ như nấm hương và nấm linh chi có khả năng làm giảm thiểu tác hại đối với tế bào gan của các chất như carbon tetrachloride, thioacetamide và prednisone, làm tăng hàm lượng glycogen trong gan và hạ thấp men gan. Nấm bạch linh và trư linh có tác dụng lợi niệu, kiện tỳ, an thần, thường được dùng trong những đơn thuốc Đông dược điều trị viêm gan cấp tính.

e. Trị liệu các bệnh đường tiêu hoá

Nấm đầu khi có tác dụng phục hồi niêm mạc dạ dày, giúp tiêu hoá tốt, có hiệu

quả rõ rệt trong trị liệu các chứng bệnh như chán ăn, rối loạn tiêu hóa. Trong lâm sàng, các bác sỹ Trung Quốc đã sử dụng rộng rãi nấm đầu khi để điều trị các bệnh viêm loét dạ dày, tá tràng, viêm loét ruột, co thắt dạ dày và các bệnh về đường tiêu hoá khác.

Theo nghiên cứu của Crissan và Sand (1986) cho thấy nấm kim châm chứa nhiều arginine và lysine, có công dụng phòng chống viêm gan, loét dạ dày, sỏi niệu đạo và sỏi túi mật.

f. Tác dụng giảm lượng đường trong máu

Đái tháo đường là một trong ba bệnh quan trọng đang uy hiếp sức khoẻ con người sau tim mạch và ung thư. Hoạt chất polysaccharide trong mộc nhĩ trắng có tác dụng làm giảm tổn hại tế bào tuyến tụy, gián tiếp làm hạ lượng đường trong máu.

Các nhà khoa học Nhật Bản đã thành công khi dùng đông trùng hạ thảo để kích thích tế bào tuyến tụy tiết ra pancretin làm hạ đường huyết. Ngoài ra, Ganoderma A và Ganoderma C trong nấm linh chi cũng có tác dụng làm giảm lượng đường trong máu.

g. Tác dụng khử các gốc hữu cơ tự do và chống lão hóa

Trong quá trình trao đổi chất của tế bào thường tạo thành một số chất có gốc tự do, gây phản ứng ôxy hoá làm cho nhiều chất béo không no ở màng tế bào bị ôxy hoá mạnh. Từ đó làm cho cấu trúc và chức năng của tế bào bị biến đổi, đồng thời các tổ chức tế bào bị tổn thương.

Hoạt chất triterpen ở nấm linh chi hoặc các polysaccharide của mộc nhĩ trắng có khả năng làm tăng hoạt lực của enzyme superoxide dismutase, loại trừ được các gốc tự do như (-O-) và (-OH).

Đa số các loại nấm ăn đều chứa nhiều amino acid, ít chất béo, ít calo và có hoạt tính rất tốt cho tuổi già. Các polysaccharide trong nấm có tác dụng làm giảm sắc tố gây sạm da ở người già. Ngoài ra, thành phần hoá học của nấm sẽ làm giảm lượng mỡ trong cơ thể, từ đó có khả năng làm chậm quá trình lão hóa và kéo dài tuổi thọ.

2. NẤM ĐỘC

2.1. Cách nhận biết nấm độc

Cấu tạo của nấm gồm hai phần chính: quả thể mọc ở trên cơ chất mà ta thường nhìn thấy và hệ sợi nấm nằm sâu trong cơ chất không nhìn thấy được. Quả thể nấm bao gồm mũ nấm và cuống nấm. Dưới mũ nấm có các phiến nấm, nơi chứa các bào tử nấm, làm nhiệm vụ sinh sản. Cuống nấm hay chân nấm ở phần trên có vòng mỏng dạng màng gọi là vòng nấm và phần dưới của cuống nấm có bộ phận bao quanh gốc. Độc tố của nấm thường nằm ở quả thể.

Có 3 phương pháp để phân biệt nấm độc, bao gồm phương pháp hóa học, phương pháp thử nghiệm trên động vật và phương pháp nhận biết hình thái. Trong đó, phương pháp hóa học thường phức tạp vì đòi hỏi máy móc và hóa chất để làm xét nghiệm. Phương pháp thử nghiệm trên động vật không phải ở đâu và bất kỳ chỗ nào cũng làm được. Chính vì vậy, phương pháp đơn giản và được ứng dụng nhiều nhất trong thực tế là nhận biết đặc điểm hình thái, so sánh nấm độc và nấm không độc.

Nấm độc thường có những đặc điểm cơ bản như sau:

- Nấm có đủ mũ, phiến, cuống, đặc biệt có vòng quanh thân và bao gốc.
- Nấm có màu sắc sặc sỡ, hình dáng đẹp và bóng. Ở nấm độc thường có đốm nổi lên, trên mũ nấm có những hạt nổi hoặc vân màu đỏ hay màu tạt, có rãnh, vết nứt.
- Nấm độc thường không bị sâu bọ xâm hại.

- Nấm độc khi hái thường có mùi cay, mùi hắc hoặc mùi đắng xộc lên. Nấm ăn được thường thơm hoặc không mùi.

- Phần thân nấm dòn, không rỗng.

- Bề ngang cây nấm, thường có nhựa mủ màu trắng như sữa, màu đen hoặc màu đỏ chảy ra.

- Nấm có thể giữ nguyên được hình dạng khoảng 1-3 tháng mà không bị mốc hoặc thối nhũn.

Ngoài những đặc điểm trên, có thể nhận biết nấm độc bằng các thử nghiệm khác.

- Thử nghiệm biến màu:

+ Đun sôi nấm với vài lát tỏi, nếu là nấm độc thì tỏi sẽ chuyển sang màu nâu đen.

+ Dùng phần trắng của hành lá chà xát trên mũ nấm, nếu thân hành biến thành màu xanh nâu chứng tỏ có độc, nếu ngược lại, hành không chuyển màu chứng tỏ không có độc. Ngoài ra, sau khi nấu chín, có thể dùng dũa, thìa bạc để thử trước khi ăn.

- Thử nghiệm bằng sữa bò: Cho một lượng nhỏ sữa bò tươi lên trên mũ nấm, nếu thấy hiện tượng sữa vón cục, có khả năng nấm này có độc.

2.2. Độc tố nấm

Độc tố nấm có thể gây độc cho người, động vật, thực vật và cả vi sinh vật. Ở một số trường hợp, nấm tiết độc tố ra ngoài môi trường và sẽ tồn tại trong cơ chất nơi chúng sống. Nếu cơ chất lại là nguồn thức ăn cho những sinh vật khác thì nó sẽ là tác nhân gây độc trực tiếp. Tuy nhiên, nhiều loài nấm độc không tiết độc tố ra ngoài môi trường mà lại tích lũy ngay trong cơ thể chúng. Do đó, nó chỉ gây độc khi động vật hoặc người ăn phải.

Bảng 1.4 . Những độc tố nấm gây độc cho người

Độc tố	Nguồn gốc	Tác động đối với con người
Amanitin (α , β , γ)	<i>Amanita phalloides</i>	Rất độc, tấn công vào hệ thần kinh, dạ dày, ruột.
Cholin	<i>Inocybes</i> <i>Clitocybes</i> <i>A. muscaria</i> <i>A. pantherina</i>	Gây đau bụng, tiêu chảy, làm giảm mạch, giảm huyết áp và co cơ.
Hallucinatin	<i>Agaric atropiniens</i> <i>Psylocybes</i>	Tạo ra trạng thái ảo giác, thấy nhiều điểm sáng, màu sắc hay những vạch chạy rất chậm.
Myco-atropin	<i>A. muscaria</i> <i>A. pantherina</i>	Gây đau bụng, tiết mồ hôi, theo sau sự biểu lộ hoang tưởng, đôi khi gây co giật.
Muscarin	<i>A. muscaria</i>	Rất độc, gây chết người ở 0,003 – 0,005g.
Phalloidine	<i>A. phalloides</i> <i>A. verna</i> , <i>A. virosa</i> , <i>A. capensis</i>	Rất độc, tấn công vào gan và gây chết người.

Độc tố	Nguồn gốc	Tác động đối với con người
	<i>Lepitota helveola</i> <i>L. scobinella</i>	

Một vài loài nấm chứa độc tố có thể gây chết người, như *Amanita phalloides* và *Amanita verna* chỉ cần 50g nấm tươi đủ để gây chết đối với một người trưởng thành. Độc tố nấm có thể gây rối loạn tiêu hoá, tiêu chảy, gây tổn thương gan, thận và các cơ quan khác của cơ thể.

Dựa theo các kiểu tác động của độc tố nấm, có thể chia làm ba nhóm chính:

- Nhóm gây độc cho tế bào
- Nhóm gây độc cho thần kinh
- Nhóm gây độc cho hệ tiêu hoá

2.3. Một số nấm độc thường gặp

2.3.1. Nấm tử thần

Nấm tử thần có tên khoa học là *Amanita phalloides*

Tên gọi khác: nấm chó hay nấm mũ trắng

Hình 1.2. Nấm tử thần (Amanita phalloides)

Mũ nấm thường dẹt, đường kính khoảng 10cm, thường có màu trắng, đôi khi có màu vàng lục hay xanh lục. Phiến nấm thường có màu trắng hoặc màu xanh lục. Cuống nấm màu trắng, hơi có vẩy, phần trên cuống có vòng bao, phần dưới cuống có những cục xù xì nổi lên.

Loài nấm này rất độc, hiện nay người ta đã tìm ra được ba độc tố chính:

- Phallin: chất này còn có tên là Amanita - hemolizin, dễ dàng bị phá hủy ở 70⁰C, ở môi trường kiềm yếu và acid yếu. Ngoài ra chúng dễ bị enzyme tiêu hóa như pepsin, trypsin phá hủy. Loại chất độc này có tính tán huyết.

- Phalloidine: công thức hóa học là C₃₀H₃₉O₁₂N₇S, nóng chảy ở 280 - 282⁰C, tác dụng nhanh, gây tổn thương gan, có tính chất gián phân.

- Amanitin: công thức hóa học là C₃₃H₄₅O₁₂N₇S, tan trong nước, nóng chảy ở 245⁰C, tác động chậm, hạ đường huyết, làm tiêu nhân và gây thoái hóa tế bào.

Triệu chứng ngộ độc thường xuất hiện chậm (9 - 11 giờ sau khi ăn phải nấm độc), do đó rất tác hại vì chất độc đã xâm nhập sâu vào máu. Triệu chứng ngộ độc tùy theo giai đoạn, có lúc lại trái ngược nhau. Thường bắt đầu bằng nôn mửa, đau bụng dữ dội ở vùng thất lưng, mồ hôi vã ra, bí đái do mất nước và mất muối, da và mắt trông giống người bị mắc bệnh dịch tả.

Triệu chứng thần kinh, trái ngược hẳn lại, bệnh nhân có vẻ sợ hãi, im lặng, trí khôn và trí nhớ còn mãi cho đến lúc chết (thường 1-5 ngày sau). Triệu chứng có những lúc như đỡ hơn, nhưng có lúc lại trở nặng hơn, cuối cùng là gan sưng to, hôn mê và chết. Tỷ lệ tử vong lên đến 90% và nếu không chết thì giai đoạn bình phục cũng rất dai dẳng.

2.3.2. Nấm thiên sứ chết

Nấm thiên sứ chết có tên khoa học là *Amanita bisporigera*. Quả thể nấm có màu trắng thuần khiết. Người ta thường nhầm lẫn nó với một số loài nấm ăn được khác. Tuy nhiên trong nấm *A. bisporigera* chứa chất amatoxin có thể làm chấm dứt quá trình trao đổi chất xảy ra ở tế bào. Do đó, người bị ngộ độc nấm sẽ chết trong vài ngày sau khi ăn.

Hình 1.3. Nấm thiên sứ chết (*A. a bisporigera*)

2.3.3. Nấm bắt ruồi

Nấm bắt ruồi có tên khoa học là *Amanita muscaria*. Nấm phát triển ở vùng có chứa nhiều chất hữu cơ và có độ ẩm môi trường cao.

Quả thể nấm có mũ tròn và dẹt, màu vàng hoặc vàng da cam, trên nắp mũ có núp màu vàng hoặc trắng, mặt dưới xòe ra như hình bánh xe. Cuống nấm hơi to và thô.

Loại nấm này sinh ra độc tố có tên là muscarin và một số chất độc khác. Trong đó muscarin được coi là độc nhất, là một chất kiềm sinh vật và có khả năng gây chết. Khi ăn phải nấm độc này, triệu chứng ngộ độc sẽ xuất hiện trong thời gian từ 1 - 6 giờ. Người ăn phải nấm độc sẽ bị loét dạ dày, viêm ruột cấp tính, nôn mửa, chảy nước dãi, đổ mồ hôi rất nhiều, đồng tử hai mắt co lại, mất phản xạ ánh sáng. Nếu ngộ độc nặng, cơ thể nhợt nhạt, co quắp, chết bởi tê liệt trung khu thần kinh hô hấp.

Hình 1.4. Nấm bắt ruồi (*A. muscaria*)

2.3.4. Nấm thiên thần hủy diệt

Nấm thiên thần hủy diệt có tên khoa học là *Amanita virosa*. Chúng thường phân bố ở đông Canada và vùng tây bắc Thái Bình Dương.

Toàn bộ quả thể nấm có màu trắng tinh. Mũ nấm có dạng hình nón, đường kính từ 5 – 20cm. Nấm có mùi hăng dẹt, chứa độc tố phalloidine.

Loại nấm này rất độc, triệu chứng ngộ độc xảy ra tương tự như ngộ độc nấm *A. phalloides*.

Hình 1.5. Nấm thiên thần hủy diệt (A. virosa)

2.3.5. Nấm mũ vân cẩm thạch

Nấm mũ vân cẩm thạch có tên khoa học là *Amanita marmorata*. Loại nấm này được tìm thấy ở Hawaii, Úc và Nam Phi, chúng chứa chất độc amatoxin cực kỳ nguy hiểm.

Hình 1.6. Nấm mũ vân cẩm thạch (A. marmorata)

2.3.6. Nấm nảo

Nấm nảo có tên khoa học là *Gyromitra esculenta*. Quả thể nấm có màu vàng sáp hay nâu, mũ nấm có nhiều nếp nhăn giống như nảo nên được gọi là nấm nảo (Hình 1.7).

Nấm *Gyromitra* có chứa acid độc với hàm lượng 0,2 - 0,4%, dễ dàng hòa tan trong nước, làm tan máu và gây tổn thương gan. Triệu chứng ngộ độc thường xảy ra 8-10 giờ sau khi ăn nấm. Biểu hiện bằng cảm giác buồn nôn, bị sưng phù, tiêu chảy, chuột rút, uể oải, thiếu kiểm soát cơ và cảm thấy bồn chồn.

Độc tố nấm rất mạnh, dù liều lượng nhỏ cũng gây hôn mê, chảy nước mắt, có thể dẫn đến tử vong.

2.3.7. *Nấm mèo*

Nấm mèo có tên khoa học là *Gyromitra infula*, quả thể thường có hình yên ngựa màu nâu, dễ nhầm lẫn với những loại nấm ăn được. Nấm mèo có chứa chất độc gyromitirin, có thể biến thành chất độc monomethylhydrazine, một trong những thành phần chế tạo nhiên liệu cho tên lửa. Loại nấm này không gây chết người ngay lần sử dụng đầu tiên như những loại nấm khác, mà nó tích tụ lâu dài, sau đó chuyển thành những chất gây ung thư (Hình 1.8).

Hình 1.7 . Nấm nảo (Gyromitra esculenta)

Hình 1.8 . Nấm mèo (G. infula)

2.3.8. *Nấm Cortinarius speciosissimu* (Hình 1.9)

Cortinarius speciosissimu là một loài nấm cực độc, quả thể nấm thường có màu vàng cam của gạch thường tìm thấy ở vùng Bắc Italy. Nó thường sống ở dưới những cây có quả hình nón như cây thông và cây vân sam Scots, ngoài ra nó còn có thể sống dưới những cây tán rộng.

Hình 1.9 . Nấm Cortinarius speciosissimu

Loại nấm này có thành phần độc tố cao. Chất độc thường xâm nhập vào thận. Sau khi ăn phải sẽ rất khát nước, triệu chứng này đi liền với nóng và khô môi, nhức đầu, ớn lạnh, đau lưng hoặc đau bụng, nôn mửa. Thận sẽ bị tổn thương sau 3 đến 5 ngày.

2.3.9. Nấm nón đầu lâu (Hình 1.10)

Nấm nón đầu lâu có tên khoa học là *Galerina marginata*, thường được tìm thấy ở các khu vực có khí hậu ôn đới. Chúng thường mọc vào mùa thu, chứa độc tố gây chết người. Loài nấm này thường có màu nâu nhạt và sáng hơn những loại nấm khác có thể ăn được. Tuy nhiên, việc phân biệt nấm độc và nấm không độc thuộc chủng loại nấm này không hề dễ dàng, đặc biệt là những loại nấm nhỏ phát triển trong môi trường tương tự nhau.

Hình 1.10 . Nấm nón đầu lâu
(*Galerina marginata*)

2.3.10. Nấm hình mạng (Hình 1.11)

Nấm hình mạng có đặc điểm khá giống như các loại nấm ăn được nên rất khó nhận dạng. Do những cây nấm non thường có hình mạng giống như mạng nhện nên người ta gọi luôn nó là nấm hình mạng. Mạng này thường ít khi xuất hiện ở những cây nấm già. Đây là một trong những loại nấm độc nhất thế giới.

Hình 1.11 . Nấm hình mạng

3. CẤU TRÚC CƠ THỂ SINH DƯỠNG VÀ SINH SẢN CỦA NẤM

3.1. Cấu trúc cơ thể sinh dưỡng của nấm

3.1.1. Các dạng cơ thể sinh dưỡng

a. Nấm thật (*Eumycotina*)

Cơ thể sinh dưỡng của nấm thật là sợi nấm (hypha) dạng ống, phân nhánh lan tỏa tạo thành hệ sợi nấm (mycelium). Sợi nấm được hình thành từ bào tử, bào tử nảy mầm và tạo ra sợi nấm ban đầu ngắn gọi là ống mầm (germ tube). Ống mầm sinh trưởng và

phân nhánh, mỗi nhánh này lại tiếp tục sinh trưởng và phân nhánh liên tục tạo thành hệ sợi nấm.

Sợi nấm có thể có vách ngăn (septum) hay không có vách ngăn. Sợi nấm không có vách ngăn là sợi nấm đơn bào có nhiều nhân; sợi nấm có vách ngăn là sợi nấm đa bào, mỗi tế bào có một hay nhiều nhân. Vách ngăn có thủng lỗ đơn giản hay phức tạp, qua lỗ thủng thì nguyên sinh chất và nhân có thể di chuyển từ tế bào này qua tế bào khác. Hầu hết các loài có hệ sợi nấm nằm sâu trong giá thể (đất, xác thực vật, gỗ...).

Cấu trúc một sợi nấm gồm 4 phần: phần đỉnh, phần sinh trưởng, phần phân nhánh và phần trưởng thành. Phần đỉnh ở đầu của sợi nấm có lớp màng mỏng gồm những chuỗi sợi bằng chitine hay cellulose nhỏ và thưa. Phần sinh trưởng và phần phân nhánh được cấu tạo bởi các chuỗi sợi xếp đan chéo nhau. Phần trưởng thành ngoài các sợi đan chéo nhau còn có các sợi xếp song song làm cho vách sợi nấm thường cứng hơn các phần khác.

b. Nấm nhày (Exomycotina)

Nấm nhày được xem là nấm giả (pseudofungi). Nấm nhày có cơ thể sinh dưỡng là thể nhày (plasmodium). Có 3 dạng thể nhày chính sau đây:

- Thể nhày chính thức (euplasmodium): là khối chất tế bào đồng nhất có hàng ngàn nhân lưỡng bội, không có màng cứng bao bọc, thường có màu hồng hay vàng.

- Thể nhày giả (pseudoplasmodium): là tập hợp các amip đơn bào, trần, có một nhân đơn bội tạo thành thể nhày giả. Các amip không hoà tan vào nhau, chúng giữ nguyên màng nguyên sinh chất. Các amip này không có vách tế bào cứng bao bọc mà chỉ có màng nguyên sinh chất, chúng hợp lại thành một khối chung gọi là thể hợp bào hay còn gọi là thể nhày giả.

- Thể nhày mạng lưới (filoplasmodium): là tập hợp các amip nhày chứa một nhân đơn bội, trần. Các tế bào amip liên kết với nhau bằng các sợi nhày ở hai đầu tạo thành thể nhày mạng lưới.

3.1.2. Những biến dạng của hệ sợi nấm

Trong thiên nhiên, sợi nấm sinh trưởng, phân nhánh tạo thành hệ sợi nấm, là cơ thể sinh dưỡng. Tuy nhiên, hệ sợi nấm có thể biến thành nhiều dạng khác nhau để thích nghi với môi trường sống.

a. Rhizomorph

Rhizomorph là thể hình rễ do các sợi nấm bện chặt lại thành những dải lớn trong giống rễ cây, là một bộ phận của cơ thể nấm thường gặp trên các vỏ cây. Ở các nấm tiến hoá cao thể hình rễ nối liền quả thể với các vật bám ở sâu dưới đất như rễ cây (Hình 1.12).

Hình 1.12 . Rhizomorph

Những tế bào phía ngoài thể hình rễ có kích thước nhỏ, màng dày làm nhiệm vụ bảo vệ. Phần giữa thể hình rễ có tế bào lớn hơn, thường có màu, màng mỏng để dẫn truyền chất dinh dưỡng. Kích thước thể hình rễ rất lớn, có thể rộng đến 5mm, dài vài chục centimet đến hàng chục mét.

b. Rễ sợi nấm (Rhizomycelium)

Rễ sợi nấm là biến dạng do sợi nấm phân nhánh như rễ cây tạo thành dạng rễ với kích thước nhỏ giúp nấm hấp thụ chất dinh dưỡng khi hoại sinh hay ký sinh.

c. Rễ nấm (mycorrhiza)

Rễ nấm là biến dạng do sợi nấm phân nhánh dạng rễ nối liền quả thể với rễ cây giúp nấm cộng sinh với thực vật (Hình 1.13). Rễ nấm kết hợp chặt chẽ với rễ cây, có vai trò quan trọng đối với đời sống của cây. Rễ nấm giúp cây tăng cường sự hấp thụ và vận chuyển các yếu tố dinh dưỡng như: N, P, K, Ca..., giúp gia tăng tỷ lệ sinh trưởng của cây, giúp cây chống lại các bệnh hại rễ. Ngoài ra, rễ nấm còn tăng cường sức đề kháng của cây đối với các điều kiện bất lợi của môi trường.

Rễ nấm có hai loại: rễ nấm ngoại sinh (ectomycorrhiza) hình thành ở ngoài tế bào rễ cây và rễ nấm nội sinh (endomycorrhiza) sống bên trong tế bào rễ cây. Rễ nấm có thể mọc lan xa hàng trăm mét và từ rễ nấm này các quả thể sẽ phát triển.

Hình 1.13 . Rễ nấm (mycorrhiza)

d. Vòi hút hay giác mút (haustorium)

Đây là biến dạng của sợi nấm thích ứng để hút các chất dinh dưỡng ở nấm ký sinh. Vòi hút thường đâm sâu vào bên trong tế bào cây chủ để hút chất dinh dưỡng, vòi hút có dạng mấu tròn, dạng ống hoặc dạng sợi phân nhánh (Hình 1.14).

Hình 1.14 . Giác mút (haustorium)

e. Bó sợi nấm (synnema)

Bó sợi nấm là biến dạng do các sợi nấm bện lại tạo thành bó, các sợi nấm xếp song song. Bó sợi nấm nằm trên lớp sinh sản nhưng không làm nhiệm vụ sinh sản.

f. Thể đệm (stroma)

Thể đệm được cấu tạo bởi nhiều sợi nấm bện kết chặt lại với nhau tạo thành một khối tương đối lớn, có thể nhìn thấy bằng mắt thường với kích thước từ 1mm đến hàng trăm centimet.

Có hai loại thể đệm: thể đệm sinh dưỡng không mang bộ phận sinh sản và thể đệm sinh sản mang bộ phận sinh sản.

g. Hạch nấm (sclerotium)

Đây là một biến dạng của sợi nấm có dạng hạch hay dạng củ, được tạo thành từ nhiều lớp tế bào của nấm. Các tế bào bên ngoài có kích thước nhỏ, màng dày, thấm nước để bảo vệ; các tế bào bên trong có màng mỏng, kích thước lớn, chứa chất dự trữ. Kích thước hạch nấm thay đổi từ vài milimet đến vài chục centimet (Hình 1.15).

Hạch nấm có vai trò giúp nấm vượt qua các điều kiện bất lợi của môi trường, khi môi trường thuận lợi thì hạch nấm nảy mầm tái tạo lại sợi nấm mới.

Hình 1.15 . Hạch nấm

3.1.3. Cấu tạo tế bào nấm

Tế bào của nấm là một tế bào thực sự, bao gồm: vách tế bào, màng chất nguyên sinh, chất tế bào, thể hạt nhỏ, ribosome, nhân, không bào, các hạt dự trữ...

- Vách tế bào ở đa số nấm là chitine, một số ít nấm vách tế bào bằng cellulose.

- Chất tế bào phân bố sát màng tế bào, không có lục lạp và các thể màu khác. Chất dự trữ ở tế bào nấm gồm: glycogen, volutin, lipide. Một số chi nấm men như *Taphrina*, *Protomyces*, *Cryptococcus* có chất dự trữ là tinh bột.

- Màu sắc của nấm do các chất màu có thành phần và tính chất khác nhau tạo nên. Chất màu thường tan trong không bào, chất tế bào và màng tế bào. Chất màu không phải là diệp lục (chlorophyll), phycobiline. Chất màu trong tế bào nấm thuộc loại quinon như: anthraquinon, naptaquinon và dẫn xuất của phenoxaron như: xinnabarine, carotinoit và melanine.

- Nhân của tế bào nấm gồm có màng nhân, chất nhân, hạch nhân và thể nhiễm sắc. Số lượng thể nhiễm sắc có từ 2 - 14. Số lượng nhân ở trong tế bào nấm rất biến động, mỗi tế bào có 1, 2 hoặc nhiều nhân. Ở các loài nấm túi và nấm đảm, sau giai đoạn giao phối sinh chất chuyển qua giai đoạn song hạch (n + n) thì mỗi tế bào luôn luôn có hai nhân.

- Ty thể của tế bào nấm có nhiều và đa dạng. Mào răng lược của ty thể (mitochondrial cristae) dạng phẳng dẹt.

- Không bào thường hình cầu hoặc hình trứng, không bào chứa dịch tế bào. Dịch tế bào nấm chứa các dịch điện phân ở trạng thái hòa tan như: Na, K, Mg, Ca, Cl, PO_4^{3-} hoặc một số chất hữu cơ ở trạng thái keo (như protein, lipide, glucide, enzyme), các sắc tố và một số thể ẩn nhập kết tinh hoặc vô định hình như glycogen, calci oxalat. Glycogen có trong không bào, nhưng cũng có thể gặp trong chất nguyên sinh. Calci oxalat là dạng muối vô cơ ở dạng tinh thể có thể có trong một số tế bào nấm.

3.1.4. Thành phần hoá học của tế bào nấm

Thành phần hoá học của tế bào nấm thay đổi theo loài, theo từng chủng trong loài, theo vị trí của tế bào trên sợi nấm, theo tuổi (Girbardt, 1969), theo các điều kiện sinh thái như: sự thông khí, nhiệt độ hoặc thành phần môi trường sống.

Thành phần nguyên tố hoá học ở tế bào nấm quan trọng nhất là carbon (40%), oxygen (40%), nitrogen (7 - 8%) và hydrogen (2 - 3%); còn lại là các nguyên tố: S, P, K, Mg, Ca, Mn, Fe, Zn, Cu,... Số lượng các nguyên tố hoá học ở tế bào nấm chiếm khoảng 50%.

Ở sợi nấm sinh dưỡng, nước chiếm 90% trọng lượng tế bào. Ngoài nước, trong tế bào nấm còn có các hợp chất hữu cơ và vô cơ khác. Những chất này là thành phần cấu tạo tế bào hoặc những sản phẩm trao đổi chất của tế bào.

Theo kết quả nghiên cứu của A. Taber và Ann. Taber (1973), Bùi Xuân Đồng (1977) cho thấy trong tế bào nấm có 6 loại hợp chất chính sau đây:

- Các hợp chất cấu tạo của tế bào và các enzyme (Thành phần hoá học của vách tế bào, màng chất nguyên sinh, màng nhân, các màng của các cơ quan nhỏ trong chất nguyên sinh, các protein, acid nucleic, enzyme).

- Các hợp chất trung gian và các thành phần tham gia vào các quá trình trao đổi chất (pyruvat, các vitamin B, amino acid, hợp chất phosphate của glucide).

- Các chất dư thừa (citrate, một số amino acid).

- Các sản phẩm trao đổi chất không tham gia vào cấu tạo tế bào và không phải là hợp chất trung gian. Thuộc nhóm này bao gồm:

+ Các sản phẩm sơ cấp có trong tế bào của hầu hết nấm (các polyol, lipide trung tính, polyphosphate, trehalose, polysaccharide không thuộc thành phần cấu tạo của tế bào).

+ Các sản phẩm thứ cấp không ổn định, chỉ có ở một số chủng (các chất kháng sinh, alcaloid, độc tố).

- Các sản phẩm phân giải và nhận hydrogen (các amine, etylen, etanol, acid lactic).

- Các enzyme trên mặt ngoài của vách tế bào và ở ngoài tế bào (cellulose, amylase, lipase...).

a. Glucide

Glucide quan trọng ở nhiều tế bào nấm là glycogen và trehalose. Glycogen là glucide dự trữ của nấm tương đương với tinh bột ở thực vật và nhiều loài động vật. Glycogen có cấu tạo trung gian giữa amylose và amylopectin. Trehalose là một disaccharide, chúng vừa là một glucide dự trữ vừa là chất dinh dưỡng nội bào (Savioja và Miettinen, 1966).

Ngoài hai glucide trên, tế bào của hầu hết nấm còn có khả năng tổng hợp một hoặc một số glucide hay các polyol như: các polyol mạch thẳng, D - arabinitol, L -

arabinitol, sorbitol, D - mannitol, glycerol, D - threitol... (A. Taber và Ann. Taber, 1973). Tỷ lệ các glucide và các thành phần khác của tế bào thay đổi tùy theo từng loài nấm.

b. Lipide

Lipide ở các tế bào nấm gồm: các sterol, phospholipide, acid béo tự do, các sterol ester hoá, diglyceride, triglyceride trung tính. Các triglyceride thường ở dạng các giọt nhỏ trong chất nguyên sinh, chiếm 10 - 50% trọng lượng khô ở nhiều loài nấm túi. Đặc biệt ở một số loài nấm men có khả năng tích lũy nhiều lipide.

c. Protein

Protein trong tế bào ở trạng thái keo hoặc chất lỏng nhớt như chất nguyên sinh hoặc rắn như ở các hạt volutin. Các protein ở các tế bào nấm mang các đặc điểm bền vững của loài nhờ hệ thống thông tin di truyền chứa trong DNA. Thành phần các amino acid hoà tan có tính chất đặc trưng ở mỗi loài. Cấu tạo của DNA bền vững và đặc trưng cho mỗi loài. Vì vậy, tỷ lệ A + T/ G + X được coi là đặc điểm bền vững của mỗi loài nấm. Hàm lượng của DNA rất ít thay đổi qua các giai đoạn sinh trưởng và phát triển khác nhau của nấm. Ngược lại, hàm lượng RNA thay đổi rất rõ rệt.

3.1.5. Cấu trúc vách tế bào nấm

a. Chức năng của vách tế bào

- Bảo vệ chất nguyên sinh
- Cố định và duy trì hình dạng của tế bào sợi nấm
- Bề mặt tiếp xúc giữa nấm và môi trường
- Nơi bám của các enzyme
- Cấu trúc giúp cơ thể nấm tương tác với các sinh vật khác

b. Thành phần hoá học của vách tế bào nấm

Thành phần hoá học của vách tế bào nấm khác nhau ở các ngành, lớp. Thành phần hoá học thay đổi theo ngành, lớp, đại diện, tuổi, môi trường sống.

Thành phần hoá học của vách tế bào gồm:

- Chất sợi: chitin, cellulose (ở Oomycota)
- Chất cơ bản: glucan, protein chiếm 10 - 15%, lipide khoảng 5 - 10%, heteropolymer (mannose, galactose, fucose, xylose) và polysaccharide chiếm khoảng 75 - 85%.

Bảng 1.5 . Thành phần glucide của vách tế bào ở các ngành nấm

(Theo S. Bartnicki - Garcia, 1968; E. Muller, W. Loeffler, 1976)

<i>STT</i>	<i>Ngành nấm</i>	<i>Thành phần chính của vách tế bào</i>
1	Acrasiomycota	Cellulose - glycogen
2	Dictyosteliomycota	Cellulose
3	Myxomycota	Cellulose
4	Plasmodiophoromycota	Chitin
5	Hyphochytriomycota	Cellulose - chitin hoặc chỉ có chitin
6	Labyrinthulomycota	Cellulose

<i>STT</i>	<i>Ngành nấm</i>	<i>Thành phần chính của vách tế bào</i>
7	Oomycota	Cellulose - glucan
8	Chytridiomycota	Chitin - glucan
9	Zygomycetes	Chitin - chitosan
10	Trichomycetes	Polygalactosamine - galactan
11	Ascomycota	Chitin - glucan
12	Basidiomycota	Chitin - glucan
13	Deuteromycota	Chitin - glucan
14	Cryptococcaceae	Mannan
15	Rhodotorulaceae	Chitin - mannan
16	Sporobolomycetaceae	

Trong vách tế bào nấm có chứa các monosaccharide như: D - glucose, N - acetylglucosamine, D - mannose.

Các monosaccharide thay đổi theo các taxon như sau:

- Ascomycota: D - galactose
- Ascomycota: D - galactosamine
- Mucorales và Basidiomycota: L - fucose
- Mucorales: D - galactosamine
- Basidiomycota: D - xylose
- Mucorales: acid uronic
- Ascomycota: D - rhamnose

c. *Sự sắp xếp các thành phần của vách tế bào nấm*

Theo Vicki Tariq (2003), thành phần hoá học của vách tế bào nấm được sắp xếp theo cấu trúc như sau:

Glucan

Glycoprotein + Protein

Protein

Chitin + Protein

Hình 1.16 . Cấu trúc sắp xếp các thành phần của vách tế bào

3.2. Sự sinh sản của nấm

Sau quá trình sinh trưởng, đến một giai đoạn nhất định khi các điều kiện bên trong cơ thể như: gene, hormone, enzyme và điều kiện bên ngoài cơ thể như: các chất dinh dưỡng, các yếu tố sinh thái (nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, pH môi trường, sự thông khí, ...) thích hợp thì sự hình thành quả thể và các yếu tố sinh sản diễn ra để tạo thành cấu trúc sinh sản là bào tử. Bào tử sau khi phát tán sẽ nảy mầm thành sợi nấm, sợi nấm phân nhánh thành hệ sợi nấm. Hệ sợi nấm liên kết, bện lại với nhau thành mô nấm, mô nấm lại tiếp tục sinh trưởng, tăng sinh khối, phân hoá thành các phần như: cuống nấm, mũ nấm, phiến nấm để tạo thành quả thể. Quả thể hình thành các cấu trúc sinh sản như: túi, đảm mang các bào tử. Đối với các loài nấm không hình thành quả thể thì từ hệ sợi nấm hình thành trực tiếp cấu trúc sinh sản như: túi, đảm mang các bào tử.

Ở nấm có 3 hình thức sinh sản là: sinh sản sinh dưỡng, sinh sản vô tính và sinh sản hữu tính.

3.2.1. Sinh sản sinh dưỡng

Sự sinh sản sinh dưỡng ở nấm là do một phần của cơ thể nấm như: một phần của tế bào, tế bào, một đoạn sợi nấm, mô nấm hoặc hạch nấm.

a. Sinh sản sinh dưỡng bằng bào tử phấn hay bào tử đốt (*oidiospore, arthospore*)

Bào tử phấn hay bào tử đốt là những tế bào có màng mỏng, được tách ra ở đầu sợi nấm. Hiện tượng này thường gặp khi nấm sống trong môi trường lỏng. Các bào tử phấn sau khi phát tán gặp thuận lợi sẽ nảy mầm thành sợi nấm.

b. Sinh sản sinh dưỡng bằng bào tử màng dày hay bào tử áo, hậu bào tử (*chlamydospore*)

Bào tử màng dày là những tế bào hình tròn, có màng dày bao bọc, chứa nhiều chất dự trữ (Hình 1.17). Bào tử màng dày xuất hiện trên sợi nấm trong điều kiện môi trường bất lợi như: khô hạn, nhiệt độ cao, độ ẩm quá cao hoặc quá thấp..... Bào tử màng dày thường có cấu tạo đơn bào, nằm ở giữa hoặc đầu sợi nấm. Khi gặp điều kiện thuận lợi bào tử màng dày sẽ nảy mầm và phát triển thành sợi nấm mới. Ở một số trường hợp, bào tử màng dày sẽ nảy mầm thành cơ quan sinh sản hữu tính là đảm đa bào như nấm than đen (*Ustilaginales*).

Hình 1.17 . Bào tử màng dày của nấm

Bào tử màng dày là giai đoạn không bắt buộc trong chu kỳ phát triển của nhiều loài nấm, chúng chỉ hình thành trong điều kiện bất lợi như các nấm trong bộ

Mucorales và nấm *Fusarium*. Ngược lại, bào tử màng dày là một giai đoạn bắt buộc trong chu kỳ phát triển của một số loài nấm như nấm than (*Ustilaginales*).

c. Sinh sản sinh dưỡng bằng một đoạn của tế bào sinh dưỡng

Từ một đoạn của tế bào sinh dưỡng (một đoạn của sợi nấm đơn bào) có thể tiếp tục sinh trưởng và phân nhánh thành hệ sợi nấm.

d. Sinh sản sinh dưỡng bằng một phần mô của quả thể

Từ một phần nhỏ mô của quả thể khi nuôi cấy trên môi trường dinh dưỡng thích hợp sẽ mọc thành hệ sợi nấm.

e. Sinh sản sinh dưỡng bằng cách chia đôi tế bào

Đến giai đoạn sinh sản, tế bào co thắt lại ở giữa, nhân và chất nguyên sinh chia đôi, cuối cùng tách rời thành hai tế bào như ở nấm men (*Saccharomyces*).

f. Sinh sản sinh dưỡng bằng cách nảy chồi

Đến thời kỳ sinh sản, tế bào sẽ mọc ra những chồi nhỏ, sau đó chồi lớn dần và sẽ tách thành những tế bào mới riêng biệt hoặc dính liền với tế bào mẹ.

g. Sinh sản sinh dưỡng bằng hạch nấm (Sclerotium)

Hạch nấm là biến dạng của sợi nấm có dạng hạch hay dạng củ giúp nấm vượt qua điều kiện bất lợi của môi trường, khi gặp môi trường thuận lợi thì hạch nấm nảy mầm thành cơ thể mới.

3.2.2. Sinh sản vô tính

Sinh sản vô tính là quá trình sinh sản tạo thành các bào tử vô tính từ sự phân chia nhân trong tế bào sinh dưỡng của nấm mà không có sự kết hợp nhân của hai tế bào khác tính.

Ở các sợi nấm đơn bội thì nhân phân chia nguyên nhiễm (gián phân) để tạo thành các bào tử đơn bội. Đối với các sợi nấm lưỡng bội khi hình thành bào tử thì nhân phân chia giảm nhiễm để hình thành các bào tử đơn bội như ở nấm *Blastocladiella variabilis* (Chadefaud, 1960). Tuy nhiên, một số trường hợp các sợi nấm lưỡng bội có thể hình thành các bào tử lưỡng bội do nhân phân chia nguyên nhiễm như *Olpidium sp.*

Dựa vào khả năng vận chuyển của bào tử vô tính, có thể chia ra hai loại bào tử vô tính: động bào tử và bất động bào tử.

a. Động bào tử (Zoospore)

Động bào tử là các tế bào sinh sản, chuyển động bằng roi hay tiêm mao. Động bào tử được hình thành ở các nấm sống trong môi trường nước. Động bào tử có thể có một roi hoặc hai roi. Roi thường dính phía trước, sau hoặc bên. Roi có hai loại cấu trúc, đó là roi không phủ lông và roi có phủ lông.

Động bào tử được hình thành trong cơ quan sinh sản là túi bào tử (sporangium). Cấu trúc này được hình thành do sợi nấm phình to, khi đó trong nhân xảy ra quá trình phân chia và sau cùng tạo thành các động bào tử.

b. Bất động bào tử (Aplanospore)

- Bào tử nội sinh (Endospore): được hình thành bên trong túi bào tử.

Zoospore và Endospore là những bào tử nội sinh đặc trưng cho sự sinh sản của các nấm tiến hoá thấp. Những bào tử này được hình thành trong các tế bào chuyên hoá gọi là túi bào tử. Khi túi vỡ thì các bào tử được phóng thích ra ngoài, mỗi bào tử sẽ nảy mầm, sinh trưởng thành một sợi nấm mới. Túi bào tử được hình thành trên

cuống túi (sporangiophore). Cuống túi lớn hơn sợi nấm, thường có phân nhánh hoặc không. Đặc điểm của cuống túi được dùng làm tiêu chuẩn trong phân loại loài.

- Bào tử ngoại sinh (Exospore): được hình thành bên ngoài cơ quan sinh bào tử. Dạng bào tử ngoại sinh thường gặp là bào tử đính (conidium).

Các bào tử đính thường được hình thành ở các loài nấm túi và nấm bắt toàn. Đa số bào tử đính thường sắp xếp thành chuỗi, có khi hình thành từng khối. Một số loài bào tử đính nằm đơn độc từng cái một trên cuống bào tử đính (conidiophore). Cuống bào tử đính có thể đơn bào hay đa bào, không phân nhánh hoặc phân nhiều nhánh; cuống bào tử đính có thể mọc riêng lẻ hay sắp xếp từng cụm. Đa số các bào tử đính là các bào tử ngoại sinh, nghĩa là được hình thành ở bên ngoài tế bào sinh ra chúng.

Ở những nấm chưa tiến hoá (dạng sống ở môi trường nước) thì thường sinh sản vô tính bằng động bào tử. Đối với các loài tiến hoá sống trên môi trường cạn thì sinh sản vô tính bằng các bào tử nội sinh (endospore), còn ở các loài tiến hoá cao thường sinh sản vô tính bằng bào tử đính. Trong quá trình tiến hoá thì các tế bào sinh sản mất dần roi, khi sống trên cạn thì các bào tử không còn roi nữa, cấu trúc bào tử thích nghi với việc phát tán bào tử nhờ gió như các bào tử đính.

Hình 1.18. Bào tử nội sinh của nấm

3.2.3. Sinh sản hữu tính

Sinh sản hữu tính là quá trình sinh sản có sự thụ tinh kết hợp nhân của hai giao tử khác tính, sau đó nhân phân chia giảm nhiễm để hình thành các bào tử hữu tính. Vì vậy, các bào tử hữu tính có sự kết hợp yếu tố di truyền của hai cơ thể khác tính, tạo ra nguồn gen phong phú, có tính ưu thế mạnh.

Sự sinh sản hữu tính ở nấm rất phong phú, phức tạp và đa dạng. Quá trình sinh sản hữu tính trải qua các giai đoạn như sau:

- Kết hợp chất nguyên sinh (plasmogamy)
- Kết hợp nhân (caryogamy)
- Phân bào giảm nhiễm (meiosis)

Sự sinh sản hữu tính có đặc điểm khác nhau tùy theo các nhóm nấm.

a. Nấm bậc thấp

Nhóm nấm bậc thấp bao gồm các nấm chưa tiến hoá sống ở môi trường nước hay quá trình sống phụ thuộc nhiều vào nước như các nấm có nguồn gốc từ động vật (*Protozoan fungi*) hoặc nấm có nguồn gốc từ thực vật bậc thấp (*Chromistan fungi*).

Nấm bậc thấp sinh sản hữu tính do sự giao phối của hai giao tử, có 3 hình thức giao phối như sau:

- Đẳng giao (Isogamy): là quá trình giao phối giữa hai giao tử có hình dạng và kích thước giống nhau.

- Dị giao (Heterogamy): là quá trình giao phối giữa hai giao tử có hình dạng và kích thước khác nhau.

- Noãn giao (Oogamy): là quá trình giao phối giữa một noãn và một giao tử đực.

b. Nấm tiếp hợp (Zygomycota)

Nấm tiếp hợp khi sinh sản hữu tính sẽ tiến hành tiếp hợp giao (zygogamy), đây là sự kết hợp của hai tế bào, mỗi tế bào có nhiều nhân không phân hoá thành giao tử. Sau khi hai tế bào kết hợp với nhau thì màng tế bào bị hòa tan, tạo điều kiện cho sự kết hợp của chất nguyên sinh và nhân giữa hai tế bào để hình thành tiếp hợp tử (zygospore). Hai tế bào này ở trên cùng một sợi nấm hoặc ở hai sợi nấm khác nhau. Hợp tử sau khi hình thành trải qua một giai đoạn nghỉ ngắn, nhân lưỡng bội phân chia giảm nhiễm thành các nhân đơn bội để tạo thành các bào tử.

Hình 1.19. Sinh sản hữu tính ở nấm tiếp hợp

c. Nấm bậc cao

Nấm bậc cao có các hình thức sinh sản hữu tính chủ yếu sau đây:

- Giao phối hai cơ quan sinh sản (gametangiogamy): là quá trình giao phối giữa cơ quan sinh sản đực và cơ quan sinh sản cái khác biệt nhau về hình thái ngoài nhưng không phân hoá thành giao tử. Sau khi hai cơ quan sinh sản giao phối với nhau thì sẽ tiến hành quá trình hình thành các bào tử hữu tính.

- Sinh sản bằng các tinh tử (spermatium): trên một cơ thể cái có các tế bào phân hoá thành cơ quan sinh sản cái. Cơ quan sinh sản cái được tinh tử từ cơ thể đực tiến đến thụ tinh. Tinh tử là giao tử đực nhỏ, không chuyển động, chúng phát tán được nhờ gió hoặc côn trùng.

- Giao phối hai sợi nấm (somatogamy): một số loài nấm không hình thành cơ quan sinh sản (như ở nấm đảm), khi đó hai sợi nấm nảy mầm từ hai bào tử khác tính sẽ kết hợp với nhau hình thành sợi nấm song hạch ($n + n$). Từ tế bào đầu của sợi nấm song hạch sẽ hình thành đảm và bào tử đảm (bào tử hữu tính).

- Tự giao (autogamy): các nhân trong một tế bào tự kết hợp từng đôi với nhau.

CÂU HỎI ÔN TẬP

- Câu 1. Phân biệt sự khác nhau giữa nấm và thực vật.
- Câu 2. Cho biết các phương thức tái tạo lại sợi mới ở nấm.
- Câu 3. Hãy mô tả chu trình sống cơ bản của nấm.
- Câu 4. Hiện nay, nấm được xem như là thực phẩm chức năng. Hãy chứng minh.
- Câu 5. Thế nào là nấm ăn được và nấm độc? Phân biệt sự khác nhau giữa chúng.
- Câu 6. Mô tả một số loại nấm độc thường gặp và cho biết hậu quả gây độc của chúng đối với con người.
- Câu 7. Phân tích cấu trúc cơ thể sinh dưỡng của nấm. Từ đó, làm rõ sự phù hợp giữa cấu trúc và chức năng của sợi nấm.
- Câu 8. Hãy chứng minh tính thích nghi của nấm đối với môi trường sống.
- Câu 9. Qua các hình thức sinh sản ở nấm, hãy phân tích sự tiến hoá từ các nấm bậc thấp đến nấm bậc cao.

Chương 2. ĐẶC ĐIỂM SINH HỌC CỦA MỘT SỐ LOẠI NẤM ĂN VÀ NẤM DƯỢC LIỆU

1. NẤM RƠM

Nấm rơm là một loại nấm hoại sinh, phân bố phổ biến ở vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới. Nấm thường mọc trên rơm rạ mục nên có tên thông dụng là nấm rơm.

Tên khoa học của nấm rơm: *Volvariella volvacea* (Bull. ex Fr.) Sing

Tên tiếng Anh: Paddy straw mushroom

Tên gọi khác: nấm rạ, nấm trứng, nấm bao chân

Nấm rơm thuộc họ Pluteaceae, bộ Agaricales, lớp Hymenomyces, ngành phụ Basidiomycotina, ngành Nấm thật - Eumycota, giới Nấm - Fungi.

Nấm rơm có giá trị dinh dưỡng cao. Tính theo trọng lượng tươi, nấm rơm chứa 2,66 – 5,05% protein, chứa nhiều amino acid, đặc biệt trong nấm rơm có chứa 8 loại amino acid rất cần cho con người, chiếm 43,9% tổng số các amino acid. Lượng lipid trong nấm rơm vào khoảng 3%. Nấm rơm có chứa phong phú các loại vitamin như: B₁, B₂, B₅ và đặc biệt vitamin C chiếm tỉ lệ khá cao. Ngoài ra, lượng chất khoáng (K, Na, Ca, Mg...) chiếm 3,8% trong nấm rơm khô, tỉ lệ các nguyên tố khoáng thay đổi tùy từng giai đoạn phát triển của quả thể nấm.

1.1. Đặc điểm hình thái của nấm rơm

Nấm rơm có hơn 100 loài và chi, chúng khác nhau về màu sắc, có loại màu xám trắng, xám, xám đen...; kích thước, đường kính quả thể nấm lớn, nhỏ tùy thuộc từng loại.

Một cây nấm rơm có cấu tạo gồm 3 phần chính như sau:

1.1.1. Bao gốc (*Volva*)

Giai đoạn nấm non có bao gốc dài và cao, bao lấy mũ nấm. Khi mũ nấm trưởng thành gây nứt bao, do đó, bao gốc chỉ còn lại phần trùm lấy gốc chân cuống nấm. Bao gốc là hệ sợi nấm chứa sắc tố melanin tạo ra màu đen. Độ đậm, nhạt tùy thuộc vào loài và ánh sáng, nếu cường độ chiếu sáng càng nhiều thì bao gốc càng đen.

Chức năng của bao gốc:

- Chống tia tử ngoại của ánh sáng mặt trời
- Ngăn cản sự phá hoại của côn trùng
- Giữ nước và ngăn sự thoát hơi nước của các cơ quan bên trong

Do đóng vai trò bảo vệ nên thành phần dinh dưỡng của bao gốc rất ít.



Hình 2.1. Hình thái và cấu tạo quả thể nấm rơm

Chương 3. SỰ SINH TRƯỞNG VÀ PHÁT TRIỂN CỦA NẤM

1. SỰ SINH TRƯỞNG (SỰ MỌC) CỦA NẤM

Tất cả các cơ thể đều có xu hướng tăng sinh khối cơ thể thông qua việc tăng kích thước tế bào và số lượng tế bào. Quá trình tăng sinh khối gọi là sự sinh trưởng (sự mọc).

Sự tăng kích thước của tế bào là do sự phân chia nhân hoặc là do sự tăng cường nguyên sinh chất.

Những cơ thể đơn bào như nấm men, vi khuẩn (Bacteria) thì sự mọc chủ yếu là do sự phân chia tế bào.

Nấm sợi và các nấm đa bào khác thì sự mọc là do tăng kích thước tế bào và số lượng tế bào.

1.1. Cơ chế sự sinh trưởng của nấm đa bào

Sự mọc của sợi nấm đa bào diễn ra ở phần đầu của sợi nấm khoảng 50 - 100mm (ở phần đỉnh của phần sinh trưởng). Theo Girbach và Strunk:

- Thể đỉnh (ở đầu sợi nấm) có cấu trúc màng mềm, mỏng và tập trung nhiều chất làm cho tế bào dài ra dễ dàng. Nhờ thể đỉnh mà sự mọc diễn ra liên tục, quá trình mọc thì mọc về một phía. Vì vậy, có nhiều tác giả cho rằng sự mọc của nấm là vô hạn. Phần sau của sợi nấm đóng vai trò hấp thụ chất dinh dưỡng và cung cấp cho sợi nấm sinh trưởng.

- Phần sinh trưởng: có cấu trúc màng mềm, mỏng, hấp thụ mạnh và tổng hợp chất mạnh.

- Hiện tượng phân nhánh của sợi nấm - Hiện tượng ưu thế đỉnh:

+ Phần đầu sợi nấm ưu thế hơn các phần khác.

+ Sợi cấp 0 ưu thế hơn sợi cấp I, II

+ Sợi cấp 0 lớn hơn sợi cấp I, II

+ Vật chất được vận chuyển tới phần đầu của sợi nấm, tới sợi cấp 0 nhiều hơn sợi cấp I, II.

1.2. Đánh giá sự sinh trưởng của nấm

1.2.1. Đo chiều dài của hệ sợi nấm

Cấy hệ sợi nấm lên đĩa petri, hệ sợi nấm sẽ mọc về các hướng khác nhau. Bằng cách khác, có thể cấy hệ sợi nấm vào trong môi trường ống nghiệm. Sau thời gian xác định, tiến hành đo chiều dài hệ sợi nấm bằng compa.

Phương pháp này có ưu điểm là dễ đo nhưng ngược lại, nhược điểm là chỉ đo được đối với những sợi nấm có tiếp xúc với không khí, không đo được những sợi nấm mọc trong môi trường và không đo được chính xác độ dày của hệ sợi (sinh khối cơ thể).

1.2.2. Xác định trọng lượng khô của nấm

Phương pháp này đánh giá sự sinh trưởng của nấm một cách chính xác. Người ta tiến hành nuôi cấy hệ sợi nấm trong môi trường lỏng, sau thời gian xác định, thu sinh khối, lọc và sấy khô ở nhiệt độ 60⁰C cho đến khi trọng lượng không thay đổi thì cân và tính sinh khối/giờ. Có thể nuôi cấy sợi nấm theo các phương pháp nuôi cấy hệ sợi nấm:

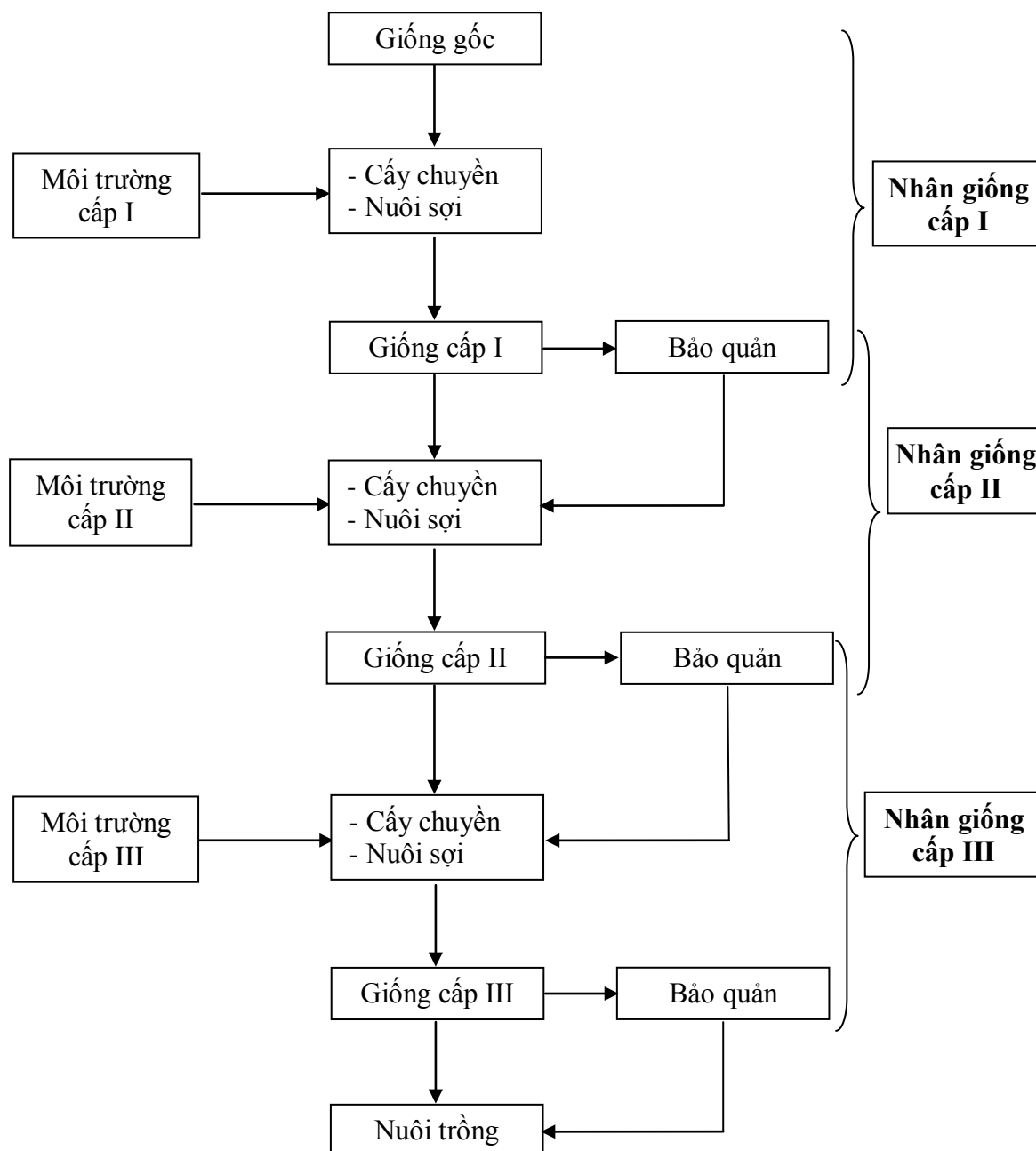
- Nuôi cấy tĩnh: cấy nấm ở mép bên môi trường, sau khi nấm mọc tối đa thì lọc, rửa sạch thu sinh khối và sấy khô, cân và tính trọng lượng khô/giờ.

Chương 4. NHÂN GIỐNG NẤM

1. SƠ ĐỒ QUY TRÌNH NHÂN GIỐNG NẤM

Nhân giống nấm là khâu đầu tiên và quan trọng trong nghề sản xuất nấm, trải qua nhiều công đoạn và nhiều cấp khác nhau. Quá trình nhân giống đòi hỏi yêu cầu kỹ thuật, thiết bị dụng cụ tương đối phức tạp.

Quá trình nhân giống nấm được mô tả tổng quát theo quy trình sau (Hình 4.1).



Hình 4.1. Quy trình nhân giống nấm

Trong thực tế, có những trường hợp không có giống nấm nhưng người ta vẫn thu hái được nấm. Chẳng hạn như trên những đồng rơm rạ ngoài tự nhiên hay trên gốc cây gỗ khô,... vào mùa có thời tiết mưa ẩm thường thấy xuất hiện các loại nấm như:

Chương 5. CÁC NGUYÊN TẮC CƠ BẢN TRONG NUÔI TRỒNG NẤM

1. VAI TRÒ CỦA GIỐNG

Quả thể nấm được sinh ra cần phải có các điều kiện cần và đủ, đó là giống nấm và cơ chất có nguồn carbon. Trong đó, giống nấm là yếu tố quyết định đến sản lượng và chất lượng của nấm làm ra.

Thực tế có nhiều trường hợp nấm mọc mà không cần meo giống. Chẳng hạn như một mớ rom vụn, một gốc cây mục hoặc bã thải mạt cưa,... vào mùa mưa, xuất hiện nhiều tai nấm rom, nấm mèo hoặc một loại nấm ăn nào đó.

Quá trình phát sinh ra nấm nói trên do có sự hiện diện của giống gốc ban đầu, đó là các bào tử nấm trong không khí rơi vào, nảy mầm và phát triển thành hệ sợi, cuối cùng cho ra quả thể nấm.

Trong sản xuất, nếu chỉ dựa vào nguồn giống có trong không khí thì việc nuôi trồng sẽ rất bấp bênh. Vì vậy, từ lâu người ta đã nghĩ ra cách để tạo nguồn giống chủ động, nhằm làm tăng sản lượng nấm và đảm bảo chắc chắn kết quả nuôi trồng.

Vào những năm 60, phương pháp nuôi cấy mô ra đời đã giúp con người tạo được giống nấm thuần khiết và tốt nhất. Nhờ có meo giống, người trồng thu được nấm với năng suất cao và phù hợp nhu cầu, thị hiếu của người tiêu dùng.

Khởi đầu của quá trình nhân giống hay làm meo giống là phải có giống gốc. Giống gốc hay giống ban đầu có thể thực hiện bằng nhiều cách:

- Thu nhận và gây nảy mầm bào tử nấm
- Tách sợi nấm từ các cơ chất có nấm mọc
- Phân lập từ quả thể nấm

Quá trình làm giống gồm 2 yếu tố, đó là con người và thiết bị. Trình độ kỹ thuật và kinh nghiệm của người làm giống đóng vai trò quyết định. Ngoài khả năng đánh giá, tuyển chọn chủng nấm để đưa vào làm giống, người làm giống phải phán đoán được chất lượng của giống trước khi đưa ra nuôi trồng. Bên cạnh đó, cần có những trang bị tối thiểu cho sản xuất như: thiết bị thanh trùng, dụng cụ và môi trường dinh dưỡng, tủ cấy vô trùng, phòng lạnh để bảo quản giống gốc,...

Giống nấm sử dụng cho sản xuất phải đạt các yêu cầu sau:

- Thuần nhất, không lẫn các giống khác.
- Không bị nhiễm bệnh.
- Có mùi thơm dễ chịu đặc trưng cho từng loại giống, không có mùi chua.
- Đúng độ tuổi, không già hoặc non
- Hiệu quả kinh tế (năng suất, khả năng kháng bệnh, giá trị thương phẩm, chậm thoái hóa).

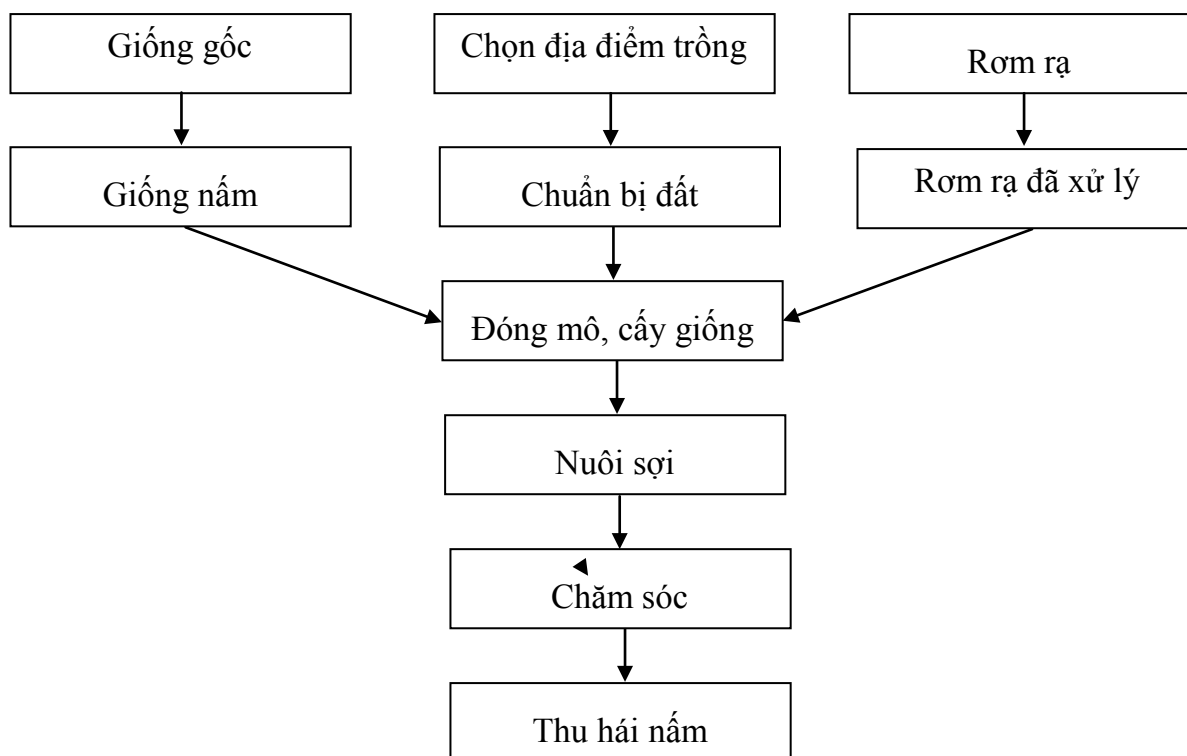
2. XỬ LÝ NGUYÊN LIỆU TRỒNG NẤM

Nguyên liệu dùng để trồng nấm rất đa dạng, hầu như tất cả các xác bã thực vật từ cành cây, cọng cỏ, rơm rạ, bã mía, vỏ hạt bông,... Tuy nhiên, không phải nguyên liệu nào nấm cũng sử dụng được ngay mà phải qua quá trình chế biến thích hợp. Tùy loài nấm, có loài tổng hợp được các enzym phân giải mạnh nên nguyên liệu sử dụng tương đối thô hơn, chẳng hạn như nấm mèo (*Auricularia*), bào ngư (*Pleurotus*). Trong khi đó có những loài nấm cần nguyên liệu đã chế biến tốt, gần như mùn hóa, chẳng hạn như nấm mỡ (*Agaricus*). Quá trình này phải nhờ vào các tác nhân khác của môi

Chương 6. KỸ THUẬT NUÔI TRỒNG MỘT SỐ LOẠI NẤM ĂN VÀ NẤM DƯỢC LIỆU

1. KỸ THUẬT NUÔI TRỒNG NẤM RƠM

1.1. Kỹ thuật nuôi trồng nấm rơm trên rơm rạ



Hình 6.1. Sơ đồ quy trình nuôi trồng nấm rơm

1.1.1. Chọn và xử lý rơm rạ

Chọn rơm rạ khô, sạch, có màu vàng sáng, không bị nhiễm mốc, không bị thấm nước mưa nhiều ngày, chưa bị nhũn nát, rơm rạ không bị dính dầu mỡ, hoá chất, thuốc trừ sâu. Tốt nhất sử dụng rơm rạ nếp, rơm rạ trữ sau một mùa.

Các phương pháp xử lý rơm rạ nuôi trồng nấm rơm:

- Phương pháp 1: Rơm rạ sau khi chọn lựa đạt yêu cầu được ngâm trong nước vôi có pH: 12 – 13, thời gian từ 10 – 15 phút để rơm rạ ngấm đều nước, rơm mềm và chuyển sang màu vàng sáng, có mùi nồng của vôi, tiến hành ủ đồng. Độ ẩm rơm trước khi ủ đồng phải đạt 70 - 75%.

- Phương pháp 2: Ngâm rơm rạ bằng nước vôi có pH = 12 - 13 trong thời gian 18 – 20 giờ. Vớt ra để ráo, sau đó trộn thêm 2 - 3% bột nhẹ, 0,5% urea, 1% ammonium sulfate, 1 - 2% diammonium phosphate, sau đó ủ đồng.

- Phương pháp 3: Hoà 10kg vôi tôi vào 4000 lít nước, ngâm rơm rạ khô trong 30phút. Sau đó vớt ra để ráo và ủ đồng.

- Phương pháp 4: Rơm rạ khô được rải trên sân gạch hay ximăng thành lớp dày 10cm. Rắc một lớp vôi bột lên trên. Tiếp tục rải lớp rơm rạ khác lên trên cũng có độ dày 10cm, rồi lại rắc vôi bột lên. Dùng bình có vòi sen tưới ẩm nước lên cả

Chương 7. PHÒNG VÀ TRỊ BỆNH TRONG TRỒNG NẤM

1. BỆNH SINH LÝ Ở NẤM VÀ BIỆN PHÁP PHÒNG TRÁNH

1.1. Bệnh sinh lý ở giai đoạn nuôi sợi

1.1.1. Bệnh chết sợi giống

- Biểu hiện:

Giống nấm cấy vào các túi đã hấp khử trùng hoặc đóng túi (nấm sò), đóng mô (nấm rơm) hay vào luống (nấm mỡ) sau 3 - 5 ngày không có hiện tượng bung sợi và sợi không mọc vào cơ chất. Nếu kéo dài thời gian nuôi ủ, giống sẽ bị mốc xanh hoặc nhũn nát (sợi bị chết), không còn màu của sợi giống nấm.

- Nguyên nhân: có nhiều nguyên nhân làm chết sợi giống, trong đó chủ yếu là do:

+ Cơ chất không thích hợp, trong túi giá thể đã nhiễm khuẩn có độc tố.

+ Trong luống cơ chất nấm mỡ còn dư NH_3 hay túi nấm sò đã nhiễm nấm mốc sinh nhiệt và CO_2 cao. Mô nấm rơm quá khô hoặc quá ướt, nhiệt độ trong mô nấm còn nóng, cao hơn 45°C gây chết giống.

Sau khi tìm ra nguyên nhân ta chỉ cần khắc phục bằng cách điều chỉnh các yếu tố gây ra bệnh ở nấm.

1.1.2. Bệnh sợi nấm mọc yếu, nhanh chóng lão hóa

- Biểu hiện:

Sợi giống nấm phát triển nhanh, hệ sợi mảnh, mờ nhạt, không mọc sâu vào cơ chất. Chẳng hạn như ở nấm mỡ, sợi nhanh chóng kết trắng như sợi chỉ.

- Nguyên nhân:

+ Do giá thể quá ẩm hoặc quá khô ở túi mùn cưa mộc nhĩ, nấm sò.

+ Giá thể nuôi trồng nấm mỡ nghèo dinh dưỡng.

+ Khi đảo ủ rơm rạ bị đen, vụn nát do lên men yếm khí quá dài, độ ẩm cao.

+ Giống bị yếu do vận chuyển, bảo quản không cẩn thận làm giống bị giảm sinh lực.

1.1.3. Bệnh sợi nấm bị co

- Biểu hiện:

Ban đầu giống nấm bung sợi và sinh trưởng bình thường, nhưng khi mọc gần đến đáy túi hoặc đáy luống thì sợi nấm dừng lại, không mọc tiếp và chuyển sang màu trắng thạch cao.

- Nguyên nhân: do độ ẩm trong giá thể quá cao, xuất hiện nước đọng ở đáy túi nấm, đáy luống nấm hoặc giá thể bị nhiễm khuẩn ở đáy, còn mùi SO_2 , mùi NH_3 ở luống cơ chất nấm mỡ.

- Cách khắc phục: lật ngược túi nấm hoặc rạch nylon lót ở đáy luống nấm mỡ.

Bảng 7.1. Một số bệnh thường gặp ở giai đoạn nuôi sợi

STT	Hiện trạng	Nguyên nhân	Biện pháp khắc phục
1	Sợi nấm không mọc hoặc không bám vào cơ chất.	- Cơ chất quá ẩm - Nguyên liệu bị ngộ độc có chứa chất dầu, chất thơm,	- Xác định độ ẩm cơ chất ban đầu phải chính xác.

Chương 8. KỸ THUẬT SƠ CHẾ VÀ BẢO QUẢN NẤM

1. SỰ BIẾN ĐỔI CỦA NẤM SAU THU HOẠCH

Sau khi thu hoạch, thời gian bảo quản của nấm tươi ở nhiệt độ bình thường rất ngắn so với rau quả, đặc biệt là khi chất đông hoặc đổ chồng lên nhau trong thùng hoặc giỏ cần xé. Nấm sẽ nhanh chóng mất nước và khô héo nếu phơi trần, hoặc thối ủng nếu chồng đông.

Một số loài nấm có thể tiếp tục phát triển trở thành dạng trưởng thành, chẳng hạn như nấm rơm, quả thể nấm từ dạng búp chuyển sang hình dù. Nói chung, nấm bị giảm phẩm chất và không được người tiêu dùng ưa chuộng.

Các biến đổi của nấm sau khi thu hái bao gồm:

1.1. Mất nước

Nấm thường chứa rất nhiều nước (85-95%) và lượng nước cần thiết này mất rất nhanh do hô hấp và bốc hơi. Nấm đã hái rời khỏi mô vẫn còn tiếp tục quá trình sống và vì vậy vẫn hô hấp, thải ra khí CO₂ và hơi nước.

Ở quả thể nấm dạng búp có hiện tượng mất nước, nhưng nước sẽ bốc hơi nhanh khi mũ nấm mở và phiến phát triển hoàn chỉnh. Nước cũng bốc hơi nhanh khi để nơi có gió và không khí nóng khô.

1.2. Sự hoá nâu

Ở nấm có enzyme polyphenoloxylase, chúng xúc tác phản ứng oxy hóa hợp chất polyphenol không màu của nấm thành phlobaphen, là chất có màu đỏ đến nâu đỏ. Chất này kết hợp với các chất do acid amin chuyển hóa thành phức hợp màu nâu sậm. Phản ứng xảy ra với sự hiện diện của oxygen và làm nấm chuyển sang màu nâu. Hiện tượng hoá màu nâu khác không cần enzyme xúc tác liên quan đến sự biến đổi của đường, do phản ứng với các hợp chất amine. Tuy nhiên, quá trình này diễn ra rất chậm. Nấm hoá nâu sẽ làm giảm giá trị thương phẩm.

1.3. Sự thối nhũn

Nấm có ẩm độ cao hoặc làm khô chưa tới độ ẩm yêu cầu (dưới 12%) hoặc nấm khô bị hút ẩm trở lại ... có thể bị nhiễm vi sinh vật, chủ yếu là vi khuẩn hoặc nấm mốc. Sản phẩm bị nhiễm vi khuẩn sẽ có hiện tượng thối nhũn, hôi ê. Nếu nhiễm mốc còn tích lũy độc tố và biến chất sản phẩm.

1.4. Sự biến đổi mùi

Sau 4 ngày bảo quản, lượng đường ở nấm từ trên 10%, đã giảm xuống dưới 5%. Trong khi đó, chitin ở vách tế bào lại tăng lên 50% làm quả thể nấm trở nên dai chắc hơn. Chất béo trong nấm cũng bị biến đổi, bao gồm các acid béo không no bị oxy hoá trở mùi, thậm chí gây độc cho người dùng. Trường hợp này có thể gặp ở nấm rơm, chứa nhiều acid béo không no.

Ngoài ra, các loài nấm nhiệt đới có đặc điểm là hô hấp nhanh sau khi thu hoạch. Cường độ hô hấp tỉ lệ nghịch với thời gian bảo quản, nghĩa là cường độ cao thì thời gian bảo quản càng ngắn và ngược lại.

2. CÁC PHƯƠNG PHÁP BẢO QUẢN NẤM

2.1. Bảo quản nấm tươi

2.1.1. Nguyên tắc bảo quản nấm tươi

Nguyên tắc bảo quản: giảm bớt hàm lượng nước trong nấm, hạ bớt nhiệt độ môi

MỤC LỤC

	Trang
Lời nói đầu	1
Chương 1. Đại cương về nấm	2
1. Giới thiệu chung	2
1.1. Khái niệm về nấm	2
1.2. Đặc điểm biến dưỡng của nấm	2
1.3. Đặc trưng về sinh sản và chu trình sống của nấm	3
1.4. Giá trị dinh dưỡng và giá trị dược liệu của nấm	4
2. Nấm độc	9
2.1. Cách nhận biết nấm độc	9
2.2. Độc tố nấm	10
2.3. Một số nấm độc thường gặp	11
3. Cấu trúc cơ thể sinh dưỡng và sinh sản của nấm	15
3.1. Cấu trúc cơ thể sinh dưỡng của nấm	15
3.2. Sự sinh sản của nấm	22
Câu hỏi ôn tập	26
Chương 2. Đặc điểm sinh học của một số loại nấm ăn và nấm dược liệu	27
1. Nấm rơm	27
1.1. Đặc điểm hình thái của nấm rơm	27
1.2. Chu trình sống của nấm rơm	28
1.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình sinh trưởng và phát triển của nấm rơm	29
2. Nấm sò	30
2.1. Đặc điểm hình thái của nấm sò	30
2.2. Chu trình sống của nấm sò	30
2.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình sinh trưởng và phát triển của nấm sò	31
3. Nấm mộc nhĩ	32
3.1. Đặc điểm hình thái của nấm mộc nhĩ	32
3.2. Chu trình sống của nấm mộc nhĩ	33
3.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình sinh trưởng và phát triển của nấm mộc nhĩ	33
4. Nấm hương	34
4.1. Đặc điểm hình thái của nấm hương	34
4.2. Chu trình sống của nấm hương	35
4.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình sinh trưởng và phát triển của nấm hương	35

TÀI LIỆU THAM KHẢO

I. Tài liệu tiếng Việt

- [1]. Ngô Anh (2007), *Giáo trình Nấm học*, Đại học Khoa Học, Đại học Huế.
- [2]. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (2009), *Giáo trình mô đun Bảo quản và chế biến nấm*, Nghề nhân giống và sản xuất nấm, Trường Cao đẳng Lương thực - Thực phẩm.
- [3]. Nguyễn Thượng Dong (2007), *Nấm Linh chi*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.
- [4]. Nguyễn Lâm Dũng (2005), *Công nghệ nuôi trồng nấm tập 1, tập 2*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
- [5]. Phạm Thành Hồ (2001), *Tài liệu chuyển giao công nghệ Nghề trồng nấm ăn*, Đại học Khoa học Tự Nhiên, Đại học Quốc Gia TP. HCM.
- [6]. Đinh Xuân Linh, Thân Đức Nhã, Nguyễn Hữu Đồng, Nguyễn Thị Sơn (2010), *Kỹ thuật trồng, chế biến nấm ăn và nấm dược liệu*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
- [7]. Lê Duy Thắng (2001), *Kỹ thuật trồng nấm*, tập 1, Nhà xuất bản Nông nghiệp, TP. Hồ Chí Minh.
- [8]. Lê Duy Thắng, Trần Văn Minh (2005), *Sổ tay hướng dẫn trồng nấm*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, TP. Hồ Chí Minh.

II. Tài liệu tiếng nước ngoài

- [9]. Peter C.K. Cheung (2008), *Mushroom as functional food*, The Chinese University of Hong Kong.
- [10]. Shu-ting Chang and Philip G. Miles (2004), *Mushroom – Cultivation, Nutritional value, Medicinal effect and Environmental impact*, CRC Press.
- [11]. Dr. Mamoni Das and Dr. Madurima C. Kalita (2006), *Value addition of Mushroom*, Directorate of Extension Education, Assam Agriculture University.
- [12]. FAO (2001), *Mushroom cultivation for people with disabilities*, Regional Office for Asia and the Pacific Bangkok, Thailand.
- [13]. Lin Jie (2003), *Industrialized Cultivation of Edible fungi*, Asia Pacific Edible mushroom Training Center.