

食用菌参考资料之一

食用菌基础知识

华南农业大学
微生物学教研室

目 录

前 言

- 一、食用菌的形态结构
- 二、食用菌的生长与繁殖
- 三、食用菌的生活条件
- 四、食用菌的菌种选育
- 五、食用菌的菌种分离
- 六、菌种的制备及其质量鉴定
- 七、菌种保藏的意义及方法

前 言

食用菌是指可供人们食用的大型真菌。如蘑菇、草菇、香菇、木耳、银耳……。此类真菌在我国约有350余种，其中不少已可进行人工栽培。

食用菌是营养丰富，口味鲜美的佳肴美菜，深受群众欢迎，而且也是一项重要的传统出口商品。发展食用菌生产，扩大栽培食用菌的品种和产量，让美味而营养丰富的食用菌成为大众菜肴。在国际市场上随着人民生活水平提高，人类食物组成从肉用蛋白质向植物性蛋白质方向改变，人们对食用菌的需要也越来越多，所以积极发展食用菌的生产无论在活跃农村经济，增加群众收入，不但满足国内人民生活的需要，而且扩大外贸出口，为国家积累资金，支援社会主义建设等方面都有重要意义。

为了更好地普及有关食用菌的基础知识，进一步提高栽培技术，促进生产发展我们编写了此本手册供广大生产者，农业技术员，知识青年及有关部门的职工参考，由于我们的水平有限，本书有不足之处，恳请读者批评指正。

一、食用菌的形态结构：

食用菌大部分属于担子菌纲如：香菇、蘑菇、木耳等，少数属于子囊菌纲如羊肚菌、马鞍菌等但各种食用菌的形态多种多样，有头状的、笔状的、树枝状的、花朵状的、舌状的、球状的、及伞状的。以伞状为最多。无论哪一种食用菌它们都是由菌丝体和子实体二大部分组成的。

(1) 菌丝体:

由无数纤细管状菌丝错综交结组成菌丝体。它是食用菌的营养器官，相当于绿色植物的根、茎、叶，是食用菌的主体，存在于土壤、树木等培养基质内，它能分解基质养分，从基质中摄取水分，无机盐，有机物等营养物质，供菌丝体生长发育的需要。菌丝体能通过分枝繁殖而不断蔓延扩展。如果条件适宜菌丝体能无休止地繁殖下去。按照不同的发育阶段食用菌的菌丝可分为第一次菌丝、第二次菌丝和第三次菌丝。

(2) 子实体:

子实体是由菌丝体扭结在一起的繁殖器官，也就是我们通常称“菇”“耳”等食用部分。伞状食用菌的子实体是由菌盖、菌褶、菌柄、菌环、菌托、菌丝束组成。

菌盖—菌伞是菌褶着生地方是繁殖器官的保护组织，不同食用菌菌盖的形状及颜色也各不相同有的球形，平展形，笠状，喇叭形，漏斗形不等，颜色有白、灰、



红、黄、褐、绿，也因种或不同生长阶段而异。这些特征常是识别菌种类别的重要依据。

菌褶—又叫菇叶，在菌盖下呈放射状排列的片状结构，是菇类孕育担子产生后代担孢子的场所。各种食用菌的菌褶长、短、宽、窄、着生方式及颜色各不相同。从菌褶的颜色可以大体推知菇类孢子的颜色，这些也是识别各种食用菌的重要依据。

菌柄—又叫菇柄或菇脚，是菌盖的支持部分，也是输送养料的器官，菌柄的着生位置因种类而有不同，菌柄生于菌盖中央的如蘑菇、草菇。菌柄着生于菌盖的偏心处的如香菇。菌柄着生于菌盖的一侧如侧耳。有些种类甚至完全无柄。

菌环—某些伞菌在幼年时菌盖与菌柄间的包膜，子实体长大后内菌膜破裂，部分残留在菌柄上，菌环是一种膜质的环形结构，质膜有厚、有薄、有大、有小，着生位置有上有下，有的在菌柄顶部，有的在菌柄中段或下端这些都是形态上的重要特征。

菌托—某些伞菌幼年时包裹在菌蕾外面的菌膜，菌蕾长大后留在菌柄基部的菌膜就发育成菌托。菌托有鞘状，囊状，鳞茎状这些都是食用菌在分类上重要特征，以及识别食用菌与毒菇的重要依据。

耳类：包括银耳、黑木耳、毛木耳等子实体的形态结构比较简单，整体都是由胶质化的菌丝组成没有耳态的分化。

孢子—孢子是食用菌繁殖的基本单位，分有性孢子，无性孢子和休眠孢子三种。

有性孢子：—如担孢子和子囊孢子是经过有性过程而产生的。

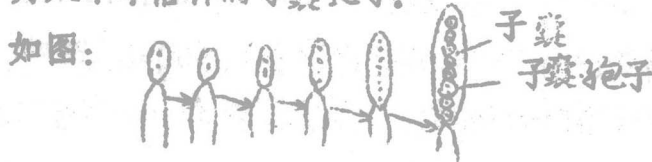
无性孢子：—如银耳的芽生孢子，毛柄金钱菌和木耳的分生孢子。

休眠孢子：—如草菇和香菇的厚垣孢子，它是在菌丝体不良环境条件下形成的，一旦条件适宜仍能发育成菌丝体。

而平时所说的孢子主要是指担孢子和子囊孢子，它形成于

菌褶两侧或菌管内，子囊和担子是子囊孢子和担孢子的孕育者，现着重介绍子囊孢子和担孢子发育过程：

子囊孢子：—子囊是一种夹状细胞，由双核菌丝发育而成，形成子囊时两核融合成双倍体的合子，合子经过三次细胞分裂，其中一次为减数分裂，双倍体合子最终发育成为八个单倍体的子囊孢子。



子囊孢子发育过程

担孢子：—担子也是由双核菌丝发育而来，先是由双核融合成双倍体的合子，合子经过两次细胞分裂形成四个单倍体核，四个核分别进入担子的四个突起中，发育成四个担孢子，（少数食用菌形成两个担孢子，每个担孢子含二个核如双孢蘑菇）



担子发育过程

子成熟后有的能自动弹出来如：平菇、香菇。有的需要外力才能传播。

担孢子的形态有的呈球形，椭圆形，腊肠形，肾形和多角形，有一层和二层膜，膜有光滑或粗糙，有些有小疣小刺网纹等。孢子大小一般为 $3 \sim 10 \mu\text{m}$ ，蘑菇的孢子为类球形长 $6 \sim 8.5 \mu\text{m}$ 宽 $4.5 \sim 6.0 \mu\text{m}$ ，香菇孢子呈肾形长 $6 \sim 7 \mu\text{m}$ 宽 $3 \sim 4 \mu\text{m}$ 。

二、食用菌的生长与繁殖:

(1)初生菌丝:

是由孢子萌发生长芽管,芽管进行顶端生长伸长发育而成,又叫第一次菌丝或单核菌丝,每个细胞只含一个细胞核,第一次菌丝无论如何繁殖一般都不会产生子实体。

(2)次生菌丝(又叫双核菌丝):

是初级菌丝经同宗配合或异宗配合而成的双核菌丝。每个细胞内含有二个遗传性不同的细胞核,在双核菌丝细胞中横隔膜上方有布扣状的锁状联合,大部分食用菌在双核阶段可以通过锁状联合进行细胞分裂。这种菌丝有产生子实体能力,大部分食用菌的子实体都是由双核菌丝组成,因此取这些菇体的一部分就能分离培养出纯菌种这就是菌种制作中的组织分离法。

(3)第三次菌丝:

又叫结实性双核菌丝,它已不是散生无组织的双核菌丝,而是有一定排列,有一定结构形成原基子实体的双核菌丝,也就是说已经是组织化了的的双核菌丝体。除此以外,某些食用菌单核或双核菌丝上还会形成厚垣孢子(如草菇)粉孢子,节孢子(如密环菌)或菌核(如茯苓)等无性繁殖器官。

(4)同宗接合与异宗接合:

(a)同宗接合:(自交可育):由同一个担孢子萌发出来的二条菌丝之间进行结合便能产生子实体,属于同宗配合的食用菌约占食用菌总数的10%。如双孢蘑菇、草菇、密环菌等。

(b)异宗结合:(自交不育):由不同性别单核菌丝进行质配成双核菌丝,并能形成子实体,但同一性别的菌丝永不亲和和结实。属于异宗结合型的食用菌约占食用菌总数90%如香菇、平菇、四孢蘑菇

OK

菇、木耳、毛木耳等。

异宗结合的食用菌，其菌丝的性别是由遗传因子——性基因控制的，在异宗配合的担子菌种有33%食用菌属二极性，63%的食用菌属四极性。

(i) 二极性：

其性别只有一对性基因决定，它们所产生的单孢子萌发产生的第一次菌丝不是A型的便是a型的，即每个担子上所产生的四个担孢子有二个是A型，另外二个是a型，二二相等算二极性。

(ii) 四极性：

其性别是由两个独立分离的遗传因子Aa、Bb决定，每个担子上所产生的四个担孢子分别由AB、Ab、aB、ab四种类型算四极性如香菇、平菇、毛木耳等。属二极性的食用菌，单核菌丝间的质配具有组成Aa对时才能出现锁状联合形成双核菌丝最后发育成子实体，而四极性的食用菌只有组成Aa、Bb的配合时才能形成双核菌丝形成子实体，所以由单孢子萌发的单核菌丝自由配对时二极性的食用菌可育率50%，四极性的可育率只有25%。

研究食用菌的性别在生产上是十分重要的。属于同宗结合的种类只要挑选优良的单孢子进行繁殖，所得到的纯菌丝便有结菇能力，而属于异宗结合的食用菌，还要通过不同性别的单孢子或单核菌丝之间进行配对“杂交”得到人工合成的双核菌丝后，才能产生子实体，否则，只长菌丝不结菇，给生产造成损失。

(5) 子实体形成的条件：

子实体的形成除满足必要的外界条件外（外界条件在下面会作详细谈）还有它的内在因素如激素：对子实体的形成起着很重要作用。环腺苷酸（cAMP）物质和茶碱同时添加在美味牛肝菌中能形成子实体。

(牛肝菌迄至目前不能用人工栽培形成子实体的)有些微生物的代谢产物也与子实体的形成有关。如:有些杆菌对双 蘑菇子实体的形成有关,生长在腐熟稻草上的蘑菇,其菌丝往往能吞^噬微生物,主要利用自己菌丝的酶消化细菌并作为自己的营养以利子实体的形成。据报导绿藻中的栅裂藻的滤液喷在栽培的双 蘑菇上可增产30%。

光:除蘑菇外也是子实体形成的重要因子,不同种的子实体形成时对散射光有不同要求。如香菇只要满足弱光就成了,而裂褶菌则要求强光。散射光能促进平菇子实体原基形成。据试验木腐菌子实体的发生和菌盖的展开需要波长短于520mm的光线,因而蓝紫光最适合于平菇子实体的生长。若在加盖的培养器中,子实体的生长就不正常,只生长菌柄和幼小的菌盖,所以我们必须根据食用菌子实体形成条件尽量给予满足,这不单能提高产量而且改善品质。

(6)几种主要食用菌的生活史:

所谓生活史就是:孢子萌发→初生菌丝体→次生菌丝体→子实体→孢子从子 子到孢子的生活循环过程这又叫大循环。除此之外,还有一些小循环,这些小循环是由无性孢子来完成的。所谓无性孢子是指不需要经过性结合而产生的孢子如分生孢子,(毛柄金钱菌及鳞伞、鬼伞中常见),厚垣孢子(草菇、香菇、蘑菇中常见)。

小循环如下

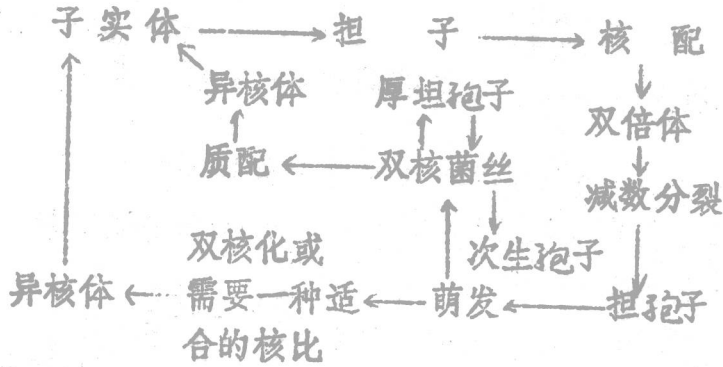
初生菌丝→厚垣孢子→初生菌丝

或双核菌丝→厚垣孢子→双核菌丝。

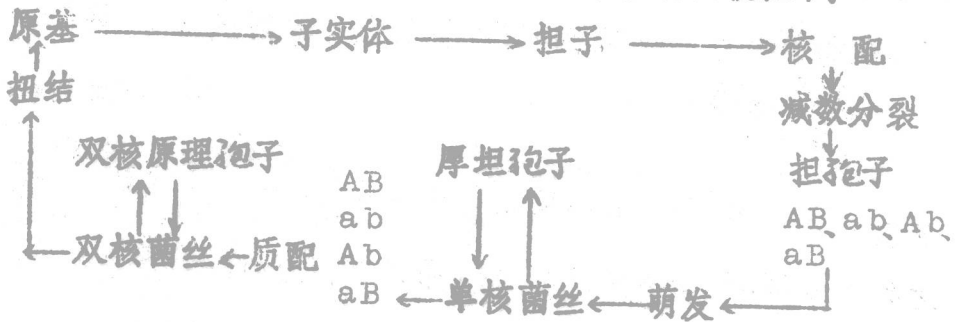
(从初生菌丝形成的厚垣孢子是单核,萌发后仍然是单核,由双核菌丝形成的厚垣孢子是双核的,萌发后仍然为双核菌丝)

不同食用菌,生活史大体相同,但也有一些特殊之处,现用简图表示如下:

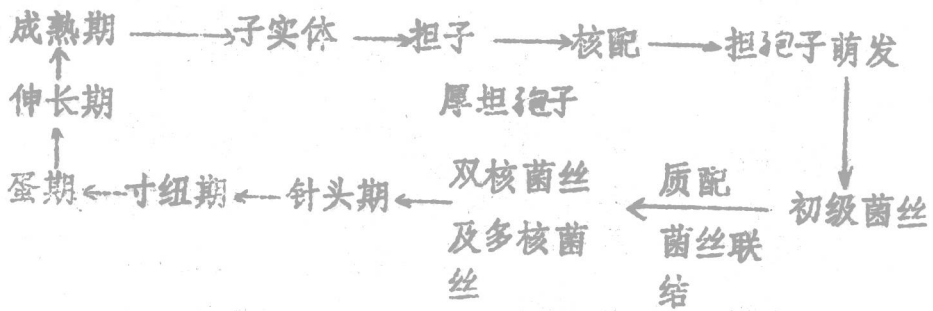
(i) 双孢蘑菇的生活史：(次级同宗结合、二极性、单因子控制)：
 一般菇类每个担子产生四个担孢子而双孢蘑菇大多数担子只产两个担孢子。这种担孢子萌发产生的菌丝也有产菇能力又叫做次级同宗结合。(它的担孢子萌发时就含有二个核)。



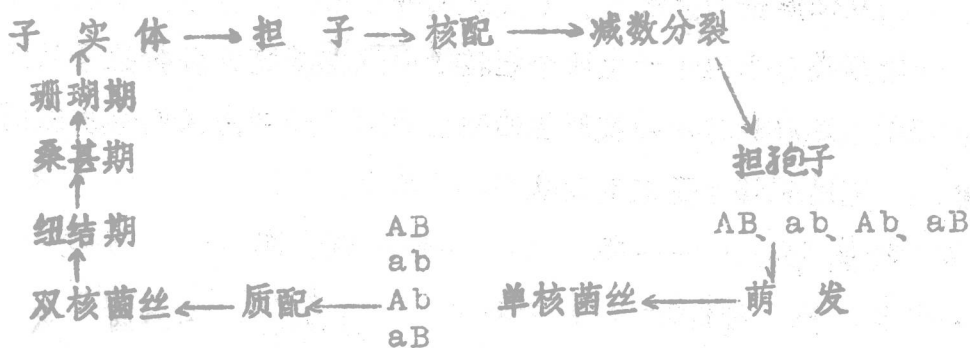
(ii) 香菇的生活史：(异宗结合，双因子控制四极性)。



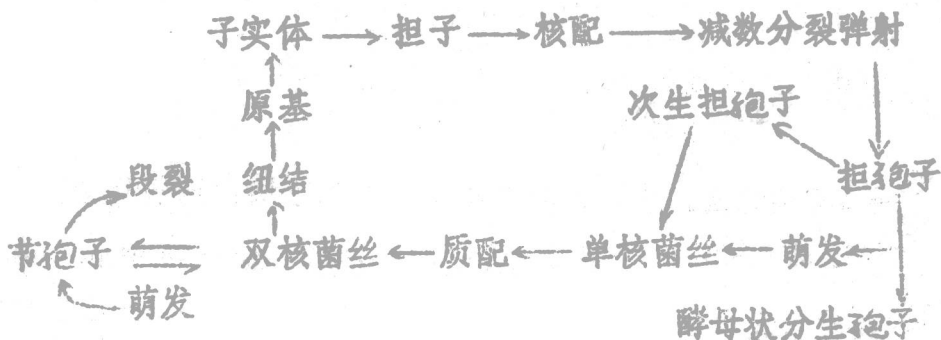
(iii) 草菇的生活史：(初级同宗结合)：



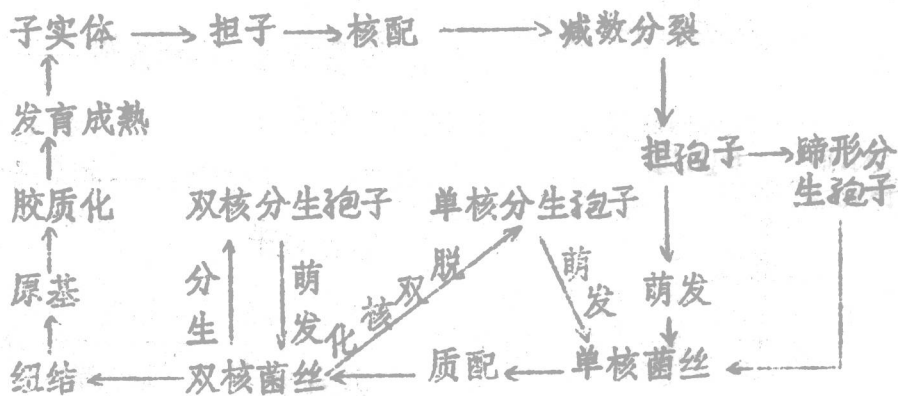
(iv) 平菇的生活史：(异宗结合，双因子控制四极性)：



(v) 银耳的生活史：(异宗结合，双因子控制四极性)：



(vi) 黑木耳的生活史：(异宗结合，单因子控制，二极性)：



三、食用菌的生活条件。

所有生物都无不在一定的环境条件下生存，食用菌的生长发育也都与一定的环境条件发生着密切的联系，人们只有满足不同种食用菌在不同的发育阶段，对环境条件要求，才能获得较好的收成。

现在把食用菌的基本生活条件，综合介绍如下：

(1)温度：食用菌的生长和发育需要适宜的温度。但菌丝生长的适温和子实体生长发育的适温是不同的。多数的食用菌子实体生长发育的适温都比菌丝生长的适温低而且适温范围更狭。总的来说：菌丝要在一定的温度下才开始生长，随着温度的升高生长加快，超过适温生活力反而衰退，温度再升高就停止发育或死亡，不同种及品种，甚至同品种中的不同菌株之间对温度的要求有一定差异，现列表如下：

几种食用菌对温度的要求(°C)

测定项目 食用菌种类	菌丝体	生长温度	子实体分化与发育的最适温度	
	生长范围	最适温度	子实体分化温度	子实体发育温度
双孢蘑菇	6~33	24	8~18	13~16
香菇	3~33	25	7~21	低5~15 中10~20 高15~25
草菇	12~45	35	22~35	30~32
木耳	4~39	30	15~27	24~27
侧耳	10~35	24~27	7~22	13~17
银耳	12~36	25	18~26	20~24
猴头菌	12~33	21~24	12~24	15~22
平菇	15~36	24~28	20~34	10~20
茯苓	12~37	30	15~28	25

从上表中可看出：大多数食用菌菌丝生长发育的最适温度大约在22°C~30°C之间，根据菌丝生长和温度关系可以把食用菌分为如

~10~

下三群：

第一群：低温型：最适温度 $23\sim 25^{\circ}\text{C}$ ，最高温度 30°C 如朴菇、滑菇、松菇。

第二群：中温型：最适温度 $24\sim 30^{\circ}\text{C}$ 最高温度 $32\sim 34^{\circ}\text{C}$ 如香菇、蘑菇、银耳、黑木耳。

第三群：高温型：最适温度 $28\sim 34^{\circ}\text{C}$ ，最高 36°C 如草菇、茯苓。

根据子实体分化（开始出现原基）和温度关系，也可以把食用菌分为如下三群：

第一，低温型：最高不超过 24°C ，最适在 20°C 以下如：香菇、朴菇、蘑菇、紫平菇、猴头菌等。

第二，中温型：最高不超过 28°C ，最适在 $20\sim 24^{\circ}\text{C}$ 之间，如银耳、黑木耳、黄伞、榆黄菇。

第三，高温型：最高温度在 30°C 以上，最适在 24°C 以上如草菇、茯苓。

根据温度的变化与子实体生长发育的关系，可把食用菌分为如下二群：

第一，恒温结实性：保持一定的恒温，就可以形成子实体如：朴菇、蘑菇、猴头菌、黑木耳、草菇。

第二，变温结实性：保持恒温不易形成子实体，变温才易形成子实体如：香菇、平菇、紫孢侧耳。

大部分的香菇品种在子实体的发生期每天若有 $8\sim 10^{\circ}\text{C}$ 以上的温差刺激时出菇定丰盛，在段木栽培时有经验的菇农，把菇场设在南坡或东南坡，因秋冬季节白天有阳光照射气温较高，日夜温差大，北坡因晒不到太阳日夜温差小，因此一般北坡不设菇场除非栽培的是温

差不敏感的品种。

(2)水分和湿度:

水分是一切生物活动的最基本条件之一,没有水分便没有生命。水,也是食用菌新陈代谢吸收营养必不可少的物质,一般适合食用菌生长的培养料含水量65%左右,食用菌在子实体发育阶段亦要求较高的空气相对湿度,适宜的空气湿度是80~90%,如果菇房中空气相对湿度低于60%,则影响子实体生长,若湿度低至40~45%则子实体不再分化,即分化的幼菇也会枯干死亡。

从菌丝的生育到子实体的形成,各种食用菌对培养基中和空气中湿度的要求是不一样的。

各种食用菌对培养基水分和空气湿度的要求

食用菌种类	培养基的水分(%)	空气湿度(%)	
		菌丝发育时期	子实发生时期
双孢蘑菇	60~68	60~70	80~90
香菇	60~70木屑,38~42段木	60~70	80~87
草菇	60~70	60~70	85~95
平菇	60~70	80	85~90
凤尾菇	60~65	70	85~90
银耳	69~71	70~80	85~95
黑木耳	71~80	70~80	85~95
毛木耳	65~75	70~80	85~95

(3)酸碱度(PH值):

大多数食用菌同一般真菌一样,喜欢酸性环境,酸碱性适合与否首先关系到酶的活性,酸碱度适宜生理活动就正常,食用菌的生长发

育就顺利且旺盛；反之，生理活动就受阻甚至死亡。一般食用菌的菌丝生长适宜PH范围在3~8之间最适PH在5.0~5.5，大部分食用菌PH大于8时生长受阻，生长停止，现将各种食用菌对酸碱度要求列于下表：

种 类	适合的PH范围	最适PH值
双孢蘑菇	6~8	6.8~7.0
香 菇	2~6 3~7 4~7.5	5 4 4.5~6.5
草 菇	6.8~7.8	6.8~7.2
平 菇	5~6.5	6.0~6.5
银 耳	5.2~6.8	5.4~5.6
黑木耳	4~7	5.5~6.5

从上表中可以看出，大多数食用菌的菌丝在PH 3~8的范围内生长，其中以PH 5~6较为适合

(4) 氧气与二氧化碳：

氧气与二氧化碳也是影响食用菌生长发育的重要生态因子，食用菌是非绿色植物，不能利用二氧化碳，食用菌的呼吸作用是吸收氧气排出二氧化碳。

在正常的空气中，氧的含量约21%，CO₂的含量是0.03%（即300ppm），当空气中CO₂含量增加时氧的分压就势必降低，过高的二氧化碳浓度必然会影响食用菌的呼吸，CO₂浓度越高它的产量越低。

也有一些食用菌对氧的要求能耐较低的氧分压如平菇当 CO_2 浓度为 20~30% (体积) 时的生长量, 甚至比在一般空气条件下培养的还增加 30~40% 只有当 CO_2 浓度大于 30% 时菌丝的生长量才骤然下降。

食用菌在子实体分化阶段, 即从营养生长转到生殖生长时, 对氧气的需要量略低, 微量的 CO_2 浓度 (0.034%~0.1%) 对蘑菇和草菇的子实体分化是必要的, 一旦子实体形成后由于子实体的旺盛呼吸, 它对氧气的要求也急剧增加, 这时 0.1% 以上的 CO_2 浓度对子实体就有毒害作用, 如双孢蘑菇当菇房中 CO_2 浓度大于 1% 时往往会出柄长开伞早品质下降等现象, CO_2 超过 6% 时菌盖发育受阻, 菇体畸形商品价值大损。又如: 灵芝子实体在 CO_2 浓度为 0.1% 的环境中发育时, 一般不形成菌盖, 只有菌柄几度分化呈鹿角状, CO_2 浓度增加到 1% 时子实体形态极不正常, 没有任何组织分化甚至连皮壳也不发育。

生产上防止积贮过多 CO_2 , 菇房内经常需要通风换气这是食用菌栽培中确保子实体正常发育的一项关键性措施, 适当通风换气还能减少杂菌滋生。

(5) 营养:

食用菌和其它生物一样都需要摄取一定的营养物质是食用菌生命活动的能源和建造本身有机体的物质基础, 食用菌能利用的营养是相当广泛的, 它们都是从基质中摄取碳源、氮源、无机盐和和维生素等营养物质现分述如下:

(a) 碳源: 碳源是食用菌最重要的营养来源和能量来源, 食用菌所需要的碳素营养都来自有机质如: 纤维素、半纤维素、木质素,

淀粉、果胶或聚糖类，有机酸和醇类。食用菌不能利用 CO_2 、 CO 等无机盐类。常见的碳源中凡单糖，有机酸和醇等小分子化合物都可直接为食用菌细胞所吸收。纤维素必须通过纤维素酶分解作用成葡萄糖半乳糖和果糖后才能被吸收利用。

近年来人们在食用菌栽培中还喜欢采用 1~5% 油脂作碳源如豆油、棉子油、米糠油及动物油脂等。添加在厩肥或木屑培养基中以栽培蘑菇、侧耳、香菇等均获得了丰收，（但使用油脂必须注意方法由于油脂和水不亲和影响菌丝体的吸收，因此在添加油脂时必须先将油脂进行乳化，常用的乳化剂有甘油、脂肪酸酯，使用浓度在 0.5~3.0% 不等。

(b) 氮源：氮素是除碳素以外最重要的营养素，是食用菌合成蛋白质和核酸所必不可少的主要原料，食用菌所需要的氮源主要有蛋白质、氨基酸、尿素、铵盐和硝酸盐等。食用菌菌丝体能直接吸收氨基酸、尿素、铵和硝酸钾等小分子化合物。蛋白质是一类高分子化合物不能直接被利用，必须经蛋白酶分解成氨基酸后才能被吸收。

环境中氮素营养的多寡对食用菌菌丝体的生长（营养生长）和子实体的发育（生殖生长）有很大关系。在营养菌丝阶段培养基中的含氮量以 0.016~0.064% 为宜，含氮量低于 0.016% 时菌丝生长受阻，在子实体发育阶段培养基中的含氮量宜在 0.016~0.032% 间高浓度的氮反而有碍子实体的发生和生长。

此外，碳和氮的比例（称碳氮比）也要恰当，一般认为食用菌在营养生长阶段碳氮比（C/N）以 20:1 为好，而在生殖生长阶段碳氮比以 30:1~40:1 为好。

(c) 无机盐：在食用菌的生长发育中还需要一定的无机盐类如磷酸氢二钾 (K_2HPO_4)，磷酸二氢钾 (KH_2PO_4)，硫酸钙 (CaSO_4)