

食用菌参考资料之三

草 菇 栽 培 技 术

华南农业大学

微生物学教研室

目 录

第一章 草菇栽培概况.....	1
第二章 草菇的形态和结构.....	2
一、菌丝体.....	2
二、子实体.....	4
第三章 草菇的生活条件.....	5
一、养 分.....	5
二、温 度.....	8
三、湿 度.....	10
四、空 气.....	11
五、酸碱度.....	11
六、光 线.....	11
第四章 发育和生活史.....	12
第五章 菌种的制作.....	13
一、品种特性.....	13
二、自然留种.....	17
三、纯菌种的制备.....	18
四、原种和栽培种的制备.....	19
五、草菇菌种质量鉴定.....	21

六、菌种的保存.....	2 2
第六章 栽培技术.....	2 3
一、室内栽培.....	2 3
二、室外栽培.....	3 1
三、病虫害防治.....	3 7
第七章 采收和加工.....	4 3



草 菇 栽 培

第一章 栽 培 概 况

草菇的人工栽培，起源在我国，据清道光二年（1882年）出版的《广东通志》土产篇就有南华菇的记载，据同治十三年（1874年）的《广东通志》记载“贡菇产于南华寺，味香甜，种菇以早稻秆堆积，消水浇之随地而生”可见南华寺是草菇的发源地。此外，在福建宁德地区二百多年前的地方志中，也见到有关草菇的文字记载。

目前，我国广东、广西、福建、湖南、江西和台湾等省，都有大量栽培。

就全世界栽培食用菌来看，草菇的栽培面积和产量虽不如蘑菇、香菇多，但原料广泛，栽培周期短，营养价值高，因此栽培面积和产量逐年增加，近年来产量一直在各种食用菌中占第三位。栽培技术也逐年提高，由室外栽培发展为室内、外都可栽培。

第二章 草菇的形态和结构

草菇是由营养器官菌丝体和繁殖器官子实体两部分构成。

菌丝体为浅灰白色、半透明的丝状分枝。菌丝体是草菇的主体，它在基质中不断生长、繁殖、有吸收、运送水分和积累营养物质的作用，供繁殖器官的产生，与子实体的形成。

一、菌 丝 体

(一) 初生菌丝体。是由担孢子萌发形成的。幼年菌落是透明的，具有菌丝的外观、呈辐射状生长。在某些培养物中，发现绒毛状的气生菌丝体。气生菌丝体生长充分时，在菌落中央形成一个疏松的冠状隆起。

菌丝有隔膜，通常向直角方向生出分枝。菌丝宽度为 $7.7-11$ 微米，细胞长度为 $6.7-26.8$ 微米。每个细胞内含有一个单倍体的核。这一阶段的主要特点是菌丝体多处膨大，特别是分枝内常看到膨大的细胞。这些膨大的细胞可能是贮存营养物质的。有时某些初生菌丝体能形成厚垣孢子。

(二) 次生菌丝体。次生菌丝体有一些是由担孢子萌发生长形成的。任何不同初生菌丝体之间都能相互融合，或形成融合桥，进行物质交换，完成同宗配合而形成次生菌丝体。这种配合可视为一

种有性过程。大多数草菇担孢子形成的单倍体菌丝，不需要任何菌丝体之间的融合，培养5天后就自然地发育成次生菌丝体。次生菌丝体的每个细胞中含有两个单倍体的核，次生菌丝体的生长与初生菌丝体类似。只是生长的更快更繁茂。在培养基和其它纤维养料上，大多数次生菌丝体的培养物中，含有很多厚垣孢子。

(三) 厚垣孢子褐色、圆形，平均直径为 $5.8 \sim 5$ 微米，细胞多核。在幼龄菌丝体中，褐色厚垣孢子可在幼龄膨大细胞末端发现，也会在末膨大的菌丝体中发现。在老的培养物中，厚垣孢子聚集成褐色颗粒，堆积在试管和培养瓶的壁上。试管下部堆积的更多，布满整个管壁。

(四) 子实体是草菇的繁殖器官，可供食用部分，一般可生长3—6天，但其中的担孢子仍存活，它是在生育期间大量集中地出现，形成周期性的菇峰。

草菇子实体是由菌盖、菌褶、菌柄和菌托四部分组成。

1. 菌盖 菌盖是子实体的最上部分，宽4—25厘米，呈钟形或蛋形，成熟时平展开，中央处稍突起，表面鼠灰色或灰黑色，也有个别灰白色，突起处色较深，向四周渐浅淡。有的菌盖表面还有放射状的暗黑纤毛。

2. 菌褶是担孢子的发生场所和贮存器。它是由许多不等型薄片组成，着生在菌盖下面，呈辐射状排列，与菌柄离生，一个菌盖

约有280~360片菌褶，初白色，后水红色，终红褐色，稍密集。每个褶片两侧着生无数棒状的担子，每个担子顶端常有2—4个小梗，每个小梗上着生一个担孢子。担孢子初期白色，成熟后变水红色，椭圆形，一个中等大小的鲜草菇，可产生5—48亿个担孢子。

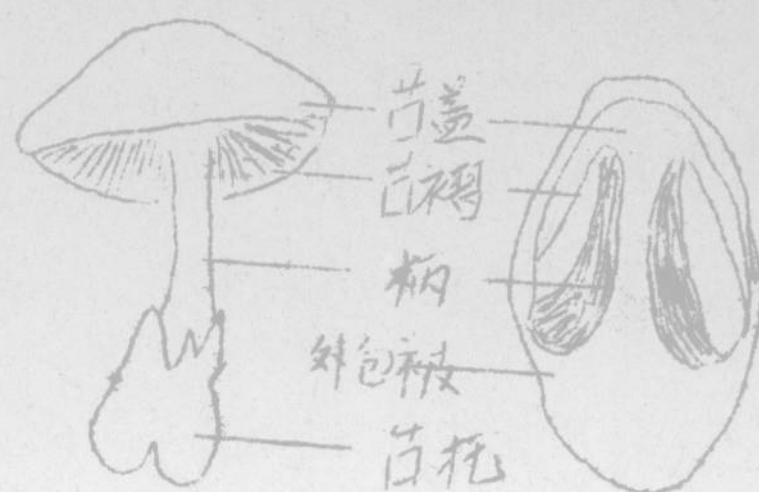


图1 草菇的形态

草菇菌柄呈圆柱形，它有支撑菌盖，运输营养物质和水分的作用。白包内实，含纤维素较多。

3. 草菇菌托是子实体发生初期的保护物，亦称包被。菌蕾期包裹着菌盖和菌柄，当子实体发育到一定阶段后，外包被菌盖顶端突破，而残留于基部，称为菌托。

二、子实体

草菇子实体的分化大致可分为：

菌蕾初期形成时为白色小点，如菜籽大小，后逐渐长大，如黄豆大小，经一、二天成雀蛋大小，再经1—2天就长大到如鸡、鸭

蛋形的子实体。再经
1—2天由菌柄继续
伸长，菌盖突破外菌
膜而伸展出来，成为
成熟的草菇子实体。



图2 草菇的个体发育

草菇子实体的发育大
约需4—8天。

子实体的发育受温度、湿度和光照的影响。当温度在 $28\sim 32^{\circ}\text{C}$ ，空气相对湿度为 $85\sim 95\%$ ，光照强度为50烛光时，对于实体的发育最有利。

第三章 草菇的生活条件

草菇的生长发育需要有一定的外界条件。当外界条件满足了草菇生长发育的需求时，孢子的萌发，菌丝的生长，子实体的形成，才能顺利进行从而获得高产。草菇对生活条件的要求有养分、温度、水分、空气、酸碱度、光线等因子。其具体要求如下：

一、养 分

草菇是一种腐生型真菌。需要给它供给有机营养物质，使其从中获得组成菌丝与子实体的原料和所需的能量。

在草菇生长发育所需的营养物质中，糖类和含氮化合物是主要的。糖类中的葡萄糖、蔗糖、纤维素和半纤维素；有机氮化合物中的蛋白质、蛋白胨、氨基酸、尿素、无机氮化物硫酸铵、硝酸氨等均可被草菇分解利用，作为碳氮营养源。

草菇栽培中作碳素营养的，多是各种天然纤维素材料，如稻草、米糠、麦杆、蔗渣、蕉茎、茶叶渣、剑麻碎屑、废棉等等。总之，含纤维素的材料，原则上均可作草菇栽培料。

几种纤维素材料的营养成分

材料名称 \ 成分 %	水分	有机物	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	碳氮化 (C/N)
稻草	14.3	78.6	0.63	0.11	0.85	68
小麦杆	14.38	81.10	0.48	0.22	0.63	96.9
大麦杆	14.3	81.20	0.64	0.19	1.07	72.3
粟杆	15.0	76.59	0.91	0.29	0.13	

不管是利用稻草还是废棉等纤维素材料作培养料，草菇菌丝体只能通过渗透作用吸入分子量较小的单糖（如葡萄糖），再同化为菌丝体的组成成分或转换成能量。在草菇菌丝体与纤维素接触时，分泌出分解纤维素的酶类，将纤维素分解成单糖，再吸入菌丝体内。

菌丝分解纤维素的速度较慢，可以加入一定量的易分解利用的碳源物质，如糖和米糠等，以诱导纤维素酶的产生，加速纤维素的分解，促进营养生长。

草菇菌丝体本身缺少分解多酚类的酶系，而多酚类化合物是在用禾草做培养料时经常产生的。所以栽培草菇的稻草不需经过发酵堆制，以免禾草木质素分解产生对草菇菌丝体生长不利的酚类化合物。但若用废棉栽培草菇则可先将废棉堆制发酵，以促进有益微生物的活动，帮助分解释放养分及杀灭病虫害等作用。

碳和氮应有一个恰当的比例，一般认为营养生长阶段碳氮比(C/N)以20:1为好，生殖生长阶段的C/N以30:1~40:1为好。

几种物质的含氮量

含氮物质	含氮量(%)	含氮物质	含氮量(%)
尿 素	46.00	血 粉	13.40
硫酸铵	21.00	啤酒糟	5.90
石灰氮	21.00	棉籽饼	5.50

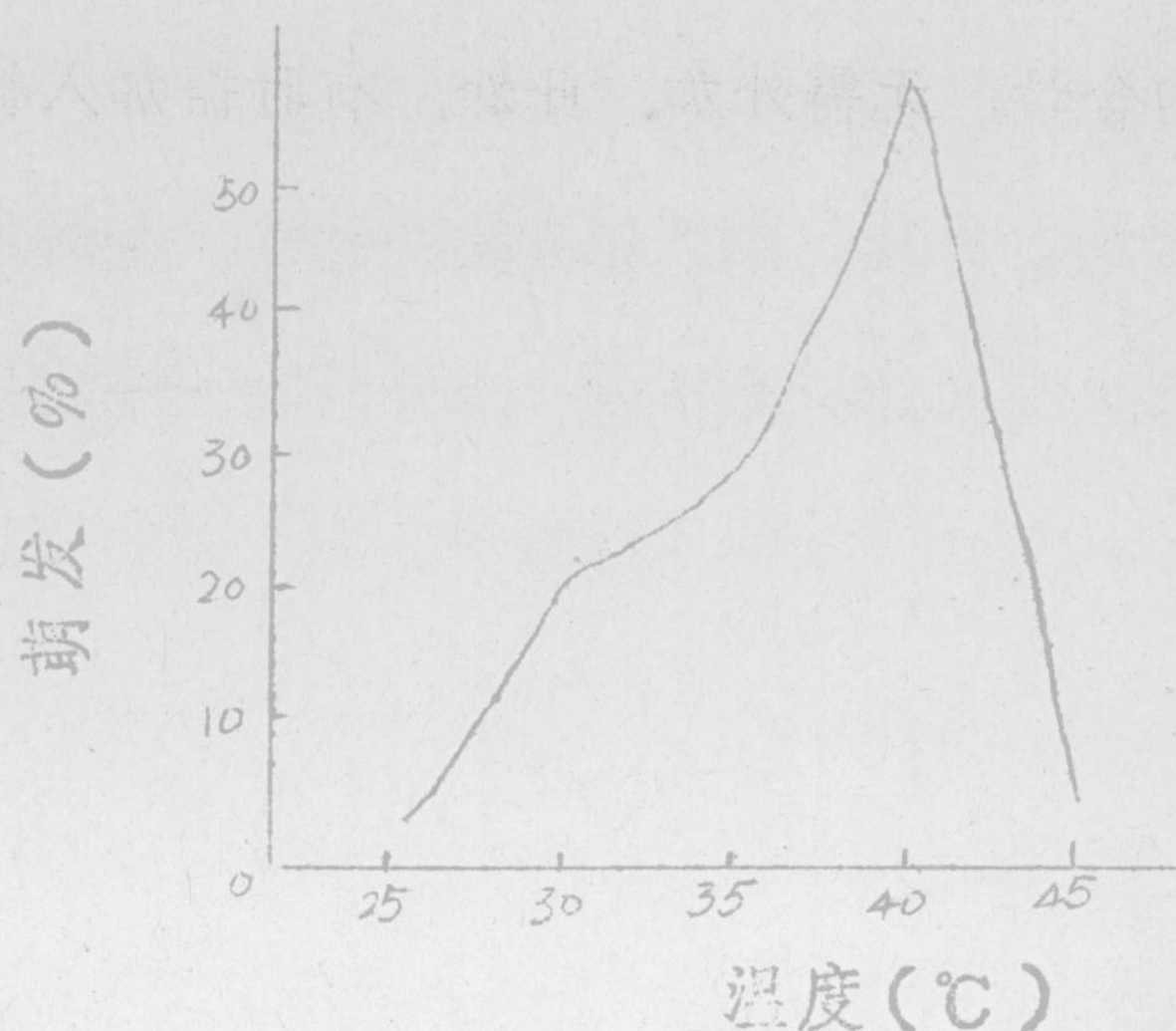
除碳氮源外，无机盐类如钾、镁、硫、磷和钙等，也是草菇生长所必需的。但它们的需要量远不及碳和氮素多，而且有些在天然

纤维材料中已有足够的含量，无需外加。此外，有时需加入微量的维生素B₁。一些微量元素如锌、硼、钼、铜、钴等，是酶或辅酶的重要成分，补充微量元素，是提高草菇产、质量的一个重要措施。据介绍草菇出菇前喷100PPm 硼砂，能提高草菇产量和防止菇蕾萎缩。

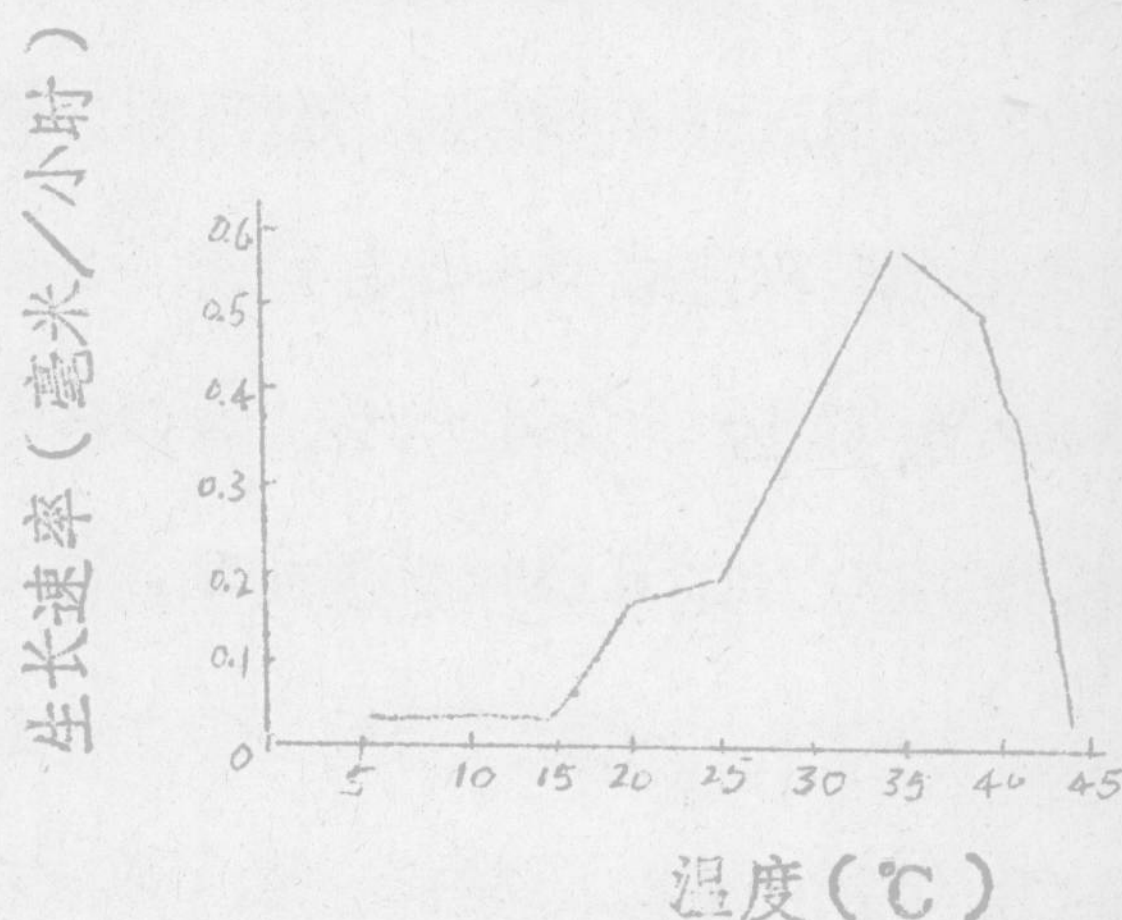
二、温 度

菌丝在30~39℃发育良好。36℃最适宜，子实体的发生通常在28~33℃之间。低于15℃或高于42℃，菌丝的生长将受到强烈的抑制。在0℃的低温或45℃的高温可招致菌丝的死亡。菌丝在-10℃贮藏6小时以上或0~5℃贮藏12小时以上，或10~15℃贮藏24小时以上，均不会生长。如贮藏于45℃高温环境24小时以上，或在50℃6小时以上或55℃1小时以上，同样不能生长。

气温处于30±2℃是子实体分化的最适温度。28℃以下或高于45℃都不能形成子实体。草菇温度以32~38℃最好，高于45℃或低于28℃草菇便不能形成。低温（21℃以下）或酷热（45℃以上）及突变的气候，对小菇蕾有致命的影响。



温度对孢子萌发率的影响
(培养基 PH 7.5)



温度对菌丝生长的影响

草菇担孢子萌发的温度范围在25°C和45°C之间。在25°C和45°C时孢子不萌发，30°C时孢子萌发率不超过20%，35°C以上孢子萌发率才急剧上升，40°C时萌发率达最高，超过40°C又急剧下降。但把草菇孢子在40°C下过一夜，然后再降至25°C

℃，草菇孢子也能萌发，其萌发率为23·6%，当放在40℃培养1天后，萌发率可达73·4%，说明热刺激对草菇孢子开始萌发是必需的，草菇担孢子一旦开始萌发，即使温度下降，也能继续生长。

三、湿 度

湿度对草菇产量影响极为显著。若湿度适宜，产量甚高；反之，太干或太湿均对草菇产量有不良影响。

湿度又直接影响菌床温度，因此，草菇栽培的成败全部在湿度问题上。当空气相对湿度在85~95%，培养料湿度（即含水量）为70~80%时，菌丝及子实体生长最好。80%的空气相对湿度和60%培养料含水量是草菇生长的最低湿度要求，如果低于此限度，则菇体生长极为迟缓，表面粗糙无光泽，甚至停止生长或枯萎死亡。湿度太高又会影响通气，栽培材料易腐败，并导致病虫害滋生与蔓延，小菇蕾萎缩死亡。因此，栽培时要严格掌握空气相对湿度和培养料的湿度。

草菇担孢子，在水中泡浸22~26小时，萌发率显著提高，这可能由于孢子中某些渗透性障碍物的消除，或洗掉了孢子中有抑制孢子萌发的物质。

相对湿度80~90%最适草菇菌丝生长，较高的温度，需要

较大的湿度，如温度降低，湿度也需下降，出菇后期温度降低，浇水就要减少。

四、空 气

草菇是好气性真菌，在进行呼吸时，需要氧气。如果培养料水分太多或过厚，空气不流通，都会引起氧气不足及二氧化碳积累增多。在局部产菇的小环境内，若 CO_2 积累达 $0.3 \sim 0.5\%$ 时，对菌丝体和子实体将有明显的抑制作用。故室内栽培草菇要注意及时通风换气。

五、酸 碱 度

草菇对培养料酸碱度的要求是中性偏碱。最适是 $\text{pH}7.5$ 左右。 pH 低于 6 时孢子萌发率很低， $\text{pH}6.5$ 以上萌发率增加较大。培养基 pH 为 7.5 时，孢子萌发率最高， 7.5 以上萌发率急剧下降， $\text{pH}8$ 时孢子几乎不萌发。草菇菌丝体在 $\text{pH}4-10.3$ 范围内均可生长，最适酸碱度为 $7.2 \sim 7.5$ ，子实体在 $\text{pH}8$ 的草堆中生长很好，在食用菌中，草菇是欢喜偏碱性的介质，掌握好，有利高产。

六、光 线

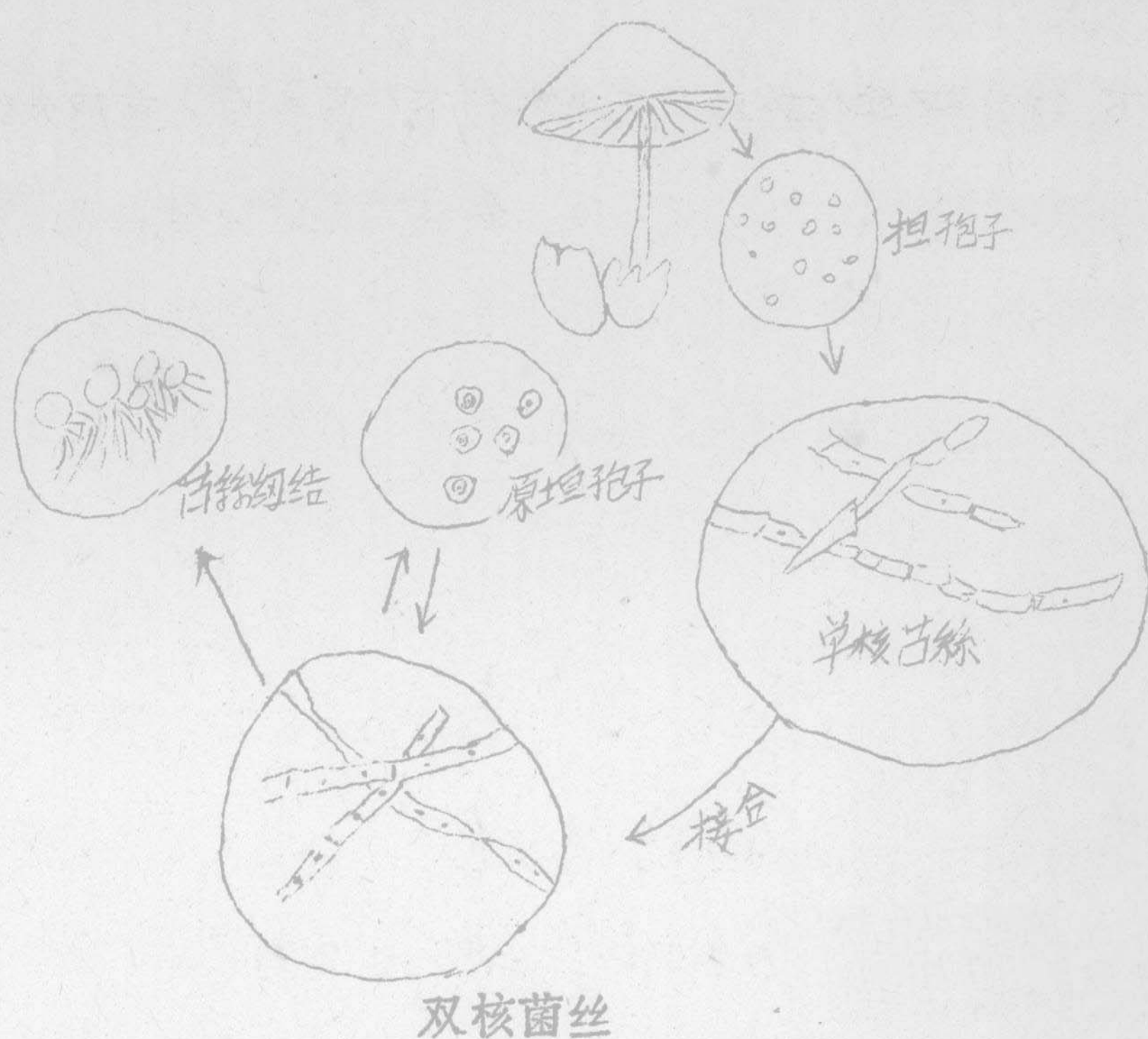
草菇孢子的萌发，菌丝的生长不需要阳光。但草菇子实体的形成需要有阳光，在完全黑暗的条件下，很难形成子实体。散射光线能促进子实体的形成，生长健壮，增强抗病力，促进色素的转化。

在散射光下。草菇子实体较黑。无光条件下。易变白。直射光线会阻碍菌丝和子实体生长。故栽培场所应保持充分的散射光线。较为有利。露天栽培必须复盖草被。光照适量时子实体组织致密。光线不足则疏松。一般认为50英尺烛光(即538勒克司)的强度。每天照射12—24小时。对菌丝和子实体发育最好。

第四章 发育和生活史

草菇是属于同宗结合的真菌。(有性繁殖中有76%是同宗结合的。24%是异宗结合的)它的生活周期是由担孢子开始。担孢子萌发形成初生菌丝。初生菌丝继续延伸与分枝。并互相接合而形成次生菌丝。次生菌丝再经过一个纽结阶段。形成瘤状突起。发育成子实体。子实体成熟又产生无数担孢子。这就是草菇的生活史。

在草菇的生活周期中。初生菌丝和次生菌丝可形成红褐色的厚垣孢子(无性孢子)。即在菌丝体上某些细胞逐渐膨大。形成坚韧的壁膜。成熟后与菌丝体分离。在适宜条件下又可萌发成菌丝体。厚垣孢子内藏丰富养分。孢壁又较厚。故对于旱、寒冷等不良环境有较强的抵抗力。



第五章 草菇的菌种和制作

一、品种特性

菌种的优劣是草菇生产成败的关键，也是高产、优质的内在因素。

(一) 23号种：个体大，包被厚而韧，不易开伞，圆菇（未开伞的菌蕾）率高，适合鲜食、烤制干菇及制罐头，产量较高，但它的抗性弱，对高低温恶劣天气敏感，在生长发育期间，若管理不善，容易造成早期菇蕾萎缩与死亡。23号的复壮种为233号、238号和2307号等。

(二) 37号种, 个体大小、包被厚薄和开伞难易, 均居于中等, 抗性较强, 产量也高, 适于鲜食、制罐头和烤制干菇, 但味淡, 产量和圆菇率不如23号, 菌种易退化。

(三) 20号种, 出菇快, 产菇期长, 产量高, 对不良环境的抵抗力较强, 较粗生耐寒, 菇肉美味适于鲜食。缺点是个体小, 易开伞, 不适宜制干菇。

(四) 泰国种 V 7403, 菇大不易开伞, 产量也高。

此外还有

福建 A 238、8001、8010、8019、8020、
8023

V—5

7804—1

7805—1

北农大 1—1 1—4 1—1—1

8281

8201