

食用菌栽培

上海市农业試驗站編

高等教育出版社

食 用 菌 栽 培

上海市農業試驗站編

高 等 教 育 出 版 社

本書系上海市农业試驗站根据科学原理并結合各种食用菌著名产区的老农經驗所作的总结,由陈梅朋先生执笔編写而成。書中包括香菇、木耳、白平菇、茯苓和銀耳等重要食用菌类。內容簡明扼要,文字通順流利,对各种食用菌类的栽培法、純菌种的培养法以至菌类的加工貯藏等均作了重要的介紹。書中最后还介紹了野生口蘑的調查研究及其栽培試驗。这些材料对我国各地大力發展食用菌的栽培極為重要。本書可供高等农林院校和师范学院师生、有关科学工作者及广大人民公社的有关工作者参考。

食 用 菌 栽 培

上海市农业試驗站編

高等教育出版社出版北京宣武門內筆墨寺7号

(北京市書刊出版业營業許可証出字第051号)

京华印書局印裝 新华書店發行

統一書号16010·87 开本787×1092¹/₃₂ 印張3¹/₁₆ 插頁1

字數70,000 印數0001—4,500 定价(8) 0.48

1959年6月第1版 1959年6月北京第1次印刷

目 录

香菇.....	1
概說	1
一、香菇的形态、分类及生活史	1
二、关于香菇生長發育的各种环境条件	4
三、香菇的营养价值及其栽培的起源和現况	8
香菇栽培法	12
一、旧法栽培香菇	12
二、香菇栽培技术革新的研究	28
(一) 用木材作培养料的栽培方法	28
(二) 用鋸木屑作培养料的栽培方法	32
香菇的加工和貯藏	39
为害香菇的病虫和鳥兽	42
香菇的純菌种培养法	44
一、培养香菇純菌种所需的用具和设备	44
二、培养純菌种所用各种培养基的配制方法	46
三、純菌种繁育法	49
(一) 組織分离培养法	50
(二) 孢子分离培养法	52
(三) 培养純菌种必須注意的几件事	56
木耳(黑木耳)	58
概說	58
一、木耳的形态、分类及生活史	59
二、关于木耳生長發育的各种环境条件	60
三、木耳的营养价值及其利用	61

木耳栽培法	62
一、木耳的旧法栽培	62
二、木耳栽培技术革新的研究	67
(一) 用木材作培养料的栽培法	67
(二) 用锯木屑作培养料的栽培法	69
木耳的純菌种培养法	72
白平菇	73
概說	73
一、白平菇的形态和分类	73
二、关于白平菇生長發育的环境条件	74
白平菇栽培法	76
白平菇的純菌种培养法	77
茯苓	78
概說	78
一、茯苓的形态和分类	79
二、栽培茯苓的树种	80
茯苓栽培法	81
一、旧的栽培方法	81
二、加工和包装	83
三、茯苓栽培技术革新的研究	85
茯苓純菌种繁育法	86
銀耳	87
概說	87
一、銀耳的效用和分布	87
二、銀耳的形态和分类	88
三、关于銀耳生長發育的环境条件	89
銀耳的栽培法	90
一、湖北漳县栽培銀耳的經驗	95

二、銀耳栽培技術革新的研究	95
野生口蘑的調查研究及其栽培試驗	97
一、產區情況	97
二、產區的環境情況	97
三、口蘑生長地區和口蘑的形態與分類	98
四、採收和加工	101
五、河北省沽源縣口蘑產地的土壤氣候	102
六、關於野生口蘑的生長發育規律及其對環境條件要求的 研究	104
七、栽培試驗	107

香 菇

概 說

一、香菇的形态、分类及生活史

香菇又称香蕈或冬菇，市場上根据其品質高低进行商品分級，又有花菇、厚菇、平庄菇之称（如图1）。

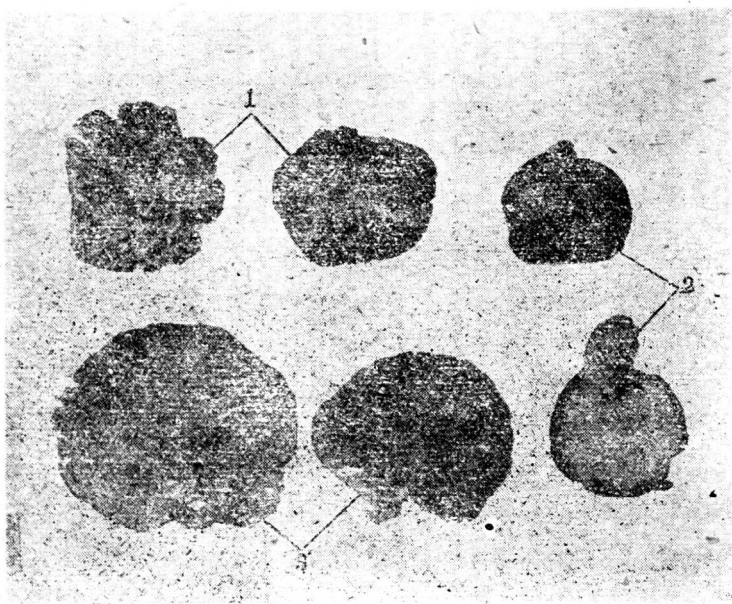


圖 1. 干制香菇的商品分級：

1 —— 花菇； 2 —— 厚菇； 3 —— 平庄菇。

这种香菇成熟时整个植株的形状象一把撑开的小伞，有伞盖、有柄，伞盖下面的菌褶象伞的幅。

伞盖的颜色随着菇龄的大小及受光的强弱不同而有差异：刚生长出来的幼小香菇，如果生长在光线暗淡之处，它的伞盖呈淡褐色，而生长在光线较强之处的就呈深褐色，下部都是拟白色，且有一层毛丝状极薄的盖膜笼罩着；当香菇长大，伞盖展开之后，生长在光线较强处的伞的盖面变成紫褐色，生长在光线暗淡处的则变成淡紫色。下端的那层毛丝状薄膜随着伞盖的开展而逐渐消失，但有时或多或少地还留下一些残余的痕迹。在空气干燥的情况下，伞盖上面往往生出一层褐色的鳞片，这些鳞片整齐地排列着象花瓣一样。菌伞的组织，除去菌褶，它中部的厚度可达1厘米左右，是很肥厚的。

伞盖下面的菌褶质地柔软，宽约3—4毫米，白色，刀片状、成辐射形排列在菌伞的里面。

菌柄是圆柱形，口径大0.5—1厘米，长1—6厘米，白色，但基端稍带红色或红褐色。幼小时，柄的表面上生有棉毛状的白色鳞片，着生于伞盖下面的中央，与菌褶的基端是分离的。质地不如菌伞部分柔嫩，特别是干制后的纤维更加粗糙，几不堪食。

在那些刀片状菌褶的两侧表面生有很多象棍棒状的担子器和与担子器形状相似的许多不实的菌丝细胞，在担子器的先端生出2或4个微小的子梗，每一子梗的顶端各生孢子一粒（如图2）。单粒孢子要在放大一千倍左右的显微镜下我们才可以看到它们是白色的，卵圆形，它的体积的测量记录是 $3-4 \times 6-8$ 微米。但是，如果我们把一枚新鲜成熟的香菇的

菌柄去掉，將菌櫚朝下放在一張黑色的紙上，經 5—6 小時後，就有大量的孢子從菌櫚落到紙上，它們隨着菌櫚的輻射紋堆積成粉白色的花紋，象印的花紋一樣，我們的肉眼就很容易看到。這一種由孢子集積成的花紋，在術語上叫做孢子印（如圖 3）。它在菌草的分類上，有着一定的價值。

每一成熟的孢子在溫度、濕度和營養等適宜的條件下，就萌發而生成菌絲，有香氣，肉眼視之色純白如絨毛狀，在顯微鏡下觀察，則可看出它是白色透明有橫隔斷和分枝的。菌絲不單只由孢子萌發而成，也可由香菇體上的任何一部組織萌發而成。

許多菌絲集結在一起便成菌絲體。菌

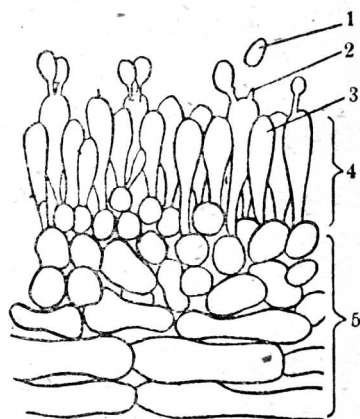


圖 2. 担子器:

1 — 孢子; 2 — 子梗; 3 — 不实菌絲細胞; 4 — 担子器; 5 — 菌絲體。



圖 3. 香菇的孢子印。

絲在适宜的環境條件之下，不斷地繼續生長，有些菌絲則逐漸發育而在培養料的表面生成子實體——香菇；在培養料中的菌絲則起着分解木質中物質和為子實體輸導養料的作用，這是因為香菇菌絲和許多其他木腐菌的菌絲一樣，它本身具有一種分解木質中碳水化合物、蛋白質及纖維等的酵素，木質中的各種有機化合物經酵素作用分解後轉化成為葡萄糖、氨基酸等可以為菌絲細胞直接吸收的營養物質。

由孢子萌發而成菌絲，菌絲生長發育生成子實體，子實體再結成無數用以繁殖的孢子，這樣的循環便是香菇的生活週。

在植物分類學上，香菇是菌藻植物中的一種菌類植物，隸屬於担子菌綱中的傘菌目(Agaricales)，蘑菇科(Tricholomataceae)，皮櫛屬(*Lentinus*)。學名是香皮櫛菌(*Lentinus shiitake*(P. Henn.) Singer)。

二、關於香菇生長發育的各種環境條件

栽培香菇菌首先必須了解在香菇生長發育過程中的外界環境條件，哪些對它是有利的，和哪些對它是有害的。然後我們就能盡量利用和創造對它有利的環境條件；並設法避免和消除對它有害的部分，這樣才可保證種菇事業的成功。

香菇在生長發育中所需要的條件是很複雜的，同時有害於它的環境條件又是很多的，並且隨時隨地都可遇到和發生。我們雖然不能完全都一一指出，但根據過去許多人研究的結果，以及多年來在栽培實踐中所體會到的，介紹幾項主要的如下：

1. 光照 光照对于香菇子实体的發生有着密切而極其重大的影响,如果在完全黑暗的情况下,即使香菇的菌絲体已經生長得很好,而其子实体却不能形成,已形成子实体后若再放到黑暗中,則此子实体也易腐烂,根据这一現象,可知香菇子实体的形成是不能缺少光照的。虽然光照对它有如上述的重大关系,但又不能經受强烈日光的直射,因为直射的强烈日光可使菇木中所含水分蒸發散失,并抑制菌絲的生長發育。因此,所需光照又以散光較為适宜。

我們知道菌类植物一般不能进行光合作用,香菇也是营死木腐生的。由此可見,光照对它的影响属于营养的关系少,属于阶段發育的关系可能是主要的。这是一个菌类植物生理上尙待研究的問題。这一問題的解决,无疑地将有助于說明植物进化的过程。

2. 温度 香菇的孢子在枹树 (*Quercus glandulifera*) 浸出液中或洋菜馬鈴薯培养基上置于 24°C 的恒温中經 16 小时即可萌發,但在 16°C 的温度中則需 24 小时才萌發, 15°C 以下或 32°C 以上就很难萌發,最适宜于孢子發芽的温度是 $22-26^{\circ}\text{C}$ 。孢子在接触高温 (40°C 以上) 或日光的直射后,它的萌發能力便很快地丧失,但在干燥状态时較耐寒,虽在 -17°C 左右經 2 小时,仍有 10—15% 的發芽率。

香菇菌絲生長發育所需的温度为 $15-32^{\circ}\text{C}$ 之間,而以在 $22-26^{\circ}\text{C}$ 时生長得最为迅速良好。虽然在 15°C 以下、 32°C 以上仍能生長,但很緩慢; 4°C 以下、 40°C 以上时便停止生長。香菇菌絲在干燥状态下能耐 -17°C 甚至更低的低温,或 40°C 以上到 65°C 的高温而不丧失其生活力,一旦获得适宜

的溫度和适量的水分时，就可立即恢复生長并能生長得和以前一样地良好。

香菇子实体在 0.5°C 以上到 22°C 以下之間發生并生長發育，而以 8°C — 16°C 时生長發育得既迅速，又良好，柄短，傘厚，因有厚菇之称，商品分級列为上等； 8°C 以下生長緩慢，菌柄粗短，菌傘肥厚，特別是在 4°C 左右雪后生長的，它的傘盖表面因受到寒冷和干燥等气候同时襲击下裂开而成瓣状花紋，因有花菇之称，品質最优；至于 16°C 以上，特別是 20°C 左右生長的，虽然生長極為迅速，但傘盖薄而柄細長，品質較差，商品分級列为一般产品，因有平菇之称。从生产的角度来看， 8 — 16°C 当是香菇生長最好的溫度。在 0°C 以下或 22°C 以上，香菇的子实体就停止發生。

3. 水分 只有培养料（木材或木屑）中的含水量及栽培場所內的空气相对湿度达到其合适的程度，香菇的菌絲体和子实体才能生長發育良好；任何一个部分过干或过湿都能抑制它們的生長發育，甚至引起严重的伤亡。

培养料中的含水量，以水的数量約占培养料总重量 $\frac{2}{3}$ 为最合适。例如，一段培养香菇的木材的总重量假定是 30 公斤，其中所含水分的数量如果是 20 公斤而干的木質的数量为 10 公斤，那就是含水量最合适的香菇培养料。培养料太干时，菌絲生長緩慢，子实体不但数量少，而且个体也瘦小；太湿时，輕則抑制菌絲的生長，重則造成菌絲的死亡和子实体的腐烂。

栽培場所內的空气相对湿度以經常保持在 85—90% 为最合适。如果湿度長期在 80% 以下时，則不但可以造成子实

体生長迟緩、瘦小、伞盖表皮开裂和單个重量減輕等損失，且引起培养料中的水分因蒸發大而散失，致不能保持其最合适的比例，从而影响菌絲的生長也不能正常；如湿度長期在95%以上时，則極易引起病害，以致造成香菇子实体的大批腐烂。

4. 养分 香菇在生長中需要的营养物質为碳水化合物，碳水化合物內的主要物質是糖类、淀粉、半纖維素、纖維素和属于多糖类的木質，而以纖維素和木質的功用最大。这些营养物質都能从木材中获得，并通过香菇菌絲本身分泌的酵素作用将上述物質分解，使之轉化成为可吸收状态之后利用的。

5. 新鮮空气 栽培場所內的空气流通与否对于香菇生長好坏有很重大的影响，因为：

(1) 适宜于香菇生長的溫度、湿度的环境条件往往也最适合于許多种类杂菌的生長。如果讓这些杂菌与香菇同时滋生，无疑地将要使香菇受到損害，特别是杂菌中的霉菌和一些为害香菇的病菌，不过霉菌和某些香菇病菌一般都不适宜于空气流通良好的环境中生長。因此，加强香菇栽培場所內的通風換气，就可以減免霉菌等的發生。

(2) 在香菇菌絲生長中，它将不断地呼出二氧化碳；再加木材被菌絲分解腐烂时也有大量的二氧化碳气体發生。可是，在香菇栽培場所內的空气中如果含有1%的二氧化碳时，就能抑制新生香菇的發生；如含量达5%时，便能阻止已發生的香菇生長，甚至伤亡。在山林中栽培香菇，由于树木的調济，对香菇一般不易發生空气中二氧化碳含量过多的危害情况。但如用鋸屑作培养料在室內栽培时，則必須注意和加强

室內的通風換氣。

6. 酸度 香菇菌絲體的生長發育也受着培养基或培养料中酸度的限制。它是比較喜好酸性的，一般在 pH 3—7.2 之間都能生長，而以在 pH 5.5 時它的生長發育最為良好。

三、香菇的营养价值及其栽培的起源和現况

香菇中含有 13.9% 蛋白質，1.7% 脂肪，62% 碳水化合物，6.3% 粗纖維，少量的鈣、磷、鐵等礦物質养分以及維生素 B 和 C，此外，它还含有一般蔬菜所缺少的維生素 D 母 (Ergosterin)，这种維生素在人体之內能接受日光的作用变成維生素 D，对增加人体的抗病力有很大的功效。我国农民早已知道利用香菇来減輕出天花或麻疹病人的病症，当有兒童患天花或麻疹等病的时候，就一定要拿香菇給这染病的孩子吃，并認為这是不可缺少的。無論是新鮮的或是干制的香菇都極為鮮美可口，干制的香菇还發出一種較鮮菇更濃厚的香味，以之調味，能增進食欲。所以香菇是一种营养价值高，口味鮮美，而且无毒，可以作为蔬菜，并素为中外人士所爱好的食菌。

香菇原本也是野生的，人工栽培是从我国开始，發明于何时、何地、何人，虽无从稽考，而香菇栽培的方法，在王楙 1313 年所著的农書中就已有过詳細的叙述“今深山穷谷之民以此代耕……”。可見，在那时香菇的栽培技术已經普及于深山穷谷之中，而且培养香菇也已成为深山穷谷中的农民們的主要生产。不过在盛产香菇的浙江、福建、江西、安徽、广东、广西等地調查时發現，凡从事于香菇栽培的，几乎沒有一处不是浙江龙泉、庆元、景宁三县的人。据傳說，人工栽培香菇，自元末

明初起一直都是由他們從事，到現在已有六、七百年的歷史。根據上述事例，我們可以推想到香菇的人工栽培是在 1313 年以前，由浙江龍泉、慶元、景寧一帶的農民所創造的。

龍泉、慶元、景寧的菇農們確有一套很豐富的種菇經驗，惜乎以往思想保守，幾百年來一直父子相傳，甚至傳媳而不傳女。由於他們將此技術保密得如此嚴密，因而無從普及和提高，這便是為什麼香菇生產事業從前得不到發展的原因。

舊法栽培香菇雖然已經積有將近千年的經驗，由於沒有掌握用純菌種進行人工接種這個最基本的環節，而是盲目地等待香菇菌孢子自然地落進新放的菇木中，但香菇的孢子是否落入，落入後能否萌發生長，就是從事於香菇栽培多年富有經驗的人也毫無把握。任其自然接種，據了解其成功率最高僅達 70%，一般不過 30—40%，甚至有完全失敗的，因為生產無保證，於是穿凿附會，把香菇的生長說成神秘，使當地農民不敢嘗試，這便是以往香菇生產事業長期得不到發展的另一原因。

我國解放以後，人民的生活日益改善和提高，加之對外貿易也有了空前的發展，香菇內銷和出口的数量也就隨之而迅速增長，根據 1957 年的統計，是年全國香菇產量僅只達到內外銷需要数量的 25%。而且我們可以預見，今後對香菇的需要肯定是只有逐年增加而不會減少。

因此，如何可使香菇的產量能滿足今後內外銷的日益增長的需要，就成為當前迫切需要研究解決的問題。

本站認為要想解決今後香菇在產銷上發生的矛盾，必須將香菇栽培技術普遍推廣於全國香菇產區的當地農民，改變

几百年来香菇栽培技术仅为少数地区的少数人所專有的情况。而在推广香菇栽培技术之前，首先要进行香菇栽培技术的革新，把旧法中等待孢子自然落进新放菇木这样靠天接种办法所带来的一系列的繁杂的、神秘的、靠天吃飯的也就是可靠性很小的等部分革掉，改为生产确有保証，完全可以由人掌握，而且簡單易行的那种用純菌种进行人工接种的方法，因为只有生产可靠和操作簡便的技术才是群众易于掌握、乐于接受的，也只有栽培技术为广大群众掌握普遍应用之后，香菇的生产才能多、快、好、省地發展起来。

香菇純菌种培育和香菇栽培技术革新等的試驗研究是于1957年春在上海市农业試驗站开始进行的。由于党的正确领导和大力支持，很快地在同年冬季就先后获得了純菌种培育以及用純菌种进行人工接种于木材和鋸木屑等一系列香菇栽培技术革新試驗的成功。

其中用鋸木屑代替木材栽培香菇成功，更具有下列几点重大的意义：

1. 克服了發展香菇能造成大量耗費木材以致影响建設或香菇生产因受到木材的限制而不能充分發展等矛盾和困难，为發展香菇生产开辟了一个新的途徑。

2. 解除了香菇只能在山林地区栽培的限制，这样不仅扩大了香菇栽培的区域，有利于香菇的發展，滿足供应的需要；且为平原地区和城市郊区的人民公社發展多种經營添了一个新的項目，有助于增加社員的收益，同时还能為城市和工矿区的人民提供一种营养价值較高、口味更加鮮美的新鮮香菇，再就是徹底改变香菇以往半天然、半人工的栽培方式，成为完全

可以由人工控制的栽培，这样对于提高香菇的品质和产量就有了更为可靠的保证。

这些试验研究的成果，一经宣布，立即为中华人民共和国商业部所采用，并于1958年3月底4月初在江西景德镇召开了一个有11个省区1百多位代表参加的现场会议，进行了用香菇纯菌种人工接种的实地示范。通过这次会议之后，除了以江西景德镇若皮山这个实地示范的菇场作为全国性的香菇试验田外，各省代表回去也都举办了香菇试验田，根据各地试验田集报的材料看到接种的成活率都在90%以上，而且菌丝生长都极正常良好，经有经验的菇农检查鉴定，都认为效果确实很好，较旧法可以提早两年出菇，产量也肯定要较旧法高出两倍以上。因此，鼓舞了各地农民，特别是因为接种技术简便易行，虽从来没有种过香菇的人也能掌握，更受群众欢迎，现在纷纷要求让给菌种进行栽培。于是香菇的发展和香菇栽培技术的革新已不推自广，遍地开花。上海市农业试验站为了支援各地的迫切需要，除自行加班培育香菇纯菌种14万瓶供应外，并帮助江西、广东、福建等省建立了香菇纯菌种繁育场各1—2所；此外还为江西、福建、广东、广西、湖南、湖北、云南、四川、贵州、陕西、甘肃、山西、山东、河北、北京、天津、辽宁、吉林、黑龙江、安徽、江苏、南京、浙江、杭州等24省、市培养三百四十多位食用菌的技术人材，今后还将设立专门训练班，不断地扩大食用菌方面的技术力量。

由上述情况和事例看来，可见香菇栽培技术革新的展开已经在全国各地形成了高潮，很快地就要完全代替奉行了近8百年的那种靠天吃饭的栽培方式，而在香菇栽培史上写下