

农

产品贮藏加工技术丛书

食用菌
保鲜与加工

吕作舟 编著



广东科技出版社

农产品贮藏加工技术丛书

食用菌保鲜与加工

吕作舟 编著

162743/10

广东科技出版社

·广州·

图书在版编目 (CIP) 数据

食用菌保鲜与加工/吕作舟编著. —广州: 广东科技出版社, 2002.8

(农产品贮藏加工技术丛书)

ISBN 7-5359-3070-0

I. 食… II. 吕… III. ①食用菌类-保鲜②食用菌类-加工 IV. S646.09

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 019651 号

Shiyongjun Baoxian yu Jiagong

出版发行: 广东科技出版社

(广州市环市东路水荫路 11 号 邮码: 510075)

E-mail: gdkjzbb@21cn. com

http: //www. gdstp. com. cn

出 版 人: 黄达全

经 销: 广东新华发行集团

排 版: 广东科电有限公司

印 刷: 广东省肇庆新华印刷有限公司

(广东省肇庆市星湖大道 邮码: 526060)

规 格: 787mm×1 092mm 1/32 印张 6.25 字数 134 千

版 次: 2002 年 8 月第 1 版

2002 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 1~5 000 册

定 价: 12.00 元

如发现因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换。

内 容 简 介

本书简要介绍了食用菌贮藏加工特性、贮藏加工原理，以及食用菌采收、包装和运输技术，重点介绍了食用菌贮藏保鲜技术（包括冷藏保鲜、低温气调保鲜、辐射保鲜、化学药剂保鲜等）、食用菌加工技术（包括盐渍、糖渍、干制、罐藏、速冻加工及深加工技术等）。本书内容丰富，文字简练，理论联系实际，通俗易懂，实用性强。

本书可供广大食用菌从业人员及食用菌爱好者参考应用，也可作为农林、师范院校食用菌课程的教学参考书。

专 家 介 绍

吕作舟 男，1968年大学毕业，1978年考取微生物学应用真菌方向研究生，1982年获硕士学位。1978年开始专门从事应用真菌教学、科研、技术开发工作，1993年享受国务院颁发的政府特殊津贴，现任华中农业大学教授，兼任中国食用菌协会常务理事、湖北省食用菌协会副理事长、《中国食用菌》编委。近年来，先后作为《食用菌栽培学》（全国统编教材）编委、《食用菌研究法》副主编、《食用菌贮藏加工学》（华中农业大学规划教材）主编，主持完成编著12部，共100万字，在《菌物系统》、《华中农业大学学报》、《食用菌》、《中国食用菌》等国内外有影响的刊物上发表学术论文40多篇。

前 言

近20年来,全球食用菌产量和产值呈直线上升态势,其中尤以我国的食用菌产业发展迅速。1978年,我国食用菌年总产量5万吨(鲜重,不含台湾省产量,下同),至1999年,我国食用菌年总产量达523万吨,占世界食用菌总产量的65%以上。1997年,我国出口各种食用菌罐头、干菇、盐水菇、速冻菇和保鲜菇84.6万吨(年出口量居世界第一),创汇6.5亿美元。在世界食用菌产量、产值直线上升的同时,加工增值比重也逐年增加。1990年,世界食用菌产值100亿美元,其中加工增值12亿美元,占总产值的12%。至1997年,世界食用菌产值150亿美元,其中加工增值35亿美元,占总产值的23%以上。

保鲜与加工是使食用菌产品变为商品的必要手段,推广利用食用菌保鲜与加工技术,是使食用菌产业变为高效产业、创汇产业的保证。本书正是基于此目的,介绍了食用菌贮藏加工特性、食用菌贮藏加工原理、食用菌的采收包装及运输技术、食用菌贮藏保鲜技术,以及食用菌加工技术。在内容上力求精炼、理论联系实际,注重实用性和可操作性。

由于作者水平有限,书中错误及不足之处,敬请读者批评指正。

编著者
2002年5月

一、食用菌贮藏加工特性	1
(一) 食用菌的形态特征及其贮藏加工特性	1
(二) 食用菌的化学成分及其贮藏加工特性	4
二、食用菌贮藏原理	10
(一) 采后呼吸作用	11
(二) 蒸腾与结露	13
(三) 采后生理生化变化	17
三、食用菌采收、包装和运输技术	20
(一) 采收	20
(二) 分级与包装	28
(三) 运输	31
四、食用菌贮藏保鲜技术	34
(一) 冷藏技术	34
(二) 低温气调贮藏技术	46
(三) 其他贮藏技术	59
五、食用菌加工基础	65
(一) 加工保藏原理	65
(二) 加工厂的建立	67
(三) 原料的预处理	69
六、食用菌盐渍和糖渍技术	74
(一) 盐渍技术	74
(二) 糖渍技术	89
七、食用菌干制技术	100

(一) 干制原理.....	100
(二) 干制设备.....	105
(三) 干制工艺.....	118
(四) 食用菌干制加工实例	121
八、食用菌罐藏技术	137
(一) 罐藏原理.....	137
(二) 罐藏容器.....	141
(三) 罐藏工艺.....	142
(四) 罐头食品的检验与贮存.....	154
(五) 食用菌罐藏加工实例	155
(六) 食用菌罐头常见的败坏现象及其原因	176
九、食用菌速冻加工技术	180
(一) 速冻加工原理	180
(二) 速冻蘑菇加工技术	185
参考文献	191

一、食用菌贮藏加工特性

(一) 食用菌的形态特征及其贮藏加工特性

食用菌的形态包括孢子、菌丝体、子实体等3种主要形式。孢子是微小的有性繁殖单位，在适宜条件下萌发形成管状的丝状体，每根细丝叫菌丝。生长在基质内的大量丝状物是食用菌的营养体，称菌丝体。子实体是从菌丝体上产生的，是产生有性孢子的繁殖结构。人们通常所说的食用菌，往往就是专指食用真菌的子实体。子实体的形态特征直接影响其贮藏加工措施的实施与贮藏效果。绝大多数食用菌的子实体像一把小伞，一般统称蘑菇，通常由菌盖、菌褶、菌柄、菌环、菌托等部分组成。

1. 菌盖与成熟度

菌盖是子实体的帽状部分，因种类不同，形状千姿百态，有的在幼时和成熟时也不一样。基本形状通常以成熟时为标准，大致有圆形、半圆形、扇形、匙形、半球形、斗笠形、钟形、漏斗形、浅漏斗形、卵圆形、圆锥形、圆筒形、喇叭形和马鞍形等。菌盖的质地为肉质、纤维质、革质或胶质，有或无乳汁。

菌盖边缘的形状，品种之间常不一样，幼时和成熟时可完全不同。以个体成熟时为标准，有的边缘向内卷曲，有的上翘或反卷，有的边缘平滑无条纹，有的边缘波状或花瓣状，

也有的边缘表皮延生等。

菌盖表面有的光滑，有的具皱纹、条纹或龟裂，有的干燥，有的湿润、呈水浸状、粘滑或胶粘，还有的表面粗糙，具纤毛状、丛毛状鳞片，或呈粉末状。不少种类往往随着子实体的老化，鳞片逐渐脱落或增多。

菌盖表面的颜色多种多样，粗看似乎不过是白色、黄色、褐色、灰色、黑色、红色、紫色、绿色等。但实际上却十分复杂。

菌盖表皮层下面就是菌肉（菌髓），香菇等的表皮层与菌肉不易分离，毒红菇等的表皮层则可大片从菌肉上撕下来。菌肉的构造通常可分2种：一般的全为丝状菌丝组成；另有的，如红菇属和乳菇属中的种类，菌丝中很多分枝的细胞变成膨大的泡囊，这些泡囊成群地遍布在菌肉里面，有时形成菌肉的主要部分，只在间隙内充以丝状菌丝，故这类子实体也就显得特别松泡、易碎。菌肉多为白色或有色，但有的伤后变色。

上面所说的成熟是指子实体的生物学成熟。对食用菌贮藏加工来说，更重要的是子实体食用成熟期（即商品成熟期）。各种食用菌的食用成熟标准常有差别，就同一种食用菌而言，因子实体采收后的去向（鲜销、贮藏或加工）不同，其成熟标准也有变化。例如香菇、金针菇、平菇类，其生物学成熟标准与食用成熟标准基本相同，即通常所说的六至八分开伞，或刚开始弹射孢子时采收，但作为干制香菇的原料（鲜香菇），其成熟期应偏早，以利于加工出优质干香菇。对于双孢蘑菇和草菇来说，情形则大不一样，其食用成熟标准是菇蕾充分长大，但尚未开伞，一旦开伞，其商品价值明显降低，甚至丧失，因此在其子实体的采收、贮运和加

工中，必须采取种种措施抑制子实体开伞老化。

2. 菌褶和菌管

菌盖下面辐射状生长的薄片叫菌褶。牛肝菌、多孔菌菌盖下面生长着向下垂直的菌管。子实层着生在菌褶两侧或菌管的内壁上，故菌褶和菌管又都称子实层体。鸡油菌科的喇叭菌和鸡油菌（杏菌）的菌褶厚而窄，交织成网棱状。

菌褶的颜色往往不是由菌褶组织菌丝所决定的，有的是由孢子的颜色造成的，有的是由囊状体具色造成的。

菌褶通常由3部分组成，即菌髓、子实下层（亚子实层或子实层基）和子实层。薄片状的菌褶是子实体上最易破损的部分，在采收和贮运中稍有不慎，就会导致菌褶变形或破损，从而影响商品价值。另一方面，因为菌褶呈刀片状，具有较大的表面积，在贮运中稍有不慎，很可能变色、变质，影响商品质量。

3. 菌柄、菌环及菌托

在常见的食用菌中，有些无菌柄或仅具短柄，大多数种类具有圆柱状菌柄，但菌柄的长短、大小（直径）、形状、质地因种类不同而有差异。食用菌的菌柄通常肉质、纤维质或脆骨质。

菌柄与菌盖的着生关系，多为中生，如蘑菇、草菇、口蘑、乳菇、红菇等；也有的偏生，如香菇；也有的侧生，如亚侧耳、侧耳。菌柄表面光滑，有时具鳞片或条纹。菌柄通常直立，也有弯曲或扭转的。菌柄内部松软，空心（中空）或实心（内实）。除了姬菇、茶薪菇、竹荪和金针菇的菌柄以外，大多数食用菌的菌柄口感较差，在贮藏加工之前，应作适当处理，如干制香菇的原料菇，需剪去部分菌柄或完全切除菌柄（特别是代料栽培的香菇），然后将修整后的香菇

和菌柄分别进行加工。作为罐藏蘑菇，修整后的菌柄长度应小于菌柄自身的半径。

食用菌中有部分种具有菌环和菌托。菌环是内菌幕残留在菌柄上的环状物。菌托是外菌幕遗留在菌柄基部的袋状物或杯状物。蘑菇是有菌环的菇类，但必须在内菌幕尚完整时采收，一旦见到菌环，其食用价值、商品价值就会明显降低。草菇、竹荪均具有菌托，对于草菇，必须在外菌幕尚未破裂时采收；而对于竹荪，则需见到菌托后再采收加工。

(二) 食用菌的化学成分及其贮藏加工特性

食用菌中含有人体需要的多种营养成分，其中包括仅存在于食用菌中的一些特殊营养物质（如蘑菇多糖、香菇素等），它们在贮藏加工过程中会发生一系列物理的、化学的、生化的变化，并由此引起食用菌贮藏加工性能的改变和营养成分的变化。食用菌中的化学成分包括水分和干物质两大部分。干物质主要包括碳水化合物、蛋白质、脂肪和矿物质。

1. 水分

鲜菇（鲜耳）的含水量通常在 85% ~ 95%。不同种类的食用菌含水量是不同的，即使是同一种食用菌，其鲜菇的含水量也有相当大的变化，这种变化主要决定于培养料的组分，以及水分管理措施等因子。例如，用废棉栽培的平菇、凤尾菇的含水量就比用稻草栽培的同种菇类的含水量少；用栎类段木栽培的香菇的含水量也比用枫香段木栽培的香菇的含水量少。了解这种差别，有利于选择最佳贮藏或加工工艺，生产优质产品。

食用菌中的水分，按其存在状态可分为两部分，一部分

是束缚水（包括胶体结合水和化合水），另一部分是自由水，也称游离水。束缚水是结合于细胞内亲水物质中的水，含量比较稳定，即使高温干燥也不易蒸发，低温下不易结冰。自由水存在于细胞内和细胞间隙中，不稳定，在低温条件下能够结冰，在高温干燥条件下容易蒸腾散失。在食用菌贮藏加工过程中，水分的变化主要是自由水含量的变化。水分是影响食用菌鲜度、嫩度和风味的极其重要的成分之一。在贮藏保鲜过程中，如果自由水蒸腾损失过多，就会使鲜菇外观萎蔫、干瘪，风味变劣。但如果自由水含量过高，就会影响食用菌贮藏保鲜的稳定性，容易滋生霉菌，导致子实体腐烂变质，在高温季节，后一种现象更为严重。

影响鲜菇水分散失的重要因素是温度和空气相对湿度，所以，在贮藏保鲜期要特别注意对环境温度和相对湿度的控制，在进行干制加工时，则要注意升温 and 排湿同步进行，以期用最省的能量加工出最好的产品。

2. 干物质

食用菌的干物质中有 90% ~ 97% 是有机物。干物质的含量在各种食用菌间差异较大，其组成与食用菌的发生场所密切相关。一般来说，食用菌中木材腐朽菌的碳水化合物含量较多，而土壤真菌、林地真菌的蛋白质和灰分含量较多。

(1) 蛋白质

食用菌蛋白质的含量约占可食部分鲜重的 4%，占干物质总量的 20% ~ 30%，其含量是大白菜、番茄、白萝卜等常见蔬菜的 3~6 倍，是香蕉、甜橙的 4 倍。

食用菌中的含氮物质（蛋白质、氨基酸、酰胺等）对食用菌加工品的色、香、味和工艺过程有一定影响，如酶促褐

变与遇金属变色等，含酪氨酸的子实体能在多酚氧化酶的作用下进行氧化产生黑色物质。

(2) 脂类

子实体中含有脂肪、卵磷脂、麦角固醇等脂溶性物质。食用菌脂肪含量一般在 10% 以下，平均为 8%。食用菌脂肪的性质类似于植物油，含有较多的不饱和脂肪酸，如油酸、亚油酸等，对降低血脂有明显的好处。

(3) 碳水化合物

食用菌中碳水化合物的含量占干重的 50% ~ 70%。在碳水化合物中，海藻糖（菌糖）和糖醇的含量分别达 3%，这两种糖是食用菌的甜味成分。当菇类成熟时，菌糖就水解为葡萄糖。葡萄糖是子实体呼吸作用的基质之一，所以食用菌在贮藏保鲜过程中碳水化合物容易损失。食用菌碳水化合物中戊糖胶的含量一般在 3% 以下，但银耳、木耳的戊糖胶含量较多，银耳戊糖胶含量占其碳水化合物的 14%。戊糖胶是一种胶粘性物质，在胶质菌的干制加工过程中，翻拌次数不可太多，以免形成“拳耳”。

食用菌中还含有丰富的糖原（肝糖）和真菌甲壳素（几丁质），后者是食用菌纤维素的主要成分，属于食物性纤维（膳食纤维）。

(4) 矿物质

食用菌含有人体必需的多种矿物质元素，其中钾、磷的含量最高，其次是钙和铁。它们在食用菌中比较稳定，在贮藏加工过程中变化较少。

(5) 维生素

食用菌含有多种维生素，大多数食用菌都含有硫胺素（维生素 B₁）、核黄素（维生素 B₂）、泛酸（维生素 B₃）、烟

酸（维生素 B₅）、吡哆醇（维生素 B₆）、钴维生素（维生素 B₁₂）、抗坏血酸（维生素 C）、生物素（维生素 H）、叶酸（维生素 F），以及麦角固醇（维生素 D 原）等。含维生素 A 的食用菌种类较少，常见种类中只有鸡油菌、密环菌、猴头菌的维生素 A 含量较多。

维生素 B₁、维生素 B₂、维生素 B₅、维生素 C 均属于水溶性维生素。维生素 B₁、维生素 B₂ 在酸性溶液中较稳定，耐热，但在碱性和中性溶液中易被破坏。维生素 C 是一种不稳定的维生素，易溶于水，不耐热，在抗坏血酸酶的作用下，易被氧化破坏。这个过程快慢与酶的含量及其活性、氧气的含量、温度和 pH 值有关。一般来说，抗坏血酸酶的含量高，活性大，温度高，氧气充足，在中性或碱性介质中氧化反应较快，维生素 C 损失较多。因此，在贮藏加工过程中，可采用二氧化硫熏蒸或漂烫抑制抗坏血酸酶的活性，或采用排气密封，减少氧气供应，或配制酸性汤液，以及采取低温贮藏等措施，抑制维生素 C 的氧化作用，减少维生素 C 的损失。以上措施，同样有利于维生素 B₁、维生素 B₂ 的保存。另外，铜、铁离子对维生素 C 的氧化具有促进作用，因此，在食用菌贮运加工中应避免使用铜铁器具。

香菇是富含维生素 D₂ 的菇类，但是，没有用阳光干燥的干香菇，其维生素 D₂ 的含量每克只含 19~100 国际单位，经阳光照射 60 分钟后，每克菇体中的维生素 D₂ 含量就会上升到 1 000 国际单位。所以，在进行香菇的干制加工时，通常采用先晒后烘烤的脱水加工工艺，以提高干菇中的维生素 D₂ 含量。

维生素 E、维生素 K 比较稳定，贮藏加工性能较好。胡萝卜素（维生素 A 原）在碱性介质中比在酸性介质中稳定，

且较耐高温，漂烫和杀菌均无多大影响，罐藏能较好地保存。但是，加热时遇氧也能被氧化，故不宜长时间干制，以免损失太多。

(6) 呈味物质

食用菌味道鲜美，风味独特。近年来，国外学者对双孢蘑菇、松口蘑、香菇等食用菌的鲜味及香味进行了深入的研究，发现菇类的鲜味来自不挥发性含氮化合物，而香味来自挥发性物质（8 碳化合物）。

①鲜味物质。食用菌的鲜味与菇体中所含的多种游离态氨基酸和碳水化合物中的 D-阿拉伯糖、甘露糖等有关。在氨基酸中，谷氨酸和天门冬氨酸呈鲜味，甘氨酸、丝氨酸、脯氨酸、丙氨酸等呈甜味。

鸟苷酸是决定香菇风味的核苷酸。核苷酸在鲜香菇中的含量虽然很少，但当香菇干燥后或把干香菇放回温水中浸泡后香味就会增加。各种核苷酸是由核糖核酸在核酸分解酶的作用下分解生成的。香菇经干燥或放在温水里浸泡后，能促进核糖核酸的分解，这样一来，包括鸟苷酸的核苷酸的含量就增加了。但是，核苷酸在其分解酶的作用下会进一步分解成没有鲜味的核苷，因此人们为避免核苷酸被分解，应设法抑制核苷酸分解酶的作用，而使核糖核酸酶保持高度活性，要使香菇味美，须特别注意干香菇的泡水温度，水温最好在 60~70℃。

另一方面，香菇中还含有多种氨基酸，其中包括大量的味精成分——谷氨酸。谷氨酸与鸟苷酸共存能发挥协同作用，更增加了香菇的鲜味。

②香味物质。一系列 8 碳化合物是食用菌的香味物质。这类挥发性物质包括：1-辛醇、3-辛醇、3-辛酮、1-辛烯-3-

酮、1-辛烯-3-醇和 2-辛烯-1-醇等。

鲜香菇虽然没有干香菇那么香，但它同样含有香味物质的前体——含 8 碳的醇类和含硫基的物质。干香菇的强烈芳香味是由香菇香精产生的。香菇香精在鲜香菇中几乎是检验不出来的。香菇香精是在干燥和烹调过程中，香菇酸通过酶的作用和非酶的作用生成的。