

# 国外园艺科技

(草菇专辑)

华南农学院园艺系编译出版

## 编 译 说 明

为了园艺科技交流，促进园艺科技和生产发展，编译出版本译丛。

此辑编译了有关草菇的营养，生长发育，栽培技术和育种以及生产现状与展望等方面资料，仅供科研、教学和生产参考。

本专辑由罗冠英同志翻译，周其明同志校对，由于水平所限，译文错误之处，恳请读者指正。

编者

1983年12月

## 目 录

- 一、草菇栽培展望..... S. T. CHANG
- 二、东南亚的草菇栽培..... S. T. CHANG
- 三、草菇的营养研究..... Tricita H. QUIMO
- 四、补充氮素对草菇生长的效果..... Y. Chang-HO, M. HO
- 五、关于草菇菌丝体对无机要素的研究..... G. L. KHOR
- 六、废棉混合料栽培草菇..... S. T. CHANG
- 七、草菇同宗结合的担子菌变异..... S. F. LI S. T. CHANG
- 八、草菇 [*Volvariella volvacea* (Bull. ex Fr.) Sing]  
的一个白色新变种..... C. C. TU, S. CHENG
- 九、食用菌在香港的消费..... HENRY K. M. CHAN

# 草菇栽培展望

S. T. CHANG

香港中文大学生物系

## 提 要

*Volvariella volvacea* (Bull. ex Fr.) Sing. 普通称草菇，十八世纪以来中国已有栽培，以后传入东南亚各国。草菇年产估计550,000吨，约占世界食用菌总产的5%，排在蘑菇 [*Agaricus bisporus* (Lge.) Imbach 和香菇 [*Lentinus edodes* (Berk) Sing)] 之后的三大最主要食用菌，可是它的生物学特性和栽培技术很少研究，不够广泛。草菇是生长快食用菌（播种后9~10天产菇），工艺相对地简单，所以不论农村和市郊草菇栽培大有机会发展成家庭式手工业，本文探索热带亚热带地区栽培草菇的发展前途，着重讨论它的潜在经济效益，以及它在食物蛋白质中是一个便宜来源方面。

## 1. 引 言

草菇是热带和亚热带的食用菌，因此属“喜温”食用菌。在中国、菲律宾、马来西亚、印度尼西亚、泰国非工业化生产虽然已有很多年了，但草菇如同其他“喜温”食用菌一样，自然背景一般不如知名“低温”食用菌例如蘑菇，“喜温”食用菌与“低温”食用菌相较，至今仍很少使用高级技术，而且产量低和无法预言。

鉴于实际，发达国家栽培蘑菇已拥有高度工业技术和基础研究，它



已成为学科的一个分科，在最近20年西方国家耗资百万发展蘑菇工业化生产，经常向菇农提供先进设备，对比之下，热带亚热带地区草菇的栽培仍然缺少先进设备，这可能由于：（1）政府缺乏资助提供工业设备研究。（2）忽视它们的学术科学基础研究。不管怎样，草菇是生长相当快的食用菌，播种后10天内可以收获和消费，它极不寻常风味和独特品质有别于其他食用菌，相信草菇在热带亚热带地区有可能成为蛋白质食物的另一来源。

## I. 生产

过去几年，世界已展开运用先进技术栽培食用菌，81年世界食用菌产量估计13,570,000吨（表1），草菇是第三大主要食用菌，占总产量大约4.279%。亚洲国家主要生产草菇，如表2所列。

草菇习惯在稻草上生长（Chang, 1977）因而因袭下来通称草菇。有稻草中掺有各种材料和纯碎是稻草栽培的试验，结果纯碎是稻草为基质的产量低（Chang, 1978）。许多报告提到每单位风干基质生产鲜菇，在室外栽培每吨稻草产量记录由47公斤到室内栽培283公斤（Chang, 1978）和每吨废棉~~做~~300到411公斤草菇（Chang和Yau, 1981）。那些产量可以和蘑菇相比，蘑菇每吨风干培养料平均产量593到800公斤（Delmas, 1978）根据我们的试验报告，通常废棉比许多混有稻草或其他农作物废料基质的产量都高，因此看来草菇喜欢含有纤维比例高的某种天然物质。湿度棉给予紧密的物理条件，而且可以起到提高产量作用。

## II. 栽培

栽培草菇采用的各种废料包括稻草，凤眼兰，油棕果柄，蕉叶，废棉，蔗渣，垃圾和其他基质（Chang, 1982）。

1970年以前实际只用稻草作培养基，在室外栽培，1971年首先采用废棉（棉纺厂分级后废棉）作酿热物在人工控制条件下栽培草菇（Chang, 1972 及 Yau 和 Chang, 1972）而1973年，废棉完全取代稻草室外栽培的传统方法（Chang, 1974）这是草菇栽培史上的改革，在相同条件下用废棉比用稻草基质较为高产、稳产，早结菇。在香港、台湾、印度尼西亚和泰国利用废棉混合料的良好性状导致了该地方草菇半工业化栽培（Chang, 1979）。

最近发展成为一个简单栽培方法，将废棉浸于0.3%石灰水中12小时，然后架起排水12小时，准备播种，播种后菇床应用塑料薄膜复盖4天，以防温度和水分散失，然后将薄膜移开。给菇床轻轻地喷上水，香港夏天在自然环境荫处情况下，播种后9~10天可收获，培养料铺成4~6英寸厚，产量大约20~30%，因为这方法本身简单，产量亦相当，在香港、和中国广东省成为十分有效益的农活。

草菇的改良栽培的另外一种，是用稻草和废棉两种材料，用稻草垫底层，厚约4~6英寸，上面复盖废棉厚约2英寸，作为“外套”保护物，这种方法播种前应用0.3%碳酸钙（ $\text{CaCO}_3$ ）处理12小时，或在控制条件下消毒。

#### IV. 营养成分

鲜草菇以含水分高（约89%）为其特点。将草菇不同发育期如“钮形期”，“卵形期”，“伸长期”和成熟期的大概成分综合概括于表3。如Chang和Yau（1971）描述，“钮形期”为整个组织被表皮通称菌幕包裹，“卵形期”菌盖伸出菌幕，“伸长期”菌柄伸的最长，“成熟期”菌盖平展，之所以选取这些阶段子实体进行分析，因为它们都是消费品主要时期。

大多数食物的蛋白质以变换因子  $N \times 6.25$  计算，对比之下，计算草菇粗蛋白质的变换因子为  $N \times 4.28$ ，这个道理由 Cvisan 和 Sunds (1978) 确定的。子实体发育过程以“钮形期”的天然蛋白质最高，而后三个时期较低（表 3）。评价草菇蛋白质营养价值，它的数量和质量两者都是可观的。将“钮形期”，“卵形期”和“伸长期”草菇的氨基酸成分列于表 4，列出每个必需和非必需氨基酸百分率，为了比较它们，整理出一个更清楚图表，将氨基酸按减少量大的次序排列（表 5），所有阶段以必需氨基酸中的赖氨酸和非必需氨基酸的谷氨酸和天门冬氨酸最多。

天然脂肪随草菇成熟程度而增加，当充分成熟时增至 0.38%（表 3）。草菇成熟期麦角甾醇的含量亦较“卵形期”高（表 6）。发现“成熟期”和“卵形期”这两个时期菌盖的麦角甾醇含量均高于菌柄，这是意料之中，因菌柄结构组织多于菌盖。

Li 和 Chang (1982b) 的报导指出核酸含量在结菇过程中有轻微变化（表 7），早期子实体含核酸较高，如同蛋白质比率增高那样，可能由于细胞广泛分裂所致，为便于查阅，除核酸外，把去氧核糖核酸 (DNA)，核糖核酸 (RNA) 的含量与其他三个食用菌一起列成表 8。关于核酸总含量蘑菇 (*Agaricus bisporus*)，侧耳 (*Pleurotus cystidiosus*)，排列较低，而平菇 (*Pleurotus Sajor-Caju*) 和草菇 (*Volvariella volvacea*) 较高，也许由于后两种菇类的生长率快于前两种所致。

虽然草菇很少用作生食，却值得知道煮熟的菇类含去氧核糖核酸和核糖核酸量比生食的约减少 20%。值得注意草菇养分经过煮熟之后受到影响（表 9），轻微煎炒水分（损失 10~14%）和维生素 C（损失 50~75%）损失多，在油锅加猛煎炒使维生素 C 和水分都消失掉，用煮的方法草菇养分损失最少 (Shobhadevi 和 Savojini (资料在付印时))。

表 1

1981年世界某些食用菌产量

种 类	吨(×1000)	百分率
蘑菇 ( <i>Agaricus bisporus</i> / <i>bicolor</i> )	940	69.27
香菇 ( <i>Lentinus edodes</i> )	192	14.15
草菇 ( <i>Volvariella volvacea</i> )	58	4.27
金针菇 ( <i>Flammulina velutipes</i> )	55	4.05
木耳 ( <i>Auricularia</i> spp.)	46	3.39
侧耳 ( <i>Pleurotus</i> spp.)	38	2.80
光帽鳞伞 ( <i>Pholiota nameko</i> )	18	1.33
银耳 ( <i>Tremella fuciformis</i> )	8	0.60
其 他	2	0.15
合 计	1357	100.00

表 2

1981年草菇的世界产量

国 家	产 量 (吨)
中国大陆	26,000
中国台湾省	19,000
泰 国	7,500
印度尼西亚	3,000
香 港	600
菲 律 宾	500
印 度	250
斯里兰卡	250
其 他	300
合 计	58,000



表 3

苜蓿的不同发育阶段的大略成分

成 分	钮 形	卵 形	伸 长	成 熟
水 分 (克)	88.63	89.17	88.87	89.46
蛋白质 (克) (N×4.38)	3.48	2.56	2.37	2.24
天然脂肪 (克)	0.31	0.17	0.23	0.38
天然纤维 (克)	0.72	0.55	0.79	1.40
分 (克)	1.00	0.88	0.94	1.00
N-游离糖类 (N-free Carbohydrates) (克)	4.93	5.47	5.50	4.20
热 量 (Kcal)	32.02	31.00	31.22	26.71
钾 (毫克)	471.50	402.84	489.00	645.12
磷 (毫克)	150.71	105.62	140.30	115.00
钙 (毫克)	37.05	37.48	20.65	35.60
铁 (毫克)	1.32	1.26	1.40	1.61

来源 Li 和 Chang (1982a)

表4 草莓的子实体在钮形期、卵形期、伸长期的氨基酸百分率

氨基酸	时 期		
	钮 形	卵 形	伸 长
主 要 的 氨 基 酸:			
异亮氨酸	4.68	3.67	4.28
亮氨酸	6.20	4.70	5.49
赖氨酸	9.74	10.26	9.46
甲硫氨酸	3.55	2.51	6.31
苯丙氨酸	4.73	4.34	4.63
苏氨酸	7.41	5.43	6.61
酪氨酸	6.64	6.64	3.96
色氨酸	2.61	1.36	1.99
合 计	40.47	40.90	44.47
非 主 要 的 氨 基 酸:			
丙氨酸	5.89	6.41	6.57
精氨酸	6.15	4.58	5.06
天门冬氨酸	7.91	9.55	8.01
半胱氨酸	N. D. °	ND	ND
谷氨酸	13.74	12.95	20.10
甘氨酸	4.27	4.84	4.35
组氨酸	5.13	5.39	1.27
脯氨酸	5.90	4.92	5.58
丝氨酸	4.55	4.45	4.00
合 计	53.53	59.10	55.53
香料氨基酸总量	10.19	9.15	10.27
含S氨基酸总量	1.51	1.48	1.74
总 计	100.00	100.00	100.00

° N. D. = 没有测定

来源: Li和Chang(1922a)

表5 草蓆的不同时期氨基酸减少次序

氨基酸	时 期		
	钮形期	卵形期	伸长期
必需氨基酸 减少	赖氨酸 ( )	赖氨酸 ( )	赖氨酸 ( )
	酪氨酸	色氨酸	酪氨酸
	色氨酸	酪氨酸	苯丙氨酸
	亮氨酸	苏氨酸	亮氨酸
	苏氨酸	亮氨酸	苏氨酸
	异亮氨酸	异亮氨酸	异亮氨酸
	苯丙氨酸	苯丙氨酸	酪氨酸
	色氨酸	甲硫氨酸	色氨酸
	甲硫氨酸	色氨酸	甲硫氨酸
	非必需氨基酸 减少	谷氨酸	谷氨酸
天门冬氨酸		天门冬氨酸	天门冬氨酸
精氨酸		丙氨酸	丙氨酸
脯氨酸		组氨酸	脯氨酸
丙氨酸		脯氨酸	精氨酸
组氨酸		甘氨酸	甘氨酸
丝氨酸		精氨酸	丝氨酸
甘氨酸		丝氨酸	组氨酸
半胱氨酸		半胱氨酸	半胱氨酸

来源: Li 和 Chang (1982a)

表6

草菇的不同部分麦角甾醇总含量

时 期	部 分	总脂类 (干物质的%)	非皂化物质 (提取的%)	麦角 醇 (干物质%)
成 熟 期	整 个	3.6	30.6	0.54
成 熟 期	菌 盖	5.3	25.0	0.63
成 熟 期	菌 柄	1.4	40.5	0.27
卵 形 期	整 个	2.6	31.1	0.39
卵 形 期	菌 盖	3.5	32.3	0.53
卵 形 期	菌 柄	1.5	35.3	0.25

来源: Huang (1982)

表7

不同发育时期草菇的核酸含量

发 育 时 期	核 酸 百 分 率 (干重计)		
	DNA	RNA	总 数
卵 形 期	0.25	4.45	4.70
伸 长 期	0.22	4.10	4.32
成 熟 期	0.29	3.59	3.88

来源: Li 和 Chang (1982b)



表8

四种食用菌的核酸含量

菇 类	水 分 百分率	核酸含量百分率(干重计)		
		DNA	RNA	
蘑菇 ( <i>Agaricus bisporus</i> )	90.07	0.17	2.49	2.66
铜鱼菇 ( <i>Pleurotus cystidiosus</i> )	92.63	0.37	2.56	2.93
凤尾菇 ( <i>P. sajor-caju</i> )	87.45	0.21	3.85	4.66
草菇 ( <i>Volvariella volvacea</i> )	89.21	0.29	3.59	3.88

来源: Li 和 Chang (1982b)

表9

不同烹调方法草菇的重要成分

成 分	未 煮	刚煮沸	轻 炸	炸 透
	每100克	损失%	损失%	损失%
水 分 (克)	89.5	10.0	14.0	13.0
蛋 白 质 (克)	3.9	5.1	2.6	2.6
天然脂肪 (克)	0.6	—	—	—
天然纤维 (克)	1.4	—	—	—
灰 分 (克)	1.3	—	14.6	7.7
碳水化合物 (克)	3.2	—	—	—
钙 (毫克)	10.2	—	10.0	10.0
磷 (毫克)	105.0	1.9	4.0	2.9
铁 (毫克)	1.6	12.5	31.3	25.0
维他命 C (毫克)	12.0	50.0	75.0	66.7

‘—’表示无损失

来源: Shobhadevi 和 Sarojini (印制品)

## V. 展 望

热带和亚热夏天，下雨季节，在腐烂稻草堆或任何富含纤维基质上可以发现草菇在生长。草菇生长需要相当的高温（ $30\sim 36^{\circ}\text{C}$ ）和相对大的湿度（ $65\sim 90\%$ ），如上提到草菇是生长迅速的食用菌，在农村可以用简单的农业技术栽培出来，或者用高技术在市郊进行栽培，农村室外栽培一般选荫的地方。近几年在亚洲好些国家大部分集中在市郊栽培，在多数情况下，~~多期~~室内栽培比室外栽培更有利可图（Aicbusan, 1982; Chang, 1982, Samajpati, 1982），土地利用通常是局限多种类型生产的限制因子，但草菇的栽培像其他食用菌一样，不需要占如此多的土地，可以使用浅盘或支架方法栽培。再者很久以来已经认识到草菇对人们是一种有益食物，而且能立即煮食，如果改进栽培技术，像普通蔬菜那样广泛栽培，成本又低廉，可供群众佐食。因此草菇及其他食用菌在栽培上还有广阔的领域需要进行更多研究。

译自《热带食用菌通讯》

4卷2期 1983年11月

5~11页

# 东南亚的草菇栽培

S. T. CHANG

香港中文大学生物系

## I. 引 言

小包脚菇属 (*Volvariella*) 在世界上已有描述的种, 亚种和种虽然有100多种 (Shaffer, 1957) 但东南亚栽培的草菇大概都是 *Volvariella volvacea* (Bull ex Fr. <sup>Sing</sup> (Chang, 1978), *Volvariella volvacea* 普通称草菇, 属担子菌纲 (Basidiomycetes), 光柄菇科 (Pluteaceae Kotl. & Pouz.) Singer, 1975), 是热带和亚热带食用菌, 十八世纪以来已有栽培 (Chang, 1977), 大约1932~1935年由华侨传入菲律宾、马来西亚和其他东南亚国家, 从那时起这个地区外的附近国家也有栽培。

1976年以前栽培草菇实际上只使用稻草, 非工业栽培, 1971年首次采用废棉 (纺织厂原料分级后的废弃物) 作酿熟物, 在控制条件下栽培 (Chang, 1972, yau 和 Chang, 1972) 至1973年起香港全部由废棉室内栽培以取代稻草室外的传统栽培 (Chang, 1974), 这是草菇栽培史上的一个变革。用废棉混合物栽培, 发热量高, 在相同条件下比稻草高产稳产 (高30~40%), 结菇和采收都提早 (接种后4天出现针头 (pinheads), 9天初收)。废棉混合料的良好特性导致香港、台湾、印度尼西亚、泰国也一样进入半工业化栽培。

东南亚为潮湿热带气候, 栽培的作物非常相同, 水稻占最重要地位, 其次玉米, 东南亚每年可获水稻和玉米秆73,000,000吨, (联

合国粮食及农业组织 (FAO) 1978), 假如用 1/4 栽培草菇, 可生产 11,000,000 吨鲜菇, 果真这样, 可为东南亚地区 255,400,000 人口提供平均每人每天 118 克菜用鲜菇, 另一方面这些被利用过的培养料可为其他作物提供上百万吨的有机肥。本文仅叙述东南亚各国栽培草菇的主要方面, 详细请参阅引用文献。

## I. 印度尼西亚

### A. 草菇生产

印度尼西亚栽培草菇有两种类型, (1)“田间栽培”在农村自然条件下进行, 产量占全国总产 40%, (2)“室内栽培”在控制条件下栽培, 占总产 60%, 田间栽培床的体积为 60×200×60 (厘米), 材料用量: 100 公斤稻草, 8 公斤米糠, 4 公斤鲜豆和 160 公斤谷壳, 每床接种新鲜菌种 2 公斤, 用塑料薄膜覆盖菇床, 鲜菇产量为堆料干重 20~100% 不等。室内栽培的菇房大小为 7×3.6×4.2 米, 栽培面积 166.7 平方米, 以稻草、蘑菇余渣 (从蘑菇的菌柄提取浆粉后的废渣), 废棉为原材料, 匀以 8% 米糠, 5% 石灰, 堆制 10 天, 翻堆 3 次, 平均产量为培养料重量的 35%。1979 年一月份鲜菇批发价每公斤 1.25 美元零售价 2~2.3 美元。

### B. 菌种的生产

菌种培养所用材料: 马粪 (42%)、废棉 (42%), 切碎稻草 (11%)、谷壳 (2%)、石灰 (3%), 堆制三个星期后装入塑料袋, 每袋鲜重 500 克, Jakanta 和 Purwakarta 地区附近有 5 个日产大约 700 袋的菌种场, 每袋菌种批发价大约 0.5 美元。

### C. 印度尼西亚的草菇栽培业在蓬勃发展

印度尼西亚为潮湿热带气候, 1978 年稻秆数量估计约 25,740,000



吨，而且可从Bandung和Jakarta两地的纺织厂获得大量废棉，1975和1979年草菇产量估计分别为300和1500吨。印度尼西亚栽培草菇有下列优点：劳动力低廉，气候适宜，原材料丰富，消费量大，获利较高故利用生物分解废料栽培草菇的事业在印度尼西亚正兴旺发展。

### III. 新加坡

Young和Chua (1975)发表的草菇(*Volveairella species*)栽培手册对用消毒稻草作基质栽培草菇和病虫害防治有了详细说明。

在新加坡也使用废棉栽培草菇(Leong等人, 1978), 产量高于蕉叶和包装用过的稻草, 如表1所示。

表1 不同生长基质的平均产量比较(干重百分率)

基 质	产 量	
	平 均	幅 度
蕉 叶	11.2	9.9~12.5
包装用过的稻草	18.1	12.2~23.3
未堆制的废棉	20.5	13.9~29.3

### IV. 马来西亚

马来西亚每年大约有2,000,000吨稻草, 但用于栽培草菇的稻草数量不到100吨, 草菇的栽培技术虽然自1934年已从广东传入(Baker, 1934), 但不及菲律宾和泰国那么普遍。1971年以来Graham及其研究人员(Naidu, 1971; young和Graham, 1973, 1974, Graham, 1975)研究用油棕枝条和果皮的