

# 厦门及周边地区产 10 种食用菌的脂类研究

徐金森 沈明山 刘扬 赵卿 王立红

(厦门大学生命科学学院 细胞生物学与肿瘤工程教育部重点实验室 福建 厦门 361005)

**摘要:**对厦门及周边地区产的黑木耳、鲍鱼菇、平菇、香菇、草菇、茶树菇、鸡腿菇、金针菇、蘑菇和姬松茸(子实体和菌丝体)的 10 种食用菌样品中的脂肪进行了测定,并采用气相色谱方法分析了样品中的脂肪酸组成及其含量。测定结果表明,这些食用菌的粗脂肪含量在 1%~5% 之间,其中姬松茸子实体最高(约 5.4%),最低者为黑木耳(约 0.7%)。脂类中共有 10 种脂肪酸组成得到了确认,但在含量及饱和脂肪酸与不饱和脂肪酸比值上存在着较大的差别。其中又以棕榈酸、硬脂酸、油酸和亚油酸等为主要脂肪酸,其余的则明显较少。这些为从不同角度探讨对上述食用菌的利用提供了实验依据。

**关键词:**食用菌 脂类 脂肪酸 气相色谱法

**中图分类号:** Q 54 S 646

**文献标识码:** A

食用菌是可食用的大型真菌,在分类学上大都属于真菌门子囊菌亚门和担子菌亚门。因绝大部分食用菌属腐生菌,其菌丝体分泌的各种酶,能把基质中的纤维素、半纤维素、木质素、蛋白质等大分子物质分解利用,合成自身的各类营养物质,在自然界的物质循环、维持生态平衡上扮演着重要的角色<sup>[1]</sup>。人类对于食用菌的栽培利用具有很长的历史<sup>[2~6]</sup>。国外自 20 世纪 70 年代起对食用菌的性质和功能的研究掀起了热潮。从食用菌中分离提取出的菌多糖已被证实具有提高机体抗肿瘤的免疫力等各种生物学活性,并且已经有产品应用于临床和保健等。有关新菌种的开发栽培和新物质的分离应用的研究报道越来越多。认为对食用菌的研究成果改变了对防癌抗癌研究工作的思路并不为过。近年来的研究发现,除了至今公认的各种多糖外,食用菌中所含有的脂类成分也具有抗肿瘤等药理活性,引起了国内外研究者的兴趣,并从新的角度对食用菌脂类开展了研究<sup>[7]</sup>。有鉴于此,本研究对厦门及周边地区生产的常见 10 种食用菌的脂类及其性质进行了初步分析比较,旨在对其开发利用方面提供实验依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

本实验中使用的食用菌包括黑木耳、鲍鱼菇、平菇、香菇、草菇、茶树菇、鸡腿菇、金针菇、蘑菇和姬松茸(子实体、菌丝体)计 10 种,其学名及来源如表 1 所示。样品经烘干、粉碎过 80 目筛后,待用。

脂肪酸标样:购自日本 GL Science Inc.。内部标准物质正十七烷酸甲脂购自日本 Gasukuro Kogyo Inc.。

### 1.2 方法

1)含水量测定:采用 105℃ 恒重法。

2)粗脂肪含量测定:以石油醚(bp30~60℃)为溶剂、经索氏抽提器连续提取 10 h 后,称量所得粗脂肪并计算含量。

3)脂肪酸甲脂化过程:称取适量脂肪与硫酸-苯-甲醇溶液共沸腾 2.5 h 后,以石油醚反复抽提并水洗至不呈酸性,用无水硫酸钠脱水、减压去除有机溶剂,转溶至正己烷中,待测。为了对脂肪样品中的各个脂肪酸进行定量测量,在甲脂化后添加了正十七烷酸甲脂作为内部标准物质,在相同条件下进行分析<sup>[8]</sup>。

4)气相色谱分析:色谱仪为 HP1890 II SERIES 惠普上海分析仪器厂生产。玻璃色谱柱 1.5 m×2 mm, 充填剂:DEGS。载气:N<sub>2</sub>,载气压力:0.23

收稿日期 2002-05-20

基金项目 福建省自然科学基金(B0110001)资助

作者简介 徐金森(1953-)男,副教授。

万方数据

表 1 食用菌的种类及其来源

Tab.1 Formal names and sources of edible fungi samples

样品号	文名	学名	来源
1	黑木耳	<i>Auricularia auricula</i> ( L. ex Hook ) Underw.	厦门
2	鲍鱼菇	<i>Pleurotus abalones</i> Quel.	厦门
3	平菇	<i>Pleurotus ostreatus</i> ( Jecq. Fr. ) Quel.	厦门
4	香菇	<i>Lentinus edodes</i> ( Berk. ) Sing.	厦门
5	草菇	<i>Volvariella volvacea</i> ( Bull. ex Fr. ) Sing.	厦门
6	茶树菇	<i>Agrocybe chaxingu</i> Huang	厦门
7	鸡腿菇	<i>Coprinus comatus</i> ( Muell. ex Fr. ) S. F. Gray	厦门
8	金针菇	<i>Flammulina velutipes</i> ( Fr. ) Sing.	厦门
9	双胞蘑菇	<i>Agaricus bisporus</i> Sing.	厦门
10	巴西菇	<i>Agaricus blazei</i> Murill ,fruit body	莆田
11	巴西菇	<i>Agaricus blazei</i> Murill ,mycelium	莆田

Mpa 柱温 :175 ℃ ,汽化温度 220 ℃ .

5) 脂肪酸组成的判定 :主要通过标准脂肪酸甲酯混合物在相同的气相色谱分析条件下的保留时间进行比较而得以确定.

4 种脂肪酸.经定量计算,这些脂肪酸在含量上存在着较大的差异.总的来说,由十六碳和十八碳链构成的棕榈酸、硬脂酸、油酸和亚油酸等占绝大部分,其余的脂肪酸含量则相对较少.

## 2 结果与分析

### 2.1 粗脂肪的含量

试验所用的样品中的粗脂肪测定结果(以绝干含量计)见表 2 所示.其中姬松茸的粗脂肪含量最高(约为 5%),最低者为黑木耳(在 1% 以下).属于同一种的姬松茸样品,其子实体略高(约为 5.5%),而菌丝体为 4.9%.这说明两者的样品形态虽有差异,但脂肪含量相差不大,体现了种属的稳定性.其他大部分食用菌的粗脂肪含量则处于约 2% ~ 4% 之间.含量约为 1% 左右的有平菇和香菇两种.

### 2.2 脂肪酸组成

图 1 中 a、b、c 和 d 显示的依次是鸡腿菇、蘑菇、香菇和姬松茸子实体的脂肪酸甲酯的气相色谱图.根据混合脂肪酸甲酯标准物在本次的气相色谱分析条件下的图谱与待测样品中各个脂肪酸的出峰特征和相对保留时间,有 10 种脂肪酸得到了确认,在相对含量上差异较大.

供试的 10 种食用菌的脂肪酸组成及其含量( $X/\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ )的定量结果总结在表 3 中.从表中可以看出,虽然共有 10 种脂肪酸组成得到了确认,从脂肪酸种类上看,姬松茸子实体中的脂肪酸组成最为丰富(8 种),并且主要由不饱和脂肪酸组成.其次为黑木耳,共有 7 种脂肪酸.而平菇、香菇和鸡腿菇则分别只有

表 2 食用菌的粗脂肪含量

Tab.2 Content of crude oil of the sampled edible fungi

编号	食用菌	含量(DM, %)
1	黑木耳	0.74
2	鲍鱼菇	2.31
3	平菇	1.58
4	香菇	1.70
5	草菇	2.34
6	茶树菇	3.93
7	鸡腿菇	2.66
8	金针菇	2.84
9	蘑菇	4.12
10	姬松茸子实体	5.34
11	姬松茸菌丝体	4.91

植物脂类中的多不饱和脂肪酸大多是人类的必须脂肪酸,从营养学上讲,其含量是多多益善.例如,香菇的脂肪酸种类虽然较少,但富含不饱和脂肪酸(约占 79%).为了便于比较,这里将相对百分含量等于或大于 10% 的脂肪酸定义为主要脂肪酸(MFA),并根据 MFA 中不饱和脂肪酸(USFA)与饱和脂肪酸(SFA)的比值(USFA/SFA)来对这些食用菌中的脂肪酸组成作一个评价,其结果见表 4.

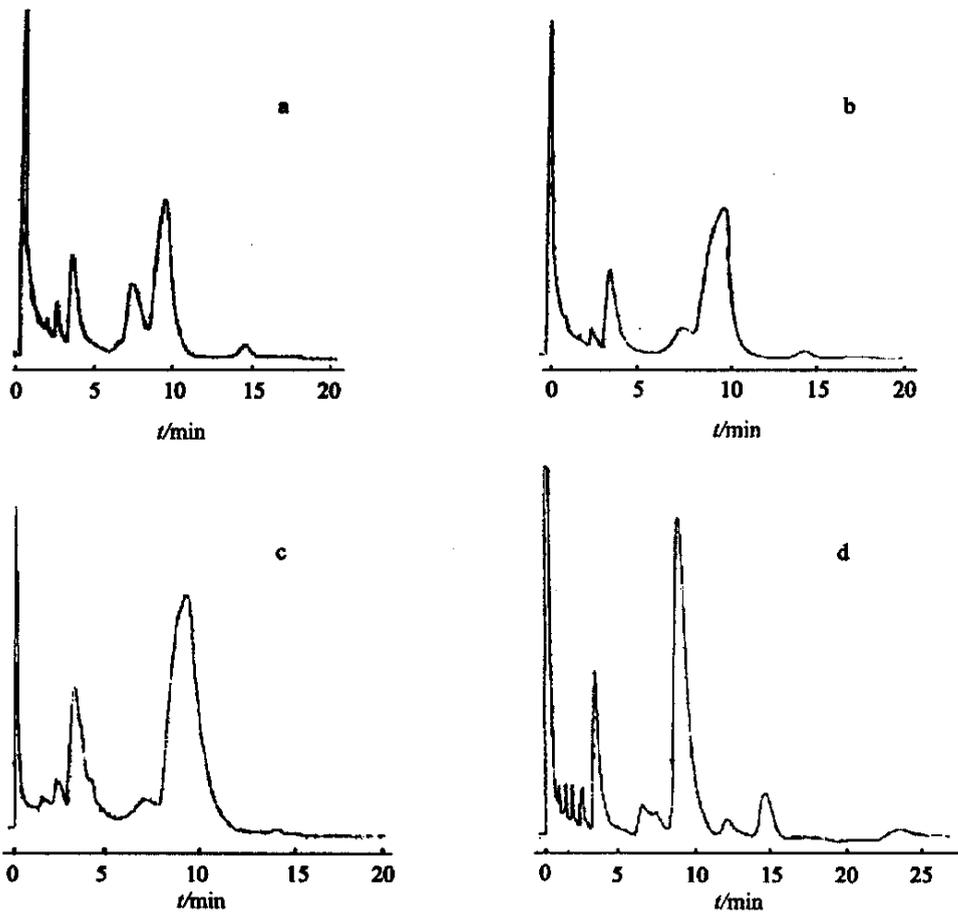


图1 供试的4种食用菌的脂肪酸甲酯的气相色谱图

a. 鸡腿菇脂肪酸甲酯色谱图 b. 蘑菇脂肪酸甲酯色谱图 c. 香菇脂肪酸甲酯色谱图 d. 姬松茸子实体脂肪酸甲酯色谱图

Fig.1 GLC chromatograms of methylesters of fatty acids of lipid from four edible fungi

表4表明,11个样品中的MFA的种类基本在2~3个之间,以棕榈酸、硬脂酸、油酸和亚油酸等为主,其余的则明显较少。作为评价依据的USFA/SFA比值也相差较大。从该比值来看,最小的为黑木耳(0.25),最大的为金针菇(4.21),香菇(3.84),蘑菇(3.28)和姬松茸子实体的则不相上下(3.27),其余的均在3.0以下。值得一提的是姬松茸子实体与菌丝体(3.21)的脂肪酸种类虽然不同,但两者的USFA/SFA比值却基本相仿。从这似乎可以推测,尽管样品的形态不同,其含量也不尽相同,但在品质上的差异并不大。作为参考,从成熟果实中榨取的优良食用油茶油(*Camelia oleifera*)的USFA/SFA的比值约为9.6<sup>[9]</sup>,说明茶油中富含不饱和脂肪酸。从黄栌树(*Rhus succedanea*)的果实中制取的工业用固态木蜡的USFA/SFA约为0.

22<sup>[10]</sup>,其脂肪酸组成以饱和脂肪酸为主。另外,可食的乌桕(*Sapium sebiferum*)脂部分的USFA/SFA约为1.33<sup>[11]</sup>,显示饱和与不饱和脂肪酸的比例大体相当。由此可见,虽然在食用油和工业用油等应用方面USFA/SFA的比值没有一定之规,但是利用它来指示饱和与不饱和脂肪酸的比例、进而评价油脂品质上还是很有意义的。

本实验从脂肪含量以及脂肪酸组成及其品质角度对上述10种食用菌的脂类质量作了初步的比较。实际上,仅仅从脂类的脂肪酸组成上来比较是不够的。已有报道,食用菌中的甾醇等对于食用菌的抗肿瘤活性也有关系。虽然食用菌中的脂类含量不大,但其所具有的各种生理效应令人不能忽视。这些,都有待于今后的进一步研究和开发。

表 3 10 种食用菌的脂肪酸含量

Tab.3 Quantities of each fatty acid of the sampled 10 edible fungi (mg·mL<sup>-1</sup>)

食用菌	癸酸 C <sub>10:0</sub>	月桂酸 C <sub>12:0</sub>	肉豆蔻酸 C <sub>14:0</sub>	棕榈酸 C <sub>16:0</sub>	硬脂酸 C <sub>18:0</sub>	油酸 C <sub>18:1</sub>	亚油酸 C <sub>18:2</sub>	亚麻酸 C <sub>18:3</sub>	花生酸 C <sub>20:0</sub>	山嵛酸 C <sub>22:0</sub>
黑木耳	0.45	0.10	0.13	0.03	0.71	0.77			0.61	
鲍鱼菇			0.12	1.13		1.37	2.90		0.17	0.15
平菇				0.73	0.80		2.65			0.07
香菇			0.13	1.19		0.61	4.4			
草菇			0.72	0.27	3.04	2.18	7.03			
茶树菇					5.18	2.67	15.85		0.70	0.57
鸡腿菇				0.05	0.45		0.97		0.08	
金针菇	0.03				0.24	1.03	0.34		0.05	
蘑菇					0.21	2.31	0.15		0.26	0.17
姬松茸			0.20	1.64	0.42	6.64	0.28	0.88		0.42
子实体										
姬松茸					1.94	2.39	4.33	0.54		0.32
菌丝体										

表 4 10 种食用菌中的主要脂肪酸( MFA )及总 USFA/SFA 值的比较

Tab.4 Comparison of the major fatty acids( MFA )and the ratio of totaled unsaturated fatty acids to saturated fatty acids ( USFA/SFA )

食用菌名	MFA	USFA / SFA
黑木耳	C <sub>10:0</sub> , C <sub>18:0</sub> , C <sub>18:1</sub> , C <sub>20:0</sub>	0.25
鲍鱼菇	C <sub>16:0</sub> , C <sub>18:1</sub> , C <sub>18:2</sub>	2.73
平菇	C <sub>16:0</sub> , C <sub>18:2</sub> , C <sub>18:0</sub>	1.66
香菇	C <sub>16:0</sub> , C <sub>18:1</sub> , C <sub>18:2</sub>	3.84
草菇	C <sub>18:0</sub> , C <sub>18:1</sub> , C <sub>18:2</sub>	2.29
茶树菇	C <sub>18:0</sub> , C <sub>18:1</sub> , C <sub>18:2</sub>	2.88
鸡腿菇	C <sub>18:0</sub> , C <sub>18:2</sub>	1.67
金针菇	C <sub>18:0</sub> , C <sub>18:1</sub> , C <sub>18:2</sub>	4.21
蘑菇	C <sub>18:1</sub> , C <sub>18:2</sub>	3.28
姬松茸子实体	C <sub>16:0</sub> , C <sub>18:1</sub> , C <sub>18:2</sub>	3.27
姬松茸菌丝体	C <sub>18:0</sub> , C <sub>18:1</sub> , C <sub>18:2</sub>	3.21

参考文献 :

[ 1 ] 吕岱人. 食用菌与人类生态环境 [ J ]. 青岛建筑工程学院学报 ,1994 ,15( 1 ) :42 - 47.  
 [ 2 ] 黄年来. 我国食用菌的现状与未来 [ J ]. 中国食用菌 ,

2000 ,19( 4 ) :3 - 5.

[ 3 ] 宋立军. 几种野生食用菌类的营养成分分析 [ J ]. 承德民族师专学报 ,2001 ,21( 2 ) :65 - 66.  
 [ 4 ] 刘江琴, 庄海旗, 莫丽儿. 食用菌木耳、香菇长链脂肪酸的毛细管气相色谱分析 [ J ]. 广东医学院学报 ,1994 ,1( 12 ) :28 - 30.  
 [ 5 ] 李秀花. 酸水解法测定食品中脂肪含量与索式抽提法的比较 [ J ]. 山西医科大学学报 ,1999 ,30( 4 ) :383 - 384.  
 [ 6 ] 陈君琛, 陈瑞旺. 谷秆两用稻草栽培食用菌研究 [ J ]. 福建农业学报 ,2000 ,15( 2 ) :41 - 44.  
 [ 7 ] 木村善行. アガリクスブラゼイムリルの抗腫 活性について. きのご健康読本 [ M ]. 京 : 洋医学舎 , 2000.  
 [ 8 ] 藤野安彦. 脂質分析入門 [ M ]. 京 : 学会出版センタ ,1979. 176 - 177.  
 [ 9 ] Xu J , Meguro S , Kawachi S. Variations of fatty acid compositions in growing and stored camellia seeds [ J ]. Mokuzaï Gakkaishi , 1995 , 41( 1 ) :98 - 102.  
 [ 10 ] Xu J , Kawachi S. Characteristics of major fatty acid components of hazewax from different cultivars and habitats [ J ]. Mokuzaï Gakkaishi , 1988 , 34( 5 ) :436 - 442.  
 [ 11 ] Xu J , Chikashige T , Meguro S , et al. Effective utilization of *Stillingia* or Chinese tallow-tree ( *Sapium sebiferum* ) fruits [ J ]. Mokuzaï Gakkaishi , 1991 , 37( 5 ) :494 - 498.

Lipid of Ten Species of Edible Fungi Produced in Xiamen and Its Neighboring District

XU Jin-sen , SHEN Ming-shan , LIU Yang , ZHAO Qing , WANG Li-hong  
( Key Laboratory of the Ministry of Education for Cell Biology and Tumor  
Cell Engineering , School of Life Sciences , Xiamen University , Xiamen 361005 , China )

**Abstract** : The crude oil contents of ten edible fungi ( including *Auricularia auricularia* , *Pleurotus abalones* , *Pleurotus ostreatus* , *Lentinus edodes* , *Volvariella volvacea* , *Agrocybe chaxingu* , *Coprinus comatus* , *Flammulina velutipes* , *Agaricus bisporus* , and *Agaricus Blazei* ) from Xiamen and its neighboring district were determined , and the fatty acid compositions of their oils were analyzed by gas chromatography . The results showed that the contents of the crude oil of these ten edible fungi ranged from 1% to 5% ( DM ) , with the largest content ( 5.4% ) of *A. blazei* and the least ( 0.74% ) of *A. auricular* . Total 10 fatty acid compositions were identified and four fatty acids ( palmitic , stearic , oleic , and linoleic acids ) were more the 10% of relative content in each fungus . According to the ratio of the totaled unsaturated fatty acids to saturated fatty acids , the former four fungi are in the order of *F. velitipes* , *L. edodes* , *A. chaxingu* , and *A. bisporus* , respectively .

**Key words** : edible fungi ; lipid ; fatty acid compositions ; gas chromatography

田 万方数据  
WANFANG DATA