

3种野生食用菌干品的鲜味评价

张 忠¹, 谷 镇^{1,2}, 杨 焱^{1,*}, 周 帅¹, 刘艳芳¹, 唐庆九¹

(1.农业部南方食用菌资源利用重点实验室, 国家食用菌工程技术研究中心, 上海市农业科学院食用菌研究所, 上海 201403;
2.上海师范大学生命与环境科学学院, 上海 200234)

摘 要: 采用不同技术手段测定松口蘑、鸡油菌和美味牛肝菌3种野生食用菌中主要的非挥发性呈味成分, 包括可溶性糖(糖醇)、游离氨基酸和呈味核苷酸, 通过经验公式计算等鲜量值(EUC)对3种野生食用菌的鲜味进行评价。结果表明: 3种野生菌的主要呈味成分的种类和含量影响着其独特滋味的形成。松口蘑的EUC值为31.93g/100g, 鸡油菌的EUC值为0.46g/100g, 鸡油菌的EUC值为13.87g/100g, 3种野生食用菌中松口蘑的鲜味度最高。

关键词: 食用菌; 鲜味; 评价

Evaluation of the Umami Taste of Three Species of Dried Wild Edible Fungi

ZHANG Zhong¹, GU Zhen^{1,2}, YANG Yan^{1,*}, ZHOU Shuai¹, LIU Yan-fang¹, TANG Qing-jiu¹

(1. Key Laboratory of Edible Fungi Resources and Utilization (South), Ministry of Agriculture, National Engineering Research Center of Edible Fungi, Institute of Edible Fungi, Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai 201403, China;
2. College of Life and Environmental Science, Shanghai Normal University, Shanghai 200234, China)

Abstract: The major non-volatile taste components of dried *Tricholoma matsutake*, *Cantharellus cibarius* and *Boletus edulis* were analyzed, including soluble sugars (or polyols), free amino acids and 5'-nucleotides. The equivalent umami concentration was calculated by the empirical formula. The results showed that the formation of unique taste in the wild edible fungi, was affected by different types and the contents of major non-volatile taste components. The EUC values of *T. matsutake*, *C. cibarius* and *B. edulis* were 31.93, 0.46 g/100 g and 13.87 g/100 g dry weight, respectively.

Key words: edible fungi; umami; evaluation

中图分类号: TS201.2

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2013)21-0051-04

doi:10.7506/spkx1002-6630-201321011

食用菌是指可供人们食用的一类大型真菌, 俗称菇、蕈、蘑、菌等, 如平菇、香菇、双孢蘑菇、草菇等^[1]。因其独特的风味, 食用菌已作为食品 and 食品调味料广泛应用于汤和酱料中, 大大丰富食品的风味。松口蘑(*Tricholoma matsutake*)又名松蕈、松蘑, 味道鲜美, 在欧洲和日本自古就把松茸视为山珍。鸡油菌(*Cantharellus cibarius*)为全球六大著名菌根食用菌之一, 深得全球各地尤其是欧洲人的喜爱。成熟期的鸡油菌形状似喇叭花, 色彩鲜艳, 韧性相对一般的菇更加足, 富有弹性, 具有明显的杏香味。美味牛肝菌(*Boletus edulis*)又名白大脚菇, 主要分为黄、白、黑美味牛肝菌。本研究中的黄美味牛肝菌味道相当鲜美, 营养丰富, 是一种世界性著名食用菌, 一般可以加工成小包装配制汤料等。

野生食用菌味道鲜美、具有独特的滋味, 主要是由于存在一些小分子物质如可溶性糖(糖醇)、游离氨基酸、5'-核苷酸等发挥其风味作用^[2-5]。本实验利用离子色谱仪、氨基酸自动分析仪、高效液相色谱等仪器分别对3种野生食用菌中主要的非挥发性呈味成分即可溶性糖(糖醇)、游离氨基酸和呈味核苷酸进行测定, 并运用经验公式计算等鲜量, 对3种野生菌菇的鲜味进行评价, 旨在为野生食用菌类调味品开发提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

松口蘑、美味牛肝菌、鸡油菌干子实体 上海百信生物科技有限公司。

收稿日期: 2012-07-24

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目(2012BAD36B05)

作者简介: 张忠(1983—), 男, 研究实习员, 硕士, 主要从事食药菌的研究与开发。E-mail: zhangzhong@saas.sh.cn

*通信作者: 杨焱(1970—), 女, 研究员, 博士, 主要从事食药菌真菌精深加工研究。E-mail: yangyan@saas.sh.cn

1.2 试剂

50% NaOH溶液 德国Merck公司; 甘露醇、海藻糖、阿拉伯糖醇、岩藻糖、鼠李糖、阿拉伯糖、半乳糖、葡萄糖、木糖、甘露糖、果糖、核糖、半乳糖醛酸、葡萄糖醛酸、5'-胞苷酸(5'-CMP)、5'-尿苷酸(5'-UMP)、5'-鸟苷酸(5'-GMP)、5'-肌苷酸(5'-IMP)、5'-黄嘌呤核苷酸(5'-XMP)、5'-腺苷酸(5'-AMP) 美国Sigma公司; 甲醇(色谱级) 美国迪马科技; 无水乙醇、 KH_2PO_4 、浓 H_3PO_4 国药集团化学试剂有限公司。

1.3 仪器与设备

Dionex ICS2500型离子色谱仪(戴安Dionex ICS2500系统, 包括: GS50四元梯度泵、LC30柱温箱、ED50A电化学检测器、脉冲安培检测器)、CarboPac PA20阴离子交换分析柱、CarboPac MA1阴离子交换柱 美国戴安公司; A200氨基酸自动分析仪 德国安米诺西斯公司; Waters 600高效液相色谱仪(2996型二极管阵列检测器) 美国Waters公司; Ultimate AQ-C₁₈柱 上海月旭材料科技有限公司。

1.4 方法

1.4.1 可溶性糖(糖醇)的测定

1.4.1.1 样品制备

根据Ajlouni等^[6]所述方法, 并稍作修改。精确称取500mg食用菌干粉, 加入50mL 80%乙醇, 充分混匀, 室温振荡45min, 过滤; 残渣再用25mL 80%乙醇洗涤5次, 合并上清液, 减压旋转蒸发(40℃)浓缩, 去离子水定容至10mL。样品稀释至适宜浓度, 过0.22μm微孔滤膜上机测试。

1.4.1.2 甘露醇、海藻糖、阿糖醇的同时测定

采用周帅等^[7]建立的高效阴离子色谱法进行糖醇和寡糖的测定, 色谱条件: Dionex ICS2500系统, 包括: 四元梯度泵GS50、柱温箱LC30、电化学检测器ED50A(金电极); Chromeleon 6.0色谱工作站; CarboPac MA-1柱(4mm×250mm); 流动相为0.48mol/L NaOH, 流速为0.4mL/min, 柱温设定为30℃; 进样量25μL。

1.4.1.3 游离单糖及糖醛酸的测定

色谱方法: 使用Dionex ICS2500系统, 包括GS50四元梯度泵、ED50A电化学检测器(金电极)、LC30柱温箱; 进样量25μL; Chromeleon 6.0色谱工作站; CarboPac PA-20阴离子交换分析(150mm×3mm); 0.45mL/min的流速, 柱温30℃; 流动相为纯水和0.25mol/L NaOH。

1.4.2 游离氨基酸的测定

参考Tseng^[8]、Tsai^[9]等提取方法稍作修改, 具体操作如下: 称取1000mg干品粉末, 加入50mL 0.01mol/L的盐酸, 浸泡30min, 然后室温下振荡45min, 过滤, 得滤液。取2mL滤液向其中加入8%的碘基水杨酸, 充分混匀静置15min, 10000r/min离心15min, 获得的上清液经过0.22μm微孔滤膜过滤。样品经氨基酸自动分析

仪测定, 参照国家标准GB/T 5009.124—2003《食品中氨基酸的测定》。

1.4.3 呈味核苷酸的测定

1.4.3.1 样品制备

参考Taylor等^[10]提取方法稍作修改, 具体操作如下: 取食用菌干品1000mg(烘干粉碎), 精确至0.0001g, 加入25mL蒸馏水, 煮沸并保持1min。12000r/min离心15min, 废渣重新提1次。合并上清液, 旋转蒸发仪浓缩定容至10mL。

1.4.3.2 测定方法

参考Taylor等^[10]建立的高效液相色谱法, 色谱柱: Ultimate AQ-C₁₈ (250mm×4.6mm, 5μm); 流动相: 缓冲盐(KH_2PO_4 - H_3PO_4); pH值: 4.68; 流速: 1.0mL/min; 259nm扫描检测; 柱温30℃; 进样量10μL。

1.4.4 鲜味评价

呈味核苷酸与谷氨酸钠(MSG)按一定比例混合使用, 不但可以显著提高鲜味效果, 而且具有协同和增鲜效果。参照Yamaguchi等^[11]提出的等鲜量(equivalent umami concentration, EUC)来表示某个食物的鲜味物质含量, 可以对食物的呈鲜作用进行客观的评价。等鲜量: 是指在100g干质量的食物中, 以谷氨酸钠(MSG)的含量来表示呈鲜物质的总量, 计算公式如下:

$$Y = \sum a_i b_i + 1218(\sum a_i b_i)(\sum a_j b_j)$$

式中: Y 表示等鲜量/(g/100g); a_i 为呈鲜氨基酸(Asp或Glu)的量; a_j 为呈鲜核苷酸(5'-GMP、5'-IMP、5'-XMP、5'-AMP)的量; b_i 为呈鲜氨基酸相对谷氨酸的值($\text{Glu}=1$ 、 $\text{Asp}=0.077$); b_j 为呈味核苷酸相对5'-肌苷酸的值(5'-IMP=1、5'-GMP=2.3、5'-XMP=0.61、5'-AMP=0.18); 1218为协同作用常数。

2 结果与分析

2.1 可溶性糖(糖醇)的测定结果

食用菌中可溶性糖(糖醇)是产生甜味的主要物质, 其含量与种类的不同直接影响食用菌的滋味和口感^[12]。吉田博等^[13]测定31种菇类中可溶性糖, 发现食用菌中可溶性糖的主要成分是海藻糖和甘露醇, 本研究结果与其一致, 甘露醇和海藻糖是3种野生菌中主要的可溶性糖(糖醇)。由表1可知, 3种野生菌的可溶性糖总含量在104.16~217.97mg/g范围内, 松口蘑最高, 其次是美味牛肝菌, 鸡油菌最低。阿糖醇、甘露糖、核糖仅在美味牛肝菌中检测到, 岩藻糖仅在鸡油菌中检测到, 海藻糖、甘露醇、葡萄糖和果糖在3种野生菌中均检测到。松口蘑中海藻糖含量最高, 达到120.8mg/g, 而鸡油菌中仅有43.1mg/g。3种野生菌中甘露醇含量区别显著, 松口蘑中含量最高达到93.57mg/g, Chen等^[14]发现食用菌中的甘露

醇是产生甜味的重要物质,甘露醇含量高的食用菌,吃起来有一种爽口的甜味,这可能与松口蘑具有独特的口味有关。另外,可溶性糖(糖醇)产生的甜味对苦味能够起到消杀作用。总之,食用菌中可溶性糖含量和种类的差异影响着食用菌独特的滋味。

表1 松口蘑、鸡油菌、美味牛肝菌中可溶性糖含量

Table 1 Contents of soluble sugars in *T. matsutake*, *C. cibarius*, and *B. edulis* mg/g

可溶性糖	松口蘑	鸡油菌	美味牛肝菌
阿糖醇	—	—	13.09±0.46
海藻糖	120.80±5.30	43.10±2.94	57.18±2.62
甘露醇	93.57±3.17	60.74±4.41	65.82±3.11
岩藻糖	—	0.03±0.01	—
葡萄糖	1.19±0.03	0.08±0.01	1.35±0.10
果糖	2.41±0.10	0.60±0.01	0.39±0.03
甘露糖	—	—	0.18±0.01
核糖	—	—	0.17±0.02

注:以干质量计;—,未检测出。下同。

2.2 游离氨基酸分析结果

食用菌味道尤为鲜美,主要是因为含有很多鲜甜味活性成分,其氨基酸中有25%~35%处于游离状态^[15],称之为游离氨基酸,游离氨基酸就是一类重要的味觉活性物质。采用氨基酸自动分析仪测定3种野生菌的游离氨基酸含量,结果如表2所示。松口蘑、鸡油菌和美味牛肝菌中总游离氨基酸均较低,分别为5.83、2.13、10.98mg/g。松口蘑中主要的游离氨基酸是谷氨酸、苯丙氨酸、丙氨酸;鸡油菌中为苯丙氨酸、丝氨酸和精氨酸;美味牛肝菌中为酪氨酸、脯氨酸和丙氨酸。

表2 松口蘑、鸡油菌、美味牛肝菌中游离氨基酸含量

Table 2 Contents of free amino acids in *T. matsutake*, *C. cibarius*, and *B. edulis* mg/g

氨基酸	松口蘑	鸡油菌	美味牛肝菌
天冬氨酸	0.32	0.09	0.83
苏氨酸	0.09	0.06	0.17
丝氨酸	0.12	0.34	0.57
谷氨酸	1.27	0.04	0.90
甘氨酸	0.09	0.02	0.67
丙氨酸	0.62	0.20	1.17
胱氨酸	0.05	0.06	0.21
缬氨酸	0.15	0.06	0.99
蛋氨酸	0.05	0.03	0.10
异亮氨酸	0.13	0.03	0.04
亮氨酸	0.21	0.06	0.11
酪氨酸	0.22	0.06	1.84
苯丙氨酸	0.79	0.48	0.11
组氨酸	0.49	0.06	0.12
赖氨酸	0.20	0.05	1.49
精氨酸	0.48	0.27	0.30
脯氨酸	0.55	0.22	1.36
总氨基酸	5.83	2.13	10.98

Komata等^[16]根据氨基酸不同的呈味特性,将这些氨基酸分成了4组,即鲜味、甜味、苦味和无味,结果如

表3所示。天冬氨酸与谷氨酸是鲜味的基本组成成分,食物所产生的鲜味或可口味是由谷氨酸盐与呈味核苷酸共同作用的结果,它们使食用菌产生独特的滋味。美味牛肝菌中鲜味成分含量达到1.73mg/g,其次是松口蘑为1.59mg/g,鸡油菌中仅含0.13mg/g。Yang等^[17]将食用菌中鲜味氨基酸的含量等级划分为高、中、低3组,以便于更好的客观评价食用菌中鲜味氨基酸,其中含量大于20mg/g为高组,5~20mg/g为中组,小于5mg/g属于低组。结果显示这几种野生菌中鲜味氨基酸组分均属于低组。Chen等^[14]通过一系列味觉实验发现食用菌中的丙氨酸、甘氨酸、苏氨酸、天冬氨酸和谷氨酸是具有味觉活性的氨基酸,而呈苦味的氨基酸不具有味觉活性。3种野生菌中的苦味成分可能被其高含量的可溶性糖(糖醇)产生的甜味所遮掩。Yamaguchi等^[11]研究谷氨酸与天冬氨酸是类似于味精的鲜味物质,表现出典型的蘑菇风味,鲜味可口的味道。因此,它们独特的滋味与鲜甜味氨基酸组分密切相关。

表3 松口蘑、鸡油菌、美味牛肝菌中游离氨基酸呈味组分含量

Table 3 Contents of free amino acids with taste characteristics in *T. matsutake*, *C. cibarius*, and *B. edulis* mg/g

氨基酸种类	松口蘑	鸡油菌	美味牛肝菌
鲜味氨基酸	1.59	0.13	1.73
甜味氨基酸	0.92	0.62	2.58
无味氨基酸	0.42	0.11	3.33
苦味氨基酸	2.30	0.99	1.77

2.3 呈味核苷酸分析结果

食用菌中含有丰富的核酸,可在特定生物酶的作用下发生降解反应,分解为相应的核苷酸。氨基酸类鲜味成分在阈值以下并不表现出鲜味,当添加少量的5'-核苷酸,可以提高到其阈值以上从而发挥作用。此外核苷酸还对味精即MSG的鲜味有强大的助鲜作用,按照质量比12:88的比例混合5'-鸟苷酸和MSG,混合液的鲜度相当于单独使用MSG 9.1倍的鲜度;按照质量比12:88的比例混合5'-肌苷酸和MSG混合液的鲜度相当于单独使用MSG 8.1倍的鲜度^[18]。食用菌的鲜味与这些单核苷酸息息相关,5'-核苷酸是典型的呈鲜味物质。风味核苷酸包括5'-GMP、5'-IMP和5'-XMP,由表4可知,5'-GMP是3种野生食用菌最主要的风味核苷酸,松口蘑中含量最高为0.85mg/g,其次为美味牛肝菌0.45mg/g,鸡油菌中仅有0.26mg/g;5'-IMP均较少,鸡油菌和美味牛肝菌中含量分别为0.23mg/g和0.13mg/g,文献报道其主要存在于肉类食品^[19];5'-AMP有很强的助鲜作用,松口蘑中含量达到0.31mg/g,是鸡油菌(0.05mg/g)的6倍,美味牛肝菌(0.04mg/g)的7倍。呈鲜核苷酸总量为5'-GMP、5'-IMP与5'-XMP含量之和,其中松口蘑最高,其次为美味牛肝菌,鸡油菌中含量最少。

表4 松口蘑、鸡油菌、美味牛肝菌中5'-核苷酸的含量
Table 4 Contents of 5'-nucleotides in *T. matsutake*, *C. cibarius*, and *B. edulis*

食用菌种类	5'-CMP	5'-UMP	5'-GMP	5'-IMP	5'-XMP	5'-AMP
松口蘑	0.14±0.01	0.78±0.11	0.85±0.01	—	—	0.31±0.01
鸡油菌	0.04±0.01	0.21±0.02	0.26±0.01	0.23±0.05	0.03±0.01	0.05±0.01
美味牛肝菌	5.75±0.12	0.08±0.01	0.45±0.03	0.13±0.02	—	0.04±0.01

2.4 鲜味评价结果

呈味核苷酸与MSG按一定比例混合使用，不但可以显著提高鲜味效果，而且具有协同增鲜效果^[20]。运用公式计算EUC值，松口蘑的EUC为31.93g/100g，鸡油菌的EUC为0.46g/100g，美味牛肝菌的EUC为13.87g/100g。Mau等^[21]为了更直观地评价食用菌的呈鲜活性，将等鲜量(EUC)分为4个水平：第1水平为EUC>1000g MSG/100g干质量，第2水平100g MSG/100g<EUC<1000g MSG/100g干质量，第3水平为10~100g MSG/100g干质量，第4水平是为EUC<10g MSG/100g干质量。松口蘑与美味牛肝菌的鲜味属于第3水平，而鸡油菌则属于第4水平。根据EUC评价野生菌的鲜味，松口蘑鲜味最大，其次为美味牛肝菌，鸡油菌的鲜味最低。

3 结 论

目前对鲜味的评价主要是通过感官评定法判断，但是有时会因为个人的喜爱而出现些许偏差，因此需要一个客观的评价体系来进行鲜味比较。实验采用先进的仪器分析手段对松口蘑、鸡油菌和美味牛肝菌中与鲜味密切相关的可溶性糖(糖醇)、游离氨基酸、呈味核苷酸进行了测定，通过计算EUC值客观地反映了3种野生食用菌的实际鲜味值。松口蘑的EUC值为31.93g/100g，鸡油菌的EUC值为0.46g/100g，美味牛肝菌的EUC值为13.87g/100g。松口蘑鲜味最大，其次为美味牛肝菌，鸡油菌的鲜味最低。运用此方法可以筛选一些高鲜味菌株或原材料进行调味品深度开发。

参考文献：

[1] 张金霞. 中国食用菌产业科学与发展[M]. 北京: 中国农业出版社, 2009.
[2] MAU J L, WU K T, WU Y H, et al. Nonvolatile taste components of ear mushrooms[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1998, 46: 4583-4586.

[3] TSAI S Y, TSAI H L, MAU J L. Non-volatile taste components of *Agaricus blazei*, *Agrocybe cylindracea* and *Boletus edulis*[J]. Food Chemistry, 2008, 107: 977-983.
[4] HUANG S J, TSAI S Y, MAU J L. Nonvolatile taste components of fruit bodies and mycelia of *Cordyceps militaris*[J]. Food Science and Technology, 2006, 39: 577-583.
[5] GUO Liqiong, LIN Junyang, Lin Junfang. Non-volatile components of several novel species of edible fungi[J]. China Food Chemistry, 2007, 100: 643-649.
[6] AJLOUNI S O, BEELMAN R B, THOMPSON D B, et al. Changes in soluble sugars in various tissues of cultivated mushrooms, *Agaricus bisporus*, during postharvest storage[M]//CHARALAMBOUS G. Food flavors. Amsterdam, Netherlands: Elsevier Sci Publ, 1995: 1865-1880.
[7] 周帅, 薛俊杰, 刘艳芳, 等. 高效阴离子色谱-脉冲安培检测法分析食用菌中海藻糖、甘露醇和阿糖醇[J]. 食用菌学报, 2011, 18(1): 49-52.
[8] TSENG Y H, LEE Y L, LI R C. Non-volatile flavour components of *Ganoderma tsugae*[J]. Food Chemistry, 2005, 90: 409-415.
[9] TSAI S Y, WENG C C, HUANG S J, et al. Nonvolatile taste components of *Grifola frondosa*, *Morchella esculenta* and *Termitomyces albuminosus* mycelia[J]. Food Science and Technology, 2006, 39: 1066-1071.
[10] TAYLOR M W, HERSHEY R A, LEVINE R A, et al. Improved method of resolving nucleotides by reverse phase high performance liquid chromatography[J]. Journal of Chromatography A, 1981, 219: 133-2139.
[11] YAMAGUCHI S, YOSHIKAWA T, IKEDA S, et al. Measurement of the relative taste intensity of some α -amino acid and 5'-nucleotides[J]. Journal of Food Science, 1991, 36: 846-849.
[12] 游兴勇, 许杨, 李燕萍. 食用菌非挥发性呈味物质的研究[J]. 中国调味品, 2008(8): 32-35; 47.
[13] 吉田博, 陶明勋. 三十一一种菇类游离糖醇和有机酸的含量[J]. 中国食用菌, 1983(4): 12-14.
[14] CHEN H K. Studies on the characteristics of taste-active components in mushroom concentrate and its powderization[D]. Taiwan, China: National Chung-Hsing University, 1986.
[15] 张树庭, 黄步汉. 食用菌的营养价值[J]. 食用菌氨基酸, 1986(2): 45-46.
[16] KOMATA Y. The taste and constituents of foods[J]. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 1969, 3: 26.
[17] YANG J H, LIN H C, MAU J L. Non-volatile taste components of several commercial mushrooms[J]. Food Chemistry, 2001, 72: 465-471.
[18] 何圻, 杨荣华. 鲜味物质及其在水产调味品中的应用[J]. 中国调味品, 2005(4): 3-8.
[19] CHEN D W, ZHANG Min. Non-volatile taste active compounds in the meat of Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*)[J]. Food Chemistry, 2007, 104: 1200-1205.
[20] KOMATA Y. Umami taste of seafoods[J]. Food Reviews International, 1990, 6(4): 457-487.
[21] MAU J L. The umami taste of edible and medicinal mushrooms[J]. International Journal of Medicinal Mushrooms, 2005, 7: 113-119.