

香菇营养成分的提取 及香菇饮料的研制

王士刚、封 毅 华中农业大学食品科技系 430070

摘 要 纤维素酶能显著提高香菇营养成分的提取效果,特别是氨基酸和多糖的提取效果大大提高。菠萝蛋白酶对香菇营养成分提取效果的提高作用不大,但菠萝蛋白酶可以减轻香菇提取液的沉淀,达到澄清效果。采用 0.15% 的纤维素酶和 0.20% 的菠萝蛋白酶混合使用,在 45℃ 和 pH 值 4.5 的条件下水解香菇 6 h,有很好的提取效果,又起到澄清作用。

关键词 香菇 纤维素酶 菠萝蛋白酶

前 言

香菇是珍贵的食用菌,不但营养丰富而且还含有多种具有食疗保健作用的成分。如:香菇嘌呤能显著降低血液中的胆固醇,防止动脉硬化;双链核糖核酸能促进干扰素的分泌,抗流感病毒、香菇多糖对肿瘤有很强的抑制作用。总之,香菇是集营养与保健于一体的世界十大最佳食品之一。

从 80 年代以来,我国的香菇产量增长迅速,现香菇年产量已居世界第一位。但我国的香菇加工业却相当落后,跟不上形势发展的要求。出口香菇要求质量高,而且要剪去菇柄。这样,不能出口的残次菇和菇柄的利用就成了亟待解决的问题。残次菇和菇柄也含有丰富的营养和保健成分,是大有开发潜力的资源。

香菇的细胞壁由蛋白质,几丁质和纤维素等组成,结构紧密。一般的方法难于破坏细胞壁,提取效果不很好。香菇直接食用,营养吸收率也很低。我们采用酶解法提取香菇营养成分,取得了较好的提取效果。在此基础上研制新型香菇营养保健饮料。

1 材料与方法

1.1 试验材料

香菇:福建漳州产。

普通甜橙:湖北省兴山县产。

纤维素酶:中国科学院上海生化所产。

滤纸酶活 8000 u/g 以上。

菠萝蛋白酶:南宁市罐头食品厂产。活力 30000 u/g (自己测定)

果胶酶:美国产 NO, 31660, 活力 0.35 u/mg

缓冲溶液:柠檬酸钠—柠檬酸缓冲溶液。

1.2 实验方法

1.2.1 水煮法:称取 5 g 香菇粉,加入 100 ml 蒸馏水浸润,煮沸 15 min 多层纱布过滤定容 100 ml。

1.2.2 浸煮法:称取 5 g 香菇粉,加入 100 ml 蒸馏水在 45℃ 下浸泡 4 h,煮沸 15 min,过滤,定容 100 ml。

1.2.3 纤维素酶解法:取 5 g 香菇粉,加入 100 ml 0.15% 的纤维素酶液,45℃ 水解 6 h,煮沸 5 min,过滤,定容 100 ml。

1.2.4 菠萝蛋白酶解法:酶浓度 0.2%,40℃ 水解 4 h,其它操作同上。

1.2.5 混合酶解法:纤维素酶 0.15%+菠萝蛋白酶 0.20%,其它条件同 3。

1.2.6 高压水煮法:称取 5 g 香菇粉,加入 100 ml 蒸馏水,灭菌锅中以 120℃ 蒸煮 20 min,过滤后定容 100 ml。

以上用酶水解的方法,酶解条件是经过大量实

验得到的最佳作用条件。

1.3 测定方法。

1.3.1 可溶性固形物的测定：经多次实验，手持测糖仪的测定结果 x 与恒重干燥结果 Y 之间存在着线性关系 $Y=0.918X+0.054$ ，相关系数 $r_0=0.978$ 。所以，用手持测糖仪可迅速准确地反应提取液中可溶性固形物的含量。

1.3.2 维生素 B_1 , B_2 的测定：荧光法，用日立-850 型荧光分光光度计进行测定。

1.3.3 氨基酸分析：用日立 835-50 型氨基酸自动分析仪进行测定。

1.3.4 单糖，低聚糖定性：蒽酮浓硫酸法。

1.3.5 氨基酸，多肽类的定性：水合茚三酮法。

1.3.6 多糖物质的测定：用乙醇多糖物质沉淀法。这种方法得到的是含有 6 种多糖的混合物。为浅黄色的多糖物质。

2 结果与分析

2.1 不同提取方法的效果比较

2.1.1 香菇提取法的可溶性固形物：比较香菇提取液的可溶性固形物中包括蛋白质，肽类，氨基酸，多糖类，单糖及多种维生素和矿物质。固形物含量可以在总体上反映出营养成分的提取效果。6 种提取方法得到的香菇提取液可溶性固形物含量见表 1。

表 1 6 种提取方法的可溶性固形物含量 %

| 方法 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----|------|------|------|------|------|------|
| 含量 | 1.83 | 2.07 | 2.90 | 2.50 | 2.77 | 1.77 |

注：表中数据为 3 次测定之平均值

经方差分析表明这 6 种方法之间的提取效果差异极显著 ($F>F_{0.01}$)。经多重比较发现，3、4、5 的提取效果极显著地高于 1、2、6。纤维素酶，菠萝蛋白酶以及它们的混合酶能大大提高香菇营养成分的提取效果。其中，纤维素酶和混合酶的提取效果优于菠萝蛋白酶；混合酶与纤维素酶各单独使用的效果相当。这说明两种酶没有增效作用。

2.1.2 维生素 B_1 和维生素 B_2 的含量比较

测定 6 种方法所得到的香菇提取液的 V_{B_1}

和 V_{B_2} 含量结果见表 2。

表 2 6 种方法香菇提取液的 V_{B_1} 和 V_{B_2} 含量 $\mu\text{g}/100\text{ml}$

| 方法 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|
| V_{B_1} | 9.04 | 7.52 | 7.55 | 7.85 | 7.63 | 8.22 |
| V_{B_2} | 37.0 | 35.6 | 32.0 | 33.7 | 34.4 | 37.8 |

注：表中数据为 3 次测定之平均值

经方差分析表明，6 种提取方法之间的 V_{B_1} 和 V_{B_2} 含量没有显著差异。但从数字上看， V_{B_1} 和 V_{B_2} 似乎随着加工时间的增加而降低。

2.1.3 多糖物质含量的比较

香菇提取液除去蛋白质后用乙醇沉淀，得到的多糖物质含有 6 种组分，为 6 种多糖的混合物。据南京大学实验证明，采用这种方法得到的多糖有明显的抑制肿瘤作用。

6 种不同的提取方法得到的香菇提取液的多糖含量见表 3。

表 3 香菇提取液的多糖物质含量

| 方法 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 多糖 | 32 | 33 | 53 | 52 | 49 | 30 |

注：表中数据为 3 次测定之平均值

多重比较结果表明：用酶法提取的 3、4、5 号得到的多糖含量极显著地高于无酶处理的 1、2、6 号。而且用纤维素酶，菠萝蛋白酶或者它们的混合酶对多糖的提取效果基本一致。用酶处理后，香菇提取液多糖含量上升 50% 左右。

2.1.4 氨基酸含量的比较

测定提取液的氨基酸含量，样品经过水解处理，蛋白质，多肽都分解成氨基酸，测定结果实际上反应了提取液的蛋白类物质的总和。结果见表 4。

表 4 香菇提取液的 17 种氨基酸液总和

| 方法 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ΣAA | 232.2 | 370.2 | 459.8 | 387.1 | 418.9 | 243.7 |

从表中可知：纤维素酶有利于蛋白质的提取 (3 号)，而菠萝蛋白酶对蛋白质的提取效果并没有多大提高 (4 号)，混合酶的提取效果稍

差于纤维素酶,也许是蛋白酶水解了部分纤维素酶,使纤维素酶量减少的缘故。纤维素酶有利于蛋白质物质的提取,是因为香菇细胞壁上的纤维物质被分解后,蛋白质就会释放出来。

2.2 纤维素酶的作用条件

2.2.1 不同酶浓度

取 5 个浓度水平的纤维素酶溶液,0.05%, 0.10%, 0.15%, 0.20%, 0.25%, 在其它条件相同的情况下水解香菇。并进行多重比较(Q 测验)。

随着酶浓度的提高,提取效果不断上升。但是,可溶性固形物含量的上升与酶浓度并不成直线关系,当酶浓度达到 0.15% 之后,增加酶浓度对提取效果的提高已无显著作用。

2.2.2 纤维素酶水解时间

在其它条件一致的情况下,采取 1、2、4、6、8 h 5 个水平的水解时间进行实验。方差分析结果表明:不同的水解时间的提取液之间存在极显著的差异 ($F > F_{0.01}$)。多重比较(Q 测验)表明:除 6 h 和 8 h 两处理之间无显著差异外,其它各处理之间的差异极显著。在纤维素酶水解的时期,可溶性固形物含量显著增加,经过 6 h 之后,水解作用变得缓慢。

2.2.3 纤维素酶水解温度

纤维素酶分别在 40、45、50、55、60、65℃ 6 个水平的温度下水解香菇。方差分析结果表明:不同的水解温度之间的差异极显著 ($F > F_{0.01}$) 其中 45℃ 和 50℃ 之间无显著差异,它们都显著地优于其它温度处理。

2.2.4 水解液的 pH 值

以不同 pH 值的缓冲液配制 0.015% 的纤维素酶液。不同的 pH 值处理之间存在极显著差异 ($F > F_{0.01}$)。多重比较表明:pH 在 3.04~5.03 之间的提取效果较好,其中又以 pH 4.46 的处理效果最好。

2.2.5 纤维素酶的正交试验

对影响纤维素酶提取效果的因素即:温度,时间,浓度,pH 值进行 3 水平 4 因素的正交试验。可以看到,温度,浓度,pH 值这 3 个因素对提取效果的影响与前面单因子实验结果相

似。各因素对提取效果影响的大小顺序是:pH 值——浓度——温度——时间。影响最大的是水解液的 pH 值。

从实验结果可以选出最佳提取条件:水解温度 45℃,水解时间 6 h,酶浓度 0.15%。

2.3 菠萝蛋白酶的作用条件

2.3.1 酶浓度

方差分析说明:不同浓度的菠萝蛋白酶之间的提取效果差异极显著 ($F > F_{0.01}$)。多重比较说明:0.2%, 0.5%, 1.0% 3 个浓度之间无显著差异,它们都显著地优于 0.1%, 0.0% 的处理。

2.3.2 水解温度

不同温度之间的提取效果存在极显著的差异 ($F > F_{0.01}$)。多重比较结果表明:35~50℃ 之间的提取效果无显著差异,它们显著地优于 30℃ 的提取效果。

2.3.3 水解时间

不同水解时间处理之间存在极显著差异 ($F > F_{0.01}$)。水解 4、6、8 h 之间没有显著区别,可见 4 h 之后,随水解时间的延长,提取液可溶性固形物几乎没有提高。

2.3.4 水解液的 pH 值

经过方差分析,不同 pH 值之间没有构成显著差异 ($F < F_{0.05}$)。从直观上看,pH 值为 4.6 的提取效果似乎提高。

综合上述实验,菠萝蛋白酶的提取条件可定为:酶浓度 0.2%,温度 40℃,pH 值 6.5,时间 4 h

2.4 纤维素酶提取香菇柄的营养成分

以纤维素酶提取菇柄的营养成分,并与全菇的提取液进行比较,结果见表 5。

表 5 全菇和菇柄提取液的营养比较

| 项目 | 固形物 % | V _{B1} μg/100ml | V _{B2} μg/100ml | 多糖 mg/100ml | ΣAA mg/100ml |
|----|----------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------|
| 菇柄 | 1.76 | 4.5 | 83 | 56 | 354.2 |
| 全菇 | 2.90 | 6.7 | 108 | 54 | 459.8 |

注:菇柄和全菇的水解条件相同:纤维素酶浓度 0.15%,pH 值 4.5,温度 45℃,水解时间 6 h,ΣAA

为 17 种氨基酸的含量总和

由表 5 可见: 菇柄提取液中也含有相当丰富的营养成分, 其蛋白质、维生素等常规营养成分含量大约为全菇提取液的 60%~80%, 但值得注意的是: 菇柄提取液中的抗肿瘤成分——多糖物质的含量和全菇提取液是相当的, 说明了菇柄的利用价值。

2.5 香菇饮料的试制

2.5.1 香菇提取液的沉淀与澄清

香菇提取液在室温下放置 48 h 会有沉淀生成。用明胶——单宁法, 果胶酶法和菠萝蛋白酶法进行澄清实验。结果见表 6。

表 6 香菇提取液的澄清效果

| 处 理 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----------------|------|---|---|---|---|---|---|-----------------------|---------------------------------|
| | (CK) | | | | | | | | |
| 加 0.5% 单宁 ml | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 0 | 果 胶 酶 处 理 | 菠 萝 蛋 白 酶 处 理 |
| 加 0.5% 明胶 ml | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | | |
| 澄清效果 | — | — | — | — | — | — | 0 | 0 | + |

注: ① 100 ml 香菇液加入明胶和单宁溶液放入试管中观察。

② 7 号 (CK) 为自然澄清作为对照。

③ 8 号为果胶酶, 酶浓度 0.1%, 温度 45℃, 时间 4 h。

④ 9 号为菠萝蛋白酶浓度 0.2%, 温度 45℃, 时间 4 h。

⑤ “+”表示澄清效果好, “—”表示澄清效果差。

从表 6 中可看出, 明胶单宁法对香菇液澄清作用不佳; 果胶酶对香菇液也没有澄清作用; 而使用菠萝蛋白酶的 9 号达到一定的澄清作用。所以, 用纤维素酶和菠萝蛋白酶联合作用, 既可保证良好的提取效果, 又可达到一定的澄清功能。

2.5.2 香菇饮料的配制

以混合酶法获得的香菇提取液按下列配方制成香菇营养口服液和香菇橙汁饮料。

① 香菇口服液: 香菇提取液 + 0.5% 食盐 + 10% 蔗糖 + 少许香料。

② 香菇橙汁: 香菇提取液 5% + 橙汁 10% + 蔗糖 10% + 食盐 0.05% + 柠檬酸 0.13% + 水。

2.5.3 香菇饮料的营养成分分析

香菇口服液和香菇橙汁经过杀菌之后, 在常温放置 1 周, 然后进行营养成分的分析, 并和市售的猴头菇太阳神口服液进行比较, 结果见表 7。

表 7 香菇饮料的营养分析结果

| 种 类 | 香菇口服液 | 猴头菇太阳神 | 香菇橙汁 |
|----------------------------|-------|--------|------|
| 固形物 (%) | 14.2 | 15.0 | 11.8 |
| V _{B1} (μg/100ml) | 2.87 | 1.02 | — |
| V _{B2} (μg/100ml) | 16.02 | 5.61 | 2.37 |
| V _C (mg/100ml) | — | — | 3.40 |
| 多糖 (mg/100ml) | 44 | 27 | — |
| ΣAA (mg/100ml) | 424.6 | 271.3 | 42.9 |

注: “—”表示含量很少

从以上测定结果可以看出: 香菇口服液的香菇多糖含量以及氨基酸、B 族维生素的含量都高于市售猴头菇太阳神口服液。

3 讨论与结论

3.1 在医学和化学上, 对香菇多糖的抗癌作用和结构进行了深入的研究。但在香菇的加工上, 除分析常规的营养成分, 对香菇多糖等保健成分不够注意。关于不同加工方法对香菇多糖的提取效果研究尚未见报道。本试验研究了不同加工方法对香菇多糖的提取效果。结果表明: 纤维素酶和菠萝蛋白酶可大大提高多糖的提取效果。

3.2 在香菇细胞壁上, 蛋白质与纤维物质相互缠绕, 单独使用菠萝蛋白酶和底物不能很好接触, 只能水解暴露在外的蛋白质, 对细胞壁的分解作用不大, 提取效果不佳。而用纤维素酶将纤维物质水解之后, 与之缠绕的蛋白质也溶解出来, 破坏了细胞壁, 提取效果很好。如果与菠萝蛋白酶混合使用, 溶解出来的蛋白质继续被分解成小分子的氨基酸和肽类, 增加了稳定性, 减少沉淀物。因此, 用 0.15% 的纤维素酶加 0.2% 菠萝蛋白酶, 45℃ 水解 6 h, 提取和澄清效果都很好。

3.3 香菇柄质地坚韧,不易煮烂,直接食用不便。

本文的结果证明:香菇柄提取液中也含有较多的氨基酸和维生素,多糖物质含量与全香菇提取液基本一致,是大有开发利用价值的。

参考文献

- 1 刘无垢. 略论香菇的营养保健作用. 中国食用菌, 1987, 5.
- 2 张雪岳. 食用菌学. 重庆大学出版社, 1988.
- 3 陶名勋. 香菇的药效和食品开发. 食品科学, 1986, 10.
- 4 方月渊. 香菇多糖的组成. 福建师大学报, 1987, 3.
- 5 河南医药研究所. 免疫抗病毒抗肿瘤新药——香菇多糖药用真菌. 1985. 1, 32.
- 6 傅庭治等. 香菇多糖蛋白与丝裂霉素 C 抗肉瘤比较. 南京大学学报, 1982, 2574.
- 7 陶名勋. 食用菌的化学成分. 中国食用菌, 1988, 5.
- 8 刘无垢. 关于香菇系列产品开发. 中国食用菌, 1988. 1.
- 9 王士刚等. 营养保健饮料——香菇可乐的试验研究. 广州食品工业科技, 1991, 1.
- 10 (日)相尺孝亮. 黄文涛译. 酶应用手册. 上海科技出版社, 1989, 179.
- 11 方积年. 多糖的分离纯化及纯度鉴别. 药学通报, 1984. (19): 10.
- 12 赵晋府. 软饮料工艺学. 轻工业出版社. 1987, 324.
- 13 Shinjiro Suzuki. Sumiko Ohshimai. Influence of shiitake on human Serum cholesterol. Mushroom Science, IX 1974, 9.
- 14 Fujio Suzuki. mushroom extract as an interferon inducer. Mushroom Science, 1974. IX (Part I) 569.
- 15 Junji Hamuro. Antitumor Polysaccharides. Lentinan and pachymaran as immunopotentiators, Mushroom Science 1974. IX (part I) 477.
- 16 Chen Chu Chin. Enzymic formation of Volatile Compounds in Shiitake mushroom. ACS, Symp. ser. 1986. 317.
- 17 Chen Chu Chin. Effect of pH value on the formation of volatile of shiitake. J. Agril. Food chem. 1984, (32): 999.

微胶囊复合蔬菜饮料的研究

赵良忠 段林东 湖南邵阳高等专科学校 422004

摘要 研究了以海藻酸钠, 绿叶蔬菜, 胡萝卜, 西红柿, 黄花菜等为原料生产微胶囊复合蔬菜饮料的工艺过程和条件, 对影响该饮料稳定性, 着色力等因素进行了探讨。

关键词 微胶囊 复合蔬菜饮料 稳定性 着色力

微胶囊技术是指利用天然或合成高分子物质将固体, 液体, 气体等微小核心物质包埋在半透性或密闭性微胶囊内的操作, 广泛的用于医药、日化、生物学等领域; 用于食品加工中能够保护被包覆的微粒食品或配料, 使之与外界不良环境隔绝, 从而有效地保持食品原料原有的色、香、味, 营养成分及生物活性。对一些自身有不愉快气味的食品微胶囊具有良好的掩蔽作用, 而对一些不易贮存或加工贮存有困难的物料通过微胶囊技术可转变为稳定的固体

形式, 从而大大提高其营养和加工性能。

微胶囊技术作为一种食品加工的新方法在欧美已十分普遍, 在美国大约有 60% 的食品已采用过这种技术。但在我国该技术用于食品加工工业尚在起步阶段。

本研究提出了运用微胶囊技术生产固体复合蔬菜饮料的工艺及生产方法, 并对影响该饮料稳定性, 着色性, 风味等因素进行了初步的探讨。