

菌菇汤冻调味料制备与工艺优化

赵丹, 韩清华*, 周海军, 万丽娜, 宋健宇, 谢安

(中国农业机械化科学研究院, 北京 100083)

摘要: 本文选用野生白牛肝菌和鸡枞菌作为原料制备一种菌菇汤冻调味料, 为使其获得较佳的产品品质, 且最大程度保留原材料的营养成分, 本研究通过不同实验方法来优化调味料的制备工艺。实验以感官评价和质构分析为检测指标, 通过单因素和正交实验设计优化菌菇汤冻调味料的凝胶效果, 然后以感官评分、蛋白质溶出率 and 多糖溶出率为指标, 对菌菇汤冻调味料的主要工艺参数进行优化。结果表明, 菌菇汤冻调味料的最优工艺条件为: 卡拉胶/魔芋胶配比 2:8, 复合凝胶剂添加量 5%, 食盐添加量 2.5%, 菌菇配比(白牛肝菌: 鸡枞菌) 3:1, 菌菇添加量 5%, 菌菇粒度 120 目, 煮制时间 12 min。按此工艺条件制得的样品感官品质好, 而且原料中多糖和蛋白的损失最少。

关键词: 菌菇, 调味料, 多糖溶出率, 蛋白质溶出率, 正交实验

Preparation and process optimization of Jellylike Fungi Seasoner

ZHAO Dan, HAN Qing-hua*, ZHOU Hai-jun, WAN Li-na, SONG Jian-yu, XIE An

(Chinese Academy of Agricultural Mechanization Sciences, Beijing 100083, China)

Abstract: In this study, wild bolete and termitomyces albuminosus were selected as the raw material to prepare the jellylike fungi seasoner. In order to obtain the optimal product quality and the least nutrition loss, the process parameters of the fungi seasoner was optimized by different experiments. The effects of carrageenan/konjac ratio, composite gel content, salt content on the sensory quality and texture property of the sample were studied to obtain the fungi seasoner with the best gelatination. Then, the optimum parameters of seasoner were determined on basis of sensory scores and dissolution ratios of polysaccharides and proteins. According to the single factor experiments and orthogonal experiments, the best process parameters were obtained: carrageenan/konjac ratio 2:8, composite gel 5%, salt 2.5%, fungi (bolete: termitomyces albuminosus = 3:1) 5%, particle size of fungi powder less than 120 mesh, cooking time 12 min. The sample prepared by this process condition obtained the optimal sensory quality, and the loss of polysaccharide and protein in the raw materials was the least.

Key words: fungi; seasoning; dissolution ratios of polysaccharide; dissolution ratios of proteins; orthogonal test

中图分类号: TS201.2

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2017)03-0196-06

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2017.03.029

如今, 传统的单一调味料已很难满足当前消费者的需要。随着人们健康意识的逐渐加强, 具有一定功能特性的方便型复合调味料越来越受到关注^[1]。

食用菌菇因含有高蛋白和低脂肪被公认为“保健食品”。同时, 多糖也是菌菇中的重要功效成分, 具有缓解体力疲劳、增强免疫力、辅助降血糖等功能特性^[2-3]。大多菌菇都具有浓郁、独特的香味, 这是因为菌菇中含有丰富的挥发性风味成分、多种氨基酸以及不饱和脂肪酸^[4-5]。可见, 菌菇是制备复合调味品的优质食材。

牛肝菌和鸡枞菌是我国常见的野生食用菌。牛肝菌所含的活性多糖主要为蘑菇多糖, 具有抗氧化、抗肿瘤等作用^[6]。牛肝菌干品的蛋白质含量可达 35%, 谷氨酸、天冬氨酸、精氨酸、赖氨酸等含量较高, 具有独特的鲜香味^[7]。鸡枞菌中多糖物质也较为

丰富, 干品的多糖含量高达 26%, 鲜味氨基酸和甜味氨基酸的较高含量, 味道浓郁鲜美^[8]。本研究选用野生的白牛肝菌和鸡枞菌来制备菌菇调味料。

目前市场上的调味品虽然种类繁多, 但缺少既可以保持食材的原汁原味, 减少营养损耗, 又能够使用方便, 调味效果好的菌菇类调味品^[9]。本研究将菌菇调味料做成果冻状, 使调味料不仅能够广泛用于炖菜、烧菜以及馅类制品中, 也可直接做为煲汤的原料, 而且溶解速度快, 味道浓厚。为获得菌菇汤冻调味料的较佳品质, 且最大程度的保留原材料的营养成分, 本研究通过大量实验来确定其最佳工艺条件。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与amp;仪器

白牛肝菌、鸡枞菌 昆明裕泰兴商贸有限责任公司; 食盐、白糖、白胡椒、蒜粉、香油 美廉美超市;

收稿日期: 2016-08-18

作者简介: 赵丹(1990-), 女, 硕士, 主要从事果蔬加工与综合利用研究, E-mail: zdjl2000@163.com。

* 通讯作者: 韩清华(1971-), 女, 博士, 研究员, 主要从事果蔬加工与综合利用研究, E-mail: hanqinghua1971@sina.com。

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划资助项目(2014BAD04B06)。

热风微波流态化干燥实验平台 中国农业机械化科学研究院;粉碎机 耐驰机械仪器有限公司;质构仪 美国 FTC 公司。

1.2 实验方法

1.2.1 工艺流程 选料→清洗→干燥→粉碎→加入各辅料→搅拌→煮制→冷却、成型→贮存

1.2.2 操作要点 原料预处理:白牛肝菌、鸡枞菌称量后用蒸馏水进行清洗。干燥:白牛肝菌、鸡枞菌分别进行微波热风流态化干燥,工艺参数:功率 12 W/g,干燥温度 40 ℃,振动频率为 30~45 Hz,直至物料的干基含水率降到 8% 以下的安全贮藏水平。粉碎:将干燥后的白牛肝菌、鸡枞菌粉碎后过不同粒径的过滤筛,购买的食盐、白糖、白胡椒、蒜粉分别进行粉碎后过 100 目的过滤筛。配料:白牛肝菌、鸡枞菌、卡拉胶、魔芋胶、食盐按配方要求(g/100 mL 水)称量,再加入 3.5% (g/100 mL 水)的辅料,在前期实验的基础上,固定辅料比例,即辅料由白糖、香油、白胡椒、蒜粉按 3:4:2:1 的比例组成,将原辅料混合均匀。煮制:在原辅料中按比例加入蒸馏水,搅拌均匀,水浴加热,煮制一定时间。冷却,成型:将煮制得到的稠状物倒入统一大小的模具里,在 4 ℃ 下冷却、成型,得到体积为 2 cm × 2 cm × 1 cm 的菌菇汤冻调味品。

1.2.3 菌菇汤冻调味料凝胶效果优化 单因素实验:固定复合凝胶剂添加量 5%,食盐添加量 2.5%,考察不同复合凝胶剂配比(1:9、2:8、3:7、4:6、5:5)对菌菇汤冻调味料凝胶效果的影响;固定复合凝胶剂配比 2:8,食盐添加量 2.5%,考察不同复合凝胶剂添加量(3%、4%、5%、6%、7%)对菌菇汤冻调味料凝胶效果的影响;固定复合凝胶剂配比 2:8,复合凝胶剂添加量 5%,考察不同食盐添加量(1.5%、2.0%、2.5%、3.0%、3.5%)对菌菇汤冻调味料凝胶效果的影响。对三个主要因素进行单因素实验,以菌菇汤冻调味料的质构特性以及感官评分为标准,确定魔芋胶、卡拉胶以及食盐的适宜添加量。正交实验:在单因素实验的基础上,选择较好的三个水平进行正交实验,如表 1 所示,根据制得成品的感官评价结果确定菌菇汤冻调味料的复合凝胶剂配比、复合凝胶剂添加量、食盐添加量。

表 1 正交实验的因素水平表

Table 1 Factors and levels of the orthogonal experiment

水平	因素		
	A 复合凝胶剂 配比	B 复合凝胶剂 添加量(%)	C 食盐添加量 (%)
1	1:9	3	2.0
2	2:8	4	2.5
3	3:7	5	3.0

1.2.4 菌菇汤冻调味料煮制工艺优化 单因素实验:固定菌菇添加量 5%,菌菇粒度 100 目,煮制时间 12 min,考察不同白牛肝菌/鸡枞菌配比(0:4、1:3、2:2、3:1、4:0)对调味料品质的影响;固定白牛肝菌/

鸡枞菌配比 2:2,菌菇添加量 5%,煮制时间 12 min,考察不同菌菇粒度(60、80、100、120、140 目)对调味料品质的影响;固定白牛肝菌/鸡枞菌配比 2:2,菌菇添加量 5%,菌菇粒度 100 目,考察不同煮制时间(8、10、12、14、16 min)对调味料品质的影响。对四个主要因素进行单因素实验,以感官评分、多糖溶出率、蛋白质溶出率为标准,确定适宜的因素水平范围,实验平行三次,取平均值。正交实验:在单因素实验的基础上,采用四因素三水平设计正交实验,如表 2 所示,以样品的感官评分为指标,优化菌菇汤冻调味料的配方。

表 2 正交实验的因素水平表

Table 2 Factors and levels of the orthogonal experiment

水平	因素			
	A 白牛肝菌 /鸡枞菌配比	B 菌菇 添加量 (%)	C 菌菇 粒度 (目)	D 煮制 时间 (min)
1	1:3	4	100	9
2	2:2	5	120	12
3	3:1	6	140	15

1.2.5 感官评价 由 20 名经过专业培训的评审人员(包括 10 名男性和 10 名女性)组成测评小组,对菌菇汤冻调味料进行整体感官评价,取平均分。从产品的外观、组织形态、气味及滋味等方面进行评价,满分为 100 分。

表 3 感官评价标准

Table 3 Sensory evaluation standard

项目	评分标准	得分
外观 (20 分)	深黄色,透明有光泽	16~20
	颜色稍淡(深),半透明有光泽	7~15
	颜色过深或无色,不透明无光泽	0~6
组织状态 (30 分)	质地均匀,无杂质,弹性适中	25~30
	质地稍硬(软),基本无杂质,弹性较小	11~24
气味 (20 分)	质地过硬,或不凝固,有杂质,失去固有弹性	0~10
	有浓郁的菌菇味	16~20
	菌菇鲜味稍淡	7~15
滋味 (30 分)	基本没有菌菇味	0~6
	鲜香味美,甜咸适中,	25~30
	有菌菇特有的风味	11~24
	整体口感基本合适	11~24
	口味太咸或太淡,味道不协调	0~10

1.2.6 质构测定 采用 TPA 实验进行样品质构分析,每次取 1 个样品放于载物台上,每个样品做 3 次平行实验。探头为 R/36R,测试速度为 1.0 mm/s,压缩量为 30%,压缩距离为 3.0 mm,2 次间隔时间为 5 s。

1.2.7 多糖溶出率的测定方法 将 60 g 调味料溶于

100 mL 沸水中制成菌菇汤,冷却至室温。参照 NY/T 1676-2008《食用菌中粗多糖含量的测定》^[10],对菌菇汤中的多糖溶出率进行测定。

多糖溶出率(%) = 菌菇汤中多糖含量(g) / 菌菇原料中多糖含量(g) × 100

1.2.8 蛋白溶出率的测定方法 将 60 g 调味料溶于 100 mL 沸水中制成菌菇汤,冷却至室温。采用凯氏定氮法,参照 GB/T 5009.5-2003《食品中蛋白质的测定》^[11],对菌菇汤中的蛋白质溶出率进行测定。

蛋白质溶出率(%) = 菌菇汤中蛋白质含量(g) / 菌菇原料中蛋白质含量(g) × 100

1.3 数据统计分析

所有数据均由三次平行实验获得。数据统计和处理采用 SPSS 19.0,实验结果作图采用 Origin9.0 软件。

2 结果与讨论

2.1 菌菇汤冻调味料凝胶效果分析

2.1.1 复合凝胶剂配比对调味料品质的影响 卡拉胶和魔芋胶复配后可具有弹性的热可逆凝胶^[12-13],可以作为菌菇调味料的载体,增强其食用方便性。复合凝胶剂对比对样品感官评价的影响如图 1 所示。卡拉胶/魔芋胶配比为 1:9 时,凝胶效果较好,但口感偏硬;卡拉胶/魔芋胶配比为 2:8 和 3:7 时,样品软硬适中,弹性和咬劲适口,有光泽且质地均匀;当卡拉胶/魔芋胶配比达到 5:5 时,凝胶效果不佳,且无光泽。实验结果表明,选取魔芋胶和卡拉胶以 2:8 或 3:7 的比例进行复配凝胶效果好。

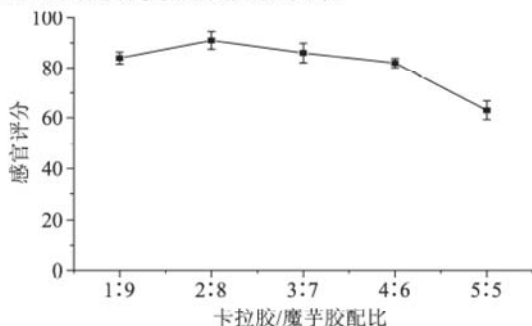


图1 卡拉胶/魔芋胶对比对样品感官评价的影响

Fig.1 Effects of different ratios of gels on the sensory scores of the samples

质构分析结果如表 4 所示。从实验结果可以看出,随着复合胶中魔芋胶的比重逐渐加大,调味料样品的硬度越来越小,而弹性和内聚性则是先增大后

减小。卡拉胶/魔芋胶配比达到 4:6 时,样品粘附性显著增加。这与卡拉胶和魔芋胶的特性有关,卡拉胶可以单独凝胶,品质较脆、硬,弹性较小^[14],而魔芋胶吸水能力强,粘度大,会降低凝胶的硬度。适量的卡拉胶与魔芋胶按一定比例复配后产生协同增效作用,可以增加凝胶的弹性和内聚性^[15],而魔芋胶添加量到达一定比例会使样品粘性增大,凝胶效果开始变差。综合各质构参数的变化,选择卡拉胶/魔芋胶配比为 3:7 时样品品质最佳。

2.1.2 复合凝胶剂添加量对调味料品质的影响 不同浓度的复合凝胶剂得到的凝胶的感官品质存在一定的差异。复合凝胶剂添加量为 4% 和 5% 的样品外观较好,7% 的样品外观品质最差。就组织状态而言,5 个不同浓度间样品存在显著性差异,3% 的样品凝胶效果一般,口感偏软,弹性和咬劲一般;5% 的样品感官评分为 92 分,评分最高,组织状态表现为凝胶完整,质地均匀,弹性好;7% 的样品粘度较高,凝胶效果差。综合而言,5% 浓度的复合凝胶剂制得的样品品质最佳。

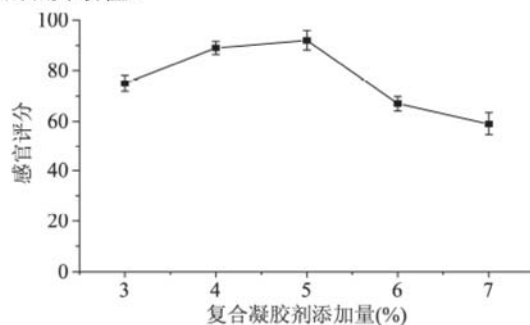


图2 复合凝胶剂添加量对样品感官评价的影响

Fig.2 Effects of the amount of composite gels on the sensory scores of the samples

复合凝胶剂添加量从 3% 增加到 5% 时,样品凝胶效果有所改善,硬度和弹性增加,从质地偏软变为质地适中。复合凝胶剂添加量增加到 7% 时,样品凝胶效果急剧下降,与 5% 的样品相比粘度增加,弹性下降,说明大量的复合凝胶剂使样品吸水能力显著增强,致使样品粘度过大,凝胶效果变差。综合各质构参数的变化,复合凝胶剂添加量为 5% 时样品品质最佳。

2.1.3 食盐添加量对调味料品质的影响 从图 3 可以看出,加入 2.5% 食盐时感官评价得分最高,菌菇汤冻调味料的外观和风味最佳。食盐添加量较低时(1.5%、2.0%)可以促进样品凝胶,样品质地均匀、有

表4 卡拉胶/魔芋胶对比对样品质构特性的影响

Table 4 Effects of different ratios of gels on the texture properties of the samples

配比	硬度(N)	粘附性(N·mm)	弹性(mm)	内聚性(Ratio)
1:9	1.38 ± 0.03 ^a	0.19 ± 0.01 ^b	1.22 ± 0.02 ^c	0.66 ± 0.03 ^c
2:8	1.30 ± 0.04 ^b	0.19 ± 0.01 ^b	1.26 ± 0.01 ^b	0.70 ± 0.02 ^a
3:7	1.20 ± 0.02 ^c	0.19 ± 0.02 ^b	1.30 ± 0.03 ^a	0.71 ± 0.01 ^{ab}
4:6	1.18 ± 1.05 ^c	0.20 ± 0.02 ^a	1.29 ± 0.01 ^a	0.72 ± 0.04 ^b
5:5	1.09 ± 0.03 ^d	0.20 ± 0.02 ^a	0.95 ± 0.03 ^d	0.63 ± 0.01 ^c

注:相同字母表示同一列在 $p=0.05$ 水平下差异不显著,不同字母表示差异显著。表5、表6同。

表5 复合凝胶剂的添加量对样品质构特性的影响

Table 5 Effects of the amount of composite gels on the texture properties of the samples

添加量(%)	硬度(N)	粘附性(N·mm)	弹性(mm)	内聚性(Ratio)
3	0.88 ± 0.04 ^d	0.21 ± 0.02 ^b	1.30 ± 0.03 ^b	0.61 ± 0.06 ^a
4	1.21 ± 0.02 ^b	0.20 ± 0.02 ^b	1.22 ± 0.03 ^c	0.56 ± 0.01 ^b
5	1.35 ± 0.02 ^a	0.21 ± 0.02 ^b	1.35 ± 0.03 ^a	0.63 ± 0.01 ^a
6	1.01 ± 1.02 ^c	0.22 ± 0.03 ^a	1.23 ± 0.02 ^c	0.46 ± 0.04 ^d
7	0.69 ± 0.06 ^c	0.22 ± 0.02 ^a	0.85 ± 0.03 ^d	0.51 ± 0.02 ^c

表6 食盐添加量对样品质构特性的影响

Table 6 Effects of the amount of salt on the texture properties of the samples

食盐添加量(%)	硬度(N)	粘附性(N·mm)	弹性(mm)	内聚性(Ratio)
1.5	1.56 ± 0.05 ^b	0.18 ± 0.01 ^c	1.53 ± 0.07 ^a	0.72 ± 0.02 ^a
2.0	1.60 ± 0.01 ^a	0.18 ± 0.01 ^c	1.48 ± 0.07 ^b	0.65 ± 0.01 ^b
2.5	1.52 ± 0.02 ^c	0.22 ± 0.01 ^b	1.49 ± 0.03 ^b	0.69 ± 0.02 ^{ab}
3.0	1.10 ± 1.06 ^d	0.22 ± 0.01 ^b	1.54 ± 0.02 ^a	0.51 ± 0.03 ^c
3.5	0.72 ± 0.08 ^e	0.25 ± 0.01 ^a	0.95 ± 0.05 ^c	0.53 ± 0.02 ^c

光泽,但味道偏淡。食盐添加量增加到3.5%时,使样品凝胶效果劣化,致使调味品组织状态变差,而且咸味太重掩盖的菌菇的鲜味,风味也随之减弱。故选择2.5%或3.0%的食盐添加量较适宜。

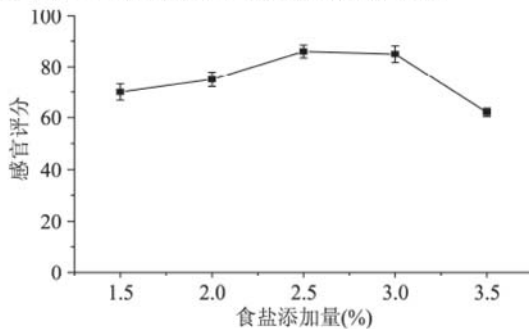


图3 食盐添加量对样品感官评价的影响

Fig.3 Effects of the amount of salt on the sensory scores of the samples

食盐添加量较低时,样品的硬度、弹性和内聚性较好,说明少量的食盐可以促进复合凝胶剂凝胶,优化样品的品质。食盐添加量增加到3.5%时,高浓度的离子会影响卡拉胶和魔芋胶的凝胶效果,样品表现为粘度增加,弹性显著下降。这是因为食盐添加量过大时,离子密度增加,无机盐电离得到的阴、阳离子开始与其他物质竞争水分子,因而对凝胶结构产生了破坏作用^[16-17]。综合感官评价和质构分析结果,选择2.5%的食盐添加量最佳。

2.1.4 正交实验 L₉(3⁴) 正交实验结果如表7所示。结果显示, R_c > R_a > R_b, 说明三个因素对样品感官品质影响大小的顺序为: 食盐添加量 > 复合凝胶剂配比 > 复合凝胶剂添加量, 比较各因素的 k 值, 样品感官评价最好的组合为 A₂B₃C₂, 即卡拉胶/魔芋胶配比 2:8, 复合凝胶剂添加 5%, 食盐添加量 2.5%。再对此组合制备的样品进行感官评价和质构分析(结果未列出), 得到感官评分为 95, 比单因素最优结果高 3.3%, 样品整体组织状态以及口感较好, 硬度、粘弹性适中。

表7 正交实验结果分析表

Table 7 Results of the orthogonal experiment

实验号	A	B	C	评分
1	1	1	1	81
2	1	2	2	85
3	1	3	3	76
4	2	1	2	90
5	2	2	3	84
6	2	3	1	88
7	3	1	3	61
8	3	2	1	79
9	3	3	2	85
k ₁	80.7	77.3	82.7	
k ₂	87.3	82.7	86.7	
k ₃	75.0	83.0	73.7	
R	12.3	5.7	13.0	

2.2 菌菇汤冻调味料品质分析

2.2.1 菌菇比对调味料品质的影响 此配方中原料菌菇包含白牛肝菌和鸡枞菌两种, 菌菇比对样品感官评价以及多糖和蛋白质溶出率的影响如图4所示。从图中可以看出, 同时添加白牛肝菌和鸡枞菌的产品感官评分优于只添加一种菌菇的感官评分。可能是由于白牛肝菌和鸡枞菌具有不同的色泽和风味, 按一定比例混合后产生了互补作用。随着白牛肝菌添加量增加, 感官评分呈上升趋势, 白牛肝菌/鸡枞菌配比为 3:1 时, 感官评分最高。随着白牛肝菌所占比例增加, 菌菇汤中的多糖溶出率显著上升, 这可能与白牛肝菌粗多糖含量(4.9%)显著高于鸡枞菌的粗多糖(4.0%)含量有关。而两种菌菇的比对蛋白质的溶出率并无显著影响, 但考虑到白牛肝菌蛋白质含量(28.5%)高于鸡枞菌的蛋白质含量(23.0%), 在确保产品感官品质良好的情况下, 优先选择白牛肝菌比例较高的样品。综合感官评价及营养物溶出率的测定结果, 选择白牛肝菌/鸡枞菌配比为 3:1 的样品。

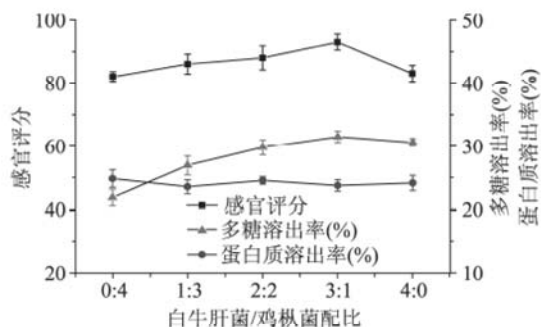


图4 菌菇配比对样品的影响

Fig.4 Effects of different ratios of bolete and termitomyces albuminosus on the samples

2.2.2 菌菇添加量对调味料品质的影响 菌菇添加量对样品感官评价以及多糖和蛋白质溶出率的影响如图5所示。从图中可以看出,菌菇添加量分别为4%和5%时,感官评分高。菌菇量较低时,调味料的菌菇鲜味较淡;但菌菇量过高时,样品质地不均匀且不透明,整体组织状态较差。随菌菇添加量的增大,多糖溶出率和蛋白质溶出率均呈上升趋势,且多糖溶出率变化较显著($p < 0.05$)。结合感官评价结果,选择菌菇添加量为5%最佳。

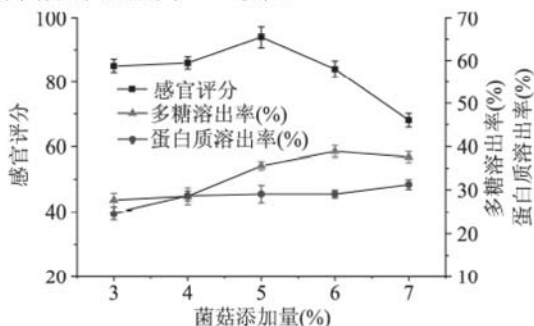


图5 菌菇添加量对样品的影响

Fig.5 Effects of the amount of fungi on the samples

2.2.3 菌菇粒度对调味料品质的影响 菌菇粒度对样品感官评价以及多糖和蛋白质溶出率的影响结果如图6所示。菌菇粒度较大时(60~80目),样品质地均匀性稍差,凝胶后菌菇颗粒感较明显,组织状态不够细腻,感官评分较低;当菌菇粒度较小时(100~140目),凝胶后调味料质地均匀,有光泽,而且菌菇风味释放较好,感官评分高。随菌菇粒度减小,多糖和蛋白溶出率开始呈上升趋势,说明菌菇颗粒变小,表面积增大,与水的接触面积增大,更有利于营养物质的溶出。菌菇粒度减小到一定程度后,多糖和蛋白溶出率稍有降低,这可能是由于菌菇粉末粒径减小到一定程度时会发生内聚现象,不利于营养物质的溶出^[18]。综合实验结果可以判断,选择120目的菌菇粒度。

2.2.4 煮制时间对调味料品质的影响 随煮制时间的增加,样品的颜色越来越深,从浅黄色变为深黄色再到深褐色,咸味也逐渐加重。煮制时间达到18 min时,调味料菌菇味较淡,味道不协调,故感官评分较低。多糖和蛋白溶出率随煮制时间增加均呈现出先增加后显著降低的趋势($p < 0.05$),可能是由

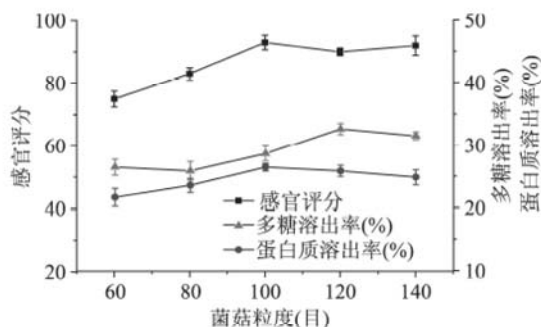


图6 菌菇粒度对样品的影响

Fig.6 Effects of the particle size of fungi powder on the samples

于煮制时间较长后,营养物质损耗增加,致使溶出率降低。综合感官评价及营养物质溶出率的测定结果,选择煮制时间为12 min的样品。

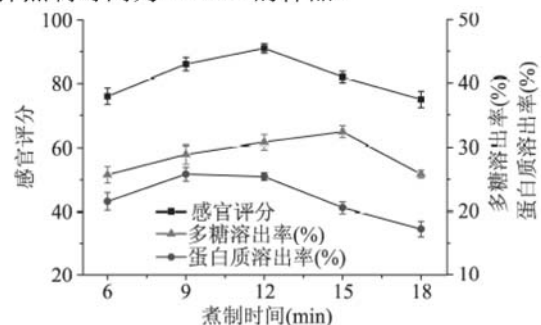


图7 煮制时间对样品的影响

Fig.7 Effects of the boil time on the samples

2.2.5 菌菇汤冻调味料工艺参数优化实验 以白牛肝菌/鸡枞菌配比、菌菇添加量、辅料添加量、煮制时间为四个因素,根据单因素实验结果选择三个较佳水平,采用 $L_9(3^4)$ 正交实验对菌菇汤冻调味料配方进行优化,结果如表8所示。从表的实验结果可以看出, $R_D > R_A > R_C > R_B$,其中煮制时间的极差值最大,也就是说煮制时间对菌菇汤冻调味料的感官影响较大,其他三个因素影响较小,大小顺序依次为菌菇(白牛肝菌/鸡枞菌)配比 > 菌菇粒度 > 菌菇添加量。原辅料最佳组合为 $A_3B_2C_2D_2$,即菌菇(白牛肝菌/鸡枞菌)配比3:1,菌菇添加量5%,菌菇粒度120目,煮制时间12 min。再对此组合制备的样品进行验证实验,感官评分为93,样品呈深黄色,有光泽,透明且质地均匀,有浓郁的菌菇味,整体组织状态和口感良好;多糖溶出率为32.4%,蛋白质溶出率为25.1%,营养物质溶出率较高。

3 结论

本文通过单因素和正交实验,用不同的实验方法来探讨菌菇汤冻调味料制备工艺的优化,从而筛选出产品品质最佳,且能最大程度保留原料白牛肝菌和鸡枞菌中的营养成分的工艺条件。实验表明,菌菇汤冻调味料最优工艺条件是:卡拉胶/魔芋胶配比2:8,复合凝胶剂添加5%,食盐添加量2.5%,菌菇(白牛肝菌/鸡枞菌)配比3:1,菌菇添加量5%,菌菇粒度120目,煮制时间12 min。按此工艺条件制得的样品呈均匀的冻状,感官品质较好,而且原料中多糖

表 8 正交实验结果分析表

Table 8 Results of the orthogonal experiment

实验号	A 白牛肝菌 / 鸡枞菌 配比	B 菌菇 添加量	C 菌菇 粒度	D 煮制 时间	总得分
1	1	1	1	1	81
2	1	2	2	2	94
3	1	3	3	3	75
4	2	1	2	3	82
5	2	2	3	1	79
6	2	3	1	2	83
7	3	1	3	2	91
8	3	2	1	3	86
9	3	3	2	1	88
k ₁	83.3	84.7	83.3	82.7	
k ₂	81.3	86.3	88.0	89.3	
k ₃	88.3	82.0	81.7	81.0	
R	7.0	4.3	6.3	8.3	

和蛋白的损失最少。本研究可为实际生产菌菇汤冻调味料以及类似产品提供参考。

参考文献

[1] 邓成萍, 全明海, 张惠. 复合调味料的研究进展 [J]. 中国调味品, 2005, 2: 7-10.
 [2] Zhang Y, Li S, Wang X, et al. Advances in lentinan: Isolation, structure, chain conformation and bioactivities [J]. Food hydrocolloids, 2011, 25 (2) : 196-206.
 [3] Gogavekar S S, Rokade S A, Ranveer R C, et al. Important nutritional constituents, flavour components, antioxidant and antibacterial properties of Pleurotus sajor-caju. [J]. Journal of Food Science & Technology, 2014, 51 (8) : 1483-1491.
 [4] 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 (3) : 977-983.
 [5] 刘宏. 食用菌营养价值及开发利用 [J]. 中国食物与营养, 2007 (12) : 25-27.
 [6] 江洁, 张文静, 季旭颖. 美味牛肝菌富硒培养条件优化及其多糖抗氧化性研究 [J]. 中国食品学报, 2015, 15 (12) : 91-98.
 [7] 周玲仙, 殷建忠. 云南野生食用牛肝菌营养成分分析及评价 [J]. 食用菌, 2008 (4) : 61-62.
 [8] 王道君, 谷大海, 王雪峰, 等. 五种云南野生食用菌中非挥发性的主要呈味物质比较研究 [J]. 现代食品科技, 2016, 32 (3) : 306-312.
 [9] 徐倩儒, 殷丽君, 韩清华, 等. 滋补菌汤调味粉包加工工艺研究进展 [J]. 包装与食品机械, 2015, 33 (5) : 40-45.
 [10] GB/T 5009.5-2003 食品中蛋白质的测定 [S].
 [11] NY/T 1676-2008 食用菌中粗多糖含量的测定 [S].
 [12] 魏玉, 王元兰, 胡云楚. κ-卡拉胶与魔芋胶共凝胶的质构特性研究 [J]. 食品科学, 2010, 31 (5) : 96-100.
 [13] Kaoru K, Hiroki I, Katsuyoshi N. mixed system composed of different molecular weights konjac glucomannan and kappa carrageenan: large deformation and dynamic viscoelastic study [J]. Food Hydrocolloids, 1993, 7 (3) : 213-226.
 [14] 周爱梅, 刘欣, 林日高, 等. 明胶和卡拉胶相互作用特性的研究 [J]. 华南农业大学学报, 2002, 23 (1) : 78-81.
 [15] Penroja P, Mitchellb J R, Hillb S E. Effect of konjac glucomannan deacetylation on the properties of gels ormed from mixtures of kappa carrageenan and konjac glucomannan [J]. Carbohydrate Polymers, 2005, 59: 367-376.
 [16] Preston K R. Effects of neutral salts of the lyotropic series on the physical dough properties of a Canadian red spring wheat flour [J]. Cereal Chemistry, 1989, 66 (3) : 144-148.
 [17] Jane J L. Mechanism of starch gelatinization in neutral salt solutions [J]. Starch-Stärke, 1993, 45: 161-166.
 [18] Lumay G, Boschini F, Traina K, et al. Measuring the flowing properties of powders and grains [J]. Powder Technoglogy, 2012, 224: 19-27.

(上接第 195 页)

[2] 叶盛英, 高文. 中药玉米须研究进展 [J]. 中成药, 2008, 30 (5) : 745-748.
 [3] Jean M L. Phytosterols and cardiovascular risk [J]. Metabolisme, 2007, 1 (1) : 17-27.
 [4] Ari R, Ulla R K, Anne M M, et al. Multigenerational exposure to phytosterols in the mouse [J]. Reproductive Toxicology, 2005, 19 (4) : 535-540.
 [5] Nomaguchi K, Tanaka M, Misawa E, et al. Aloe vera phytosterols act as ligands for PPAR and improve the expression levels of PPAR target genes in the livers of mice with diet-induced obesity [J]. Obesity Research & Clinical Practice, 2011, 5 (3) : 190-201.
 [6] Marineli R S, Furlan C P B, Marostica Jr M R. Antioxi-dant effects of the combination of conjugated linoleic acid and phytosterol supplementation in Sprague-Dawley rats [J]. Food Research International, 2012, 49 (1) : 487-493.
 [7] Llaverias G, Escolà-Gil J C, Lerma E, et al. Phytosterols inhibit the tumor growth and lipoprotein oxidizability induced by a high-fat diet in mice with inherited breast cancer [J]. The Journal

of Nutritional Biochemistry, 2013, 24 (1) : 39-48.
 [8] Neunzig J, Bernhardt R. Dehydroepiandrosterone Sulfate (DHEAS) stimulates the first step in the biosynthesis of steroid hormones [J]. Plos One, 2014, 9 (2) : e89727.
 [9] 徐小军, 余国珍, 陈鉴东. 硫磷铁法测定大豆甾醇提取物中总甾醇含量 [J]. 中国药业, 2010, 19 (8) : 35-36.
 [10] 卢定强, 吴雅霜, 陈建辉, 等. 气相色谱法快速测定植物油沥青中的甾醇 [J]. 食品工业科技, 2008, 29 (5) : 268-269.
 [11] 张蕾. 植物甾醇及制品降心脑血管疾病风险的功能性评价 [D]. 天津: 天津商业大学, 2014.
 [12] 王芳, 王俊, 傅秀娟. 龙眼核中总甾醇的提取工艺研究 [J]. 安徽农业科学, 2011, 39 (26) : 15977-78.
 [13] 王丽君. 响应面优化枇杷籽甾醇的提取及精制工艺研究 [J]. 食品工业, 2015, 36 (7) : 123-126.
 [14] 林丽静, 吕国提, 李积华, 等. 响应面法优化毛竹笋笋头中β-谷甾醇提取工艺的研究 [J]. 食品工业科技, 2012, 33 (22) : 269-275.
 [15] 赵一凡, 谷克仁, 牛付欢. 响应面优化枇杷籽甾醇的提取及精制工艺研究 [J]. 食品科学, 2008, 29 (7) : 192-196.