DOI:10.12161/j.issn.1005-6521.2020.14.021

美味牛肝菌饼干的研制

郭磊,郭娟,阚欢*,刘云
(西南林业大学 生命科学学院,云南 昆明 650224)

摘　要:美味牛肝菌富含多种营养物质,兼具食用药用价值,可开发出各种休闲食品以提高其利用价值。以云南美味牛肝菌为原料,以感官评分为试验指标,研究冰糖粉、黄油、菌粉、低筋面粉及泡打粉添加量对牛肝菌饼干感官品质的影响,在单因素试验结果的基础上进行正交设计优化,得出云南美味牛肝菌饼干的最佳工艺配方,并进行相关指标分析。结果表明:制作美味牛肝菌饼干的最佳配方为鸡蛋液5.3 g、泡打粉 0.4 g、冰糖粉 8 g、黄油 11 g、低筋面粉 23 g、菌粉 2 g,经 110 ℃烤 15 min、120 ℃烤 10 min 后饼干呈焦黄色且色泽均匀,有美味牛肝菌特有香味,酥脆可口,营养价值高。

关键词:美味牛肝菌;饼干;感官评价;指标分析

Development of *Boletus edulis* Cookies

GUO Lei, GUO Juan, KAN Huan*, LIU Yun
(School of Life Science, Southwest Forestry University, Kunming 650224, Yunnan, China)

Abstract: *Boletus edulis* is rich in various nutrients, and which has both edible and medicinal value, we can develop a variety of snack foods to improve its utility value. In this study, *Boletus edulis* was used as raw material and sensory scores was used as test indicators, we studied the additive amount of rock candy powder, butter, *Boletus edulis* powder, low-gluten flour, and baking powder on the sensory quality of *Boletus edulis* cookies. Based on the results of single factor experiment we optimized the processing technology of *Boletus edulis* cookies by means of orthogonal design, analyzed relevant indicators. The results showed that: the best recipe for *Boletus edulis* cookies was egg liquid 5.3 g, baking powder 0.4 g, rock candy powder 8 g, butter 11 g, low-gluten flour 23 g, and *Boletus edulis* powder 2 g, 110 ℃ baking for 15 min and 120 ℃ baking for 10 min, the *Boletus edulis* cookies was brown with uniform color, had a characteristic aroma of *Boletus edulis*, tasted crisp and delicious and high nutritional value.

Key words: *Boletus edulis*; cookies; sensory evaluation; index analysis

引文格式:
郭磊,郭娟,阚欢,等. 美味牛肝菌饼干的研制[J].食品研究与开发,2020, 41(14):137-141
GUO Lei, GUO Juan, KAN Huan, et al. Development of *Boletus edulis* Cookies[J]. Food Research and Development, 2020, 41(14):137-141

美味牛肝菌(*Boletus edulis* Ball.ex Fr)属真菌界(Fungi),真菌门(Eumycota),担子菌亚门(Basidiomycotina),层菌纲(Hymenomycetes),伞菌目(Agaricales),牛肝菌科(Boletaceae),牛肝菌属(*Boletus*)[1],又名大脚菇、网纹牛肝菌等,因外形酷似牛肝而得名,是世界著名的食药用菌之一,号称“牛肝菌之王”[2]。主要分布于拉丁美洲、欧洲、北美洲以及亚洲,在我国的云南、四川、贵州、西藏等地均有分布[3-4],是我国重要的出口野生食用菌,也是云南省出口量最大的野生食用菌品种[5-6]。云南美味牛肝菌子实体含有丰富的蛋白质、膳食纤维、还原糖、多种矿物质元素、不饱和脂肪酸、17 种氨基酸及多种挥发性风味物质[7-9],还含有多糖、黄酮等生物活性成分,有抗氧化、抗肿瘤以及免疫调节等

基金项目:云南省科技计划项目(2018ZG004)
作者简介:郭磊(1981—),男(汉),讲师,硕士,研究方向:食品资源开发及利用。
*通信作者:阚欢(1965—),女(汉),教授,硕士生导师,研究方向:食品资源开发及利用。

药理活性[10]。

本文以食药用价值很高的美味牛肝菌为原料，将其干燥并研磨成粉，配以辅料制成面团，再经辊压、烘烤工艺制作成牛肝菌饼干。饼干不仅保留了美味牛肝菌原有的营养成分和保健功能，而且风味独特、食用方便，为美味牛肝菌的深加工及产业化发展提供了一条新思路，具有广阔的市场发展前景。

1 材料与方法

1.1 材料与辅料

云南美味牛肝菌：云南省易门县康源菌业有限公司；低筋面粉、冰糖粉、黄油、鸡蛋、泡打粉：市售。

1.2 仪器与设备

BSA224S 电子天平：赛多利斯科学仪器（北京）有限公司；DL-1 电子万用炉：北京市永光明医疗仪器有限公司；DK-98-Ⅱ 电热恒温水浴锅：天津市泰斯特仪器有限公司；HK-16A 烤箱：广东省中山市豪通电器有限公司；BCD-252WBCS LB 冰箱：青岛海尔股份有限公司；DHG-9140A 电热恒温古风干燥箱：上海一恒科技有限公司；YB-250A 高速多功能粉碎机：永康市速峰工贸有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 工艺流程

饼干的制作工艺见图 1。

低筋面粉
美味牛肝菌→预处理→菌粉 } 混匀
泡打粉
冰糖粉
黄油 } 搅拌预混→调制面团→静置→辊压成型→烘烤→冷却→成品
鸡蛋

图 1 美味牛肝菌饼干的制作工艺

Fig.1 Technological process of *Boletus edulis* cookies

1.3.1.1 预处理

云南美味牛肝菌在 35 ℃下烘 6 h、粉碎、过 50 目筛密封备用。

1.3.1.2 静置

将调制好的面团用保鲜膜密封起来，静置 15 min 充分醒面，以保证面团在辊压过程中有良好的黏弹性和延伸性。

1.3.1.3 辊轧成型

多次折叠辊轧排出面团中的空气，使面团成厚薄均匀、形态平整、表面光滑和质地细腻的面带，用模具制成饼坯，整齐摆放在烤盘内等待烘烤。

1.3.1.4 烘烤

开始温度 110 ℃，后逐渐升温到 120 ℃，并随时观察饼干烘烤时表面的变化，烘烤至面糊焦黄为止（110 ℃烤 15 min，后 120 ℃烤 10 min），饼干出炉后自然冷却至室温（25 ℃）。

1.3.2 感官评价

由 10 位经过专业训练的学生对烘烤后的云南美味牛肝菌饼干进行感官评价，评价内容包括饼干的形态、色泽、香味、口感及组织形态，总分为 100 分，具体评分标准见表 1。

表 1 美味牛肝菌饼干的感官评分表

Table 1 Sensory scoring criteria of *Boletus edulis* cookies

评价项目	评分标准	评分
形态（20 分）	外形完整，厚薄均匀，不变形	16~20
	外形较完整，厚薄均匀，稍有变形	9~15
	外形不完整，厚薄不均匀，变形严重	1~8
色泽（20 分）	呈焦黄色，色泽均匀，有光泽	16~20
	呈焦黄色，光泽不明显，有少量过焦、过白现象	9~15
	呈焦黄色，光泽感较差，有大量过焦、过白现象	1~8
香味（15 分）	美味牛肝菌香味浓郁，无异味	11~15
	美味牛肝菌香味有但不浓郁，无异味	6~10
	美味牛肝菌香味很强或很淡，有异味	1~5
口感（30 分）	松脆不粘牙，甜度适中，不油腻	21~30
	较松脆，不粘牙，甜度尚可，不油腻	11~20
	不松脆，粘牙，过甜或不甜，较油腻	1~10
组织形态（15 分）	断面结构呈现多孔状，细密	11~15
	断面结构呈多孔性，较细密	6~10
	断面结构无多孔状	1~5

1.3.3 饼干的制作工艺

固定鸡蛋液 5.3 g，低筋面粉和菌粉总量 25 g，研究菌粉、冰糖粉、黄油及泡打粉添加量 4 个因素对饼干感官品质的影响，各因素设以下水平：固定菌粉 3 g，低筋面粉 22 g，黄油 12.5 g，泡打粉 0.6 g，考察不同的冰糖粉添加量（4、6、8、10、12 g）对饼干感官品质的影响；固定菌粉 3 g，低筋面粉 22 g，冰糖粉 8 g，泡打粉 0.6 g，考察不同的黄油添加量（9.5、11、12.5、14、15.5 g）对饼干感官品质的影响；固定黄油 12.5 g，冰糖粉 8 g，泡打粉 0.6 g，考察不同的菌粉添加量（1、2、3、4、5 g）对饼干感官

官品质的影响;固定菌粉 3 g,低筋面粉 22 g,黄油 12.5 g,冰糖粉 8 g,考察不同的泡打粉添加量(0.2、0.4、0.6、0.8、1.0 g)对饼干感官品质的影响。

1.3.4　正交试验

在单因素试验结果的基础上,选取影响饼干感官品质较大的 3 个因素冰糖粉添加量、黄油添加量、菌粉添加量作三因素三水平正交试验。根据结果进行极差分析和方差分析,获得最优的饼干配方。因素水平表见表 2。

表 2　因素水平表

Table 2　Coding of experimental factors and levels

水平	因素		
	A 冰糖粉添加量/g	B 黄油添加量/g	C 菌粉添加量/g
1	6	9.5	1
2	8	11.0	2
3	10	12.5	3

1.3.5　指标测定

水分:直接干燥法[11];蛋白质:凯氏定氮法[12];粗脂肪:索氏抽提法[13];还原糖:滴定法[14];微生物指标:对菌落总数、大肠杆菌、霉菌及是否含有致病菌进行检验[15-17]。

1.3.6　数据分析

每个试验平行 3 次,结果取平均值。采用 excel 软件及 Origin 2017 软件进行数据分析及绘图。

2　结果与分析

2.1　单因素试验

2.1.1　冰糖粉添加量对饼干感官评价的影响

冰糖粉添加量对饼干感官评价的影响见图 2。

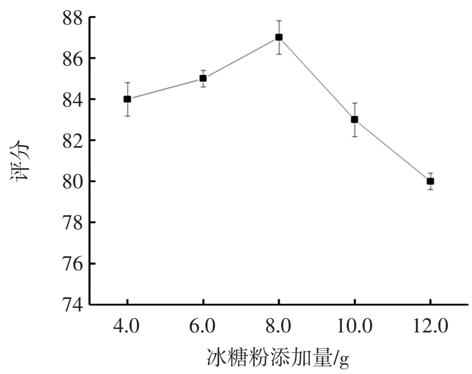

图 2　冰糖粉添加量对感官评价的影响

Fig.2　The effect of rock candy powder addition on sensory score

由图 2 可知,固定鸡蛋液 5.3 g,菌粉 3 g,低筋面粉 22 g,黄油 12.5 g,泡打粉 0.6 g 时,随着冰糖粉添加量的增加,感官评分呈现先增后减的趋势,且冰糖粉添加量在 8 g 时达到最高。冰糖粉添加量低于 8 g 时,面团过软导致辊压时延展性不好,烘烤后饼干皱缩且色泽暗淡;冰糖粉添加量高于 8 g 时,烘烤过程中发生焦糖化反应导致饼干色泽过焦,且口感甜腻,故确定冰糖粉添加量为 8 g,此时饼干口感松脆,色泽焦黄,风味协调。

2.1.2　黄油添加量对饼干感官评价的影响

黄油添加量对饼干感官评价的影响见图 3。

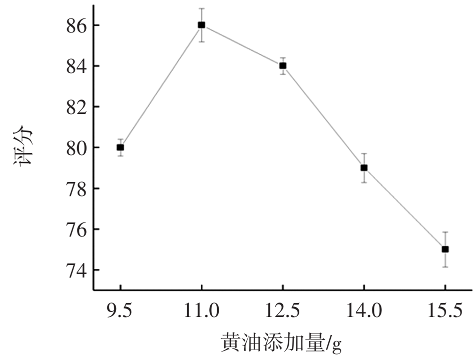

图 3　黄油添加量对饼干感官评价的影响

Fig.3　The effect of butter addition on sensory score

由图 3 可知,固定鸡蛋液 5.3 g,菌粉 3 g,低筋面粉 22 g,泡打粉 0.6 g,冰糖粉 8 g 时,随着黄油添加量的增加,感官评分呈现先增后减的变化趋势,且在黄油添加量为 11 g 时达到最大。黄油添加量低于 11 g 时,烘烤后饼干干硬且口感较差;添加量高于 11 g 时,饼干过于油腻且奶香味过重,掩盖了美味牛肝菌的特有香味,风味变差,故确定黄油添加量为 11 g。

2.1.3　云南美味牛肝菌粉添加量对饼干感官评价的影响

菌粉添加量对饼干感官评价的影响见图 4。

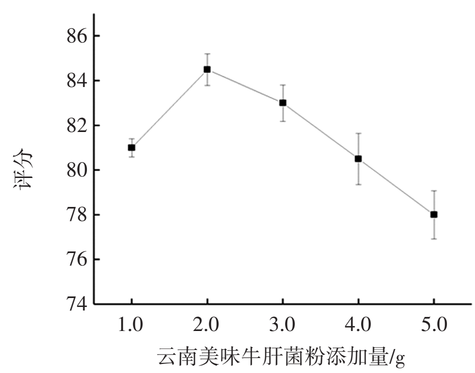

图 4　云南美味牛肝菌粉添加量对感官评价的影响

Fig.4　The effect of *Boletus edulis* powder addition on sensory score

由图 4 可知,固定鸡蛋液 5.3 g,泡打粉 0.6 g,冰糖粉添加量 8 g,黄油添加量 12.5 g 时,随着菌粉添加量的增加,感官评分呈现先增后减的变化,且在菌粉添

加量为 2 g 时达到最高。菌粉添加量低于 2 g 时，黄油的奶香味掩盖了云南美味牛肝菌的香味，且饼干的颜色过淡；菌粉添加量高于 2 g 时，由于菌粉较强的吸水性导致面团过干，成品咀嚼性变差，且风味也随之下降，故确定菌粉添加量为 2 g，此时饼干香味馥郁，口感最佳。

2.1.4 泡打粉添加量对饼干感官评价的影响

泡打粉添加量对饼干感官评价的影响见图 5。

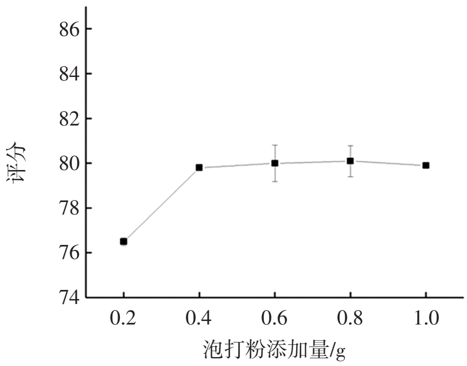

图 5 泡打粉添加量对感官评价的影响

Fig.5 The effect of baking powder addition on sensory score

由图 5 可知，固定鸡蛋液 5.3 g，冰糖粉 8 g，黄油 12.5 g，菌粉 2 g，低筋面粉 23 g 时，随着泡打粉添加量的逐渐增加，感官评分先增加后趋于平缓的变化趋势，且当泡打粉添加量为 0.4 g 时达到最大。泡打粉添加量低于 0.4 g 时，饼干收缩、酥松感差，导致口感不佳；添加量高于 0.4 g，烘烤后饼干过于蓬松且易碎裂，组织形态和口感变差，故确定泡打粉添加量为 0.4 g。

2.2 正交试验

对单因素试验结果进行分析后，选取影响饼干感官品质较大的 3 个因素冰糖粉添加量（A）、黄油添加量（B）、菌粉添加量（C）建立 $L_9(3^3)$ 的正交试验设计共 9 个试验方案，不考虑交互作用，以感官评分为指标，试验结果及方差分析见表 3 和表 4。

表 3 正交试验设计及结果

Table 3 Orthogonal experimental design and results

试验号	A 冰糖粉添加量/g	B 黄油添加量/g	C 菌粉添加量/g	评分
1	6	9.5	1	84.50
2	6	11.0	2	86.40
3	6	12.5	3	83.10
4	8	9.5	2	87.80
5	8	11.0	3	86.70
6	8	12.5	1	86.20
7	10	9.5	3	84.90
8	10	11.0	1	86.70
9	10	12.5	2	85.80

续表 3 正交试验设计及结果

Continue table 3 Orthogonal experimental design and results

试验号	A 冰糖粉添加量/g	B 黄油添加量/g	C 菌粉添加量/g	评分
K_1	254.00	257.20	257.40	
K_2	260.70	259.80	260.00	
K_3	257.40	255.10	254.70	
k_1	84.67	85.73	85.80	
k_2	86.90	86.60	86.67	
k_3	85.80	85.03	84.90	
极差 R	2.23	1.57	1.77	
因素主次		A>C>B		
优方案		$A_2B_2C_2$		

表 4 方差分析表

Table 4 Analysis of variance table

差异源	SS	df	MS	F	显著性
A	7.482 2	2	3.741 1	108.612 9	**
B	3.695 6	2	1.847 8	53.645 2	*
C	4.682 2	2	2.341 1	67.967 7	*
误差 e	0.068 9	2	0.034 4		
总和	15.928 9	8			

注：$F_{0.05}(2,2)=19$；$F_{0.01}(2,2)=99$；* 表示差异显著；** 表示差异极显著。

由表 3 可知，影响饼干感官品质的因素主次顺序为：A（冰糖粉添加量）>C（云南美味牛肝菌添加量）>B（黄油添加量）。由表 4 可知，$F_A>F_{0.01}(2,2)$ 表明冰糖粉添加量对饼干感官品质的影响非常显著，$F_{0.05}(2,2)<F_B$、$F_C<F_{0.01}(2,2)$ 表明黄油添加量和牛肝菌粉添加量对饼干配方影响显著，最优组合为 $A_2B_2C_2$，故云南美味牛肝菌饼干的最佳配方为：鸡蛋液 5.3 g，泡打粉 0.6 g，冰糖粉 8 g，黄油 11 g，云南美味牛肝菌粉 2 g，低筋面粉 22 g。

2.3 云南美味牛肝菌饼干的感官评价

云南美味牛肝菌饼干形态完整，厚薄均匀，没有收缩和变形；色泽均匀呈焦黄色，无过焦过白现象；香味馥郁且有美味牛肝菌特殊香气；口感松脆不油腻，甜度适中不粘牙。

2.4 云南美味牛肝菌饼干的理化和微生物指标

对饼干进行水分、蛋白质、粗脂肪、还原糖、菌落群数、大肠杆菌、致病菌、霉菌等指标进行测定。结果见表 5 和表 6。

表 5 云南美味牛肝菌饼干理化指标

Table 5 Physicochemical indexes of Yunan *Boletus edulis* cookies

项目	水分/%	蛋白质/(g/100 g)	粗脂肪/(g/100 g)	还原糖/(g/100 g)
测定结果	1.68	20.56	29.77	6.94

表 6　云南美味牛肝菌饼干微生物指标

Table 6　Microbiological indicator of Yunan *Boletus edulis* cookies

项目	菌落总数/（CFU/mL）	大肠杆菌/（CFU/mL）	霉菌/（CFU/mL）	致病菌/（CFU/mL）
测定结果	3.15×10^{-2}	未检出	2×10^{-1}	未检出

由表 5 可知，云南美味牛肝菌饼干含水量为 1.68 %，营养价值丰富，蛋白质、粗脂肪和还原糖含量分别为 20.56、29.77、6.94 g/100 g。从表 6 可知，云南美味牛肝菌饼干的菌落总数、大肠杆菌数、霉菌数及致病菌数等微生物指标均符合相应的国家标准。

3　结论

通过研究不同冰糖粉、黄油、菌粉、低筋面粉及泡打粉添加量对云南美味牛肝菌饼干感官品质的影响，并在此基础上进行正交试验优化，获得云南美味牛肝菌饼干的最佳工艺为：将鸡蛋液 5.3 g，泡打粉 0.6 g，冰糖 8 g，黄油 11 g，菌粉 2 g 及低筋面粉 22 g 搅拌混匀后制成面团，辊压成型后 110 ℃烘烤 15 min，再 120 ℃烘烤 10 min。饼干色泽焦黄均匀、酥脆可口、有云南美味牛肝菌特殊香味，水分含量 1.68 %，蛋白质含量 20.56 g/100 g，脂肪含量 29.77 g/100 g，还原糖含量 6.94 g/100 g，微生物指标符合饼干的国家标准要求。

冰糖粉和黄油会吸附在蛋白质分子表面上，这样会阻碍蛋白质的吸水膨胀和形成面筋，在调制面团时物料的添加顺序将直接影响面团的黏弹性和延伸性，故应将冰糖粉、鸡蛋液和黄油混匀后再加入面粉和菌粉。

参考文献：

[1] 李志洲. 美味牛肝菌多糖锌配合物的制备[J]. 食品研究与开发, 2010, 31(3): 123–125

[2] 张园园,张晶,王勇,等. 美味牛肝菌研究现状及开发前景[J]. 食用菌, 2017(2): 1–4,9

[3] 李泰辉,宋斌. 中国食用牛肝菌的种类及其分布[J]. 食用菌学报, 2002,9(2): 22–30

[4] HALL I R, LYON A J E, WANG Y, et al. Ectomycorrhizall Fungi with Edible Fruiting Bodies 2. *Boletus Edulis* [J]. Economic Botany, 1998, 52(1): 44–56

[5] 何容,刘绍雄,刘春丽,等. 美味牛肝菌研究进展[J]. 食品与发酵科技, 2016, 52(4): 75–77,82

[6] 桂明英,徐俊,张鑫,等. 云南美味牛肝菌营养成分分析[J]. 食品工业, 2015, 36(1): 196–198

[7] 郭磊,何雪娇,刘家奇,等. 云南美味牛肝菌复合调味料配方的优化研究[J]. 中国调味品, 2017, 42(6): 18–21

[8] 郭磊,郭娟,范方宇,等. 不同熬制工艺对美味牛肝菌汤中氨基酸成分的影响[J]. 食品工业, 2017, 38(2): 17–19

[9] 郭磊,阚欢,范方宇,等. SDE/GC–MS 对云南美味牛肝菌挥发性风味物质的分析[J]. 食用菌, 2016(5): 57–59

[10] 张新妍,林传燕,朱静. 美味牛肝菌多糖的药理活性研究进展[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(16): 4–5

[11] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中水分的测定:GB 5009.3–2016[S]. 北京:中国标准出版社, 2016

[12] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定:GB 5009.5–2016[S]. 北京:中国标准出版社, 2016

[13] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定: GB 5009.6–2016[S]. 北京:中国标准出版社, 2016

[14] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中还原糖的测定: GB 5009.7–2016[S]. 北京:中国标准出版社, 2016

[15] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定:GB 4789.2–2016[S]. 北京:中国标准出版社, 2016

[16] 中华人民共和国卫生部. 食品安全国家标准 食品微生物学检验 大肠埃希氏菌计数:GB 4789.38–2012[S]. 北京:中国标准出版社, 2012

[17] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品微生物学检验 霉菌和酵母计数:GB 4789.15–2016[S]. 北京:中国标准出版社, 2016

收稿日期：2019–06–30