

# 降低盐渍滑子菇中亚硝酸盐含量的研究

马 超, 唐 玉 琴

(吉林农业科技学院, 吉林 吉林 132101)

**摘 要:**以鲜滑子菇子实体为试材,通过单因素试验及正交实验,研究了鲜姜汁添加量、维生素 C 添加量与盐渍时间对盐渍滑子菇中亚硝酸盐含量的影响,以期对滑子菇盐渍配方进行优化。结果表明:滑子菇最佳盐渍配方为:鲜姜汁添加量 18 mg/kg,维生素 C 添加量 500 mg/kg,盐渍时间 24 d,此时亚硝酸盐含量为 1.61 mg/kg。

**关键词:**滑子菇;盐渍;亚硝酸盐含量

**中图分类号:**S 646.1<sup>+</sup>6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)03-0146-03

滑子菇(*Pholiota nameko*)属球盖菇科环锈伞属食用菌,俗称滑子蘑、珍珠菇、光帽鳞伞<sup>[1]</sup>。滑子菇营养丰富,鲜嫩可口,据研究,每 100 g 滑子菇干物质中含粗蛋白 20.8 g,脂肪 4.2 g,碳水化合物 66.7 g,灰分 8.3 g。滑子菇除具有较高的营养价值外,还具有许多生理活性,如能提高机体免疫功能、增进智力、改善视力、提高耐力;尤其是滑子菇中多糖物质可预防葡萄球菌、大肠杆菌、肺炎球菌、结核杆菌的感染,对肿瘤具有较强的抑制作用,能够达到 91%的抑制率<sup>[2]</sup>。近年来随着我国滑子菇生产能力的扩大,其初加工产品,如盐渍滑子菇等已销往东南亚、欧洲等一些国家与地区。与此同时,国内消费需求也迅速增长,发展前景非常广阔<sup>[3]</sup>。盐渍滑子菇在制作过程中,亚硝酸盐能与盐渍滑子菇的蛋白质分解产物胺类反应形成亚硝胺,亚硝胺是一种强致癌物<sup>[4]</sup>。我国规定盐渍品中亚硝酸盐的残留量 $\leq 20$  mg/kg。目前,各国都在研究减少盐渍食品中亚硝酸盐含量的方法,降低亚硝胺生成的可能性,有硝酸还原能力的微生物的作用,是盐渍菇在盐渍过程中产生亚硝酸盐的主要原因<sup>[5]</sup>。生姜是人们日常生活中常用的调味品,也是一味功效显著的中药,生姜的浸出液与维生素 C 都具有很强的抗氧化性<sup>[6]</sup>,该研究利用生姜汁的抗氧化性,将生姜汁和维生素 C 抗氧化性应用到盐渍滑子菇生产过程中,旨在通过添加一定数量的外源性抗氧化性来阻断或减少致癌

物质 N-亚硝胺化合物前体物质—亚硝酸盐的产生,以期对盐渍滑子菇的生产提供技术支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

滑子菇子实体(由吉林农业科技学院食用菌研究所试验基地采获得),鲜姜、柠檬酸、维生素 C(食品级)、食盐(NaCl 的含量达 98%)均由市场购买。试验试剂:氢氧化钠、氯化铵缓冲液、对氨基苯磺酸、N212 萘乙基胺盐酸溶液等;试验仪器:烧杯、5 mL 移液管、电磁炉、研钵、玻璃瓶、保鲜膜、漏斗、滤纸、天平等。多功能榨汁机(SG-350W-2002S)、恒温水浴锅、电子天平(FA2004N)、紫外分光光度计(UV-9100)、盐渍罐(玻璃罐)等。

### 1.2 试验方法

1.2.1 姜汁制备 选取新鲜、无腐烂、无虫害的鲜姜,水洗后切成 0.5 cm<sup>3</sup>大小的块,用研钵捣碎,然后过滤取汁液,备用<sup>[7]</sup>。

1.2.2 滑子菇子实体选择 将从滑子菇栽培基地采收的符合标准的滑子菇子实体进行选择,挑选新鲜、完整、菌盖半球形、菌柄短粗、肉质肥厚、无腐烂、无虫害的新鲜未开伞的滑子菇子实体作为盐渍原料。子实体处理:将从滑子菇栽培基地采收的符合标准的丛生的滑子菇子实体逐个分开,并将柄基老化部分减去,剩余的最长不超过 1 cm。剔除杂质,称取 27 份,将滑子菇菌盖与菌柄同时加工,放入清水中漂洗以洗去滑子菇表面杂质,沥干后备用。坯料漂烫:将洗净沥干的每份滑子菇放入沸水中,漂烫液可用 10%的食盐水。按每 50 kg 开水 1 次煮菇 30 kg 的比例进行漂烫,同一锅水一般可煮 2~3 次菇。每次都要保证沸水下菇,用旺火尽快煮制,使菇体熟而不烂。漂烫时可用笊篱不断的轻轻翻动,注意尽

**第一作者简介:**马超(1990-),男,吉林榆树人,在读硕士,研究方向为微生物与食用菌学。E-mail:641164444@QQ.com

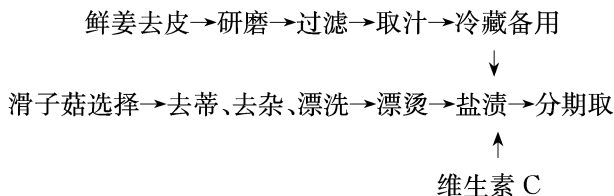
**责任作者:**唐玉琴(1964-),女,吉林德惠人,硕士,教授,现主要从事微生物及食用菌的研究及开发工作。335673084@QQ.com

**基金项目:**吉林省教育厅“十二五”科学技术研究资助项目(吉教科合字[2012]第 293 号)。

**收稿日期:**2012-10-24

量不要弄破内菌幕。漂烫时间要适当,时间过短,菇体未煮透,盐渍后易变酸;时间过长,菇体熟烂,会变得软绵绵破坏菇体成分。漂烫时间因菇体大小而异,一般需3~4 min。漂烫后用干净的冷水进行冷却,冷却时以菇心达到冷凉为标准(煮制时,加入占水量0.01%的柠檬酸效果更佳)。

### 1.2.3 盐渍工艺流程



样测亚硝酸盐含量。

盐渍:盐渍前将玻璃罐洗干净,用热水漂洗后进行盐渍,按每100 g加25 g食盐的比例逐层撒盐。将27份材料分成9组,每组3重试验,1组为对照组,其中4组分别加入已称好的维生素C 30、40、50、60 mg,剩余4组分别加入用移液管移取的鲜姜汁0.6、1.2、1.8、2.4 mL并做好相应标记,盖上保鲜膜和盖子,以防止尘土、杂物落入,封严后储藏在阴暗处,2 d后进行翻罐。在23℃下盐渍,并在第4、8、12、16、20、24天分别取样检测。盐渍结束后用鲜姜汁12、18、24 mg/kg与维生素C 400、500、600 mg/kg进行正交实验,并于盐渍7、14、24 d时测定亚硝酸盐量。

### 1.3 项目测定

硝酸盐含量用分光光度法定量分析;亚硝酸盐含量采用氨基苯磺酸和N212萘乙基胺盐酸溶液法进行测定<sup>[8]</sup>。

1.3.1 取样处理 用电子天平称取盐渍滑子菇5 g,采用多功能榨汁机打成匀浆后过滤取汁,使用氢氧化钠将汁液pH调至8.0后再加入硫酸锌使其产生沉淀。然后在水浴锅中加热1 h后再次过滤,将滤液和洗涤液定容到100 mL<sup>[9]</sup>。

1.3.2 亚硝酸盐测定 取10 mL样品溶液,加入4.5 mL氯化铵缓冲液,2.5 mL 60%的乙酸溶液和5 mL显色液,定容于25 mL的容量瓶中,暗处静止25 min,用光程为1 cm的比色杯在550 nm处测定光密度值。以亚硝酸钠质量为横坐标,以光密度值为纵坐标,作标准曲线。测定方法为(氯化铵缓冲液、乙酸、显色液)混合→定容→暗处静止→测定<sup>[10]</sup>。

1.3.3 亚硝酸盐含量的计算  $X_1 = m_2 \times 1\,000 \times v_1 / m_1 \times 1\,000 \times v_2$ , 式中: $X_1$ :样品中亚硝酸盐含量,单位:mg/kg; $m_1$ :样品质量,单位:g; $m_2$ :标准曲线中亚硝酸盐含量,单位:μg; $v_1$ :样品处理总体积; $v_2$ :测定用样品液总体积。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同浓度鲜姜汁对盐渍滑子菇中亚硝酸盐含量的影响

姜汁是亚硝酸盐含量的重要影响因素。由表1可知,鲜姜汁添加量在18、24 mg/kg时对亚硝酸盐的阻断效果最好,特别是随着盐渍时间的延长,其阻断效果越好。18 mg/kg、盐渍24 d时几乎达到最大消除量,亚硝酸盐含量仅为2.33 mg/kg,其次是24 mg/kg的添加量,盐渍24 d时亚硝酸盐含量为2.35 mg/kg,鲜姜汁添加量在12 mg/kg时也起到了一定的阻断作用,但效果一般。

表1 不同浓度鲜姜汁对盐渍滑子菇中亚硝酸盐含量的影响

处理 /mg·kg <sup>-1</sup>	盐渍时间/d					
	4	8	12	16	20	24
6	5.19	10.04	9.44	6.01	5.30	4.32
12	5.15	4.77	6.38	4.08	3.44	3.31
18	5.11	4.35	3.92	2.63	2.47	2.33
24	5.11	4.36	3.93	2.61	2.45	2.35
CK	5.70	12.03	13.45	8.28	6.09	4.42

### 2.2 不同维生素C添加量对盐渍滑子菇中亚硝酸盐含量的影响

维生素C也是盐渍滑子菇中影响亚硝酸盐含量的重要因素。由表2可知,维生素C添加量在600 mg/kg盐渍24 h时对亚硝酸盐的阻断效果最好,几乎达到最大消除量,此时亚硝酸盐含量为1.22 mg/kg,维生素C添加量为500 mg/kg盐渍24 h时,对亚硝酸盐的阻断效果也非常好,亚硝酸盐含量在1.23 mg/kg,而维生素C添加量在300、400 mg/kg时也起到了一定的阻断作用,产生亚硝酸盐量也明显比对照少很多。

表2 不同维生素C添加量对盐渍滑子菇中亚硝酸盐含量的影响

处理 /mg·kg <sup>-1</sup>	盐渍时间/d					
	4	8	12	16	20	24
300	3.21	4.10	5.11	4.53	3.05	1.84
400	3.01	3.59	4.59	3.92	2.44	1.37
500	2.42	1.90	2.17	2.45	1.95	1.23
600	2.41	1.92	2.18	2.44	1.97	1.22
CK	5.70	12.03	13.45	8.28	6.09	4.42

### 2.3 滑子菇盐渍配方的正交实验

根据单因素试验结果,以样品测得亚硝酸盐量为评价指标,选择鲜姜汁、维生素C添加量和盐渍时间3个因素进行L<sub>9</sub>(3<sup>3</sup>)正交实验,结果见表3、4。

表3 L<sub>9</sub>(3<sup>3</sup>)正交实验因素水平表

水平	鲜姜汁添加量 /mg·kg <sup>-1</sup>	维生素C添加量 /mg·kg <sup>-1</sup>	盐渍时间 /d
1	12	400	7
2	18	500	14
3	24	600	24

由表4可以看出,盐渍时间对亚硝酸盐综合量影响最大,其余依次是维生素C添加量、鲜姜汁添加量。以亚硝酸盐含量为指标,逆向推算盐渍配方最佳配比为 $A_3B_3C_3$ ,但正交表中没有此项组合,按此工艺重新试验,测得亚硝酸盐综合量为1.58 mg/kg,低于表中所有值,故选此项组合为滑子菇盐渍最佳配方,即鲜姜汁添加量24 mg/kg,维生素C添加量600 mg/kg,盐渍时间24 d。由于对盐渍产品来说,鲜姜汁与维生素C添加越多,其成本上升比重较大,而18 mg/kg鲜姜汁与500 mg/kg维生素C在单因素试验时表现出对亚硝酸盐良好的阻断效果;因此该研究选择鲜姜汁添加量18 mg/kg,维生素C添加量500 mg/kg,盐渍时间24 d进行进一步试验,结果显示此时亚硝酸盐含量为1.61 mg/kg,与正交实验优化的配方产生亚硝酸盐含量相差很小;考虑成本问题及阻断效果,故选择鲜姜汁添加量18 mg/kg,维生

表4 盐渍滑子菇中亚硝酸盐含量  
 $L_9(3^3)$ 正交实验结果

试验号	鲜姜汁添加量 /mg·kg <sup>-1</sup>	维生素C添加量 /mg·kg <sup>-1</sup>	盐渍时间 /d	亚硝酸盐含量 /mg·kg <sup>-1</sup>
1	1	1	1	3.25
2	1	2	2	2.21
3	1	3	3	1.84
4	2	1	2	3.63
5	2	2	3	1.67
6	2	3	1	1.81
7	3	1	3	1.87
8	3	2	1	2.28
9	3	3	2	2.34
$X_1$	2.433	2.917	2.447	
$X_2$	2.370	2.053	2.727	
$X_3$	2.163	1.997	1.793	
R	0.270	0.920	0.934	

素C添加量500 mg/kg,盐渍时间24 d为滑子菇最佳盐渍配方。

### 3 结论

不同浓度鲜姜汁和维生素C添加量对盐渍滑子菇中亚硝酸盐含量的影响结果表明,鲜姜汁最佳添加量为18、24 mg/kg、维生素C最佳添加量为500、600 mg/kg;在此基础上,通过正交实验,对单因素试验结果进行优化,获得滑子菇盐渍配方为鲜姜汁添加量24 mg/kg,维生素C添加量600 mg/kg;考虑成本问题及阻断效果,选择鲜姜汁添加量18 mg/kg,维生素C添加量500 mg/kg,盐渍时间24 d为滑子菇最佳盐渍配方,此时亚硝酸盐含量为1.61 mg/kg。

### 参考文献

- [1] 唐玉琴,赵义涛.食用菌生产技术[M].北京:化学工业出版社,2008:257-260.
- [2] 曹会兰.亚硝酸盐对人体的危害和预防[J].微量元素与健康研究,2003(2):78-80.
- [3] 白碧君.蔬菜的硝酸盐积累及其控制的研究[J].中国园艺文摘,1993(6):8-15.
- [4] 燕平梅,薛文通.蔬菜盐渍发酵中亚硝酸盐问题的研究[J].中国调味品,2005(8):42-45.
- [5] 丁之恩.亚硝酸盐和亚硝酸铵在食品中的作用及其机理[J].安徽农业大学学报,1994,7(2):95-96.
- [6] 武彩霞,丁华.生姜药理作用研究进展[J].医学专利科学学校学报,2004,11(6):23-25.
- [7] 辛立斌,李晓东.草莓果肉酸奶配方的设计和优化[J].中国乳业,2004(8):50-53.
- [8] 陈功.中国传统泡菜工业化生产技术[J].食品与发酵工业,2002,28(10):75-77.
- [9] 黄伟坤.食品检验与分析[M].北京:中国轻工业出版社,2000:162-164.
- [10] 李珊,李永峰.蔬菜、腌菜亚硝酸盐测定及维生素C对亚硝酸盐阻断[J].中国公共卫生,2004,20(3):357.

## Study on Reducing the Nitrite Content in Saline *Pholiota nameko*

MA Chao, TANG Yu-qin

(Jilin Agricultural Science and Technology College, Jilin, Jilin 132101)

**Abstract:** Taking fresh sporocarp of *Pholiota nameko* as the material, the effect of fresh ginger juice addition, VC addition and salting time on the nitrite content in saline *Pholiota nameko* were studied by single factor and orthogonal experiment, in order to optimum the saline formula of *Pholiota nameko*. The results showed that the optimum saline formula of *Pholiota nameko* were: fresh ginger 18 mg/kg, VC 500 mg/kg, salting for 24 d, under this condition, the content of nitrite was 1.61 mg/kg.

**Key words:** *Pholiota nameko*; saline; nitrite content