

# 一种即食芥菜加工技术的研究

任文彬, 陈聪宇 (仲恺农业工程学院轻工食品学院, 广东广州 510225)

**摘要** [目的] 研究不同加工工艺参数对芥菜加工产品的影响。[方法] 以芥菜为原料, 以芥菜感官评价为考察指标, 通过单因素试验和  $L_9(3^3)$  正交试验优化并确定了芥菜腌制及干燥的最佳工艺条件。[结果] 研究表明, 芥菜最佳的腌制及干燥工艺参数为: 腌制盐浓度 3%, 腌制糖浓度 6%,  $\text{CaCl}_2$  添加量 0.15%, 腌制时间 24 h, 干燥温度 60 °C, 干燥时间 6 h。在此工艺条件下腌制的即食芥菜亚硝酸盐含量远低于国家标准, 干燥后保持了良好的芥菜特性。[结论] 研究可为工业化生产芥菜干提供理论依据。

**关键词** 芥菜; 腌制; 加工工艺

**中图分类号** S637.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)15-06864-03

## Processing Technology of Instant Mustard

REN Wen-bin et al (College of Light Industry and Food, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou, Guangdong 510225)

**Abstract** [Objective] To study effects of different processing technique parameters on mustard products. [Method] With mustard as material, sensory evaluation as investigation indicators, the optimum conditions for mustard salting and drying were optimized by single-factor test and  $L_9(3^3)$  orthogonal test. [Result] The optimum parameters are: salt 3%, sugar 6%,  $\text{CaCl}_2$  dosage 0.15%, salted for 24 hours, drying temperature 60 °C and drying time 6 hours. It is suggested that the nitrite content in pickled mustard was much lower than the national standard, and maintained good characteristics of mustard after drying. [Conclusion] The study will provide theoretical basis for industrial production of mustard.

**Key words** Mustard; Salted; Processing technology

蔬菜在腌制后, 部分硝酸盐会转化为亚硝酸盐。蔬菜从加工到保藏整个过程是亚硝酸盐在蔬菜中积累变化的过程, 直接影响到人体对亚硝酸盐摄入量的多少<sup>[1]</sup>。另外, 传统的高盐腌渍也会影响人们的健康, 腌渍菜的低盐化无疑将为食品风味的多样化和系列化创造前提条件, 这也是发展低盐化腌渍菜的又一重要原因<sup>[2]</sup>。

笔者以芥菜为原料, 研究不同浓度的盐溶液和腌制时间 2 个腌制因素对腌制芥菜成品中亚硝酸钠含量变化的影响, 以及不同的干燥条件芥菜感官评价的影响, 对芥菜进行热风干燥制得新型营养芥菜干。通过对成品进行感官评价及测定成品中的亚硝酸钠的含量, 得出最适合的腌制条件和干燥条件, 旨在降低腌制后芥菜亚硝酸盐的含量, 突出产品的安全健康功能。同时探讨芥菜后续干燥的最佳工艺条件, 芥菜发酵及干燥过程中营养成分的变化情况, 生产出符合人们营养与风味需求的新型安全健康的芥菜干, 为工业化生产芥菜干提供理论依据。

## 1 材料与方 法

**1.1 材料** 芥菜、白砂糖、粤盐加碘精制盐, 购自广州蟠龙市场; 硼砂、盐酸、氯化钙、对氨基苯磺酸、盐酸萘乙二胺、亚硝酸钠、硝酸银、铬酸钾等均为分析纯。

**1.2 芥菜加工工艺** 参考文献<sup>[3-5]</sup>的工艺方法, 改进工艺条件, 工艺如下: 芥菜→洗涤→切分→摊晾→腌制→脱盐→脱水干燥→装袋。①选置: 芥菜从市场采购, 剔除黄叶、烂叶和根部。②洗涤: 将可能残留的泥沙、杂质、沥干水分等洗去, 沥干水待用。③切分: 手工将菜头切成长、宽、厚约为 40 mm × 40 mm × 10 mm 的细条状。④摊晾: 选择干净的实验台

摊晾, 至芥菜表面水分晾干, 有稍微脱水现象。⑤腌制: 为选择适宜的腌制条件, 以不同的盐浓度、腌制时间、糖浓度为单因素进行腌制工艺优化。⑥脱盐: 用水浸泡进行脱盐处理。脱盐处理后, 用口尝尚能感到少许咸味而又不太显著即为脱盐适合的标准。经切分后的腌坯, 在水中进行脱盐时在脱盐水中可以加入适量的  $\text{CaCl}_2$ , 以防止加热杀菌后蔬菜组织的软化。漂洗除去残余硬化剂。脱盐处理完毕即可取出菜坯, 沥干明水。⑦脱水干燥: 采用热风干燥(电热干燥箱), 设定 4 个温度为 50、60、70、80 °C, 以干燥阶段芥菜的复水率及感官评价为评价指标。根据此单因素试验结果来设计正交试验, 优化干燥工艺。⑧装袋: 根据包装袋的不同规格称取相应量的菜品装入袋内, 注意袋口不要粘上油脂和辅料, 以免影响封口质量。

**1.3  $\text{NaNO}_2$  含量的测定** 参考 GB5009.33-2010 食品安全国家标准食品中亚硝酸盐与硝酸盐的测定方法进行测定。

**1.4 失水率的测定** 按照 GB/T 5009.3.2003 的测定方法进行测定。

**1.5 复水率的测定** 参考文献<sup>[6]</sup>, 分别取各种干制品样品于烧杯中, 加蒸馏水 150 ml, 置 60 °C 恒温水浴锅中, 每隔 15 min 捞出试样置于筛网上沥水 3 min, 沥干后用干燥滤纸拭干表面称重, 反复 4 次。

**1.6 感官指标评价** 该试验由 20 名评定员对产品进行评定, 芥菜脱盐后以颜色、脆度、口感、酸咸度为指标, 热风干燥脱水后以芥菜的色泽、香气、口感、组织状态 4 个指标进行评定。脱盐后感官指标评分标准见表 1, 脱水后感官指标评分的标准见表 2。

## 2 结果与分析

**2.1 不同的腌制盐浓度对芥菜中  $\text{NaNO}_2$  含量影响** 由表 1 及图 1 可知, 在相同的腌制条件下腌制芥菜, 不同的腌制

**基金项目** 广东省科技计划项目(2009B020410007)。

**作者简介** 任文彬(1979-), 女, 湖南沅江人, 副教授, 博士, 从事农产品加工与贮藏研究, E-mail: rwbzk@126.com。

**收稿日期** 2013-04-19

表 1 芥菜脱盐后的感官指标标准

指标	评价标准	得分
颜色	深褐色	1
	浅黄褐色	2
	黄褐色	3
脆度	稍微脆嫩	1
	较脆嫩	2
	脆嫩	3
口感	不咸不酸、太咸太酸	1
	较咸或较酸	2
	咸味酸味比较显著	3
	少许咸味酸味	4

表 2 芥菜脱水干焯后的感官指标标准

指标	评价标准	得分
色泽	均匀淡黄	2.0
	较均匀萎黄	1.5
	发黄或发黑	0.5
香气	芥菜香味浓郁	3.0
	具有芥菜香气	2.0
	芥菜香气较淡	1.0
口感	咸酸味纯正	3.5
	咸酸味较纯正	2.0
	口味较涩	1.0
组织状态	组织状态均匀	1.5
	组织状态较均匀	1.0
	组织不均	0.5

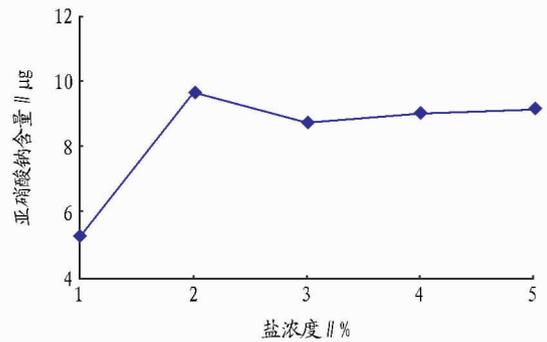
注:感官综合评分为 4 个指标之和,即感官评分 = 色泽评分(2.0 分) + 香气评分(3.0 分) + 口感评分(3.5 分) + 组织状态评分(1.5 分)。

盐浓度对芥菜中  $\text{NaNO}_2$  的含量及其感官评价是有影响的。在腌制盐浓度为 1% ~ 2% 时,测得芥菜中  $\text{NaNO}_2$  的含量曲线呈现明显上升的趋势;在盐浓度为 2% 时芥菜中测得的  $\text{NaNO}_2$  的含量达到最高值;芥菜腌制盐浓度大于 3% 之后,所测得  $\text{NaNO}_2$  的含量曲线基本处于平缓,呈现略微上升的趋势。

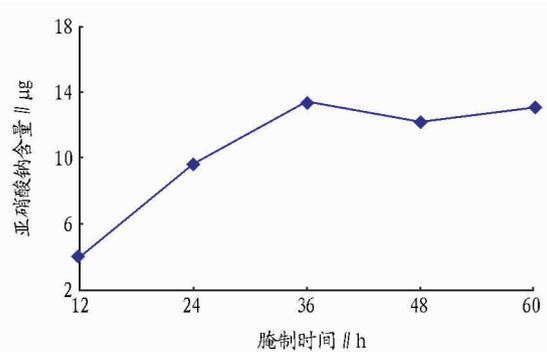
分析原因为:在腌制盐浓度为 1% 时,由于盐浓度不够高,腌制时盐溶液未能充分渗透进芥菜,因此  $\text{NaNO}_2$  的转化率较低,所测得的  $\text{NaNO}_2$  的含量也较低;在腌制盐浓度为 2% 时,溶液的渗透达到最高水平,所测得的  $\text{NaNO}_2$  的含量也达到了一个最高值;在腌制盐浓度为 3% 时所测得  $\text{NaNO}_2$  的含量有所下降,但由于盐添加量的增加,使 4% 和 5% 盐浓度腌制的芥菜中测得的  $\text{NaNO}_2$  含量略呈上升趋势。盐浓度为 3% 时测得的  $\text{NaNO}_2$  含量为较低值,并且所腌制芥菜的感官评价最高。基于经济因素考虑,并结合 2 个指标,得出芥菜最佳腌制盐浓度为 3%。

**2.2 不同腌制时间对芥菜中  $\text{NaNO}_2$  含量影响** 在芥菜腌制过程中,随着腌制时间的增长,芥菜在感官评价咸味方面表现为越来越咸,在腌制时间为 24 h 时芥菜的感官评价最好。由图 2 可知,随着腌制时间的增长, $\text{NaNO}_2$  的含量曲线整体呈现上升趋势。

分析原因为:腌制时间越长,溶液中的盐分子渗透越充

图 1 不同盐浓度对腌制芥菜中  $\text{NaNO}_2$  含量的影响

分, $\text{NaNO}_2$  的转化率越高,其含量也越高;在腌制时间为 36 h 前, $\text{NaNO}_2$  的含量呈现快速上升的趋势;在芥菜腌制时间为 36 h 时,盐溶液的渗透作用达到平衡状态, $\text{NaNO}_2$  的转化率最高,因此  $\text{NaNO}_2$  的含量也达到最高水平;在腌制时间达到并超过 36 h 后, $\text{NaNO}_2$  的含量均明显高于 24 h 前;感官指标方面,芥菜在腌制 24 h 时的感官评价最好。综合 2 个指标,芥菜的最佳腌制时间为 24 h。

图 2 不同腌制时间对芥菜中  $\text{NaNO}_2$  含量的影响

**2.3 不同的腌制糖浓度对干燥后芥菜失水率、复水率、感官评价的影响** 由图 3 可得,干燥后芥菜的复水时间越长,复水率越大,复水性越强;腌制糖浓度越低,干燥芥菜的复水率越大,复水性越强;芥菜腌制时糖浓度越低,对复水率的影响越明显,其复水率越高。但芥菜复水率越大,证明其干燥后的芥菜体积越小而硬度越大,感官评价反而降低,当糖浓度为 2%、4%、6%、8%、10% 时,感官评价得分依次为 7.1、7.6、8.7、8.0、7.4 分,因此芥菜干燥后并非复水率越大越好。综合感官评价以及复水率,芥菜最佳的腌制糖浓度为 6%。

**2.4 不同  $\text{CaCl}_2$  添加量对芥菜感官评价的影响**  $\text{CaCl}_2$  的添加量会影响到腌制芥菜感官评价中的脆度方面的评价,水中的钙可增进芥菜的脆度,保持良好的口感。脱盐时  $\text{CaCl}_2$  含量为 0.05%、0.10%、0.15%、0.20%、0.25% 时,芥菜的感官评价得分依次为 7.4、7.8、8.6、8.3、7.7 分。由此可见,相对来说,使用 0.05% 和 0.10%  $\text{CaCl}_2$  添加量腌制的芥菜在感官评价的脆度方面的评价为较脆嫩,使用 0.20%、0.25%  $\text{CaCl}_2$  添加量腌制的芥菜在感官评价中脆度方面为稍微脆嫩;在  $\text{CaCl}_2$  添加量为 0.15% 时芥菜的脆度适中,脆嫩程度最佳,感官评价最好。因此,腌制芥菜时  $\text{CaCl}_2$  的最佳添加量为 0.15%。

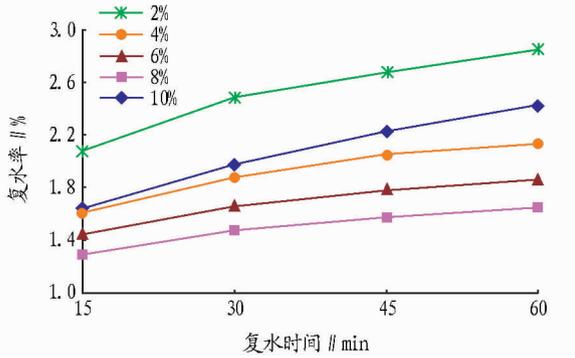


图3 不同糖浓度对芥菜复水率的影响

**2.5 不同脱水干燥温度对芥菜的复水率、感官评价影响** 脱水温度为 50、60、70、80 ℃ 时,芥菜的感官评价依次为 7.6、8.8、8.5、7.7 分。由此可得,温度为 60 ℃ 时干燥芥菜感官评价最高,此温度下芥菜在色泽、香气、口感以及组织状态方面的评价均为最好。由图 4 可知,热风干燥温度对芥菜的复水率有明显的影响;热风干燥温度越高,芥菜的复水率越大,复水性越好;复水时间越长,芥菜复水率越大。分析其原因为:热风干燥温度越高,芥菜初始干制失水速率越快,芥菜体积收缩越大,复水时干燥芥菜的吸水程度越强,其复水性也就越好;芥菜复水时间越长,干燥芥菜吸水越充分,复水性越好。因此,高温下干燥温度越高,得到的干制品的质感就越硬,体积也越小,其复水性也就越好,但芥菜干燥后并非复水率越大越好。综合失水率与复水率以及感官评价,芥菜的最佳干燥温度是 60 ℃。

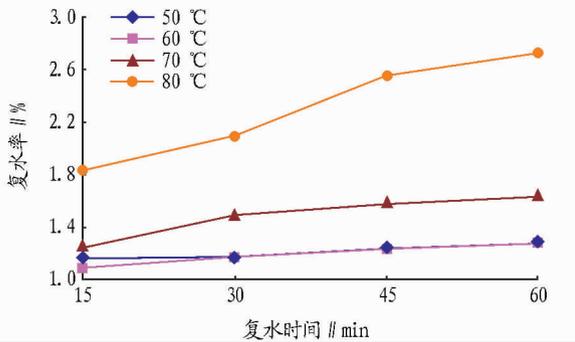


图4 脱水时不同温度对芥菜复水率的影响

**2.6 不同脱水干燥时间对芥菜的感官评价、失水率、复水率的影响** 脱水时间为 4、5、6、7、8 h 时,芥菜的感官评价得分依次为 8.0、8.4、8.9、8.7、8.1 分。由此可知,脱水时间为 6 h 时干燥芥菜感官评价最高。由图 5 可得,随着芥菜干燥时间的延长,干燥后芥菜复水率越大,芥菜的复水性越好;芥菜复水率随着复水时间的增长越来越大。热风干燥时间越长,在干燥过程中芥菜失水越多,干燥后芥菜的体积越小,则复水时芥菜吸水越多,复水率也越大。综合失水率及复水率以及感官评价,芥菜的最佳脱水时间为 6 h。

**2.7 不同脱水条件对芥菜特性影响的正交试验** 在单因素试验的基础上,采用  $L_9(3^3)$  正交试验(表 3),对影响发酵芥菜反应的因素进行优化,以确定芥菜干燥的最佳条件。

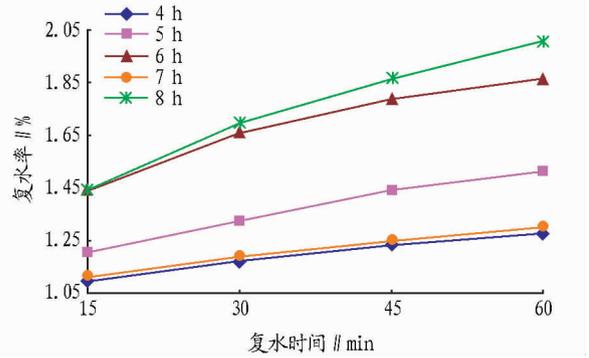


图5 不同脱水干燥时间对芥菜复水率的影响

表3 正交试验因素水平设计

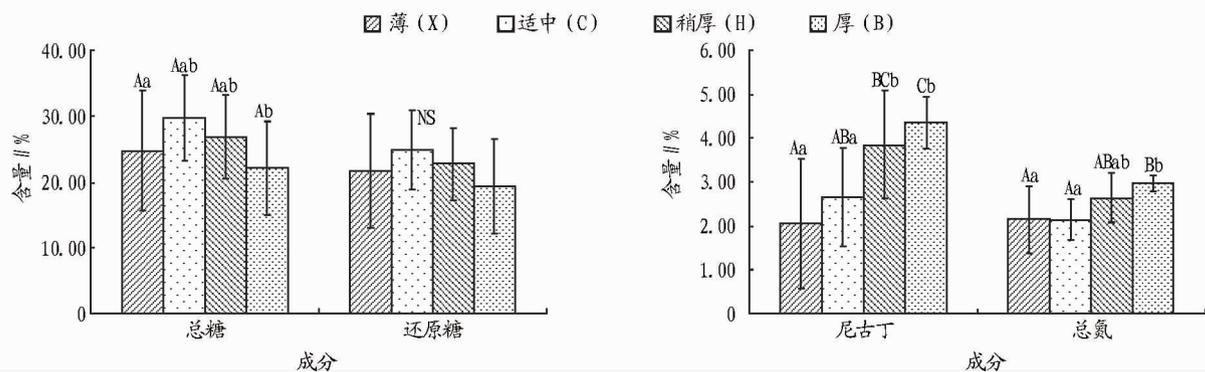
水平	因素		
	糖浓度(A) // %	干燥温度(B) // ℃	干燥时间(C) // h
1	5	60	5.5
2	6	65	6.0
3	7	70	6.5

表4 正交试验方案及结果分析

试验号	因素			失水率 %	复水率 %	感官评价 // 分
	糖浓度	干燥温度	干燥时间			
1	1	1	1	76.46	2.471	8.1
2	1	2	2	88.13	2.608	8.4
3	1	3	3	92.09	3.822	7.8
4	2	1	2	80.12	2.374	8.9
5	2	2	3	91.62	3.970	8.6
6	2	3	1	90.16	3.680	8.2
7	3	1	3	87.85	3.351	8.5
8	3	2	1	85.84	2.584	8.3
9	3	3	2	91.25	3.700	7.9
$k_{x_1}$	85.560	81.477	84.153			
$k_{x_2}$	87.300	88.530	86.500			
$k_{x_3}$	88.313	91.167	90.520			
极差 $R_x$	2.753	9.690	6.367			
$k_{y_1}$	2.967	2.732	2.912			
$k_{y_2}$	3.341	3.054	2.894			
$k_{y_3}$	3.212	3.734	3.714			
极差 $R_y$	0.374	1.002	0.820			
$k_{z_1}$	8.233	8.500	8.200			
$k_{z_2}$	8.567	8.433	8.400			
$k_{z_3}$	8.233	7.967	8.300			
极差 $R_z$	0.467	0.533	0.200			

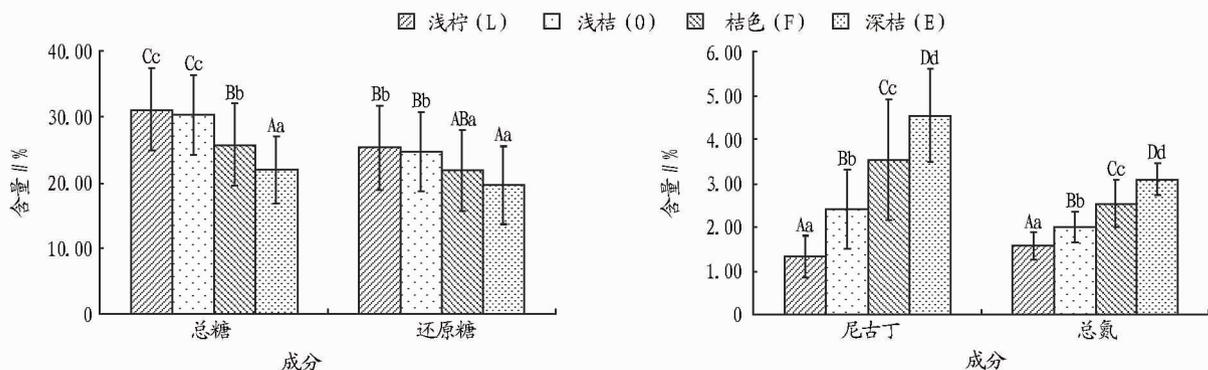
注:  $k_{x_1}$ 、 $k_{x_2}$ 、 $k_{x_3}$ 、 $R_x$  为失水率的均值和极差,  $k_{y_1}$ 、 $k_{y_2}$ 、 $k_{y_3}$ 、 $R_y$  为复水率的均值和极差,  $k_{z_1}$ 、 $k_{z_2}$ 、 $k_{z_3}$ 、 $R_z$  为感官评价的均值和极差。

由正交试验结果可以得出(表 4):影响芥菜失水率的主次因素为  $B > C > A$ ,即干燥温度 > 干燥时间 > 糖浓度,其优水平为  $A_1B_3C_3$ ,即糖添加量为 5%、干燥温度为 70 ℃、干燥时间为 6.5 h;影响芥菜复水率的主次因素为  $B > C > A$ ,即干燥温度 > 干燥时间 > 糖浓度,其优水平为  $A_2B_2C_3$ ,即糖添加量为 6%、干燥温度为 65 ℃、干燥时间为 6.5 h;关系到芥菜感官评价的主次因素为  $B > A > C$ ,即干燥温度 > 糖浓度 > 干燥时间,其优水平为  $A_2B_1C_2$ ,即糖添加量为 6%、干燥温度为



注:图中不同大、小写字母分别表示在0.01、0.05水平差异显著;NS为无差异显著性。

图5 相同颜色不同身份烟叶化学成分比较



注:图中不同大、小写字母分别表示在0.01、0.05水平差异显著。

图6 相同身份不同颜色烟叶化学成分比较

份和颜色因素基本能区分出烟叶内在化学成分差异。相比身份因素,颜色因素对烟叶内在质量的影响差异更大,不同身份厚度烟叶尼古丁和总氮含量差异均达极显著差异。

在实际工艺分级操作中,身份和颜色是烟叶的主要外观特征,也是烟叶在线分选中能够把握和识别的主要分选因素<sup>[5-6]</sup>。该研究结果也证实了身份和颜色不同的烟叶外观质量、感官质量和化学成分存在较大差异,身份和颜色在烟叶分选过程中易于判定识别,可操作性也较强。因此,在工艺分级制定操作中以身份、颜色为主要因素,有利于降低分

选难度,提高分选准确性和可操作性。

### 参考文献

- [1] 于建军. 卷烟工艺学[M]. 北京:中国农业出版社,2003.
- [2] 胡开文,烟草工业. 烟叶打叶复烤工艺与设备[M]. 北京:化学工业出版社,2002.
- [3] 倪盛浦. 浅谈打叶复烤生产工艺在我国的推广[J]. 烟草科技,1994(3):2-4.
- [4] 刘垣,李晓红,冯茜. 烟叶打叶复烤工艺规范与《打叶烟叶质量检验》实施指南[S]. 2002.
- [5] 闫克玉,赵献章. 烟叶分级[M]. 北京:中国农业出版社,2003.
- [6] 刘其聪,夏正林,罗登山. 影响打叶质量的因子分析与降低烟叶损耗[J]. 烟草科技,1998,3(3):5.

(上接第6866页)

60℃、干燥时间为6.0h。产品感官评价直接关系到消费者对产品的青睐程度,因此以干燥后芥菜的感官评价为主要考察指标,以干燥后芥菜的失水率、复水率为次要考察指标,芥菜最佳的干燥工艺参数为糖添加量6%,干燥温度60℃,干燥时间6h。

### 3 结论

该试验结果表明,在芥菜腌制过程中,最佳腌制盐浓度为3%,最佳腌制时间为24h,最佳腌制糖浓度为6%,CaCl<sub>2</sub>最佳添加量为0.15%。成品中亚硝酸盐含量均远小于限量标准4mg/kg。以干燥后芥菜的感官评价为主要考察指标,以干燥后芥菜的失水率、复水率为次要考察指标,芥菜最佳

的干燥工艺参数为糖添加量6%,干燥温度60℃,干燥时间6h。

### 参考文献

- [1] 华雪兰. 湘西酸菜中亚硝酸盐的监控研究[D]. 厦门:集美大学,2011:5-7.
- [2] 王聘,鄯海燕,毛金林,等. 低盐化在腌渍菜中的研究进展[J]. 保鲜与加工,2011,1(4):38-42.
- [3] 王根才. 湘西特产芥菜干加工新技术的研究[D]. 福州:福建农林大学,2009:1-54.
- [4] 晋夫厂. 蔬菜腌制工艺的探讨[J]. 中国调味品,1996(7):26-27.
- [5] 李建颖,丁尚林,温建斌,等. 腌制技术与实例[M]. 北京:化学工业出版社,2005:2.
- [6] 马先英,赵世明,林艾光. 不同干燥方法对胡萝卜复水性及品质的影响[J]. 大连水产学院学报,2006(2):158-161.