

# 盐分腌制对大头菜滋味、质构和挥发性成分的影响\*

郭秀兰,唐仁勇,刘达玉,邹强,张坤琼,袁婷

(成都大学 生物产业学院,四川 成都,610106)

**摘要** 为寻找适当的腌制大头菜食盐浓度,采用不同浓度食盐腌制并发酵大头菜,考察对大头菜成品的食盐含量、感官、理化、质构和挥发性物质的影响。结果发现,6%和8%低盐腌制大头菜的感官得分较高,其氨基酸态氮含量较高,pH值更低,乙醇含量也较少,芳香物质更加丰富,其中8%组的亚硝酸盐含量最低,质地感官评分最好,且TPA测试的硬度和咀嚼性较好。实验结果表明,6%~8%的食盐腌制大头菜增加乳酸菌的活力和同型发酵,提升了产品的滋味、香味和质构品质。

**关键词** 低盐;大头菜;质构;香味;滋味

大头菜是我国传统腌菜,具有脆、香、可口等特点,深受消费者喜爱。传统大头菜加工需要经过晾晒,多道加盐腌制而成,具有含盐量高,腌制成熟时间长等缺点,且需要在腌制后熟以后进一步脱盐,造成大量的营养成分和风味物质的流失<sup>[1]</sup>。

一定浓度的食盐可以抑制大头菜中腐败菌的生长,有利于大头菜的保藏。微生物的正常代谢都需要维持一定的渗透压,当微生物细胞内的渗透压低于外界渗透压时,细胞就会失水甚至脱水,微生物代谢受到抑制甚至死亡。一般来说食盐浓度增加抑菌作用增强,食盐浓度低于5%则不能起到抑菌防腐作用,10%食盐溶液可抑制大部分细菌的生长,但是浓度超过13%则会抑制有益微生物的活动,不利于发酵<sup>[2]</sup>。因此,腌菜食盐用量一般是10%~13%。

随着人们生活水平的提高,对健康日趋关注,食品的低盐化已成为当今食品发展的总趋势。目前,国内外对低盐大头菜加工的研究很多,主要是集中在传统腌制的大头菜脱盐工艺上<sup>[3-4]</sup>。而近年来有研究发现,降低腌制食盐含量有利于腌制菜品的后续发酵<sup>[1,5]</sup>。本研究是在传统工艺的基础上采用不同浓度食盐腌制并发酵大头菜,考察对大头菜成品的食盐含量、感官、理化、质构和挥发性物质的影响,寻找一个适当的腌制食盐浓度,既利于大头菜的生产和风味,也有利于消费者健康。

## 1 材料与方法

### 1.1 原料与主要仪器

大头菜、食盐为市售。

仪器:电热数显恒温水浴锅,北京中兴仪器有限公司;组织捣碎机,上海精科仪器公司;分光光度计,上海精科仪器公司;分析天平,上海光学仪器厂;pH计,上海雷磁公司;Texture Analyser型质构仪,英国Stable Micro System有限公司;GS-MS-2010 plus色谱-质谱联用仪,日本岛津公司。

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 大头菜的腌制工艺

挑选大头菜→清洗→切分→自然风脱水→腌渍→翻菜→装坛发酵

##### 1.2.1.1 清洗晾晒

挑选完好、大小适中的新鲜大头菜,使用清水清洗,然后切块呈桔瓣状,一般切成6~8块为宜。切好后挂置于太阳下自然风脱水,待干燥至水分70%左右用盐进行腌制。

##### 1.2.1.2 腌渍翻菜

将脱水的大头菜按100 kg生菜添加一定比例(6%、8%、10%、12%)的食盐进行腌渍。腌渍在坛子中进行,从底层开始,层菜层盐,采用下少、中稍多、上多的方法加盐。上部用盐占总用盐量的40%,中、下部各占25%,盖面盐10%。撒上盖面盐,封口腌渍7~8 d。翻菜即是转缸,一边起坛一边用原坛内的菜卤水淘洗菜块,没有融化的食盐要融化,盐分不足可补加一定食盐,将初腌好的大头菜滤出水分。

##### 1.2.1.3 装坛发酵

第一作者:博士,副教授(唐仁勇副教授为通讯作者,E-mail:yangtang2004@126.com)。

\*四川省教育厅科研项目(No. CC12Z04)

收稿日期:2014-07-31,改回日期:2014-10-19

装坛时忌油忌水,要装满装紧,并密封坛口,然后放置阴凉处,密闭直至成熟。

### 1.2.2 感官评定

大头菜经过不同盐分腌制发酵成熟后进行感官评分,挑选8位经过训练的专业人员评分,评分标准见表1。

表1 感官评分标准  
Table 1 Standard of sensory score

分值	色泽	气味	滋味	质地
17~25分	菜色均匀,呈黄色	具有大头菜特有的芳香	酸咸适口,大头菜特有的鲜味和甜味明显	质地脆嫩,咀嚼感好
9~16分	菜色均匀,呈褐色	无不良气味,也无芳香味	略微偏咸或偏酸,并略有大头菜特有的鲜味和甜味	柔软,质地略脆嫩
0~8分	菜色呈深褐色	有不良气味	太咸或太酸,大头菜味道不足	软烂,黏,无脆嫩感

### 1.2.3 理化指标检测

在发酵90 d时取有代表性的样品,用组织捣碎机捣碎,混匀后置于样品袋中密封保存,测定理化指标。蛋白质测定:凯氏定氮法;还原糖的测定:菲林试剂直接滴定法;亚硝酸盐的测定:盐酸萘乙二胺测定法;氨基酸态氮的测定:谢笔均等(2009)<sup>[6]</sup>甲醛滴定法;pH的测定:使用雷磁pH计直接测定,取样品20.0 g,然后用180 mL蒸馏水中速振荡30 min,4 000 r/min离心10 min后取上清液用pH计测定。

### 1.2.4 挥发性成分分析检测

样品的前处理采用顶空处理的方法,即精确称取2.00 g大头菜,放入密封容器内,加热30 min使其风味物质积聚于顶部,再吸取100  $\mu$ L上层气体,以备测定。

气相色谱条件:毛细管柱DB-5柱(60 m  $\times$  0.32 mm,1  $\mu$ m),程序升温,柱温40  $^{\circ}$ C,保持1 min,以5  $^{\circ}$ C/min升至130  $^{\circ}$ C,再以8  $^{\circ}$ C/min升至200  $^{\circ}$ C,最后以12  $^{\circ}$ C/min升至250  $^{\circ}$ C,保持7 min,载气为高纯He,流速0.8 mL/min,进样口温度250  $^{\circ}$ C,分流比20:1。质谱条件:EI电子源,扫描范围m/z 33~450。

样品经过GC-MS分析后,对各处理成分的质谱图进行标准图库NIST05谱库检索,再结合有关文献及气相色谱图集保留指数数据对所测大头菜挥发性

成分定性,确认其化学成分,并按面积归一法进行定量分析,分别求得各化学成分的相对含量。

### 1.2.5 质构检测

质构采用Texture Analyser型质构仪测定,选用适配探头P/0.5,测试模式为TPA,测试前探头下降速度3 mm/s,测试速度1.0 mm/s;测试后探头上升速度1.0 mm/s,压缩量设定为50%,2次压缩间隔时间为10 s。该测试项目包括大头菜的硬度、黏附性、弹性、黏聚性、胶黏性、咀嚼性和回复性。

### 1.2.6 数据处理

试验数据表示为平均数 $\pm$ 标准偏差(SD),方差分析采用SPSS 14.0单因素方差分析和Duncan's多重比较分析。

## 2 结果与分析

感官评分结果见表2,各浓度的食盐对大头菜的色泽和气味的影响没有达到显著,但6%和8%组的滋味分别极显著和显著高于10%和12%组的得分,可能与后2组的食盐量太高有关,此外8%的质地感官得分最高,更显脆性可口。综合各感官指标6%和8%组的感官总分显著高于10%和12%组。

表2 感官评分的结果  
Table 2 The results of sensory score

食盐浓度/%	色泽	气味	滋味	质地	总分
6	21.9 $\pm$ 0.5	21.8 $\pm$ 1.1	22.2 $\pm$ 0.9 <sup>a</sup>	22.6 $\pm$ 0.8 <sup>ab</sup>	88.5 $\pm$ 1.6 <sup>a</sup>
8	22.5 $\pm$ 0.3	22.0 $\pm$ 0.2	19.5 $\pm$ 0.4 <sup>b</sup>	24.0 $\pm$ 0.9 <sup>a</sup>	88.0 $\pm$ 0.9 <sup>a</sup>
10	22.3 $\pm$ 0.8	21.1 $\pm$ 0.5	16.3 $\pm$ 0.7 <sup>c</sup>	20.3 $\pm$ 0.4 <sup>b</sup>	80.0 $\pm$ 1.5 <sup>b</sup>
12	21.5 $\pm$ 0.6	20.9 $\pm$ 0.8	15.1 $\pm$ 0.5 <sup>c</sup>	20.8 $\pm$ 1.2 <sup>b</sup>	78.3 $\pm$ 2.3 <sup>b</sup>

注:同列数据肩标字母相差一个字母顺序表示差异显著( $P < 0.05$ ),相差两个字母顺序表示差异极显著( $P < 0.01$ )。

大头菜的理化指标分析结果见表3,大头菜刚发酵时的食盐含量与设定的含量基本吻合,而发酵成熟

后大头菜食盐含量都有所下降,特别是食盐浓度高的12%和10%组食盐含量下降得更多,这可能与渗透

出的水分带走了部分食盐有关。发酵产品的水分活度值也证实高浓度食盐的发酵产品水分活度相对较低,可能是其造成更多的水分损失有关。低盐(6%、8%)大头菜氨基酸态氮的含量显著高于高盐组(10%、12%),这与6%组的蛋白质含量明显低于12%组的结果一致,说明低盐促进蛋白质的分解发

酵,形成更多的游离氨基酸。8%组的还原糖含量最低,且6%和8%组的pH值也较低,说明低盐有利于乳酸菌的活动和乳酸的产生。8%组的亚硝酸盐含量显著低于12%组,这与前人<sup>[7-8]</sup>的研究结果类似,即低盐腌制大头菜有降低亚硝酸盐含量的趋势。

表 3 理化指标的测定  
Table 3 The results of physical and chemical index

理化指标	NaCl 浓度/%			
	6	8	10	12
起始 NaCl/%	6.01 ± 0.06	7.71 ± 0.03	9.81 ± 0.13	11.74 ± 0.04
发酵后 NaCl/%	5.93 ± 0.20	7.25 ± 0.13	8.03 ± 0.03	9.72 ± 0.15
水分活度	0.89 ± 0.01	0.88 ± 0.04	0.87 ± 0.05	0.85 ± 0.06
氨基酸态氮/%	0.23 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.24 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.19 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.19 ± 0.01 <sup>b</sup>
蛋白质/%	3.31 ± 0.21 <sup>a</sup>	3.47 ± 0.15 <sup>ab</sup>	3.77 ± 0.15 <sup>ab</sup>	4.07 ± 0.06 <sup>b</sup>
还原糖/%	8.58 ± 0.13 <sup>b</sup>	8.27 ± 0.02 <sup>a</sup>	8.58 ± 0.02 <sup>b</sup>	8.52 ± 0.13 <sup>b</sup>
pH 值	4.33 ± 0.05 <sup>a</sup>	4.31 ± 0.02 <sup>a</sup>	4.48 ± 0.04 <sup>ab</sup>	4.59 ± 0.01 <sup>b</sup>
亚硝酸盐/(mg·kg <sup>-1</sup> )	2.45 ± 0.18 <sup>ab</sup>	2.41 ± 0.00 <sup>a</sup>	2.59 ± 0.09 <sup>ab</sup>	2.71 ± 0.13 <sup>b</sup>

注:同行数据肩标字母相差一个字母顺序表示差异显著(P<0.05),相差两个字母顺序表示差异极显著(P<0.01),下表相同。

TPA(texture profile analysis)质构分析又被称为2次咀嚼测试,主要是通过模拟人口腔的咀嚼运动,能全面评价食品的质构特性。李博(2011)<sup>[5]</sup>研究发现腌制菜品的TPA测试的硬度与其脆性和适口性感官值呈正相关。本实验对不同盐分发酵大头菜进行TPA质构分析,结果见表4,经统计分析发现8%组具

有较好的硬度、胶黏性和咀嚼性,并与本实验8%组的质地感官评分较好相一致,这与前人的研究结果<sup>[5]</sup>基本一致。可能原因是10%和12%组的盐分太高,对原料细胞组织损伤太多,细胞的膨压下降,硬度和脆性也随之下降。

表 4 不同盐分发酵对大头菜的全质构指标的影响  
Table 4 Effect of different pickling salt concentration on texture of mustard root

全质构指标	6% NaCl	8% NaCl	10% NaCl	12% NaCl
硬度	2 082.3 ± 81.3 <sup>ab</sup>	2 363.6 ± 119.0 <sup>a</sup>	1 837.9 ± 170.8 <sup>b</sup>	1 901.4 ± 163.7 <sup>b</sup>
黏附性	-2.35 ± 0.76	-9.63 ± 2.14	-4.97 ± 1.47	-18.69 ± 2.29
弹性	0.93 ± 0.02	0.96 ± 0.01	0.97 ± 0.01	0.97 ± 0.02
黏聚性	0.73 ± 0.03	0.74 ± 0.01	0.77 ± 0.01	0.78 ± 0.01
胶黏性	1 510.0 ± 64.1 <sup>b</sup>	1 816.4 ± 124.0 <sup>a</sup>	1 399.8 ± 185.2 <sup>b</sup>	1 490.5 ± 129.3 <sup>b</sup>
咀嚼性	1 403.6 ± 79.8 <sup>b</sup>	1 736.1 ± 101.4 <sup>a</sup>	1 351.6 ± 174.8 <sup>b</sup>	1 439.4 ± 116.8 <sup>b</sup>
回复性	0.21 ± 0.01	0.23 ± 0.02	0.21 ± 0.01	0.21 ± 0.01

表 5 不同盐分发酵对大头菜的主要挥发性成分的影响  
Table 5 Effect of different pickling salt concentration on volatile flavor compounds of mustard root

序号	保留时间/min	名称	分子式	相似度/%	相对含量/%			
					6% NaCl	8% NaCl	10% NaCl	12% NaCl
1	1.69~1.73	乙醇	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	98~99	17.86	11.22	20.97	30.54
2	1.84	二羧基丙二酸	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	85	-	14.13	-	-
3	1.91~1.95	二硫化碳	CS <sub>2</sub>	96~99	11.36	13.26	11.6	-
4	2.33~2.36	乙酸乙酯	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	96~97	7.58	4.59	4.71	1.83
5	2.74~2.78	3-甲基丁醛	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O	92~95	0.62	0.86	0.72	0.24
6	2.84~2.87	烯丙基腈	C <sub>4</sub> H <sub>5</sub> N	92~95	1.41	2.53	2.90	3.77
7	3.26~3.28	2-乙基呋喃	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O	85~90	0.89	1.60	-	1.62
8	4.18~4.21	1-戊醇	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O	89~91	0.06	0.18	0.13	0.19
9	5.22~5.24	正己醛	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O	90~96	0.67	1.16	0.34	0.94
10	7.42~7.63	异硫氰酸丙烯酯	C <sub>4</sub> H <sub>5</sub> NS	88~92	0.62	1.01	0.78	-

各处理样品经 GC-MS 分析后,再经计算机谱库检索及资料分析发现各处理的大头菜检出挥发性香气成分约 35 种,其中共有的或含量较高有 10 种,见表 5。由表 5 可看出,随着食盐比例的增加,乙醇含量有增高的趋势,而 pH 值也有增加的趋势,说明乳酸含量有所降低,这意味着食盐浓度的增加乳酸菌的活力和同型发酵可能受到抑制,而异型发酵仍较旺盛,特别是食盐比例达 12% 时芳香物质产生比例有所降低,如乙酸乙酯、二硫化碳、3-甲基丁醛等,而有不愉快气味的烯丙基腈有所增加。

### 3 结论

本实验研究发现 6% ~ 8% 低盐腌制大头菜的感官得分较高,其氨基酸态氮含量较高,pH 值更低,乙醇含量也较少,芳香物质更加丰富,其中 8% 组的亚硝酸盐含量最低,质地感官评分最好,且 TPA 测试的硬度和咀嚼性较好。实验结果表明,低盐腌制大头菜增加乳酸菌的活力和同型发酵,提升了产品的滋味、香味和质构品质。

### 参 考 文 献

- [1] 曾凡坤,王金美. 蒸馏萃取-气相色谱-质谱联用对不同腌制工艺大头菜挥发性风味物质的分析[J]. 食品科学,2011, 32(8): 197-201.
- [2] 董凯锋. 大头菜后熟发酵微生物的分离及其生产工艺优化研究[D]. 自贡:四川理工学院,2012.
- [3] 李贤,范露,熊善柏,等. 腌制大头菜脱盐工艺优化与保脆研究[J]. 中国调味品,2012, 37(12): 71-74.
- [4] 汪兴平,莫开菊,李丽. 低盐低酸大头菜加工技术研究[J]. 食品研究与开发,2006, 27(1): 66-69.
- [5] 李博. 低盐宜宾芽菜研究及产品质构特性评价[D]. 成都:西华大学,2011.
- [6] 谢笔均,何慧. 食品分析[M]. 北京:科学出版社,2009.
- [7] 徐海风,王丽平,徐海斌,等. 加盐量对“老卤大头菜”腌制品质的影响[J]. 江苏农业科学,2012, 40(1): 244-245.
- [8] 徐海斌,徐海风. 腌制大头菜亚硝酸盐含量及降低措施研究[J]. 西南农业学报,2011, 24(4): 1519-1521.

## Effect of different pickling salt concentration on taste, texture and volatile flavor compounds of mustard root

GUO Xiu-lan, TANG Ren-yong, LIU Da-yu, ZOU Qiang,  
ZHANG Kun-qiong, YUAN Ting

(College of Biological Industry, Chengdu University, Chengdu 610106, China)

**ABSTRACT** This study aimed to look for a proper sodium chloride concentration to pickle mustard root. The mustard root was pickled and fermented with different salt concentration. The effects on the salt concentration, sense score, chemical index, texture quality and volatile flavor compounds of pickled food were investigated. The results indicated that mustard root pickled with 6% and 8% salt concentration had better sense score, more amino acids nitrogen content, lower pH, less ethanol content, and more flavor compounds. The 8% treatment had lowest nitrite content, better texture sense score, TPA hardness and chewiness. These results suggested that using 6% ~ 8% salt concentration to pickle mustard root could not only increase lactic acid bacteria activity and homotype fermentation, but also improve taste, flavor and texture quality of the product.

**Key words** low salt; mustard root; texture quality; flavor; taste