

# 不同发酵条件和发酵方式对泡菜感官品质的影响

李 敏

(菏泽学院 食品安全与检测重点实验室, 山东 菏泽 274000)

**摘 要:**以“夏阳 50 号”大白菜为原料,采用正交设计方法进行泡菜发酵试验,以获得最佳感官品质的发酵条件。结果表明:各因素对泡菜感官品质影响的重要程度依次为:温度>发酵天数>乳酸菌液接种量>食盐加入量,最佳发酵组合为  $a_1 b_2 c_2 d_2$  (乳酸菌液接种量为 1%,食盐加入量 6%,发酵温度 25℃,发酵天数为 7 d)。在最佳发酵组合条件下采取 A(自然发酵)、B(人工接种发酵剂)、C(人工接种发酵剂,并对原料漂烫)3 种方式进行发酵并测定其亚硝酸盐、乳酸菌含量,对感官性状进行评价,B、C 处理亚硝酸盐含量低于 A 处理,而乳酸菌数量高于 A 处理,感官性状综合得分显著高于 A 处理,表明人工接种发酵剂生产的发酵白菜优于自然发酵白菜。

**关键词:**大白菜;发酵;人工接种

**中图分类号:**TS 255.54 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2012)06-0150-04

泡菜<sup>[1]</sup>是以生鲜蔬菜(或蔬菜咸坯)为原料,添加或不添加辅料,经中低浓度食盐水泡渍发酵、调味(或不调味)、包装(或不包装)、灭菌(或不灭菌)等制作过程,生产加工而成的蔬菜制品。泡菜不仅具有新鲜、清香、嫩脆、味美的特点,而且富含乳酸菌为主的功能益生菌群及代谢产物,既可以满足不同口味,又可以增进食欲,帮助消化,促进健康<sup>[2-4]</sup>。20 世纪 60 年代欧洲率先将纯种发酵技术应用于泡菜研究<sup>[5]</sup>,随后人们在泡菜的生产上有了更深入的研究。张冬梅等<sup>[6]</sup>对乳酸菌进行分离;贺稚非等<sup>[7]</sup>、任俊奇等<sup>[8]</sup>、王德纯等<sup>[9]</sup>对乳酸菌的特性进行研究,并将其接种发酵研究;燕平梅等<sup>[10]</sup>对自然发酵和人工发酵对泡菜品质的影响进行比较。但是,关于发酵条件的优化及其泡菜加工对泡菜品质的影响报道较少。该研究采用山东当地夏季大白菜为原料,对发酵条件进行优化,在最优发酵条件下采取不同处理方式发酵,并对白菜感官和品质指标进行评价和测定,以期对泡菜生产提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

主料:“夏阳 50 号”大白菜;辅料:蒜、八角、花椒、白酒等。

菌种:植物乳杆菌、短乳杆菌由山东农业大学微生物实验室提供,采用 MRS 液体培养基对菌种进行活化和培养,菌种计数采用平板培养计数法<sup>[11]</sup>。

**作者简介:**李敏(1979-),女,硕士,讲师,研究方向为果蔬加工。  
E-mail:limin428@126.com。

**收稿日期:**2011-12-19

### 1.2 试验方法

1.2.1 泡菜的制作前处理 预腌渍盐水:浓度为 2.5% 的盐水(水为冷开水)。浸泡盐水:在冷开水中加入 1% 白酒、3% 料酒、3% 红糖、2% 花椒、1% 山奈、1% 八角,食盐,适量的蒜、姜。接种量:制备植物乳杆菌和短乳杆菌数均为  $10^6$  cfu/mL 的菌悬液,按体积比 1:1 均匀混合接入。

1.2.2 泡菜处理方式 A 处理:“夏阳 50 号”大白菜→清洗切分→沥干水分→放入盐水中预腌渍→装于小泡菜坛中→加入浸泡盐水→自然发酵→成品→冷藏(4℃);B 处理:“夏阳 50 号”大白菜→清洗切分→沥干水分→放入盐水中预腌渍→装于小泡菜坛中→加入浸泡盐水→接种乳酸菌培养液→发酵→成品→冷藏(4℃);C 处理:“夏阳 50 号”大白菜→清洗切分→放入 50℃ 水中漂烫 5 min 捞出<sup>[12]</sup>→立即放入凉水→装于小泡菜坛中→加入浸泡盐水→接种乳酸菌培养液→发酵→成品→冷藏(4℃)。每个处理 3 次重复,泡菜终点的判断以泡菜坛中水的 pH≤4 为标志<sup>[13]</sup>。

1.2.3 不同发酵条件对人工接种发酵泡菜的影响 最佳发酵条件筛选,泡菜的处理方式同 B 处理,通过正交设计比较人工接种发酵泡菜起作用的 4 个因素,发酵因素和水平见表 1,最佳发酵条件通过极差分析来确定。每处理 3 次重复。

### 1.3 检验方法

对人工接种发酵泡菜通过正交实验筛选出最优发酵条件组合,用该组合对 A、B、C 3 种处理方式进行检验分析。发酵液中乳酸菌数量采用平板计数法;pH 测定采用 pH 计;发酵液中乳酸的含量采用中和滴定法;亚硝

表 1 正交实验发酵条件因素水平

Table 1 The factors and levels of orthogonal experiment

水平 Levels	因素 Factors			
	a 接种量 Inoculation/%	b 加盐量 The amount of salt /%	c 发酵温度 Fermentation temperature /℃	d 发酵天数 Furmentation days/d
1	1	4	20	5
2	3	6	25	7
3	5	8	30	9

酸盐含量采用 GB/T5009.33-2008《食品中亚硝酸盐与硝酸盐的测定》中盐酸萘乙二胺法。

#### 1.4 感官指标评价满分标准

色泽:近似原料色泽,汁液清晰透明;香味:具有原料清香和传统泡菜特殊的发酵香味,香气浓郁;滋味及风味:咸酸适度,风味鲜美;组织形态:组织致密,质地细嫩,清脆,形态完整,大小基本一致。被评指标各占 25 分,总分 100 分。由该专业 10 名同学组成评定小组对样品进行评定。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同发酵条件对泡菜的影响

由表 2 可知,以“夏阳 50 号”大白菜为原料的最佳发酵条件为  $a_1b_2c_2d_2$ (接种量为 1%,加入食盐 6%,发酵温度 25℃,发酵天数为 7 d),从各因素对感官性状的影响可以看出,温度>天数>接种量>食盐加入量。

表 2 发酵条件优化的正交实验结果

Table 2 The orthogonal experimental results under optimized fermentation conditions

试验号 Experiment No.	因素 Inoculation of bacterial suspension/%				感官综合评分 Sensory composite score
	a 菌悬液接种量 Inoculation of bacterial suspension/%	b 加盐量 The amount of salt /%	c 发酵温度 Fermentation temperature /℃	d 发酵天数 Fermentation days/d	
1	1	1	1	1	50
2	1	2	2	2	92
3	1	3	3	3	85
4	2	1	2	3	76
5	2	2	3	1	69
6	2	3	1	2	63
7	3	1	3	2	75
8	3	2	1	3	56
9	3	3	2	1	63
$K_1$	227	201	169	182	
$K_2$	208	217	231	230	
$K_3$	194	211	229	217	
$k_1$	75.7	67.0	56.3	60.7	
$k_2$	69.3	72.3	77.0	76.7	
$k_3$	64.7	70.3	76.3	72.3	
R	11.0	5.3	20.7	16.0	
因素主次 Primary and secondary factors					$c>d>a>b$
最佳水平 Optimal level					$a_1b_2c_2d_2$

### 2.2 最佳发酵条件下不同处理大白菜亚硝酸盐含量

由图 1 可知,A 处理的亚硝酸盐含量在发酵 3~5 d 明显高于 B、C 处理,A 处理在第 3 天时达到高峰随后持续下降,直到发酵第 7 天与 B、C 处理的亚硝酸盐含量接

近,B、C 处理亚硝酸盐含量整发酵过程没有出现高峰,呈缓慢下降趋势,C 处理亚硝酸盐含量最低。

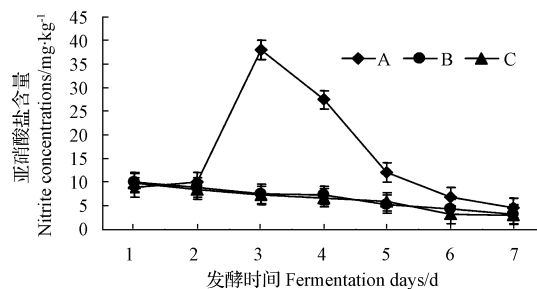


图 1 自然发酵和人工接种发酵大白菜在最佳发酵条件下的亚硝酸盐含量

Fig. 1 The nitrite concentrations of the pickled Chinese cabbages under the optimally natural and inoculated fermentation conditions

### 2.3 最佳发酵条件下不同处理发酵大白菜乳酸菌数量变化

由图 2 可知,在最佳发酵条件下,3 个处理乳酸菌数量变化均呈先上升后缓慢下降的趋势,到第 7 天时基本稳定。A 处理乳酸菌数量明显低于 B、C 处理,而且乳酸菌最大值后移。发酵初期和后期差异显著 ( $P<0.05$ ),发酵 4~5 d 时差异不显著 ( $P>0.05$ ),B、C 处理之间差异不显著 ( $P>0.05$ )。

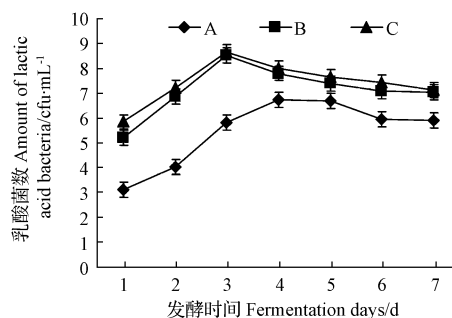


图 2 自然发酵和人工接种发酵大白菜在最佳发酵条件下乳酸菌数量变化

Fig. 2 The change of lactic acid bacteria count under the optimally natural and inoculated fermentation conditions

### 2.4 最佳发酵条件下不同处理发酵大白菜 pH 变化

由图 3 可知,在最佳发酵条件下,3 个处理 pH 均呈现下降趋势,B、C 处理下降明显快于 A 处理,B、C 处理比 A 处理提前 2 d 趋于稳定,这样有利于缩短发酵时间,提高生产效率。

### 2.5 最佳发酵条件下不同处理发酵大白菜乳酸含量

由图 4 可知,在最佳发酵条件下,3 个处理乳酸变化均呈上升趋势,A 处理乳酸量明显低于 B、C 处理,呈极显著差异 ( $P<0.01$ ),B 处理的酸度在发酵 2 d 后均高于 C 处理,但 B、C 处理差异不显著。酸度过高在一定程度上会影响泡菜的口感。

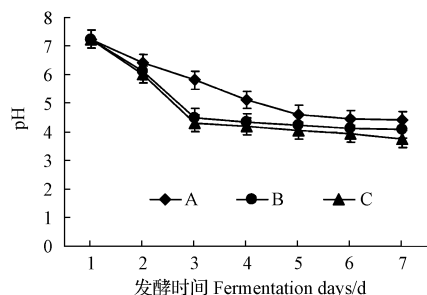


图3 自然发酵和人工接种发酵大白菜在最佳发酵条件下 pH 变化

Fig. 3 The change of pH values of fermentation liquids under the optimally natural and inoculated fermentation conditions

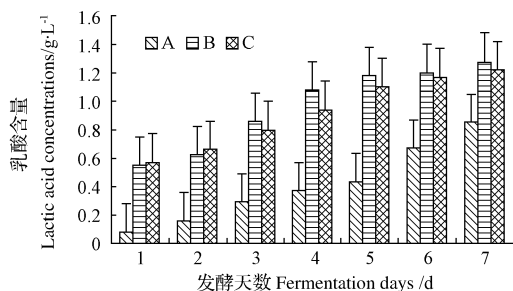


图4 自然发酵和人工接种发酵大白菜在最佳发酵条件下乳酸含量

Fig. 4 The lactic acid concentrations of pickled Chinese cabbages under the optimally natural and inoculated fermentation conditions

## 2.6 最佳发酵条件下不同处理发酵大白菜感官性状比较

由表3可知,在最佳发酵条件下分别对3个处理进行感官评价,表明B、C处理各项指标得分均高于A处理,其中,B处理色泽得分显著高于A处理;C处理色泽得分极显著高于A处理,且组织形态得分显著高于A处理。综合色泽、香气、组织形态、滋味等感官指标可知,B处理综合感官性状显著优于A处理,C处理综合感官性状极显著优于A处理。

表3 不同处理评价得分差异显著性比较

Table 3 The comparison of significant difference of different treatments on evaluated scores

处理 Treatment	色泽 Color	香气 Aroma	组织形态 Histomorphology	滋味 Taste	综合评分 Components score
A处理 Treatment A	16 a A	22	19 a	22	79 a A
B处理 Treatment B	21 b AB	24	22 ab	23	90 b AB
C处理 Treatment C	23 b B	24	24 b	23	94 b B

注:不同的小写字母代表在0.05水平上差异显著,不同的大写字母代表在0.01的水平上差异显著。

Note: Different small letters represent significant differences on 0.05 level ( $P < 0.05$ ); different capital letters represent significant differences on 0.01 level ( $P < 0.01$ ).

## 3 结论与讨论

“夏阳50号”大白菜可以作为泡菜原料,且在接种

1% 1:1 植物乳杆菌和短乳杆菌,加入食盐6%,维持发酵温度25℃,发酵7d时可以获得最佳感官品质。

在获得最佳感官品质的处理组合条件下,B处理(接种乳酸菌培养液)和C处理(原料烫漂+接种乳酸菌培养液)乳酸菌数量显著高于A处理(自然发酵),且感官性状显著优于A处理,这支持了前人对芹菜<sup>[16]</sup>、萝卜<sup>[17]</sup>的研究结果。

在获得最佳感官品质的处理组合条件下,整个发酵过程A处理的亚硝酸盐含量变幅很大,而B、C处理变化平缓;在发酵中期B、C处理亚硝酸盐含量显著低于A处理,特别是在发酵第3天,A处理亚硝酸盐含量将为B、C处理的4倍左右,这与以往对白菜研究的变化趋势基本一致<sup>[14-15]</sup>。另外,A、B、C3种处理方式下亚硝酸盐含量在发酵7d后比较接近,并处于较低水平,说明采用A处理制作的泡菜必须发酵7d后才能食用,否则会因亚硝酸盐含量过高而食用不安全。

B、C处理的泡菜在感官品质上没有显著差异,只是由于C处理对原料实施了烫漂处理,杀死了原料上附着的有害微生物,并使原料部分酶灭活,使发酵剂更加纯正,从而在口感、色泽、香味等方面较B处理生产的泡菜略优。

## 参考文献

- [1] 陈功. 试论中国泡菜历史与发展[J]. 食品与发酵科技, 2010, 46(3): 1-5.
- [2] 杜冰. 番茄发酵乳酸饮料的研制[J]. 食品科学, 2008, 29(4): 478-481.
- [3] 刘凤珠. 山药、豇豆复合发酵保健酸奶的研究[J]. 中国酿造, 2008(23): 105-107.
- [4] 赵大军. 蚂蚁保健酸奶的加工工艺研究[J]. 食品科学, 2007, 28(9): 661-663.
- [5] Perderon C S, Albury M N. The effect of pure culture inoculation on fermentation of cucumbers [J]. Food Technology, 1961, 15: 351-354.
- [6] 张冬梅, 于康宁, 涂强, 等. 泡菜纯种发酵优良乳酸菌的筛选及菌株特性研究[J]. 中国酿造, 2008(16): 22-25.
- [7] 贺稚非, 向瑞玺, 李洪军. 泡菜活性直投式乳酸菌发酵剂的研究[J]. 食品科学, 2006, 27(8): 191-197.
- [8] 任俊奇, 贺稚非, 赵季. 接种发酵泡菜及其低温保藏微生物变化规律[J]. 食品与发酵科技, 2009, 45(5): 38-41.
- [9] 王德纯, 丁兆阳, 金苏. 几种乳酸菌发酵泡菜的研究和探讨[J]. 中国食品工业, 2008(8): 43-44.
- [10] 燕平梅, 薛文通, 杨晓晖, 等. 自然发酵和接种发酵对白菜品质的影响[J]. 农业工程学报, 2008, 24(3): 286-290.
- [11] 杨革. 微生物实验教程[M]. 北京: 科学出版社, 2005: 110-114.
- [12] 杜小琴, 车振明. 低温漂烫对泡菜脆度的影响研究[J]. 中国调味品, 2009, 34(3): 79-81.
- [13] 钟之绚, 郭剑. 酸白菜发酵中乳酸菌群的分析[J]. 微生物学报, 1995, 35(1): 74-76.
- [14] 刘亚, 张鉴明. 泡菜制作过程中亚硝酸盐和微生物的变化[J]. 中国调味品, 2009, 34(3): 99-101.
- [15] 于文化, 张其圣, 陈功, 等. 直投式菌剂发酵泡菜的动态研究[J]. 食品与发酵科技, 2010, 46(6): 12-15.
- [16] 吴元峰, 邹礼根. 泡菜中乳酸菌的分类、鉴定及其发酵性能研究[J]. 中国食品学报, 2007, 7(5): 42-46.
- [17] 蒋立文, 卜尔红, 侯艳梅. 利用纯种乳酸菌制作泡萝卜的技术研究[J]. 微生物学报, 2006(11): 15-18.

# 麝香百合切花采后主要病原菌鉴定 及其对瓶插寿命的影响

李红梅<sup>1</sup>, 刘昌镇<sup>1</sup>, 程敏英<sup>1</sup>, 黄新敏<sup>1</sup>, 周厚高<sup>2</sup>, 何生根<sup>1</sup>

(1. 仲恺农业工程学院 生命科学学院, 广东 广州 510225; 2. 仲恺农业工程学院 园艺与园林学院, 广东 广州 510225)

**摘 要:**以麝香百合“白天堂”品种切花为试材,对采后茎末端和瓶插液中的主要病原菌进行了分离、纯化和鉴定,并初步探讨了这些病原菌对瓶插寿命的影响。结果表明:该切花采后易于滋生的主要病原菌有假单胞菌属(*Pseudomonas* sp.)、肠杆菌属(*Enterobacter* sp.)、鲍氏不动杆菌(*Acinetobacter baumannii*)和木糖氧化产碱菌(*Achromobacter xylosoxidans*)4种;用不同浓度的上述病原菌液分别瓶插麝香百合切花,可不同程度地减少花枝的水分吸收、加速花枝的鲜重损失和缩短切花的瓶插寿命。

**关键词:**麝香百合;切花;细菌;瓶插寿命;水分吸收

**中图分类号:**S 681.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)06-0153-05

在切花采后贮运及瓶插观赏期间,其茎末端切口和瓶插液均易于滋生大量微生物,而微生物本身及其代谢

分泌物聚集于切口处则会严重影响切花茎基部的水分吸收和运输,发生水分吸收跟不上水分散失的情形,进而发生水分代谢失衡和凋萎现象,最终影响切花的采后寿命和观赏品质<sup>[1-4]</sup>。从已有研究结果来看,不同切花品种采后的主要病原菌并不一样。夏宜平等<sup>[5]</sup>研究发现,月季(*Rosa hybrida*)品种‘Samantha’切花采后切口及瓶插液中的病原菌主要为杆状细菌。van Doorn等<sup>[6]</sup>则进一步研究证实,月季品种‘Sonia’切花茎末端的主要细

**第一作者简介:**李红梅(1971-),女,博士,副教授,研究方向为观赏植物采后生物学。E-mail:lihongmei0000@163.com。

**责任作者:**何生根(1965-),男,湖南永兴人,博士,教授,研究方向为观赏植物采后生物学。E-mail:howtoroot@163.com。

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(30771519,31071829);广东省自然科学基金资助项目(8251022501000002,10151022501000035);广东省现代农业产业体系岗位专家专项资助项目(B3094537)。

**收稿日期:**2011-12-21

## Effects of Different Fermentation Conditions and Methods on the Sensory Qualities of Pickled Cabbages

LI Min

(Key of Laboratory Food Safety and Inspection, Heze College, Heze, Shandong 274000)

**Abstract:** With ‘Xiayang 50’ cabbages as experimental materials, by orthogonal design, a pickled cabbage fermentation experiment was carried out to select the fermentation conditions for acquiring the best sensory qualities. The results showed that the importance degree of each factor to sensory qualities of pickled cabbages was temperature>fermentation days>inoculation amount of lactic acid bacteria>salt addition amount. And the optimal combination of fermentation conditions was  $a_1b_2c_2d_2$  (inoculation amount of lactic acid bacteria was 1%; salt addition amount was 6%; fermentation temperature was 25℃; fermenting time was 7 days). Under the optimal combination of fermentation conditions, three fermentation experiments were carried out by 3 methods as follow: A (natural fermentation), B (inoculated fermentation) and C (blanching and inoculated fermentation). Then the nitrite of pickled cabbages and lactic acid bacteria concentration were determined, the sensory qualities were evaluated. Through these determinations, several conclusions were got that, the nitrite concentrations of B and C were lower than A, the lactic acid bacteria concentrations higher than A, the sensory qualities better than A. Therefore, that indicated the pickled cabbages with inoculated fermentation was better than those with natural fermentation.

**Key words:** Chinese cabbage; fermentation; artificial inoculation