

几种市售酸菜品质的对比分析研究

姜雪晶, 孙庆申, 吴桐, 韩德权*

(黑龙江大学微生物重点实验室, 教育部农业微生物技术研究中心, 哈尔滨 150080)

摘要: 目的 本文主要以哈尔滨市场销售的主要品牌酸菜为研究对象, 对市场销售的酸菜进行对比分析研究, 为其质量评价提供理论依据。**方法** 样品感官分析采用食品专业人员根据感官品质评价指标体系对酸菜打分; *L*-乳酸含量采用生物传感分析仪测定; *Vc* 和亚硝酸盐的含量采用紫外分析法; 氨基酸的测量用氨基酸自动分析仪。**结果** 在随机选取的市售酸菜中, 中泰酸菜的感官品质评价得分为 7.6 分, *L*-乳酸含量比慈丰酸菜和翠花酸菜高 3.15 倍; 比北大荒酸菜高出近 1 倍, *Vc* 含量比慈丰酸菜和翠花酸菜高 1.45 倍, 较北大荒稍低, 亚硝酸盐含量小于市场销售的慈丰酸菜和翠花酸菜近 1 倍。**结论** 与市售的酸菜相比, 中泰酸菜无论是在感官品质、营养品质还是亚硝酸盐含量方面都优于市售的酸菜。

关键词: 酸菜; 感官品质; *L*-乳酸; 亚硝酸盐; 氨基酸

Comparison and analysis of the quality of several commercially available sauerkraut

JIANG Xue-Jing, SUN Qing-Shen, WU Tong, HAN De-Quan*

(Key Laboratory of Microbiology at Heilongjiang University, The Ministry of Education Technology Research Center of Agricultural Microbiology, Harbin 150080, China)

ABSTRACT: Objective To comparative analysis of the market sauerkraut and to provide a theoretical basis for quality for Harbin market sales major brands of sauerkraut. **Methods** samples of sensory analysis was studied by using food professionals according to sensory quality evaluation index system of pickled cabbage scoring; *L*-lactic acid content was detected by using a bio sensing analyzer; *Vc* and nitrite content and amino acid by using UV analysis method and the automatic amino acid analyzer, respectively. **Results** In the random selection of commercially available pickled cabbage, Zhongtai sauerkraut sensory evaluation score was 7.6 points, compared with Cifeng sauerkraut *L*-lactic acid content more than 3.15 times, than the great northern wilderness sauerkraut nearly 1 times; comparing with Cifeng and Cuihua sauerkraut, *Vc* content was more than 1.45 times, compared with the great northern wilderness slightly lower, the nitrite content was less than the market sales of Cifeng and Cuihua sauerkraut nearly 1 times. **Conclusion** compared with commercially available pickled cabbage, Zhongtai sauerkraut are superior to that of commercially available pickled cabbage no matter in sensory quality, nutrient quality and nitrite content.

KEY WORDS: sauerkraut; sensory quality; *L*-lactic acid; nitrite; amino acid

基金项目: 黑龙江省级科研课题 (GA07B401)

Fund: Supported by Study on the Application of Biotechnology in Traditional Food Processing (GA07B401)

*通讯作者: 韩德权, 教授, 主要研究方向为微生物发酵、保健食品。E-mail: handequan2003@163.com

*Corresponding author: HAN De-Quan, Professor, Heilongjiang University, Harbin 150080, China. E-mail: handequan2003@163.com

1 引言

发酵蔬菜历史悠久,早在3000多年前的商代我国就有酸菜,并作为餐桌上的美味。千百年来,发酵酸菜以其清爽可口,酸鲜浓郁,健脾开胃等优点流传至今。许多营养学家认为发酵菜将成为未来食品界主要的营养佳品之一^[1],其主要原因在于发酵菜属于冷加工食品^[2],白菜在发酵过程中,蛋白质和纤维素等营养物质没有被分解掉,有机酸等其他营养成分的含量和种类都有所增加,颜色,香气,味道也基本保留下来^[3],而且适合四季食用。由于可以长期储存,所以,过去,在蔬菜匮乏的冬季,更是不可缺少的副食菜品。今天,虽然冬季已经不乏时令鲜菜,但食用酸菜已经成为了人们的一种嗜好,酸菜在国内市场特别是北方市场一直经久不衰。

酸菜发酵过程中乳酸杆菌可分解白菜中糖类产生一种能够直接被人体所吸收的有机酸—L-乳酸^[4]。被人体吸收后可刺激消化腺分泌消化液帮助消化,增进食欲,还能抑制大肠内腐败菌类的繁殖,减少毒素的产生,并吞噬致癌物质,有效防止结肠癌、直肠癌等。酸菜发酵过程中生产的有机酸、酒精、酯、氨基酸等形成了酸菜独特的鲜酸风味,且口感脆嫩,色泽鲜亮,香气扑鼻,开胃提神,醒酒去腻^[5]。

不同的发酵工艺对酸菜的品质影响较大,酸菜的品质包括感官品质、营养品质及安全品质。感官品质反映了消费者对发酵蔬菜色、香、味、脆性等方面的要求,营养品质和安全品质是发酵蔬菜的内在基础,二者的协调统一,是酸菜生产追求的目标。

感官品质分析一般采用“系统评分法”,即由一定数量的专业人员品尝产品,根据感官品质评价体系进行鉴定打分,最终根据分数高低确定产品感官品质的优劣。营养品质取决于产品的营养素含量,包括氨基酸,维生素、乳酸等,其中L-乳酸是衡量酸菜营养品质的重要指标^[6]。

另外,在食用发酵酸菜时,亚硝酸盐问题是人们最关心的安全指标之一^[7]。白菜是易于富集硝酸盐的蔬菜,发酵过程中由于硝酸盐还原酶的作用,会形成一定量的亚硝酸盐,亚硝酸盐是公认的致癌物质^[8]。因此,如何降低亚硝酸盐含量是评价酸菜发酵技术的另一项指标。目前,酸菜的腌制方法很多,包括多菌复合不锈钢罐循环发酵法、水泥池传统自然发

酵、陶瓷缸接菌稳态发酵和塑料桶自然发酵法等,其酸菜品质亦不尽相同。

本文从市售优质酸菜中挑选5种具有代表性的不同品牌酸菜,分别对他们的感官品质、营养品质(包括L-乳酸、维生素C、氨基酸)和亚硝酸盐进行分析,对不同品牌的酸菜品质给出客观评价,同时,也为高品质酸菜生产技术的推广提供一定的依据。

2 材料与方法

2.1 材料与试剂

L-乳酸标准液:50 mg/100 mL,山东省科学院生物研究所提供;维生素C、Cu(NO₃)₂、盐酸、氢氧化铵、氢氧化钠、硝酸银、无水乙醇、邻苯二甲酸氢钾、亚硝酸钠、对氨基苯磺酸、盐酸萘乙二胺、冰醋酸;以上试剂均为分析纯,由天津市科密欧化学试剂有限公司提供。

2.2 溶液配制

体积分数0.01的盐酸溶液:取浓盐酸13.3 mL,加水稀释至500 mL;维生素C标准溶液:准确称取0.100 g维生素C,以10 mL体积分数为0.1的盐酸溶解,并以蒸馏水定容到500 mL;Cu(NO₃)₂溶液:准确称取Cu(NO₃)₂ 0.064 g,以蒸馏水溶解并定容到500 mL的容量瓶中,使Cu²⁺的质量浓度为100 μg/mL;亚硝酸钠标准溶液(5 mg/L):精确称取亚硝酸钠100 mg,溶于少量去离子水中,定容至100 mL;再吸取0.5 mL用去离子水定容至100 mL,摇匀备用;对氨基苯磺酸试剂(4 g/L):称取对氨基苯磺酸0.4 g,加入10 mL冰醋酸,用去离子水溶解后,定容至100 mL,摇匀,装在棕色试剂瓶中备用;盐酸萘乙二胺试剂(2 g/L):称取盐酸萘乙二胺0.2 g,用去离子水定容至100 mL,摇匀备用;以上试剂均为分析纯,水为二次蒸馏水。

2.3 仪器设备

低温高速冷冻离心机:日本日立公司;L-8800型氨基酸分析仪:日本日立公司;725紫外分光光度计:上海光谱仪器有限公司;S-24电热恒温水浴锅:上海沈荡中新电器厂;KQ-100DE型医用数控超声波清洗器:昆山市超声仪器有限公司;DS-1组织捣碎机:昆山市超声仪器有限公司;SBA-40C型生物传感仪:山东省科学院生物研究所;其他为实验室常用设备

2.4 方 法

2.4.1 感官品质评价方法

取不同品牌酸菜试样各 3 袋(每袋 300 g), 由 20 位食品发酵专业人员(男女各 10 人, 其中黑龙江大学食品工程专业老师 8 人, 食品专业大四学生 12 人)根据表 1 感官品质评价指标体系对各种酸菜进行打分。

2.4.2 理化品质检测

(1) L-乳酸含量测定

取适量发酵液用 0.22 μm 的细菌滤膜过滤后, 用生物传感分析仪测定 L-乳酸含量。

(2) 维生素 C 含量测定

Vc 最大吸收峰的选择

准确吸取 2.0 mL 的维生素 C 标准溶液于 50 mL 容量瓶中用蒸馏水定容, 然后以蒸馏水作空白, 在 220~260 nm 的波长范围内多次进行光谱的连续扫描, 确定 Vc 最大吸收峰。

标准曲线的绘制

准确吸取维生素 C 标准溶液 0.2、0.5、1.0、2.0、3.0、4.0 mL 于 50 mL 的容量瓶中, 以蒸馏水作空白试剂, 在最大吸收峰波长下测定吸光值, 然后以维生素 C 的浓度为横坐标, 以相应的吸光值为纵坐标, 绘制标准曲线。

样品的处理与测定

取酸菜样品适量, 沥干、切碎, 准确称取 5.00 g 于研钵中, 加入 15 mL 体积分数为 0.01 的盐酸, 快速捣碎匀浆。然后用高速冷冻离心机以 10000 r/min 离心 10 min。取 3 mL 的澄清液, 加入盛有 10 mL 体积分数为 0.01 盐酸的 50 mL 容量瓶中, 用蒸馏水定容。取 3 mL 的澄清液, 加入盛有 10 mL 体积分数为 0.01 盐酸的 50 mL 容量瓶中, 加入 0.5 mL $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 溶液, 70 °C 的恒温水浴锅中, 加热 30 min 后, 以冰水冷却。以蒸馏水作空白, 在最大吸收峰下测定吸光值。以样液与经 Cu 盐加热处理后的样

液的吸光度差值, 在标准曲线上即可查得计算出样品中维生素 C 的含量。

计算

$$\text{维生素 C 的含量 } C = \frac{C_1 \times 0.25 \times 100}{5}$$

C—样品中维生素 C 的含量(mg/100 g)

C_1 —标准曲线上查得维生素 C 的含量(mg/L)

(3) 氨基酸含量测定

按 GB 12292-90 水果、蔬菜汁游离氨基酸含量的测定的方法处理样品, 将酸菜通过阳离子交换树脂, 固定及净化氨基酸。用 2 mol/L 氢氧化铵把氨基酸洗脱后, 脱氨浓缩。用氨基酸分析仪测定样品中游离氨基酸的含量。

(4) 亚硝酸盐含量测定

亚硝酸盐最大吸收峰的选择

取 2 mL 亚硝酸钠标准液, 至于 10 mL 具塞试管中, 加入 1.0 mL 对氨基苯磺酸溶液, 密塞摇匀, 放置 5 min; 加 0.5 mL 盐酸萘乙二胺溶液, 密塞摇匀, 加水至 10 mL, 放置 15 min。以水作空白, 在 520~550 nm 的波长范围内进行光谱的连续扫描, 确定亚硝酸盐最大吸收峰。

标准曲线的绘制

取 8 个 10 mL 具塞试管, 分别加入 0.0、0.4、0.8、1.2、1.6、2.0、2.4、2.8 mL 的亚硝酸钠标准液。分别加入 1.0 mL 对氨基苯磺酸溶液, 密塞摇匀, 放置 5 min; 加 0.5 mL 盐酸萘乙二胺溶液, 密塞摇匀, 加水至 10 mL, 放置 15 min。在最大吸收峰波长下测定吸光值, 然后以亚硝酸钠的浓度为横坐标, 以相应的吸光值为纵坐标, 绘制标准曲线。

样品的处理与测定

取酸菜样品 100 g, 沥干, 加水 100 mL 后用组织捣碎机捣碎。超声波提取 10 min, 7000 r/min 离心 15 min。取上清液 2 mL 至 10 mL 具塞试管中, 加

表 1 发酵酸菜感官品质评价标准

Table 1 The evaluation standard on pickled cabbage sensory quality

分数项目	0.5 分	1.5 分	2.5 分
色泽	菜帮发暗, 菜叶有灰黑色。	整体为白色, 但无光泽。	菜帮白色, 菜叶和菜心微黄色, 有光泽。
香气	无酸菜特有香气, 有腐败气味。	无酸菜特有香气, 也无腐败气味。	有酸菜特有香气, 无不良气味。
滋味	滋味差, 酸度过大或无酸味。	滋味一般, 酸度适中, 但持久性差。	滋味纯正持久, 酸味适口。
脆性	质地过硬或过软, 无脆性。	脆性一般, 质地稍软。	菜形完整, 质地脆嫩。

入 1.0 mL 对氨基苯磺酸溶液, 密塞摇匀, 放置 5 min; 加 0.5 mL 盐酸萘乙二胺溶液, 密塞摇匀, 加水至 10 mL, 放置 15 min。取上清液 2 mL 加水至 10 mL, 做为空白对照, 在最大吸收峰波长下测定吸光度。

计算 $C=5 \times C_1$

C —样品中亚硝酸钠的含量(mg/kg)

C_1 —标准曲线上查得亚硝酸钠的含量(mg/L)

3 结果与讨论

3.1 5种酸菜的感官品质评价

由 20 位食品专业人员根据表 2 感官品质评价评分体系对本课题研究的 5 种品牌酸菜进行打分, 结果见表 2

5 种酸菜感官品质评价通过匿名调查问卷得分分别为中泰酸菜 7.6 分、天顺源酸菜 7.3 分、北大荒酸菜、慈丰酸菜和翠花酸菜感官品质评价得分分别为 7.4、7.0 和 6.5, 在色泽、香气、味道和脆性方面中泰酸菜优于其他品牌的酸菜, 中泰酸菜感官品质明显优于其他 4 组市售酸菜对照组, 在色泽、香气、滋味和脆性等感官品质方面都有显著提高($P < 0.05$)。

分析其原因可能是工艺不同所致。蔬菜在经乳酸菌发酵后, 产生大量乳酸。乳酸, 是一种简单的

羟基酸^[9], 据调查, 中泰酸菜是混合菌种接种发酵, 其菌种包括副干酪乳杆菌、植物乳杆菌和短杆菌等, 多菌种协同发酵, 发酵总的时间较短, 杂菌被抑制, 因此, 脆性、滋味、香气等方面较好。北大荒酸菜与天顺源酸菜也是多菌发酵, 但菌种和工艺不同而略逊于中泰酸菜, 其余 2 种酸菜相对差距较大可能是自然发酵或单一菌种发酵。

3.2 理化品质分析

3.2.1 L-乳酸的含量

如表 3 所示, 中泰酸菜 L-乳酸的含量较高, 约是市售酸菜的 2~3 倍。

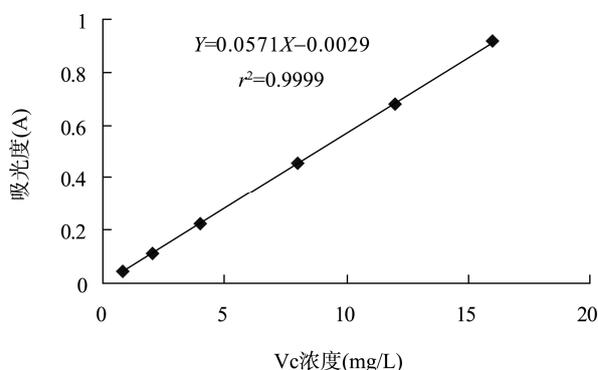


图 1 Vc 在 243.5nm 处的标准曲线

Fig. 1 The standard curve of Vc at 243.5 nm

表 2 不同品牌白菜感官品质评价得分

Table 2 The result of sensory quality

	翠花酸菜	北大荒有机酸菜	慈丰酸菜	中泰酸菜	天顺源酸菜
色泽	1.7	2.1	2.0	2.1	2.1
香气	1.6	1.7	1.8	1.8	1.7
滋味	1.4	1.8	1.5	1.9	1.7
脆性	1.8	1.8	1.7	1.8	1.8
总分	6.5	7.4	7.0	7.6	7.3

表 3 不同品牌酸菜 L-乳酸含量

Table 3 The result of L-lactic acid

样品(mg/mL)	慈丰酸菜	北大荒有机酸菜	翠花酸菜	天顺源酸菜	中泰酸菜
样品一	1.3	2.7	1.2	3.1	3.3
样品二	1.1	2.5	0.9	3.1	3.2
样品三	1.4	3.0	1.1	3.3	3.5
平均	1.27	2.73	1.07	3.12	3.33

3.2.2 维生素 C 含量

在 220~260 nm 的波长范围内进行光谱的连续扫描, 测得在 243.5 nm 处 Vc 有最大吸收峰。标准曲线及样品的测定都在此波长处进行。如表 4 所示, 新复合酸菜发酵剂发酵的成品 Vc 的含量较市售酸菜 Vc 含量高, 大约高出 1 倍左右。

3.2.3 亚硝酸盐含量

在 520~550 nm 的波长范围内进行光谱的连续扫描, 测得在 532 nm 处亚硝酸钠有最大吸收峰。标准曲线及样品的测定都在此波长处进行。由表 5 可知, 其

他 4 组市售的酸菜亚硝酸盐含量高于中泰酸菜亚硝酸盐含量, 大约比中泰酸菜亚硝酸盐含量高出 2 倍左右。

3.2.4 氨基酸含量

由表 6 可知, 发酵前, 白菜中主要的氨基酸是苏氨酸、半胱氨酸和脯氨酸, 占总氨基酸含量的 78.76%。发酵后, 苏氨酸、半胱氨酸和脯氨酸的含量下降幅度很大, 人体必需氨基酸比例更为平衡。发酵后含量有所上升的是呈味氨基酸, 如具有鲜味的天门冬氨酸、甘氨酸和亮氨酸。中泰酸菜氨基酸含量高于其他 4 组市售酸菜氨基酸的含量。

表 4 不同品牌 Vc 含量
Table 4 The result of V_C content

样品(mg/kg)	慈丰酸菜	北大荒有机酸菜	翠花酸菜	中泰酸菜	天顺源酸菜
样品一	2.141	1.593	3.579	1.613	0.09510
样品二	2.345	1.615	3.464	1.592	0.1288
样品三	2.413	1.862	3.482	1.595	0.1182
平均	2.299	1.690	3.508	1.600	0.1140

表 5 不同品牌亚硝酸盐含量
Table 5 The result of nitrite content

样品(mg/100g)	慈丰酸菜	北大荒有机酸菜	翠花酸菜	中泰酸菜	天顺源酸菜
样品一	0.8564	1.504	0.6813	1.154	1.242
样品二	1.067	1.609	0.4886	1.329	1.189
样品三	0.7388	1.662	0.4537	1.382	1.135
平均	0.8874	1.592	0.5412	1.288	1.189

表 6 各种品牌酸菜氨基酸含量
Table 6 The result of amino acid content

样品(mg/100 g)	慈丰酸菜	北大荒有机酸菜	翠花酸菜	天顺源酸菜	中泰酸菜
天门冬氨酸 Asp	1.139	1.398	—	1.522	1.594
苏氨酸 Thr	0.7255	1.076	0.5647	1.077	1.137
丝氨酸 Ser	—	—	—	0.3425	0.3511
谷氨酸 Glu	1.073	1.211	0.9863	1.173	1.232
甘氨酸 Gly	—	1.246	0.8221	1.224	1.425
半胱氨酸 Cys	10.97	13.36	9.076	13.79	13.98
缬氨酸 Val	3.275	4.551	2.752	4.524	4.594
酪氨酸 Tyr	—	—	—	—	—
丙氨酸 Ala	1.372	1.998	1.066	1.813	2.116
色氨酸 Trp	—	—	—	—	—
苯丙氨酸 Phe	0.6131	0.7853	0.5431	0.8036	0.8858
赖氨酸 Lys	0.2563	0.3029	0.2369	0.2756	0.2844
精氨酸 Arg	0.1326	0.1740	0.1109	0.1650	0.1721
脯氨酸 Pro	—	—	—	—	—
总和	19.56	26.10	16.16	26.70	27.76

3.3 讨论

白菜在发酵过程中会形成一定量的亚硝酸盐,亚硝酸盐对人体健康有害,是公认的致癌物质^[10]。因此,亚硝酸盐含量是衡量酸菜品质的一个重要指标。中泰酸菜的亚硝酸盐含量 1.6 mg/kg 比市场销售的慈丰酸菜的 2.299 mg/kg 和翠花酸菜的 3.508 mg/kg 分别低 30.4%和 54.4%,较北大荒酸菜亚硝酸盐的含量 1.690 mg/kg 低 5.3%。其原因可能在于混合菌种发酵的酸菜 3 种菌中乳酸菌所占的比例较高,而乳酸菌具有一定的还原亚硝酸盐的作用。在酸菜混合菌种发酵过程中,乳酸菌很快成为优势菌群,且整个发酵体系的 pH 降低。一般亚硝酸盐在 pH < 4 时就可以被降解,这样由发酵所产生的亚硝酸盐有很大一部分可被降解和还原,所以可使酸菜中亚硝酸盐含量低^[11]。

蔬菜发酵后氨基酸总量较白菜减小,这是基本事实^[12]。一方面是发酵过程中由于不断的浸泡,使得白菜中的游离氨基酸扩散到发酵液中;另一方面是白菜表面的微生物和接种的乳酸菌的生长会利用一部分氨基酸。但不同腌制方法可能导致减少的程度不一样。中泰酸菜氨基酸的含量 27.77 mg/100 g 比其它 4 种酸菜都要高,且在氨基酸种类上中泰酸菜含有 11 中氨基酸,北大荒酸菜含有 10 种氨基酸,慈丰酸菜和翠花酸菜均含有 9 中氨基酸,从氨基酸含量及数量上来说中泰酸菜优于其他 3 种酸菜。其原因可能是中泰酸菜采用混合发酵,菌种种类多,酶系丰富,水解产生的氨基酸种类及含量都较其他单菌发酵酸菜及自然发酵酸菜的多^[13]。其营养价值比其他方法发酵酸菜高。氨基酸含量虽然变少,但是氨基酸种类相对更为平衡,更符合人们健康的需求。发酵后,呈味氨基酸(天门冬氨酸、甘氨酸等)含量增多,发酵酸菜产生鲜香口味,增加发酵产品营养品质的同时,也提高了感官品质。

白菜中维生素种类较多,其中以维生素 C 含量最为丰富。维生素 C 易氧化损失,但蔬菜发酵的过程是隔离氧的酸性环境,在这种条件下维生素 C 较稳定^[14]。中泰酸菜中 Vc 含量为 1.288 mg/100 g,比慈丰酸菜 0.8872 mg/100 g 和翠花酸菜 0.5412 mg/100 g 分别高出 1.45 倍和 2.38 倍,较北大荒的 1.592 mg/100 g 低 19%,这应和所选用的白菜种类及发酵时间的长短有很大关系。酸菜发酵的时间越

长,消耗维生素 C 用于抗氧化作用的越多,酸菜中维生素 C 含量越低。当进入主发酵期以后,乳酸菌大量繁殖,乳酸含量升高,维生素 C 损失减慢,维生素 C 含量的变化与乳酸含量变化相反,发酵过程中白菜中的部份维生素 C 可能被微生物所利用,导致维生素 C 的含量较低。

蔬菜在经乳酸菌发酵后,产生大量乳酸。乳酸是一种简单的羟基酸。*L*-乳酸对人体无毒副作用,具有易吸收,可直接参与体内代谢,促进消化,抑制肠道内有害细菌等有益作用^[15]。中泰酸菜 *L*-乳酸含量为 3.33 mg/mL,高于北大荒酸菜的 2.73 mg/mL、慈丰酸菜 *L*-乳酸含量 1.27 mg/mL 和翠花酸菜 1.07 mg/mL,其中慈丰酸菜和翠花酸菜 *L*-乳酸含量明显低;大约是中泰酸菜的三分之一。这可能是因为自然发酵的酸菜中很有大量的 *D*-乳酸和其他杂酸,虽然酸味也很浓,但 *L*-乳酸含量少。这不仅影响产品的风味,更不利于人体吸收利用。

另外,本文所选取的 5 个不同品牌的酸菜是随机选取试样,因为不确定腌制酸菜所用的白菜品种以及各种酸菜总的工艺及腌制时间,所以,测定的结果可能不能完全说明发酵工艺条件对产品品质的影响。假使白菜品种不同,会对各种酸菜的同一指标检测结果产生影响。但就外观看,所取五种酸菜形态基本相同,笔者认为各项检测结果还是可以客观的反应各种酸菜质量的差别。上述数据仅供消费者及研究人员参考,若要进一步深入说明问题,最好在明确白菜统一品种的条件下进行分析研究。

4 结论

在随机选取的市售酸菜中,中泰酸菜的感官品质评价得分为 7.6 分,在色泽、香气、味道和脆性方面均优于市售的其他品牌酸菜产品;在营养品质方面,中泰酸菜 *L*-乳酸含量比慈丰酸菜和翠花酸菜高 3.15 倍;比北大荒酸菜高出近一倍,氨基酸的含量无论是在种类还是在含量上都要比市售的酸菜高。Vc 含量比慈丰酸菜和翠花酸菜高 1.45 倍,较北大荒稍低。在亚硝酸盐方面,中泰酸菜的亚硝酸盐含量小于市场销售的慈丰酸菜和翠花酸菜近一倍,和北大荒酸菜含量接近。总体来说,中泰酸菜的品质指标相对更高一些。

参考文献

- [1] Frederic L, De-Vuyst L. Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry [J]. *Trend Food Sci & Technol*, 2004, (15): 67-78.
- [2] 陈飞平. 微生物发酵对蔬菜腌制品品质的影响[J]. *中国食物与营养*, 2009, 09: 28-30.
Chen FP. Impacts on quality of pickled vegetables with microbial fermentation [J]. *Food Nutr china*, 2009, 09: 28-30.
- [3] 尼海峰, 邓冕, 冯月玲. 东北酸菜行业现状与发展对策[J]. *中国调味品*, 2011, 8.
Ni HF, Deng M, Feng YL. The present situation and development countermeasure of industrial northeast sauerkraut [J]. *Chin Cond*, 2011, 8.
- [4] 李刚. 乳酸细菌-基础、技术和应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.
LI G. The biological foundation and application [M]. Beijing: Light Industry Publishing of China, 2006.
- [5] 李宝树, 杨文铎. 关于东北酸菜(酸渍大白菜之一)若干问题的探讨[J]. *吉林蔬菜*, 2012, (7): 45-48. DOI:10.3969/j.issn.1672-0180.2012.07.038.
Li BS, Yang WD. Study on some problems of northeast sauerkraut pickled Chinese cabbage of [J]. *Jilin Vegetables*, 2012, (7): 45-48.
- [6] 金同铭, 武兴德, 刘玲, 等. 北京地区大白菜营养品质评价的研究[J]. *北京农业科学*, 1995, 13(5): 33-37.
Jin TM, Wu XD, Liu L, *et al.* Study on the evaluation of nutritional quality of Chinese cabbage in Beijing [J]. *Beijing Agric Sci*, 1995, 13 (5): 33-37.
- [7] 燕平梅, 薛文通, 张惠. 蔬菜腌渍发酵中亚硝酸盐问题的研究[J]. *中国调味品*, 2005, 8: 42-45.
Yan PM, Xue WT, Zhang H. Study on nitrite in pickled vegetable fermentation [J]. *China Cond*, 2005, 8: 42-45
- [8] 刘岩, 孙建华. 酸菜中亚硝酸盐的快速减少法研究[J]. *食品工业科技*, 2005, (10):57-58.
Liu Y, Sun JH. The rapid decrease of science and technology of food industry of nitrite in pickled cabbage [J]. *Food Sci Ind*, 2005, (10): 57-58..
- [9] Rathin Datta. Hydroxycarboxylic acid [J]. *Encyclopedia of Chemical Technol*, 1995, 13: 1042-1062.
- [10] Chetty AA, Prasad S. Flow injection analysis of nitrate-N determination in root vegetables: study of the effects of cooking [J]. *Food Chem*, 2009, 116(2): 561-566.
- [11] 纪淑娟, 孟宪军. 大白菜发酵过程中亚硝酸盐消长规律的研究[J]. *食品与发酵工业*, 2001, 27(2): 42-46.
Ji SJ, Meng XJ. Study on the growth and decline of nitrite in Chinese cabbage during the process of Chinese cabbage fermentation [J]. *Food Ferment Ind*, 2001, 27(2): 42-46.
- [12] 杜书, 岳喜庆, 武俊瑞, 等. 自然发酵酸菜游离氨基酸的分析[J]. *食品与发酵工业*, 2013, 39(2):174-176.
Du S, Xi QY, Wu JR, *et al.* Natural fermentation sauerkraut free amino acid analysis [J]. *Food Ferment Ind*, 2013, 39(2): 174-176.
- [13] 崔松林. 接种发酵和自然发酵酸菜的氨基酸含量对比分析[J]. *品牌与标准化*, 2014, (8): 1674-4977.2
Cui SL. Comparison of the amino acids content in inoculated fermentation and natural fermentation sauerkraut analysis [J]. *Brand Stand*, 2014, (8): 1674-4977.
- [14] 燕平梅, 王青, 李砧, 等. 维生素 C 对发酵白菜中亚硝酸盐含量的影响[J]. *食品工业科技*, 2010, 31(10):232-234.
Yan PM, Wang Q, Li Z, *et al.* Vitamin C on the nitrite content in fermented Chinese cabbage [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2010, 31(10): 232-234.
- [15] 曹本昌, 徐建林. L-乳酸研究综述[J]. *食品与发酵工业*, 1993, (3):56-61.
Cao BC, Xu JL. Overview of L- lactic acid [J]. *Food Ferment Ind*, 1993, (3): 56-61.

(责任编辑: 李振飞)

作者简介



姜雪晶, 硕士研究生, 主要研究方向为微生物发酵。
E-mail: 18644067168@163.com



韩德权, 教授, 主要研究方向为微生物发酵、保健食品。
E-mail: handequan2003@163.com