

# 不同方法发酵的酸豆角品质对比分析

尚英, 杜晓宏, 熊荣园, 罗通彪

(南充职业技术学院农业科学技术系, 四川南充 637131)

**摘要:** 本文将研究不同方法发酵的酸豆角品质对比分析。选取质地嫩脆、条形均匀、无病虫害的新鲜豆角为泡制原料。采用自然干法发酵、自然湿法发酵与纯种湿法发酵的发酵方法制作酸豆角。检测发酵过程中, pH 值、还原糖含量、总酸含量、总糖含量、亚硝酸盐含量以及氨基酸态氮含量, 分析纯种湿法发酵与自然湿法发酵对酸豆角品质的影响。结果表明: 纯种湿法发酵 25 d 后, 其 pH 值和还原糖含量分别为 3.92、0.03%, 均高于自然湿法发酵; 总酸、总糖、亚硝酸盐含量、氨基酸态氮含量分别为 0.25%、0.04%、0.01 mg/kg 和 0.01%, 均低于自然湿法发酵。另外, 纯种湿法发酵酸豆角的甲氧基乙酸含量为 0.37%, 乙酸乙酯为 0.51%, 含水量为 81.15%, 感官评分为 45.52, 均高于自然干法发酵。纯种湿法发酵对酸豆角品质的效果最好, 亚硝酸盐的含量在发酵后期显著降低, 感官评分较高, 对豆角工业化生产提供了较好的参考价值。

**关键词:** 自然干法发酵; 纯种湿法发酵; 自然湿法发酵; 酸豆角; 品质

文章编号: 1673-9078(2020)09-245-250

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2020.9.0262

## Comparative Analysis of the Quality of Pickled Cowpeas from Different Fermentation Methods

SHANG Ying, DU Xiao-hong, XIONG Rong-yuan, LUO Tong-biao

(Department of Agricultural Science and Technology, Nanchong Vocational and Technical College, Nanchong 637131, China)

**Abstract:** The quality of pickled cowpeas fermented by different methods was compared and analyzed in this paper. Fresh beans with tender and crisp texture, uniform strip shape and no diseases and insect pests were selected as raw materials. Pickled cowpeas were prepared by natural dry fermentation, natural wet fermentation and pure breeding wet fermentation. The pH value, reducing sugar content, total acid content, total sugar content, nitrite content and amino acid nitrogen content in the fermentation process were detected, and the effects of pure breed wet fermentation and natural wet fermentation on the quality of sour beans were analyzed. The results showed that the pH value and reducing sugar content of pure breeding wet fermentation were 3.92 and 0.03%, respectively. The contents of total acid, total sugar, nitrite and amino acid nitrogen were 0.25%, 0.04%, 0.01 mg/kg and 0.01%, respectively, which were lower than those of natural wet fermentation. In addition, the content of methoxyacetic acid, ethyl acetate, water content and sensory score were 0.37%, 0.51%, 81.15% and 45.52 respectively, which were higher than that of natural dry fermentation. The results showed that the wet fermentation had the best effect on the quality of sour beans. The content of nitrite decreased significantly in the later stage of fermentation, and the sensory score was higher. It provided a good reference value for the industrialized production of soybean.

**Key words:** natural dry fermentation; pure breeding wet fermentation; natural wet fermentation; pickled cowpeas; quality

引文格式:

尚英,杜晓宏,熊荣园,等.不同方法发酵的酸豆角品质对比分析[J].现代食品科技,2020,36(9):245-250

SHANG Ying, DU Xiao-hong, XIONG Rong-yuan, et al. Comparative analysis of the quality of pickled cowpeas from different fermentation methods [J]. Modern Food Science and Technology, 2020, 36(9): 245-250

豆角在我国各省区均有广泛的栽培,又称裙带豆、带豆、长角豆,是夏秋两季盛产蔬菜,其营养丰富,每千克新鲜的豆角含可溶性固形物含量 13.4 g、叶绿

收稿日期: 2020-03-20

基金项目: 南充市研发基金项目 (17YFZJ0063)

作者简介: 尚英 (1969-), 女, 副教授, 研究方向: 发酵食品生产检验

素 160 mg、蛋白质的含量为 15 g、有机酸 2 g。酸豆角是以乳酸发酵为主的发酵产品,以豆角为原料经过腌制处理<sup>[1,2]</sup>。乳酸发酵具有操作容易,原料丰富,设备简单,食用方便以及成本低廉等较多优点,其冷加工方式产品可节约能源,极为有利保持蔬菜的营养成分,又具有良好的感官品质<sup>[3]</sup>。豆角可补充机体的营

养成分,提供人体适量的微量元素、各种维生素、碳水化合物,与易于消化吸收的优质蛋白质等,是一种人们喜爱的蔬菜<sup>[4]</sup>。鲜豆角采摘后应及时的进行处理来减少损耗,因为豆角在采摘后如处理不够及时可容易出现腐烂、褪色及萎蔫<sup>[5]</sup>。

酸豆角属于发酵性腌制品,成为人们佐餐佳品的原因是因为其具有鲜香嫩脆、咸酸适宜的特征<sup>[6]</sup>。乳酸菌的生长代谢过程中会产生大量的天然抑菌物质,有助于乳酸菌成为发酵过程的优势菌,抑制引起食物中毒的病原菌及引起食物腐败变质的腐败菌<sup>[7]</sup>。传统酸豆角的制作在生产过程中受到多种因素制约,采用自然发酵,通常凭借个人经验,导致产品质量不稳定、易被杂菌污染等多种问题的发生<sup>[8]</sup>。所以现代的直接纯种发酵取代了传统的自然发酵泡菜生产模式。

目前研究表明,自然发酵产品成熟时间明显较人工接种发酵长,产品中的亚硝酸盐含量也显著高于人工接种发酵产品<sup>[9]</sup>。提高酸豆角的生产品质,并缩短发酵周期,找出最适合于酸豆角的发酵方式,并可保证产品的安全性,具有重要意义,本文将对对比研究纯种湿法发酵与自然湿法发酵对酸豆角品质的影响。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

新鲜豆角,南充市白土坝农贸市场;植物乳杆菌,四川高福记生物科技有限公司;食盐、八角、生姜、辣椒、桂皮、大蒜、白酒,市售。

### 1.2 主要仪器设备

PHS-3C型酸度计,上海雷磁仪器厂;JA2003型分析天平,上海天普分析仪器有限公司;WFJ7200型可见分光光度计,尤尼柯仪器有限公司;DDG-0023型酸式滴定装置,海南得益化工有限公司;HH-8型恒温水浴锅,江苏省金坛市环宇科学仪器厂;JJ-2型组织捣碎机,江苏金坛市亿通电子有限公司。

### 1.3 主要试剂

硫酸、乙酸锌、盐酸萘乙二胺、氢氧化钠、对氨基红溶液、氨基苯磺酸、邻苯二甲酸氢钾、酚酞、无水碳酸钠、亚硝酸钠、碘化钾、淀粉、乙醇:分析纯,国药集团化学试剂有限公司。

### 1.4 方法

#### 1.4.1 加工工艺流程

豆角→清洗→晾干水分→切分→装坛→管理检查→装袋(食盐、生姜、八角、大蒜、辣椒等)→真空封口→杀菌→成品

#### 1.4.2 操作要点

##### 1.4.2.1 原料处理

选取质地嫩脆、条形均匀、无病虫害的新鲜豆角为泡制原料;用清水冲洗干净,去除头尾部分,切成2~3 cm长豆角段。

##### 1.4.2.2 装瓶发酵

泡菜坛使用开水漂烫,高温杀菌,并控干水分,将处理好的豆角与定量的辣椒、生姜、八角以及蒜等香辛料均匀混合后装入瓶中,瓶口密封使用水。发酵完成在规定的温度与时间内。

##### 1.4.2.3 发酵管理

必须保持水澄清,在发酵的过程中,封口的水量须经常检查,保持水面高于容器瓶口2 cm。

#### 1.4.3 实验设计

自然干法发酵:将豆角洗净,开水漂烫后控干水分,加入豆角治疗6%食盐自然发酵<sup>[10]</sup>。

自然湿法发酵:豆角使用开水漂烫,之后控干水分,将6%食盐水煮熟并冷却,再放入豆角使其自然发酵<sup>[11]</sup>。

纯种湿法发酵:将豆角使用开水漂烫,并将水分控干,加入0.04 g/kg植物乳酸菌发酵在煮沸冷却的6%食盐水中<sup>[12]</sup>。

三种发酵均分别加入生姜10 g/kg、辣椒2 g/kg、大蒜10 g/kg、八角5 g/kg、桂皮5 g/kg。

酸豆角的发酵周期均为25 d,在发酵过程中pH值、还原糖含量、总酸含量、总糖含量、亚硝酸盐含量、氨基酸态氮含量自腌制之日起每隔5 d测定。

#### 1.4.4 检测方法

pH值、总酸含量、氨基酸态氮含量参照<sup>[13]</sup>进行;还原糖含量、总糖含量采用直接滴定法检测;亚硝酸盐含量采用盐酸萘乙二胺比色法。

#### 1.4.5 挥发酯与挥发酸检测

每组酸豆角称取5 g样品,剁碎后装入20 mL顶空样品瓶中并盖好,平衡5 min在85℃水浴中预,继续平衡30 min插入50/30 μm DVB/CAR/PDMS萃取头,富集挥发性成分。结束后,萃取头插入GC-MS进样品口处250℃解吸5 min,进行GC-MS分析。GC条件:色谱柱为HP-5MS毛细管柱(30 m×250 μm, 0.25 μm);升温程序:保持3 min 40℃,升到120℃

以 5 °C/min, 再升到 200 °C 以 10 °C/min, 保持 2 min, 最后升到 240 °C 以 20 °C/min, 保持 5 min; 载气流速 1.0 mL/min, 载气为高纯(99.999%)He, 进样量 1.0 μL; 不分流进样。MS 条件: 电子能力 70 eV; 电子电离源; 离子源温度 200 °C; 250 °C 为萃取头接口温度; 采用全扫描模式采集信号; 质量扫描范围  $m/z$  45~500<sup>[14]</sup>。运用计算机谱库对得到的数据进行检索与分析, 根据峰面积归一化法对发酵豆角挥发性成分进行定量。

#### 1.4.6 水分与感官评定

水分采用直接干燥法检测。感官评价邀请食品专业的老师与学生作为感官评价人员, 共 10 人, 采用加权法, 考查气味、色泽、口感、形态与脆度五个方面进行感官评价。

表 1 不同发酵方法 pH 值、还原糖含量、总酸含量及总糖含量比较

Table 1 Comparison of pH, reducing sugar content, total acid content and total sugar content of the two fermentation methods ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	pH 值			还原糖含量/%		
	10 d	20 d	25 d	10 d	20 d	25 d
自然干法发酵	4.15±1.24	3.54±0.86	3.28±0.66	0.07±0.03	0.16±0.04	0.10±0.03
自然湿法发酵	4.12±1.20	3.52±0.82	3.13±0.48	0.05±0.04	0.06±0.02	0.16±0.05
纯种湿法发酵	4.06±1.18	3.51±0.84	3.92±1.26	0.06±0.02	0.03±0.01	0.03±0.01

  

组别	总酸含量/%			总糖含量/%		
	10 d	20 d	25 d	10 d	20 d	25 d
自然干法发酵	0.48±0.11	0.51±0.09	0.55±0.18	0.10±0.02	0.08±0.14	0.11±0.03
自然湿法发酵	0.51±0.14	0.53±0.13	0.41±0.11	0.12±0.12	0.07±0.11	0.18±0.05
纯种湿法发酵	0.50±0.12	0.35±0.06	0.25±0.08	0.08±0.06	0.03±0.05	0.04±0.01

相关研究表明<sup>[15]</sup>, pH 值不断下降, 可随着发酵时间的延长, 主要原因是乳酸菌不断的生长代谢导致。本文结果显示, 自然干法发酵时, 产酸的速度较慢, 但在 25 d 时 pH 值 3.28, 酸味最浓, 含酸量也最高; 三种发酵方式酸豆角的 pH 值变化趋势相同, 根据 25 d pH 值, 可反映出纯种湿法发酵最好 pH 值为 3.92。在后来豆角的 pH 值均有少许的回升, 说明发酵时间控制在 20 d 效果最佳。纯种湿法发酵还原糖与总糖的降低率快与自然湿法发酵、自然干法发酵, 还原糖与总糖的含量无显著的差别。豆角中的还原糖在总糖含量中的所占比例较大, 其含量耗尽可作为判断发酵的终点。纯种湿法发酵还原糖含量 0.03%、总糖含量 0.04%。从总糖与还原糖含量的变化来看, 纯种湿法发酵的发酵周期短, 可更快的达到发酵的终点, 降低的速度更快, 因此纯种湿法发酵最佳。张铭晟等研究显示<sup>[16]</sup>, 在杂菜发酵 20 d 后, 纯种湿法发酵 pH 值为 3.81、自然湿法发酵 pH 值为 4.10、自然干法发酵 pH 值为 3.76;

## 1.5 统计学处理

采用 SPSS 20.0 统计软件包进行统计分析处理。计量资料采用均数±标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 描述, 三组数据比较采用  $F$  值检验, 两组间比较采用独立样本  $t$  检验,  $p < 0.05$  具有统计学意义。

## 2 结果与讨论

### 2.1 不同发酵方法 pH 值、还原糖含量、总酸含量及总糖含量比较

纯种湿法发酵总酸含量为 0.37%、自然湿法发酵总酸含量为 0.48%、自然干法发酵总酸含量为 0.71%。自然干法发酵的产品发酵过程会比较缓慢, 受到原料中食盐含量较高的影响, 但是发酵完成后, 香和味会很浓郁。纯种湿法发酵 25 d 后总酸含量 0.25% 低于自然干法发酵 0.55%、自然湿法发酵 0.41%。不同发酵过程, 自然干法发酵虽然产酸速度慢, 但后来酸量较浓, 自然湿法发酵产酸速度较快, 纯种湿法发酵在发酵过程中, 产酸速度较慢, 总酸量低。其与泡菜发酵的变化趋势与阶段性基本类似<sup>[17]</sup>。纯种湿法发酵的总酸含量较低, 可能与水隔离氧有关, 湿法发酵得到的酸豆角不容易被杂菌污染。

### 2.2 不同发酵方法亚硝酸盐含量、氨基酸态氮含量比较

表2 不同发酵方法亚硝酸盐含量、氨基酸态氮含量比较

Table 2 Comparison of nitrite content and amino acid nitrogen content of two fermentation methods ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	亚硝酸盐含量/(mg/kg)			氨基酸态氮含量/%		
	10 d	20 d	25 d	10 d	20 d	25 d
自然干法发酵	0.09±0.02	0.06±0.03	0.04±0.03	0.10±0.02	0.08±0.01	0.07±0.01
自然湿法发酵	0.13±0.05	0.09±0.04	0.07±0.02	0.07±0.01	0.05±0.01	0.04±0.02
纯种湿法发酵	0.04±0.01	0.02±0.01	0.01±0.01	0.03±0.02	0.04±0.02	0.01±0.01

表3 不同发酵方法挥发酯含量、挥发酸含量比较

Table 3 Comparison of volatile ester and volatile acid contents in different fermentation methods ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	挥发酸/%					
	十三碳酸脂肪酸			甲氧基乙酸		
	10 d	20 d	25 d	10 d	20 d	25 d
自然干法发酵	0.11±0.02	0.21±0.05	0.40±0.07	0.04±0.01	0.07±0.02	0.13±0.04
自然湿法发酵	0.13±0.03	0.35±0.11	0.51±0.13	0.05±0.02	0.10±0.03	0.19±0.06
纯种湿法发酵	0.16±0.04	0.48±0.15	0.72±0.20	0.03±0.01	0.10±0.02	0.37±0.12

  

组别	挥发酯/%					
	乙酸乙酯			乙酸苯乙酯		
	10 d	20 d	25 d	10 d	20 d	25 d
自然干法发酵	0.03±0.01	0.08±0.02	0.13±0.04	0.05±0.01	0.10±0.03	0.30±0.09
自然湿法发酵	0.04±0.02	0.09±0.03	0.26±0.08	0.04±0.01	0.15±0.04	0.42±0.12
纯种湿法发酵	0.03±0.01	0.13±0.04	0.51±0.15	0.06±0.02	0.23±0.06	0.60±0.19

表4 不同发酵方法含水量、感官评分比较

Table 4 Comparison of water content and sensory score of different fermentation methods ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	含水量/%			感官评分/分
	10 d	20 d	25 d	
自然干法发酵	90.04±2.14	80.21±1.86	73.86±2.15	33.21±3.12
自然湿法发酵	90.13±2.09	86.21±1.97	89.15±5.53	28.15±2.81
纯种湿法发酵	90.14±2.11	85.12±1.92	81.15±3.57	45.52±5.18

豆角中的亚硝酸盐的主要来源是豆角中的硝酸盐，硝酸盐还原成亚硝酸盐的主要原理是在泡菜的腌制过程中被某些细菌产生的<sup>[18]</sup>。本文研究显示，整个发酵过程中，纯种湿法发酵的亚硝酸盐含量 0.01 mg/kg 较低，甚至于接近于零。从亚硝酸盐含量的变化来看，纯种湿法发酵的亚硝酸盐可降到最低，但自然湿法发酵的含量降低变化不大，纯种湿法发酵最佳。相关研究提高，湿法发酵可降低泡菜中的亚硝酸盐的含量，白萝卜、白菜等发酵结果相同，具有安全性。亚硝酸盐是在腌菜的腌制过程中产生的一种有害的物质，食用过多的情况下可导致组织缺氧，亚硝酸盐会引起正常血红蛋白转变成正铁血红蛋白，失去携氧功能。本文结果，纯种湿法发酵豆角中的氨基酸态氮含量，在发酵过程中较为平稳，发酵 10 d 氨基酸态氮含量为 0.03%，20 d 氨基酸态氮含量为 0.04%，25 d 氨基酸态氮含量为 0.01%。王海平等相关研究中表明，在发酵第 10 d 纯种湿法发酵亚硝酸盐含量 0.06

mg/kg、氨基酸态氮含量 0.04%，均低于自然干法发酵亚硝酸盐含量 0.07 mg/kg、氨基酸态氮含量 0.13%；自然湿法发酵亚硝酸盐含量 1.00 mg/kg、氨基酸态氮含量 0.10%，本文研究与其保持一致。在酸豆角的制作过程中，氨基酸能为微生物生长代谢所利用，是由于微生物产生的蛋白酶可降解蛋白质。纯种湿法发酵的亚硝酸盐含量较低，氨基酸态氮含量平稳，因此有利于酸豆角的质量。在食用酸豆角时，避开亚硝酸盐含量的高峰期，最好在 10 d 左右以后食用。

### 2.3 不同发酵方法挥发酯含量、挥发酸含量比较

在发酵过程中，挥发酸的含量越高，其豆角酸味越浓。酯类一般具有特殊的香气，可赋予发酵蔬菜酯香。本文研究显示，在发酵 25 d 纯种湿法发酵十三碳酸脂肪酸含量 0.72%、甲氧基乙酸含量 0.37%。纯种湿法发酵乙酸乙酯含量 0.51%、乙酸苯乙酯含量 0.60%。发酵蔬菜的酸类物质可以提供酸味，也可提

供香气。谭亦成等相关研究显示<sup>[19]</sup>,挥发酸含量越高,因此其酸味更浓,挥发酯含量越高其香味越浓,本文研究与其保持一致。

## 2.4 不同发酵方法含水量、感官评分比较

正常的酸豆角豆角中的叶绿素在乳酸发酵所产生乳酸作用下生成了脱镁叶绿素所致,应呈现似金黄色。如出现质量上的问题主要是管理不当或操作不严等原因,使原料中的营养成分发生分解,腐败细菌、酵母与霉菌的生长。本文显示,纯种湿法发酵含水量81.15%高于自然干法发酵73.86%;纯种湿法发酵感官评分45.52分高于自然干法发酵33.21分、自然湿法发酵28.15分。腌制期间主要是由于食盐的脱水的作用,水分含量的降低。王海平等研究显示<sup>[20]</sup>,纯种湿法感官评分值最高为90.98分,在腌制泡甘蓝中具有明显优势。随着发酵时间的延长,伴有发酵清香气味,色泽较好,微生物发酵产生的酸也逐步赋予酸爽口感,感官评分升高。温度对感官评分有影响,在20℃以下,导致酸味不足,乳酸菌生长过于缓慢,当温度超过20℃以后,酸豆角的质量非常容易变软变粘,进而影响口感,温度的升高也加速了乳酸菌的生长代谢。对感官评价影响最大是发酵时间,其次是食盐的添加量与发酵温度影响较小;对产酸影响较小的是食盐添加量与发酵温度,发酵时间影响最大。

## 3 结论

3.1 不同的发酵方法制作酸豆角,纯种湿法发酵的速度比自然湿法发酵的速度快。从总糖与还原糖含量的变化来看,纯种湿法发酵发酵周期短,可更快的达到发酵的终点,降低的速度更快,因此纯种湿法发酵最佳。

3.2 在品质上,纯种湿法发酵与自然湿法发酵中的氨基酸态氮含量大致相同,差异较小。酸豆角的发酵时间20~25 d为好,不宜时间过长,容易变坏。在食品安全上,纯种湿法发酵的豆角亚硝酸盐的含量低。综合各项指标,纯种湿法发酵比自然湿法发酵好,尤其是亚硝酸盐含量可降到0.01 mg/kg、发酵后期还原糖可降到0.5%以下,总酸20 d达到1.0%以上,氨基酸态氮含量在0.1%以上。

3.3 在发酵25 d纯种湿法发酵挥发酯含量、挥发酸含量低于自然干法发酵、自然湿法发酵。

3.4 随着时间的延长,三种发酵方式的水分含量均有所下降,其中自然干法发酵的产品中水分含量最低。纯种湿法发酵感官评分较高。对豆角工业化生产提供了良好的价值。

## 参考文献

- [1] 唐小曼,唐焱,张其圣,等.四川工业泡豇豆主要生物胺的形成及降解分析[J].食品与发酵工业,2019,45(21):86-92  
TANG Xiao-man, TANG Yao, ZHANG Qi-sheng, et al. Analysis on the formation and degradation of the main biogenic amines in Sichuan industrial cowpea [J]. Food and Fermentation Industries, 2019, 45(21): 86-92
- [2] 吴琼,王明月,吕岱竹,等.紫皮豇豆多酚类物质的含量及其降糖活性研究[J].中国调味品,2019,44(10):59-62  
WU Qiong, WANG Ming-yue, LYU Dai-zhu, et al. Study on the content of polyphenols in *Vigna violaceum* and its hypoglycemic activity [J]. China Condiment, 2019, 44(10): 59-62
- [3] 王子靖海,李家欣,朱运平,等.传统发酵豆腐酸浆中高产乳酸菌的分离鉴定及特性分析[J].中国酿造,2019,38(12):14-19  
WANG Zi-jinghai, LI Jia-xin, ZHU Yun-ping, et al. Isolation and identification of high-yield lactic acid bacteria from traditional fermented tofu syrup and analysis of their characteristics [J]. China Brewing, 2019, 38(12): 14-19
- [4] 徐柯,成林林,袁美,等.泡豇豆发酵过程中有机酸变化及对亚硝酸盐降解的影响[J].食品与发酵工业,2019,45(17):60-65,72  
XU Ke, CHENG Lin-lin, YUAN Mei, et al. The change of organic acid and its effect on nitrite degradation during the fermentation of pickled beans [J]. Food and Fermentation Industries, 2019, 45(17): 60-65, 72
- [5] 陈凤,游玉明,张冬梅,等.发酵方式对泡豇豆品质的影响[J].中国调味品,2018,43(12):44-49  
CHEN Feng, YOU Yu-ming, ZHANG Dong-mei, et al. Effects of fermentation methods on the quality of pickled beans [J]. China Condiment, 2018, 43(12): 44-49
- [6] 庠晓,钱杨,李娅琳,等.不同品种豇豆发酵过程中质构品质变化及产植物细胞壁降解酶微生物种类分析[J].食品工业科技,2019,40(2):1-7,12  
SHE Xiao, QIAN Yang, LI Ya-lin, et al. Changes in texture and quality of plant cell wall-degrading enzymes during fermentation of different varieties of cowpea [J]. Science and Technology of Food Industry, 2019, 40(2): 1-7, 12
- [7] 党乔,孔令聪,刘洁,等.泡菜发酵乳酸菌的分离鉴定及耐药性分析[J].食品科学,2019,40(20):166-170  
DANG Qiao, KONG Lin-cong, LIU Jie, et al. Isolation and identification of lactic acid bacteria fermenting kimchi and analysis of drug resistance [J]. Food Science, 2019, 40(20):

- 166-170
- [8] 桑建,王鑫宇,陈大卫,等.东北传统发酵酸菜中乳酸菌的筛选及发酵特性研究[J].食品研究与开发,2019,40(17):187-193  
SANG Jian, WANG Xin-yu, CHEN Da-wei, et al. Screening and fermentation characteristics of lactic acid bacteria in traditional fermented pickled cabbage in Northeast China [J]. Food Research and Development, 2019, 40(17): 187-193
- [9] 夏季,方勇,王梦梦,等.不同发酵处理对香菇泡菜质构及风味物质的影响[J].食品科学,2019,40(20):171-177  
XIA Ji, FANG Yong, WANG Meng-meng, et al. Effects of different fermentation treatments on the texture and flavor of *Lentinula edodes* [J]. Food Science, 2019, 40(20): 171-177
- [10] 王海平,黄和升,田青.发酵方式对苜蓿泡菜品质的影响[J].中国调味品,2019,44(12):126-129  
WANG Hai-ping, HUANG He-sheng, TIAN Qin. Effect of fermentation on kohlrabi kimchi quality [J]. Chinese Seasonings, 2019, 44(12): 126-129
- [11] Elhalis H, Cox J, ZHAO Jian. Ecological diversity, evolution and metabolism of microbial communities in the wet fermentation of Australian coffee beans [J]. Int J Food Microbiol, 2020, 321: 108544
- [12] 李雨枫,谢靓,蒋立文,等.不同发酵工艺对酸豆角品质的影响[J].中国酿造,2015,34(2):64-67  
LI Yu-feng, XIE Liang, JIANG Li-wen, et al. Effects of different fermentation processes on the quality of sour beans [J]. China Brewing, 2015, 34(2): 64-67
- [13] 陈婉娃,智丽,林贵鸿.食品中微生物检测能力验证结果与分析[J].食品安全质量检测学报,2019,10(19):6503-6507  
CHEN Wan-wa, ZHI-Li, LIN Gui-hong. Results and analysis of microbiological detection capability in foods [J]. Journal of Food Safety and Quality Inspection, 2019, 10(19): 6503-6507
- [14] 刘宗敏,谭兴和,周红丽,等.不同乳酸菌发酵萝卜干挥发性成分分析[J].食品科学,2017,38(24):144-149  
LIU Zong-min, TAN Xing-he, ZHOU Hong-li, et al. Analysis of volatile components of dried radish fermented by different lactic acid bacteria [J]. Food Science, 2017, 38(24): 144-149
- [15] 魏晓斌,殷国梅,薛艳林,等.添加乳酸菌和纤维素酶对紫花苜蓿青贮品质的影响[J].中国草地学报,2019,41(6):86-90  
WEI Xiao-bin, YIN Guo-mei, XUE Yan-lin, et al. Effect of adding lactic acid bacteria and cellulase on alfalfa silage quality [J]. Journal of China Grassland, 2019, 41(6): 86-90
- [16] 张铭晟,姚瑛,李焕发.邵阳坛子杂菜不同制作工艺下的理化指标与品质形成分析[J].湖南农业科学,2018,1:89-92  
ZHANG Ming-sheng, YAO Ying, LI Huan-fa. Physical and chemical indexes and quality formation analysis of Shaoyang Tanzi mixed vegetables under different manufacturing processes [J]. Hunan Agricultural Science, 2018, 1: 89-92
- [17] 陈大鹏,郑娅,周芸,等.自然发酵与人工接种发酵法发酵泡菜的品质比较[J].食品工业科技,2019,40(18):368-372  
CHEN Da-peng, ZHENG Ya, ZHOU Yun, et al. Comparison of the quality of kimchi fermented by natural fermentation and artificial inoculation fermentation method [J]. Science and Technology of Food Industry, 2019, 40(18): 368-372
- [18] 徐柯,成林林,袁美,等.柠檬酸对泡菜中硝酸盐、亚硝酸盐及其风味物质的影响[J].中国酿造,2019,38(10):77-83  
XU Ke, CHENG Lin-lin, YUAN Mei, et al. Effects of citric acid on nitrate, nitrite and flavor substances in pickles [J]. China Brewing, 2019, 38(10): 77-83
- [19] 谭亦成,谭兴和,刘甜甜.腌制方法对酸豆角质量的影响[J].食品与机械,2011,27(4):32-34,57  
TAN Yi-cheng, TAN Xing-he, LIU Tian-tian. Effects of pickling methods on the quality of sour beans [J]. Food and Machinery, 2011, 27(4): 32-34, 57
- [20] 王海平,黄和升,田青.不同腌制方式对泡甘蓝品质的影响[J].食品研究与开发,2019,40(23):149-152,224  
WANG Hai-ping, HUANG He-sheng, TIAN Qing. Effects of different pickling methods on the quality of pickled cabbage [J]. Food Research and Development, 2019, 40(23): 149-152, 224