

发酵条件对泡菜发酵过程中微生物菌系的影响*

杨瑞¹ 张伟¹ 陈炼红² 程甜甜¹

1(四川大学食品工程系,成都,610065) 2(西南民族大学生命科学技术学院,成都,610041)

摘要 研究了初始食盐浓度、发酵温度、花椒和碘对自然发酵泡菜液中微生物菌系的影响。研究表明,在较高温度下发酵,不利于乳酸菌形成生长优势;在较低温度下发酵,6%的盐浓度比8%的盐浓度能更好地促进乳酸菌的生长;花椒和碘可使参与发酵的主要菌群乳酸菌和酵母菌加快生长和繁殖。

关键词 泡菜,微生物,发酵条件

泡菜属乳酸发酵食品。一般采用较高盐分,长时间腌渍,其原理是:蔬菜在5%~10%的高浓度食盐溶液中,借助于天然附着在蔬菜表面的有益微生物(主要是乳酸菌),发酵产酸,降低pH值,同时利用食盐的高渗透压,共同抑制其他有害微生物的生长。

文中主要研究了初始食盐浓度、发酵温度、花椒和碘等因素对四川泡菜发酵过程中微生物菌系的影响。

1 材料与方法

1.1 原辅料

白菜:市售,新鲜无腐烂;盐:市售碘盐及无碘盐;水:自来水;花椒:市售。

1.2 主要仪器、设备

泡菜坛、分析天平、灭菌锅、培养箱、酸度计、水浴锅、显微镜、超净台等。

1.3 培养基

细菌培养基:牛肉膏蛋白胨培养基^[1];酵母培养基:YPD培养基^[2];乳酸菌培养基:见参考文献[3]。

1.4 微生物的培养条件(表1)

表1 微生物的培养条件

类别	培养条件
兼性厌氧细菌	37℃培养2~3 d
乳酸菌	于真空干燥器中抽真空0.08 MPa,37℃培养2~3 d
酵母菌	30℃培养2~3 d

1.5 菌落计数方法

采用活菌计数法,即CFU法。

1.6 泡菜制作工艺

表2 泡制泡菜的配方

配料	配方1 (盐浓度6%)	配方2 (盐浓度8%)	配方3 (盐浓度6%)	配方4 (盐浓度6%)
水	2 500 mL	2 500 mL	2 500 mL	2 500 mL
有碘食盐	—	—	150g	—
无碘食盐	150g	200g	—	150g
白菜	812g	812g	812g	812g
花椒	—	—	—	3g

第一作者:副教授。

*四川省应用基础研究项目——泡菜微生态的研究(03JY29-068-2)

收稿时间:2004-09-20,改回时间:2004-12-24

莲花白→清洗→沥干→切分→装坛→密封→发酵→成品

↑

盐水(和花椒)

泡制泡菜的配料方案如表2所示。

2 实验结果与分析

2.1 食盐浓度对泡菜发酵过程中微生物菌群的影响

食盐的添加会影响到泡菜的咸味,还会影响泡菜发酵过程中微生物的生长代谢,从而直接和间接地影响泡菜的风味。

在同一发酵温度下(平均温度为18℃),采用配方1、配方2研究食盐浓度对于自然发酵泡菜中的微生物菌群生长的影响,结果如表3及图1和图2所示。

表3 泡菜自然发酵过程中兼性厌氧菌

生长情况(18℃)

×10³个/mL

配方	发酵时间/d						
	1	2	7	13	15	23	33
配方1	1.38	1.338	20	0	0	0	2 650
配方2	0.667	1 080	1 183	30 300	1 440	0	0

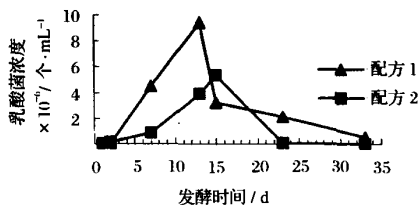


图1 18℃时泡菜自然发酵过程中乳酸菌生长情况

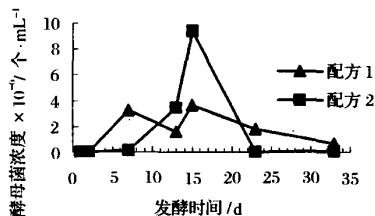


图2 18℃时泡菜自然发酵过程中酵母菌生长情况

可知盐浓度为6%时泡菜自然发酵过程中兼性厌氧细菌浓度大大低于盐浓度为8%时兼性厌氧细菌的浓度;初始盐度为6%的自然发酵泡菜中乳酸菌生长情况较盐度为8%的好;在发酵的初始阶段,自然发酵过程乳酸菌、酵母菌的浓度

均很低,这个阶段持续的时间,配方1和配方2分别为2 d和7 d;在2至11 d左右这个时间段,配方1的酵母菌比配方2生长得好;在11~21 d左右这个时间段,配方2的酵母菌生长出现比配方1旺盛的现象,此后,又弱于配方1。

1%食盐溶液可以产生61.7 kN/m²的渗透压,而大多数微生物细胞的渗透压为30.7~61.5 kN/m²[4]。6%和8%的食盐溶液可产生足够大的渗透压力,远超过一般微生物细胞液的渗透压力。在高渗透压作用下,微生物的细胞发生质壁分离,造成微生物的生理干燥,导致生长减缓甚至死亡。虽然乳酸菌和酵母菌对盐有一定耐受度,但这种抑制也会影响到乳酸菌和酵母菌的生长繁殖,盐浓度越高抑制越大。因此,初始盐浓度为8%时乳酸菌的生长情况不如初始盐浓度为6%好。由于初始盐浓度为6%的泡菜乳酸菌生长良好,形成生长优势,并以较快速度产酸,从而进一步抑制了有害菌、酵母菌的生长,所以,初始盐浓度为6%的泡菜自然发酵过程中兼性厌氧细菌浓度大大低于盐浓度为8%的泡菜发酵过程中兼性厌氧细菌的浓度,发酵中期初始盐浓度为8%的泡菜酵母菌生长比初始盐浓度为6%的泡菜好。

2.2 发酵温度对泡菜发酵过程中微生物菌群的影响

各种微生物的活动都有其最适宜的温度范围,乳酸菌生长的适温为26~30℃,在这个范围内,发酵快,成熟早[5]。

不同发酵温度对泡菜自然发酵过程中微生物菌系的影响如下表4、表5和表6所示。

表4 不同发酵温度对兼性厌氧细菌生长繁殖的影响

发酵时间 /d	兼性厌氧细菌/个·mL ⁻¹ (配方1,18℃)	兼性厌氧细菌/个·mL ⁻¹ (配方1,26℃)
1	1.38×10 ³	1.8×10 ⁶
2	1.338×10 ³	1.993×10 ⁷
4	—	8.73×10 ⁷
7	20×10 ³	—
8	—	3.83×10 ⁷
13	0	—
15	0	—
23	0	—
33	2.65×10 ⁶	—

表5 不同发酵温度下泡菜发酵过程中的乳酸菌生长情况

发酵时间 /d	乳酸菌/个·mL ⁻¹ (配方1,均温18℃)	乳酸菌/个·mL ⁻¹ (配方1,均温26℃)
1	7.125×10 ²	1.300×10 ⁶
2	3.025×10 ³	1.300×10 ⁷
4	—	5.030×10 ⁷
7	4.518×10 ⁷	—
8	—	3.670×10 ⁷
13	9.375×10 ⁷	—
15	3.263×10 ⁷	—
23	2.100×10 ⁷	—
33	5.250×10 ⁶	—

分析表4、表5和表6可知,在发酵温度为26℃时,泡菜中的微生物生长速度远比发酵温度为18℃时的生长速度快;但26℃对兼性厌氧细菌生长更有利,酵母的迅速生长也使其浓度高于乳酸菌,乳酸菌在发酵过程中不能形成生长优势。

26℃下发酵会对泡菜的风味带来不良影响。

表6 不同发酵温度下泡菜发酵过程中的酵母菌生长情况

发酵时间 /d	酵母菌/个·mL ⁻¹ (配方1,均温18℃)	酵母菌/个·mL ⁻¹ (配方1,均温26℃)
1	8.333×10 ²	8.900×10 ⁵
2	1.825×10 ³	1.830×10 ⁷
4	—	6.530×10 ⁷
7	3.276×10 ⁷	—
8	—	5.830×10 ⁷
13	1.584×10 ⁷	—
15	3.637×10 ⁷	—
23	1.760×10 ⁷	—
33	6.8×10 ⁶	—

2.3 花椒对自然发酵的泡菜中微生物生长的影响

一直以来,人们在腌制泡菜时,都会根据各个地区和个人喜好,在其中加一种或几种香(辛)料。[4]

配方4在泡制泡菜的过程中加入了花椒,但花椒对于自然发酵过程中微生物生长的影响及其机理鲜有报道。采用配方1、配方4在26℃下泡制泡菜,测定发酵过程中泡菜液的兼性厌氧细菌、乳酸菌、酵母菌浓度,实验结果如图3、图4和图5所示。

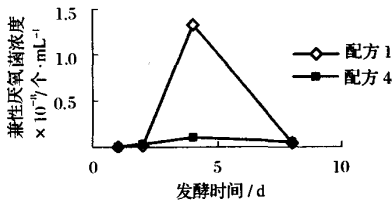


图3 花椒对泡菜发酵过程中兼性厌氧细菌的影响

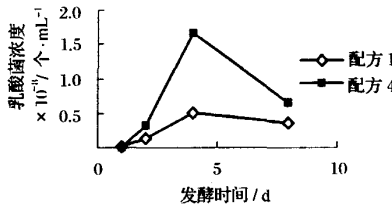


图4 花椒对泡菜发酵过程中乳酸菌的影响

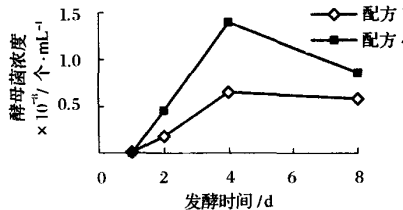


图5 花椒对泡菜自然发酵过程中酵母的影响

从图3、图4和图5可知,在发酵周期中出现兼性厌氧细菌、乳酸菌、酵母菌浓度的最高值均出现在第4天;图3显示,配方4的兼性厌氧细菌浓度比配方1的低得多,配方4泡菜液中的乳酸菌、酵母菌的生长好于配方1,而且还可以看出,在整个发酵周期中,加了花椒的泡菜兼性厌氧细菌数目变化的趋势较未加花椒的泡菜来说相对平缓。加入花椒后,花椒

中的某些成分溶于泡菜液中,对兼性厌氧细菌的生长有较大的抑制作用,而对乳酸菌、酵母菌的生长有促进作用。

由此可见,花椒的加入对于泡菜发酵周期的缩短和成品的风味、色泽等,都有不可忽视的作用。

3.4 碘对自然发酵的泡菜中微生物生长的影响

采用配方1、配方3在26℃下泡制泡菜,并对泡菜液发酵过程中兼性厌氧细菌、乳酸菌、酵母菌的浓度进行分析,实验结果如图6、图7和图8所示。

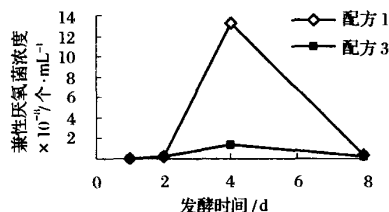


图6 碘对泡菜自然发酵过程中兼性厌氧细菌的影响

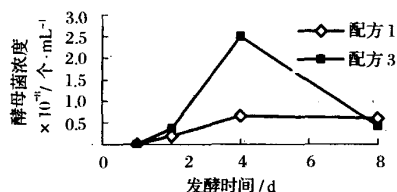


图7 碘对泡菜自然发酵过程中酵母菌的影响

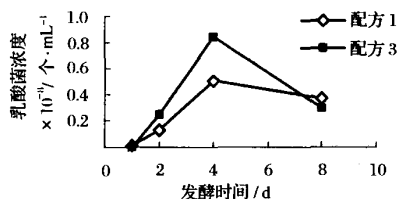


图8 碘对泡菜自然发酵过程中乳酸菌的影响

分析图6、图7和图8可知,兼性厌氧细菌、乳酸菌、酵母菌浓度的最高值均出现在第4d;在发酵早期(即1~2d),2种泡菜汁中兼性厌氧细菌数相差不大,酵母菌和乳酸菌的浓度则有些许差异,“有碘”样品中这2种菌的数量要多于无碘样品;在发酵中期(即3~6d),“无碘”样的兼性厌氧细菌浓度大大多于“有碘”样品,而酵母菌和乳酸菌浓度则相反;在发酵后

期(即7~8天),在“无碘”样存在的乳酸菌和酵母菌较“有碘”样品的多些,而细菌在这2种样中的浓度相差不大。

由图6、图7和图8还得出这样的结论,碘的存在对细菌、酵母菌、乳酸菌生长的影响大小顺序为:细菌>酵母菌>乳酸菌。即在自然发酵过程中,碘的存在对兼性厌氧细菌生长的影响较大;对酵母菌和乳酸菌生长的影响相对较小;在发酵过程中,碘抑制了非发酵细菌的生长,从而相对地促进了参与发酵的主要菌群——乳酸菌和酵母菌的生长和活动。至于发酵后期接近发酵结束这段时间里,碘对非发酵细菌的抑制作用和发酵菌的促进作用呈减小趋势,这可能是由于碘的挥发。

3 结论与讨论

(1)在整个发酵过程中,兼性厌氧菌、乳酸菌、酵母菌的浓度都会经历一个上升、达到最高点、下降的过程。

(2)食盐用量对泡菜自然发酵过程中微生物的生长有较大影响。在18℃下,6%的盐浓度比8%的盐浓度能更好地促进乳酸菌的生长,抑制有害菌的繁殖。

(3)适宜的发酵温度对泡菜中的微生物影响很大,是缩短发酵周期的关键因素之一。升高发酵温度,泡菜中的微生物生长速度加快,但26℃的温度对于6%的泡菜液来说并不适宜,发酵过程中兼性厌氧细菌、酵母菌浓度太高,乳酸菌在发酵过程中不能形成生长优势,对泡菜的风味口感影响较大。

(4)花椒和碘的加入对自然发酵泡菜中的微生物生长的影响不可忽视,适当加入并结合其他有利条件,可使参与发酵的主要菌群乳酸菌和酵母菌加快生长和繁殖的速度,从而缩短发酵周期,使泡菜加速成熟。

参考文献

- 1 沈萍,范秀容,李广武.微生物实验[M].高等教育出版社,2001
- 2 张文学,杨瑞,曾里.从蒸馏废液中制造高香气米烧酒(1)[J].酿酒,2001(1):66~71
- 3 徐立新,徐开成,王春梅.产酸菌的分离纯化[J].酿酒科技,2001(5):35~36
- 4 天津轻工业学院,无锡轻工业学院.食品工艺学[M].北京:中国轻工业出版社,1993.662
- 5 赵文红.自然发酵泡菜中乳酸菌的分离及特性研究(一).广州食品工业科技,2003,18(1)[J]:77~79
- 6 周秀琴.香辛料的功能特性及应用[J].江苏调味副食品,1995(1):36

The Effects of Fermentation Conditions on the Microorganisms Growth in Pickle during Natural Fermentation

Yang Rui Zhang wei Chen Lianhong Cheng Tiantian

1(Department of Food Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China)

2(College of Life Science and Technology, Southwest University for Nationalities, Chengdu 610041, China)

ABSTRACT This essay studied the effects of initial concentrations of salt, fermentation temperature, zanthoxylum, iodine on the microorganism growth in pickle juice. The result shows that the amount of lactobacillus in the microorganism isn't dominant when fermenting at higher temperature; pickle juice with 6% salt accelerate the growth of lactobacillus better than it does with 8% salt at lower temperature; zanthoxylum and iodine can accelerate the growth of lactobacillus, yeast, respectively.

Key words pickle, microorganism, fermentation condition