

苗族发酵型白酸汤的生产工艺

后立琼, 陈安均

(四川农业大学食品学院, 四川 雅安 625014)

摘要: 以大米、糯米、鲜嫩玉米为原料, 人工接种苗族农家老酸汤生产发酵型白酸汤。通过对发酵时间、发酵温度、接菌量的研究, 确定发酵白酸汤生产工艺的最佳参数。结果表明: 以大米、糯米、鲜嫩玉米的混合谷物作为原料(混合比例2:1:1)、老酸汤接种量(体积分数)15%、发酵温度40℃、发酵时间3d, 制得的酸汤气味芳香, 酸度适口, 具有苗族酸汤独特的风味。

关键词: 苗族发酵型白酸汤; 温度; 时间; 接种量; 工艺参数

Production of Miao Ethnic Fermented White Sour Soup

HOU Li-qiong, CHEN An-jun

(College of Food, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China)

Abstract: Miao ethnic fermented white sour soup was prepared from glutinous rice, rice and sweet tender corn by inoculation with home-made fermented white sour soup from a Miao household. Optimum fermentation parameters were established by analyzing the effects of fermentation time, temperature and inoculum size on acid production. Fermented white sour soup with fragrant smell, palatable acidity and unique flavor of Miao ethnic sour soup was obtained when a mixture of rice, glutinous rice and sweet tender corn at a ratio of 2:1:1 was fermented with an inoculum amount of 15% at 40 °C for 3 d.

Key words: Miao ethnic fermented white sour soup; temperature; time; inoculation; fermentation parameters

中图分类号: TS205.5

文献标识码: B

文章编号: 1002-6630(2012)24-0356-04

酸汤是苗族地区一种传统的发酵型调味品, 分红酸汤和白酸汤两种。红酸汤是内含辣椒发酵而成的, 白酸汤是以米汤为原料发酵的^[1]。其中白酸汤是苗族人常食用的, 是以米汤为基质, 由酵母、乳杆菌、醋酸菌及明串珠菌等微生物参与共同发酵而成的天然调味料, 是乙醇发酵、醋酸发酵、乳酸发酵的复合产物^[2]。苗族酸汤已有上千年的历史, 以其酸鲜纯正、气味芳香、清爽可口的特性享有盛誉, 具有清热解暑之功效, 有益菌群及丰富的营养成分对调节人体肠道微生态平衡, 增进人体健康及预防消化道疾病具有营养保健功效^[3]。近年来, 以苗族酸汤为主要调味料的酸汤鱼火锅风靡全国, 消费范围不断扩大, 其他城市需求量大增。酸汤走出苗岭深山, 在许多大中城市成为一道独特的饮食风景线, 使得酸汤成为一种极具有开发前景的民间风味调味料^[4]。

然而长期以来, 传统的酸汤制作方式都是采用自然发酵法, 发酵底物浓度低、发酵缓慢、周期较长、酸味较弱, 并且受环境影响大, 产品质量不稳定, 大多属民间手工操作, 家庭作坊式生产, 规模小, 质量及卫生标准难以控制^[5]。我国食品行业发展飞速, 开发和研制地方特色食品是一个新发展方向^[6], 而目前为止, 关于苗族特

色谷物发酵品——酸汤的报道寥寥无几, 尤其白酸汤工业化生产几乎还是一片空白^[7]。因此, 研究白酸汤生产工艺不仅为工业化生产奠定基础, 提供理论支撑, 而且对今后人工接种菌株于酸汤发酵具有极其重要意义。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

大米、糯米(泸州产)、新鲜甜嫩玉米(成熟, 籽粒饱满) 市售; 老汤取自苗族当地农家自酿酸汤(总酸含量为0.1mol/L, 乳酸活菌量 $(2.6 \times 10^8 \text{CFU/mL})$; α -淀粉酶(3000U/g)、糖化酶(50000U/g) 北京奥博星生物技术责任有限公司。

1.2 仪器与设备

恒温培养箱 上海博迅有限公司医疗设备厂; DHG型电热恒温鼓风干燥箱; 高压蒸汽灭菌锅 长春市百奥生物仪器有限公司; pHs-3c型酸度计; 高速组织捣碎机 上海标本模型厂; 电热恒温水浴锅 上海一恒科技有限公司; 电子天平 梅特勒-托利多仪器有限公司; SW.C J-1F无菌操作台。

收稿日期: 2011-09-02

作者简介: 后立琼(1984—), 女, 硕士研究生, 研究方向为农产品加工与贮藏。E-mail: 308064512@qq.com

1.3 工艺流程及操作要点

原料→浸泡→加水打浆→糊化→液化→糖化→过滤
→米浆→装坛→发酵→灌装→灭菌→冷却→成品

↑

苗族农家发酵成熟的老汤

原料预处理：选优质大米、糯米和鲜嫩玉米，去杂后，原料与水比例1:5，常温浸泡(夏季为8~12h，冬季为12~24h)，至米粒完全软化^[8]。

原料选用：取适量的大米、糯米、鲜嫩玉米，使其各自发酵及混合发酵制作酸汤，以风味和口感为判定指标，经过多次实验发现，单一的大米或者糯米发酵酸味较淡，甜嫩玉米发酵甜味较重，酸味不足，大米、甜嫩玉米及糯米混合发酵效果最佳，酸汤风味纯正、柔和、无异味，而且营养更加均衡，最后采用大米、甜嫩玉米和糯米混合作为酸汤发酵的原料。

原料配比：研究不同配比(大米、甜嫩玉米与糯米的配比分别为1:1:1、1:1:2、1:2:1、2:1:1)条件对酸汤品质的影响。

磨浆：浸泡后，加适量水磨浆，磨浆时水温与浸泡温度一样。加水量不仅影响成品品质，同时也影响液化过程。水量过少则糊化液黏度过大，液化时酶与底物不能很好接触。本实验采用大米和甜嫩玉米加6倍水、糯米加8倍水量^[9]。

糊化：将磨浆后的浆液煮沸，使其糊化30min。糊化过程要不断搅拌，以防止糊化不均匀导致糊化液局部变质。

液化：向糊化后的米浆内添加1% α-淀粉酶，80~90℃液化30min，用碘液检验酶解物至无色，筛滤除去酶解液中的不溶物，得到米浆酶解液^[10]。

糖化：等温度降至60℃，调pH4~5，加入0.02%的糖化酶，保温2~3h^[11]。

发酵：酶处理的混合米浆冷却后，筛滤除去酶解液中的不溶物，得大米、甜嫩玉米与糯米的酶解液，向糖化液中加入苗族农家发酵纯正的老酸汤。

杀菌、灌装：酸汤发酵完全后进行瞬间灭菌(15~20s/110℃)，然后在80℃左右迅速灌入消毒过的包装瓶中，密封，冷却后室温下保存^[12]。

1.4 指标测定

可溶性固形物含量的测定：采用折光仪法；糖含量测定：采用3,5-二硝基水杨酸比色法；总酸度测定：采用滴定法。

$$\text{酸度} = \frac{c \times V}{V'} \times 100\%$$

其中：c为NaOH的浓度/(mol/mL)；V为NaOH滴定体积/mL；V'为样品体积/mL。

1.5 试验设计

1.5.1 单因素试验

1.5.1.1 接菌量的确定

分别按体积分数0%、5%、10%、15%、20%、25%、30%七个不同水平接菌量加入苗族农家发酵纯正的老酸汤，温度30℃、发酵48h，根据乳酸含量确定接菌量范围。发酵过程中接菌量直接影响发酵后酸汤的风味、质感、酸度等，接菌量少会延长发酵时间，接菌量多会增加成本^[13]。

1.5.1.2 发酵温度确定

将加入适量老汤的米浆液分别置于不同温度下(20、30、40、50℃)培养66h，以乳酸产量为指标，确定酸汤的发酵温度。由于酸汤发酵主要代谢产物为乳酸，因此乳酸产量可以作为一个明显指标判定发酵状况和产品质量，从而确定其最适生长温度^[14]。

1.5.1.3 发酵时间确定

将加入适量老汤的米浆液于40℃条件下，分别发酵12、18、24、30、36、42、48、54、60、66、72、78、84、90、96h，以总酸含量为指标，确定发酵时间。发酵时间长短直接影响pH值和产品的风味，时间太短，产酸量不足，发酵后的产品就会过甜；发酵时间过长，产酸过多，会增大产品的黏度，涩味比较严重，而且发酵周期比较长，成本相应增高，浪费资源^[15]。

1.5.2 正交试验

将单因素选出的接菌量、发酵温度、发酵时间采用3因素3水平的正交试验进行优化，确定酸汤制作的最佳配方。

1.6 酸汤感官评定方案^[16]

表1 酸汤感官评定表(总分100分)
Table 1 Criteria for sensory evaluation of sour soup

评分项目	评分标准	分数
色泽	乳白色均一，有光泽	20
	乳白色，稍有光泽	15
	整体灰白色，无光泽	10
口感	酸爽适口，回味浓，无异味，有回味	30
	酸甜适当，有回味，无异味，口感较好	20
	酸甜比例失调，有异味，口感差	10
质地	流动呈液状，无沉淀和悬浮物，质地均一	30
	流动呈液状，稍有悬浮物，质地均一	20
	流动性较差，黏性太大，有沉淀和悬浮物	10
发酵风味	有乳酸发酵特有风味，无异味	20
	乳酸味较淡，无异味	15
	无乳酸味、有异味	10

2 结果与分析

2.1 原料配比的确定

采用大米、甜嫩玉米与糯米的配比分别为1:1:1、1:1:2、1:2:1、2:1:1，研究原料不同配比对酸汤品质的影响，结果见表2。

表2 不同比例米浆发酵后的感官指标

Table 2 Effect of substrate composition on the sensory quality of sour soup

编号	原料配比大米(糯米:甜嫩玉米)	口味	色泽	香气	流动性
1	1:1:1	酸味不浓郁	色泽一般微黄	没酸汤应有香气	流动性较好
2	1:1:2	有淡酸味, 但甜味较重	色泽发黄	甜玉米味很浓	流动性一般
3	1:2:1	淡酸味	色泽呈灰白色	没酸汤特有香味	黏稠流动性差
4	2:1:1	有酸汤特有的滋味	色泽鲜亮呈乳白色	有乳酸发酵的香味	流动性好

由表2可知, 当大米、甜嫩玉米与糯米比例为2:1:1时, 酸汤酸爽适口, 流动性最好, 作为白酸汤发酵用的米浆最佳。

2.2 水的添加量

水分含量对米浆产酸有一定影响, 米浆含水量较少时, 在发酵过程中产酸会少一些^[17]。糯米、甜嫩玉米及大米的主要成分是淀粉, 在其他条件不变的情况下改变米与水的比例, 会对酸汤质地和口感产生影响^[15]。

表3 水分含量对酸汤品质的影响

Table 3 Effect of water-to-material ratio on the sensory quality of sour soup

水与米浆料水比	感官描述
1:0.005	很稀, 酸味很淡, 不适合, 发酵时间较长
1:0.010	黏度比较合适, 酸味比较适中, 柔和
1:0.015	口感饱满, 酸味浓郁, 酸爽适口
1:0.020	稍黏, 酸味过重
1:0.025	黏稠, 酸味不纯, 发酵缓慢
1:0.030	很黏, 几乎不流动, 杂质多

由表3可知, 当水与米浆之比为1:0.010~1:0.015之间时酸汤酸爽可口, 流动性好, 水分含量对产品的黏度影响很大。

2.3 单因素试验结果

2.3.1 接菌量对酸汤品质的影响

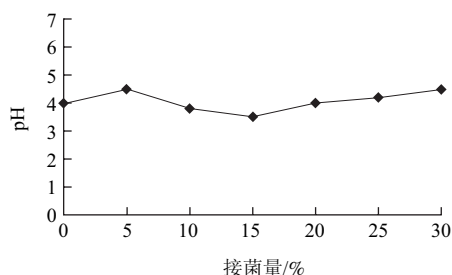


图1 不同接菌量对pH值的影响

Fig.1 Effect of inoculation size on acid production

由图1可知, 接菌量与酸汤发酵后pH值并不是线性关系, 当接菌量在15%时, pH值达到最小值, 产酸量最大, 其发酵效率最高。

2.3.2 发酵温度对酸汤品质的影响

由图2可以看出, 温度是影响酸汤发酵速度和质量的一个重要因素, 酸度均随时间的延长而增加, 增加的速度不一样。发酵温度高, 发酵速度快, 发酵周期短, 但不是温度越高越好, 发酵温度40℃时米浆产酸速度最快。

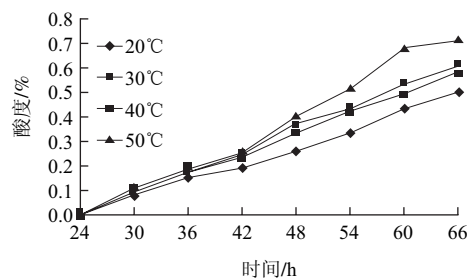


图2 不同温度对产酸量的影响

Fig.2 Effect of temperature on acid production

2.3.3 发酵时间对产品的影响

表4 不同发酵时间总酸含量测定结果

Table 4 Effect of fermentation time on acid production

发酵时间/h	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96
样品酸度/%	0.13	0.40	1.45	2.60	3.75	4.98	6.54	7.83	8.75	9.86	9.54	8.84	8.32	7.52	6.13

由表4可知, 酸汤发酵时间增长, 微生物不断繁殖增长, 酸汤中总酸增加; 当发酵时间在54~90h时, 总酸含量很高, 酸味最旺盛时间为60~78h, 即发酵的第3~4天。84h后总酸含量降低。酸汤在发酵过程中出现总酸含量由低到高再到低的现象, 是由于发酵开始时微生物大量繁殖, 使得总酸含量增加, 出现总酸含量下降趋势, 分析原因可能存在以下两个: 一是由于酸汤中微生物发酵所需的营养物质被过量消耗, 导致微生物生长受到抵制, 使得总酸下降; 二是由于pH值的调节机制作用, 酸性环境中, 菌体体内中性pH值失衡, 使得菌株存活率降低; 结果表明: 酸味最旺盛期是在发酵的第3~4天。

2.4 正交试验结果

表5 发酵参数研究的因素水平

Table 5 Factors and their coded levels for orthogonal array design

水平	因素		
	A 接菌量(老汤占原液体积)/%	B 时间/d	C 发酵温度/℃
1	12	2	35
2	15	3	40
3	18	4	45

在分别对接菌量、培养温度、培养时间与产酸量之间的关系进行单因素试验的基础上, 基本确定了酸汤发酵各个因素最佳值的范围^[18]。为进一步确定在各因素共同作用下发酵酸汤产酸最快、风味最好时的发酵条件, 本研究设计了接菌量、培养温度、培养时间三因素三水平 $L_9(3^3)$ 正交试验, 因素水平见表5, 结果见表6。

以酸度为考察指标,由表6中极差大小显示,各因素作用主次为 $A>B>C$,即接菌量是影响酸汤发酵产酸量的最主要因素,发酵温度次之,发酵时间相对影响较小;以感官评价为考察指标由表6中极差大小显示,个因素作用主次为 $A>C>B$,即接菌量是影响酸汤发酵产酸量的最主要因素,发酵时间次之,发酵温度相对影响较小。

表6 白酸汤发酵参数优化正交试验数据分析
Table 6 Orthogonal array design and results

试验号	A接菌量/℃	B发酵温度/d	C发酵时间/%	指标	酸度/%	感官评分
1	1	1	1		9.33	70
2	1	2	2		9.41	85
3	1	3	3		9.36	80
4	2	1	2		9.20	75
5	2	2	3		9.83	95
6	2	3	1		9.48	85
酸度	7	3	1		9.65	85
8	3	2	1		9.58	85
9	3	3	2		9.76	80
K_1	9.21	9.39	9.51			
K_2	9.50	9.61	9.66		$R_A>R_B>R_C$	
K_3	9.46	9.53	9.61			
R	0.29	0.22	0.15			
优水平			$A_2B_2C_2$			
K_1'	75.33	76.67	76.35			
感官	K_2'	87.90	88.33		$R_A>R_C>R_B$	
评分	K_3'	83.33	81.67			
	R'	12.57	11.66			
优水平			$A_2B_2C_2$			

表7 酸度的方差分析

Table 7 Analysis of variance for acidity with various fermentation conditions

方差来源	偏差平方和	自由度	MS	F值	显著性
A	0.13	2	0.066	1.509	**
B	0.07	2	0.035	0.800	*
C	0.05	2	0.025	0.537	*
误差	0.35	2	0.175		
总和	0.60	8			

表8 感官评分方差分析

Table 8 Analysis of variance for sensory score with various fermentation conditions

方差来源	偏差平方和	自由度	MS	F值	显著性
A	72.222	2	36.111	0.712	*
B	205.556	2	102.778	2.207	**
C	88.889	2	44.4445	0.877	*
误差	405.56	2	202.78		
总和	772.237	8			

由表7产酸量方差分析可知,接菌量显著水平为0.866, $P<0.05$,其差异对产酸量的影响显著;发酵温度的差异对产酸量的影响显著;发酵时间的差异对产酸量的影响小。

由表8感官评分方差分析可知,发酵温度的显著水平为1.327, $P<0.01$,其差异对感官评分的影响极显著,接种量显著水平为0.532, $P<0.05$,其差异对感官评分的影响显著;发酵温度显著水平为0.716, $P<0.05$,其差异对感官评分的影响显著。

综上所述,接菌量是影响白酸汤发酵品质的主要因素,发酵温度次之,发酵时间相对影响较小。发酵温度

对乳酸发酵的苗族酸汤风味影响极显著,接菌量和发酵时间的差异对其影响也很显著。

2.5 产品的质量指标

2.5.1 感官指标^[19]

色泽:乳白色;香气:酸味浓郁,有苗族酸汤特有的香气,微带玉米清香;口味:口味纯正,酸爽适口;状态:质地均匀一致,而且稳定性好,无浆液分层,无沉淀,无其他杂质出现。

2.5.2 理化指标^[20]

可溶性固形物 $>18\%$;总糖 $\geq 11\%$;总酸 $>2.5\%$;蛋白质 $\geq 1.2\%$;矿物质(Ca、P、Fe等) $\geq 0.1\%$;维生素 $\geq 0.1\%$ 。

2.5.3 微生物指标^[21]

乳酸菌活菌数 $\geq 20 \times 10^8$ CFU/mL;细菌总数 ≤ 100 CFU/mL;大肠菌群 ≤ 3 MPN/100mL;致病菌不得检出。

3 结论

通过对不同配比的米浆发酵酸汤后的产品进行感官评定,得出最适宜酸汤发酵的大米、甜嫩玉米、糯米比例为2:1:1。在单因素试验的基础上,通过正交试验得到酸汤发酵的最佳工艺参数为接菌量(老汤)15%、发酵温度40℃、发酵时间3d。发酵的酸汤为乳白色,具有苗族酸汤特有的香气,乳酸发酵香味浓,酸爽适口,质地细腻、柔和爽口,无异味,均匀细腻、无分层、无凝块。

参考文献:

- [1] 石敏,袁伟.“酸汤”发酵过程中酸度的动态变化[J].凯里学院学报,2007,25(3):30-31.
- [2] 江萍,张倩,秦礼康,等.凯里“酸汤”的微生物区系调查及营养成分分析[J].中国酿造,1997(4):18-20.
- [3] 周文美.苗家珍味:酸汤[J].江苏调味副食品,2004,21(4):27-28.
- [4] 田永峰.贵州苗族发酵型酸汤中功能性乳酸菌的筛选[D].贵阳:贵州大学,2008.
- [5] 徐俐,戴岳宗.乳酸菌对酸汤挥发性物质的影响[J].食品科学,2008,29(11):505-509.
- [6] 王志伟.不同乳酸菌菌株对酸粥品质影响的研究[J].食品科技,2010,35(8):61-64.
- [7] 汤庆莉,杨占南,吴天祥.贵州省苗族发酵型酸汤中特征性成分的初步研究[J].食品工业科技,2005,26(9):165-166.
- [8] 刘长海.多菌种混合发酵黑米饮料的研究[J].食品工业科技,2003,24(6):43-45.
- [9] 龚庆芳.麦汁生物酸化菌株产酸特性的研究[J].中国酿造,2006(10):16-19.
- [10] 陈运中.嫩玉米饮料的工艺与配方研究[J].食品与发酵工业,2001,27(7):75-76.
- [11] 庄桂.利用玉米皮渣固体法酿造食醋的研究[J].中国酿造,2006(7):30-33.
- [12] 孔庆学.甜玉米乳酸菌发酵饮料的研究[D].大庆:黑龙江八一农垦大学,1998.
- [13] 黄亮,林亲录,王在亮.发酵型功能早籼米乳饮料的制备[J].粮油学报,2009,24(7):116-120.
- [14] 王志伟,陈忠军.不同乳酸菌菌株对酸粥品质影响的研究[J].食品科技,2010,35(8):61-64.
- [15] 王湘竹.内蒙古酸粥中乳酸菌生物学特性及功能性研究[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2009.
- [16] 钟华峰.功能性大米乳饮料的研制[J].食品科技,2008,33(2):18-22.
- [17] 喻凤香,林亲录.糯米甜酒生产及研究现状[J].现代食品科技,2005,21(1):174-177.
- [18] 马晓佩,张晖,王立,等.黑米饮料工艺的研究[J].食品工业科技,2008,29(9):19-21.
- [19] 涂强,余康宁,张冬梅.甘薯格瓦斯饮料工艺条件的研究[J].中国酿造,2008(5):93-96.
- [20] 佑华,周传云.新型大米发酵饮料的研制[J].中国酿造,2008(5):86-91.
- [21] 岳春,李继红,王修胜,等.活性玉米麦胚乳酸菌饮料的工艺研究[J].中国酿造,2007(7):72-75.