

超声波均质对酸牛奶品质的影响

马勇¹, 赵大军¹, 吴占宇¹, 查斌²

(1.渤海大学生物与食品科学学院, 辽宁 锦州 121000;

2.锦州市凌河区卫生防疫站, 辽宁 锦州 121000)

摘要: 本文研究了超声波均质牛奶的最佳工艺条件及超声波均质对酸奶品质的影响。使用超声波细胞粉碎机处理牛奶, 在谐调指示输出为 50 条件下的最佳工艺条件为: 牛奶温度 40℃, 占空比 60, 均质奶量 0.5kg, 均质时间 10min。均质指数达到 5。用超声波均质奶、高剪切均质奶和非均质奶在相同的配方和制作工艺下制作酸奶, 经超声波均质的牛奶在发酵过程中比其它两种奶产酸稳定, 易于控制。制成的三种酸奶经评分检验, 在香气、色泽、外观形态和滋味四项指标中, 超声波均质后的酸奶在香气和外观形态方面表现最好。

关键词: 超声波; 均质; 牛奶; 酸奶; 质量

Study on Ultrasonic Homogenization Effects on Yoghurt Quality

MA Yong¹, ZHAO Da-jun¹, WU Zhan-yu¹, ZHA Bin²

(1.College of Biotechnology and Food Science, Bohai University, Jinzhou 121000, China;

2.Sanitary Epidemic Prevention Station of Ling He Section of Jinzhou, Jinzhou 121000, China)

Abstract: In this paper, the optimum technical conditions of ultrasonic homogenization used in milk processing and its effects in yoghurt's qualities were studied. Using ultrasonic cell grinder to process milk, the optimum technical conditions were: homogenization time 10min and homogenization index up to 5. Three kinds of yoghurts namely ultrasonic homogenized milk, high speed scattered homogenized milk and ordinary milk with the same ingredients and technical conditions were compared. Ultrasonic homogenized milk is mostly steady in acid producing and easy to control in the process of fermentation. Evaluated by marking test, in the four targets of fragrance, color, shape and taste, the yoghurt after ultrasonic homogenization is best in fragrance and shape.

Key words: ultrasonic; homogenization; milk; yoghurt; quality

中图分类号: TS252

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2006)02-0087-05

自然状态的牛奶, 其脂肪球直径大小不均匀, 变动于 1~10 μm 之间, 一般为 2~5 μm ^[1], 这些脂肪球由于上浮力而浮在牛奶表面形成一层奶油层, 使牛奶产生分层现象。这些脂肪球的存在大大影响了牛奶和奶制品的外观和口感。如果将牛奶均质, 其脂肪球直径可控制在 2 μm 左右, 这时牛奶脂肪的表面积增大, 上浮力下降, 从而避免分层, 达到均一化的效果。均质的独特效果从外观、口感等方面都使产品的质量更上一层楼, 因而均质处理是牛奶制品前处理工艺中非常重要的一环。

根据原理不同, 均质技术主要可以归纳为高剪切均质、高压均质及超声波均质三种^[2]。高剪切均质是通过

机械作用迫使液体物料以很大的速度通过十分窄的间隙, 在流体力学效应的作用下, 经强烈剪切、研磨、撞击和空穴作用, 使物料达到分散细化的均质效果; 高压均质是在高压条件下使混悬液通过一个可调节的限流均质阀缝隙, 产生失压膨胀爆炸、剪切和高速撞击等综合效应, 将存在于液体中的颗粒和油滴粉碎成很小尺寸; 超声波是频率高于 20kHz, 不引起听觉的弹性波。超声波均质是利用超声波在液体中的空化作用及其他物理作用来达到均质效果的^[3]。物理作用指的是超声波可在液体中形成有效的搅动与流动破坏介质的结构、粉碎液体中的颗粒, 主要是液体间碰撞、微相流和冲击波导致颗粒表面形态变化。空化作用是指在超声波作用

收稿日期: 2005-04-04

作者简介: 马勇(1960-), 男, 教授, 博士, 研究方向为食品检验与食品开发。

下,液体在强度较弱的地方产生空穴即小气泡,小气泡随超声脉动,在一个声周期内,空穴会塌陷。超声空化还会产生强烈的机械作用,在固体界面附近产生快速射流或声冲流,在液体中产生强大的冲击波,在适当的超声频率下,在一定时间内可以最小的功率密度达到理想的分散效果。本文利用超声波对酸牛奶原料奶进行均质,考察产品酸牛奶的品质,取得了理想的结果。此外,超声波还有其它的用途,如医学上常用超声波诊断内脏器官诸如肝、胃、脾、肾等的一些常见疾病和疑难杂症^[4];工业上常用超声波进行无损探伤;也有利于超声波来降解或絮凝工业废水中有机污染物的研究^[5],等等。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

鲜牛奶、白砂糖、乳酸菌种等;RS-1200型超声波细胞粉碎机 宁波荣顺科技仪器厂;RF-GZ-530A型(盖勃法)乳脂肪离心机 哈尔滨市乳品检测技术研究所。

1.2 方法

应用盖勃氏法测定乳脂含量;利用正交试验法确定超声波最佳均质条件;利用评分检验法评价酸奶品质;利用均质指数法测定均质效果,均质指数值HI越小均质效果越好。

$$HI = \frac{a-b}{a} \times 100$$

式中:HI为均质指数;

a为上部分50ml乳样的含脂率;

b为下部分450ml乳样的含脂率。

2 结果与分析

2.1 正交试验方案^[4]

超声波均质牛奶的影响因素水平可从超声波本身特征指数和牛奶两方面来考虑。因此,在初步的均质试验后确定因素水平为四个:超声波循环辐射占空比、均质时间、均质时牛奶的温度、均质牛奶的质量。

由于各因素对试验结果的影响不同,其中均质时间为主要考察因素,所以,这是一个不等水平多因子试验,选用 $L_8(4^1 \times 2^4)$ 正交试验表考察各因素的影响,以取得均质的最佳试验方案。即因子A(时间, min)有四个水平,而因子B(占空比)、因子C(牛奶质量, kg)、因子D(温度, °C)都只有两个水平,见表1。

本试验采用综合平衡法,从表1中可以看出,由于因子A(时间 min)被安排在 $L_8(4^1 \times 2^4)$ 的第1列上,因此计算它的各个水平所对应的试验数据之和应当是对应数字“1”、“2”、“3”、“4”有关的试验结果

表1 超声波均质牛奶试验结果

Table 1 The results of ultrasonic homogenization for milk

试验号	因素				HI
	A 时间(min)	B 占空比	C 乳量(kg)	D 温度(°C)	
1	1	2	4	5	
1	1(6min)	1(30)	1(0.25kg)	1(40°C)	77
2	1	2(60)	2(0.5kg)	2(60°C)	14
3	2(8min)	1	2	2	50
4	2	2	1	1	25
5	3(10min)	1	1	2	29
6	3	2	2	1	5
7	4(12min)	1	2	1	46
8	4	2	1	2	44
I j	91	202	175	153	
II j	75	88	115	137	
III j	34				
IV j	90				
$\bar{I} j$	22.75	101	87.5	76.5	
$\bar{II} j$	18.75	44	57.5	68.5	
$\bar{III} j$	8.5				
$\bar{IV} j$	22.50				
R ₃	14.25	57	30	8	
调整差	7.125				

数值,即: $I_1=77+14=91$, $I_2=50+25=75$, $I_3=29+5=34$, $I_4=46+44=90$, 以下相同。

从表1中的“调整差”和“极差”栏内可看出,第1列数值最小,第4列数值最小。因此A(时间 min)是主要因子、D(温度°C)和C(乳量 kg)是较重要因子,B(占空比)是次要因子,即主次顺序是:A > D > C > B,按照结果数值越小越好的要求,对表1中每一列各水平所对应的结果平均值进行比较,应该选择最佳均质条件为: $A_3D_2C_2B_2$ 。由于在试验方案表中没有对应的条件,所以选择最为相近的一组,试验号为6, $A_3D_1C_2B_2$ 。因此,超声波均质牛奶最佳工艺条件为:均质时间10min,占空比60,每次均质乳量0.5kg,牛奶均质时温度为60°C。

2.2 超声波均质对酸奶品质的影响

2.2.1 酸奶的制作

本试验主要考察经均质(超声波均质、高速分散均质)的牛奶和未经均质的牛奶所制成的凝固型酸奶在感官上、凝乳状态上以及发酵过程中酸度变化的异同。除均质方式不同,三种酸奶的配方及制作工艺均相同。其配方为:全脂鲜牛奶90%、白砂糖8%、发酵剂2%,工艺流程为:

原料鲜奶→预热→配料→浓缩→过滤→预热→均质→杀菌→冷却→接种→灌装→发酵→冷却→后熟→成品

2.2.2 不同均质工艺酸奶的品质比较

2.2.2.1 感官评定及结果分析^[5,6]

(1)感官评定标准

表3 酸奶各项目评分统计
Table 3 Statistics of score

项目 评分员	色泽				香气				外观形态				滋味			
	1	2	3	合计	1	2	3	合计	1	2	3	合计	1	2	3	合计
P ₁	10	9	8	27	12	13	13	38	35	30	30	95	34	33	34	101
P ₂	10	10	10	30	10	10	10	30	34	28	26	88	34	30	32	96
P ₃	7	10	6	23	15	15	7	37	38	30	30	98	30	35	28	93
P ₄	10	8	7	25	15	10	5	30	35	25	10	70	35	33	33	101
P ₅	9	6	8	23	14	7	10	31	38	15	26	79	31	23	26	80
P ₆	10	10	10	30	12	14	10	36	38	20	25	83	30	34	23	87
P ₇	10	10	10	30	15	12	10	27	35	30	30	95	35	25	30	90
P ₈	10	10	10	30	14	15	13	42	37	25	20	82	32	33	30	95
P ₉	9	9	9	27	14	15	14	43	40	36	22	98	30	34	33	97
P ₁₀	9	8	9	26	12	14	13	39	38	26	25	89	30	34	31	95
合计	94	90	87	271	133	125	105	363	368	265	244	877	321	314	300	935

具体评定标准^[7]如表2所示。

表2 酸奶感官评定标准
Table 2 Standards of sensory perception

项目	标准
色泽	呈乳白色, 或上层微黄。
香气	天然乳香扑鼻, 并有独特良好风味。
滋味	酸甜适口, 滋味香郁, 口感细腻。
外观形态	外形凝固如玉, 用勺取出部分观察, 切面光滑, 无砂状, 凝立不散, 杯中取乳处坑深而不变形, 在20min后, 有少量乳清析出, 坑形不变。

(2)评分检验结果

三种酸奶经过品评打分、数据统计后, 其结果如表3所示, 其中1号样品为经超声波均质酸奶, 2号为经高速分散均质酸奶, 3号为未均质的普通酸奶。

(3)评分检验中各项数据分析

(4)复合检验结果

根据: $F_{18}^2(0.05)=3.55$ $F_{18}^2(0.01)=6.01$

表4 色泽的差异分析
Table 4 Analysis of color differences

差异原因	自由度	平方和	方差	F值
样品	2	2.467	1.2335	1.2200
评价员	9	24.300	2.7000	2.6704
误差	18	18.200	1.0111	
总计	29	44.967		

表8 Duncan 复合比较试验

Table 8 Complex comparison examination of Duncan

样品	1		2		3	
	香气	外观形态	香气	外观形态	香气	外观形态
评分	133	368	125	265	105	244
评分平均值	13.3	36.8	12.5	26.5	10.5	24.4
SE	$\sqrt{\frac{5.6518}{10}}$ 0.74	$\sqrt{\frac{181.133}{10}}$ 4.26				
rP(5%)			2.07	4.07	3.12	4.27
最短有效差异范围 RP			1.53	17.34	2.31	18.19

表5 香气的差异分析

Table 5 Analysis of perfume differences

差异原因	自由度	平方和	方差	F值
样品	2	41.600	20.8000	3.6802
评价员	9	65.367	7.2630	1.2851
误差	18	101.733	5.6518	
总计	29	208.700		

表6 外观形态的差异分析

Table 6 Analysis of aspect differences

差异原因	自由度	平方和	方差	F值
样品	2	880.867	440.4335	18.8847
评价员	9	254.700	28.3000	1.2134
误差	18	419.800	23.3222	
总计	29	1555.367		

表7 滋味的差异分析表

Table 7 Analysis of flavor differences

差异原因	自由度	平方和	方差	F值
样品	2	22.867	11.4335	1.1362
评价员	9	124.167	13.7963	1.3710
误差	18	181.133	10.0629	
总计	29	328.167		

通过表4~7的分析, 得出如下结论: 在5%显著水平样品色泽无显著差异, 香气水平存在显著差异, 滋味无显著差异; 在1%显著水平外观形态有显著差异。

由于样品间在香气、外观形态方面存在显著差异,

可应用 Duncan 复合比较试验来确定各样品间的差异程度。

结论：在 5% 显著水平，样品 1 的香气最好，样品 2、3 无显著差异；在 1% 显著水平，样品 1 的外观形态最好，样品 2、3 无显著差异。

2.2.2.2 发酵过程中酸度变化比较

表 9 酸奶发酵过程中酸度变化
Table 9 Transformation of acidity in ferment

时间 (h)	超声波均质牛奶 (°T)	高速剪切均质牛奶 (°T)	普通牛奶 (°T)
0.5	18	20	18
1.0	22	24	20
1.5	24	34	22
2.0	34	46	32
2.5	64	58	46
3.0	68	74	69

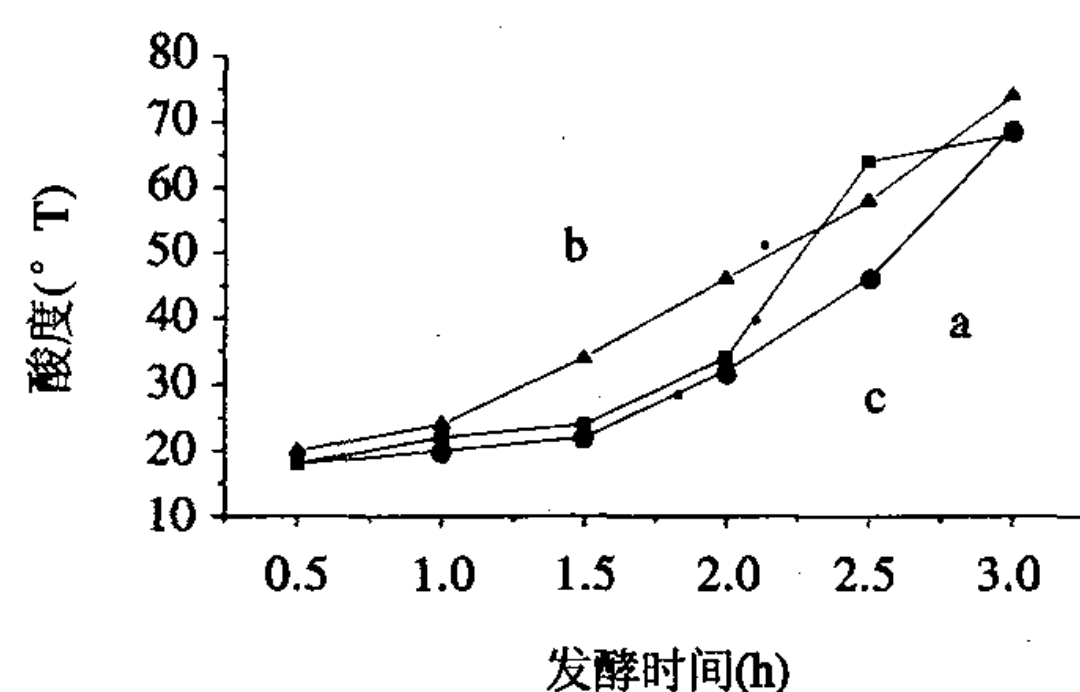


图 1 超声波均质(a)、高速剪切均质(b)及非均质(c)牛乳的发酵酸度曲线

Fig.1 Acidity curve in ferment: homogenize milk with ultrasonic (a)homogenize milk with high speed cut(b)common milk(c)

平均酸度变化率：

$$\text{超声波均质} \frac{(68-18)^{\circ}\text{T}}{3\text{h}} = 16.7^{\circ}\text{T/h}$$

$$\text{高速剪切均质} \frac{(74-20)^{\circ}\text{T}}{3\text{h}} = 18.7^{\circ}\text{T/h}$$

$$\text{普通牛奶} \frac{(69-18)^{\circ}\text{T}}{2.5\text{h}} = 20.4^{\circ}\text{T/h}$$

从酸度曲线上可以看出三种牛奶在发酵过程中的酸度变化存在着明显的差异。超声波均质的酸奶在发酵初期(0~1.5h)发酵速度较缓慢，这样可以使菌种在一个稳定的环境生长，提高发酵剂活力，有利于中、后期发酵，在发酵中期(1.5~2.5h)发酵十分迅速，产酸速度与其余两种牛奶比较，为同时期最快，而在发酵后期(2.5~3h)速度又变缓，有利于控制发酵终点，防止过度发酵；高剪切均质牛奶发酵曲线几乎呈直线状态，说明在整个发酵过程中，产酸速度几乎是一致的，在整个发酵过程没有大的变化；未均质牛奶开始阶段(0~1.5h)

发酵较缓，但从中期至发酵终点发酵速度越来越快，在后期(2.5~3h)酸度不易控制，若稍不注意则可能会过分发酵。

从综合平均酸度变化率及酸度曲线分析可见，超声波均质的酸奶平均酸度变化率最小，为 16.7°T/h ；高剪切均质酸奶的变化率次之，为 18.7°T/h ；而普通非均质酸奶平均酸度变化率最大，为 20.4°T/h 。这说明均质后的乳在整个发酵产酸过程比非均质乳更稳定、易于控制，尤其是经超声波均质后的牛奶，这种影响更为明显。

综合不同牛奶酸度变化情况及超声波均质牛奶在发酵过程中的变化特性可以看出，超声波均质对牛奶发酵制作酸奶过程存在十分有利的影响。

2.2.2.3 凝乳效果的评价

用小勺分别从三种酸奶成品中取出部分乳块，观察乳块及杯中坑形随时间的变化，从而评价三种酸奶的凝乳效果，见表 10。

表 10 不同酸奶凝乳效果
Table 10 Cured status of different yoghurt

酸奶种类	凝乳效果	
	乳块	杯中坑形
超声波均质	25min 析出少量乳清， 块形基本不变	10min 析出少量乳清， 坑形略变
高速剪切均质	10min 析出少量乳清， 块形基本不变， 15 min 块形消失	5min 析出少量乳清， 坑形略变
未经均质	5min 析出大量乳清， 10min 块形消失	5min 析出乳清，坑形不 整，10min 坑形消失，析 出大量乳清，出现絮状物

3 结论

3.1 经超声波均质的牛奶，均质评价效果好于高速离散均质及高压剪切均质。

3.2 使用 RS-1200 型超声波细胞粉碎机，在占空比为 60、牛奶质量 0.5kg、作用 10min、 40°C 的条件下可以得到最佳均质效果，均质指数为 5。

3.3 利用超声波均质的牛奶制成的酸奶与其它酸奶相比，奶香浓郁、口感爽滑、外观细腻、乳块块形在 30min 内基本不变，说明其凝乳状态良好，可以抵抗大批量生产中的震荡、颠簸的问题，利于中长途运输，是一项可以利用的技术。

3.4 经超声波均质的牛奶在发酵过程中的产酸量和产酸速度容易控制。

3.5 超声波均质机在生产过程中会产生大量令人不快的噪音，可以设置隔音箱克服；大型超声波均质机存在价格偏高的问题，有待解决。

自然发酵酸菜汁中乳酸菌的分离筛选 与鉴定研究

陈晓平¹, 刘华英¹, 魏小川¹, 马艳梅¹, 宋丽军²

(1.吉林农业大学食品工程学院, 吉林 长春 130118; 2.吉林省标准研究院, 吉林 长春 130022)

摘要: 从自然发酵的酸菜汁中分离出3株高产酸菌株, 利用现代分析技术与经典分类法对上述三株高产酸菌株进行了系统的细菌学鉴定。鉴定结果表明, 三株高产酸菌株分别为肠膜明串珠菌(*Leuconostoc mesenteroides*)、短乳杆菌(*Lactobacillus brevis*)和植物乳酸杆菌(*Lactobacillus planetarium*)。

关键词: 酸菜汁; 乳酸菌; 分离鉴定

Study on Separation and Identification of Lactic Acid Bacteria from Naturally Fermentated Sauerkraut

CHEN Xiao-ping¹, LIU Hua-ying¹, WEI Xiao-chuan¹, MA Yan-mei¹, SONG LI-jun²

(1.College of Food Science, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China;

2.Jilin Province Standard Research Institute, Changchun 130022, China)

Abstract : 3 strains of lactic acid bacteria from natural fermentation sauerkraut were separated and systematically identified. On the basis of morphology, physiological and biochemical features with modern analytical methods and classical methods. The results indicated that the 3 strains are *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus brevis* and *Lactobacillus planetarium*.

Key words: sauerkraut; lactic acid bacteria; separation and identification

中图分类号: TS255.54

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2006)02-0091-04

利用乳酸菌进行发酵, 加工、贮存蔬菜的方式已有几千年的历史了^[1], 并在全世界许多国家和地区广为流传。不仅是因为其简便、易掌握, 而且还因为其能进一步改善蔬菜风味、增进食欲^[2]。我国蔬菜资源丰富, 酸菜作为我国东北地区一种传统的乳酸发酵蔬菜制品, 其口感清爽, 营养丰富, 风味独特^[3]。其汁液中富含乳酸菌活菌, 赋予酸菜多种营养保健功效^[4]。对其深入研究且开发利用, 对提高人民健康水平、开发蔬菜加工品种、蔬菜原料的综合利用有着积极意义。

本研究旨在对传统自然发酵的酸菜进行乳酸菌的分离

鉴定, 为酸菜的纯菌发酵和现代工业化生产奠定基础。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

1.1.1 材料

大白菜 吉林农业大学农贸市场; 食盐 长春市盐业公司。

1.1.2 主要试剂及仪器

蛋白胨、酵母提取物、吐温80、牛肉膏、琼脂:

收稿日期: 2005-04-27

作者简介: 陈晓平(1963-), 男, 教授, 博士, 研究方向为功能食品。

参考文献:

- [1] 金世琳. 乳品工业手册[M]. 轻工业出版社, 1987.
- [2] 唐静静, 刘乘, 董海洋. 牛奶及果汁的物质及相关设备[J]. 包装与食品机械, 2003, 21(3): 27-28.
- [3] 朱海清. 超声波对牛奶的均质效果研究[J]. 粮油加工与食品机械,

2002, (5): 42.

- [4] 冯叙桥, 赵静. 食品质量管理学[M]. 中国轻工业出版社, 1995.
- [5] 马钢. 酸奶制品制作技术及最新配方[M]. 中国农业出版社, 1994.
- [6] 赵平. 牛奶均质效果的测定[J]. 中国乳品工业, 1999, 26(2): 34.
- [7] 金世琳. 乳品工业手册[M]. 轻工业出版社, 1987.