

文章编号 :1009 - 038X(2000)05 - 0443 - 03

酸乳发酵凝乳过程中的理化性质和生物活性

沈 辉¹ , Celestin SABUMUKAMA² ,

Etienne NZEYIMANA² , Felicien NIBRKORO²

(1. 无锡轻工大学食品学院 江苏无锡 214036 ; 2. 布隆迪大学食品工程系)

摘 要 :全脂牛奶在室温发酵制作酸乳过程中 ,其酸度随着发酵时间的延续和微生物添加量的增加而上升 ,pH 值则逐渐降低 ,而酸乳粘度则随着发酵时间的延续上升达到最高点开始下降 .当微生物添加量为 4% ~ 5% ,发酵 12 h 时 ,酸乳凝乳良好 ,口感适宜 ,活性乳酸菌总数达到 10^7 数量级 .

关键词 :酸乳 ;凝乳 ;动力粘度 ;发酵 ;滴定酸度 ;乳酸菌

中图分类号 :TS252.54

文献标识码 :A

Physical and Chemical Characteristics of Yaourt Along with Bioactivity During its Fermentation Coagulation

SHEN Hui¹ , Celestin SABUMUKAMA² , Etienne NZEYIMANA² , Felicien NIBRKORO²

(1. School of Food Science and Technology , Wuxi University of Light Industry , Wuxi 214036 ; 2. Department of Food Technology , Burundi University)

Abstract : During the fermentational coagulation of the pasteurised cow milk incubated at ambient temperature for making yaourt , the milk motive viscosity firstly went gradually up until to the highest point , and then it came down comparing to the gradual rising titrable acidity and the gradual descending pH value . Those physical and chemical indices , along with the tasting and the coagulation of yaourt , were changable both with the different added quantity of inoculated lacto-bacteria and the fermentation time . When inoculated with the 4% ~ 5% of lacto-bacteria and fermented for 12 h at ambient temperature , the yaourts with wishful coagulating form and well aromatic tastes were made in this paper . They contained $2.5 \times 10^7 \sim 5.7 \times 10^7$ of active living lacto-bacteria .

Key words : yaourt ; coagulation ; fermentation , motive viscosity ; titrable acidity ; lacto-bacteria

酸乳多是以鲜牛奶为原料 ,经乳酸菌(*Lactobacillus bulgaricus*)发酵转化得到的一种酸性适中的凝聚半固状奶制品 ,具有与液体奶完全不同的芳香风味和爽口感 ,倍受人们喜爱 .酸乳富含蛋白质、钙、磷、维生素 ,还含有利于人体健康的活性微生物 ,它能量较低 ,不含或微含乳糖 ,少含脂肪且脂肪

易于吸收 ,是一种具有保健作用的天然食品 ,对因缺乏乳糖酶而对牛奶过敏的人群更有益处 .

虽然酸乳品种繁多 ,但是在其制作过程和发酵是机理是共同的 .发酵酸乳的制作 ,经历巴斯德杀菌、微生物接种、发酵凝乳、终止发酵、冷藏、包装等过程 ,其中以微生物接种和发酵凝乳过程较为重

收稿日期 :1999 - 12 - 13 ;修订日期 :2000 - 06 - 20 .

作者简介 :沈辉(1956 -) ,男 ,江苏徐州人 ,法国博士 ,教授 .

万方数据

要. 需要指出的是,原料奶的营养品质,接种微生物的质量和数量,发酵凝乳条件的控制等等,都会直接地影响到酸乳产品的质量和风味.作者以微生物接种,发酵凝乳过程中活性微生物的生长以及酸乳粘度、酸度、pH 值等理化性质的变化为重点,优化了酸乳产品制作工艺.

1 原料与方法

1.1 实验原料

新鲜全脂牛奶 乳脂质量分数为 3.5% ~ 4.0% ,pH 6.7 ,酸度(以乳酸计)1.7 g/L ;发酵用微生物种曲 pH 4.4 ,酸度 10.3 g/L ,粘度 525 mPa·s ,活性乳酸菌总数 9.6×10^6 .

表 1 种曲添加量及发酵时间对酸乳理化性质和口感的影响

Tab.1 Effects of microorganism adding quantity and fermented time on physical and chemical charactertics of yaout					
种曲添加量/ (mL/L)	发酵时间/h	pH 值	酸度(以乳酸计) / (g/L)	动力粘度/ (mPa·s)	感官评价
20	0	6.65	1.91	< 10	中性液体,无味
	6	6.05	2.84	< 10	微酸性 液体
	12	5.14	5.89	81	微酸性 液状,未凝聚
	18	4.62	8.80	110	微酸性 液状,未凝聚
	24	4.61	9.35	188	粘稠状,微酸性,口感差
30	0	6.62	1.99	< 10	中性液体,无味
	6	5.83	3.26	49	微酸性 液状,未凝聚
	12	4.97	6.76	125	微酸性液状,未凝聚
	18	4.58	9.47	212	粘稠状,口感差
	274	4.55	11.40	221	粘稠状,口感差
40	0	6.45	2.37	< 10	中性液体,无味
	6	4.95	6.41	139	微酸味,未凝聚
	12	4.51	10.65	523	凝聚半固状,芳香,酸度适中,口感好
	18	4.36	11.89	616	凝聚半固状,芳香,酸度适中,口感好
	24	4.30	14.37	578	凝聚半固状,口感稍酸
50	0	6.39	2.58	< 10	中性液体,无味
	6	4.85	7.51	185	微酸性 液状,未凝聚
	12	4.52	12.10	608	凝聚半固状,芳香,酸度适中,口感好
	18	4.21	13.33	587	凝聚半固状,芳香,口感稍酸
	24	4.17	15.03	524	凝聚半固状,口感酸
60	0	6.34	2.76	< 10	中性液体,无味
	6	4.79	7.85	162	微酸味 液状,未凝聚
	12	4.47	12.86	508	凝聚半固状,芳香,口感稍酸
	18	4.11	14.61	542	凝聚半固状,口感稍酸
	24	4.11	16.33	477	凝聚半固状,口感酸
80	0	6.27	3.01	< 10	中性液体,无味
	6	4.67	9.71	179	粘稠状,口感差
	12	4.21	14.03	308	凝聚半固状,口感稍酸
	18	4.02	14.59	569	凝聚半固状,口感酸
	24	3.91	17.20	467	凝聚半固状,口感过酸

由表 1 可见,牛乳发酵凝乳过程中粘度、pH 值、酸度的变化影响凝乳效果,既与种曲的接种添加

1.2 实验方法

新鲜牛奶经巴斯德杀菌,然后冷却至 42 ~ 45 ℃ ,均质,微生物发酵物均匀搅拌于奶液中,于室温培养,待凝乳后立即冷藏,就得到食用发酵酸乳;冷藏 36 h 后,取样分析测定.酸乳动力粘度、pH 值、滴定酸度以及酸乳内微生物种类和含量的测定,参见标准分析方法^[1],酸乳的感官评定参照国际标准感官评定方法.

2 结果与讨论

微生物种曲在相同条件下分别按不同的添加量接种到经巴斯德杀菌的牛奶中,观察发酵凝乳过程中粘度、pH 值、酸度的变化和凝乳效果,并辅以感官评价,结果见表 1.

量相关,又与发酵时间相关.其酸度随着发酵时间的延续和微生物添加量的增加而上升,pH 值则逐

渐降低,接种量在 2% ~ 3% 时,粘度增加缓慢,难于形成凝乳;接种量在 4% ~ 8% 范围内,粘度随着发酵时间的延续而上升达到最高点后又开始下降,且微生物添加量不同,酸乳粘度能达到的最大值和达到最大值的发酵时间有所不同。

当接种量为 4% ,发酵 12 ~ 18 h ;或接种量为 5% ,发酵 12 h 时,可制得品质较好的酸乳;而在其它条件下制得的酸乳品质较差。理想酸乳呈凝聚半固状,具有芳香味,口感较好;其理化指标为: pH 4.36 ~ 4.52 ,酸度(以乳酸计)10.6 ~ 12.1 g/L ,粘度为 508 ~ 606 mPa. s.

液体奶发酵凝乳的原理主要是由于在温度适宜时,食用微生物在液体奶中生长、繁殖、发酵,将奶液中乳糖缓慢转化而产生大量的乳酸,使得奶液的酸度缓慢增加,pH 值逐渐降低,钙盐的溶解度渐降增加,这些变化使得奶液中蛋白质(主要是酪蛋白)大分子中天冬胺酸残基和谷胺酸残基等的酸性离子化功能减弱,进而引起蛋白质分子表面活性能

降低,蛋白质分子形成微小的亚胶体分子团,使得液体奶粘度增加;亚胶体分子团受到奶液中磷酸钙的作用而相互连接,形成胶体分子团;胶体分子团再缓慢聚集成均质的水合蛋白质网络——半固状凝乳,即为酸乳。

若半固状酸乳形成后继续培养而不冷藏中止发酵,其中的微生物会继续繁殖发酵,使得乳糖继续转化为乳酸,酸乳的酸度继续增加,pH 值继续降低,而且微生物分泌的蛋白水解酶作用于奶蛋白质的作用增强。这些变化不仅使得酸乳的酸味增强,而且在结构上引起酸乳中微小蛋白质亚胶体分子团改变,使得它们之间的亲合连接作用减弱,进而引起酸乳胶体的刚性降低和胶体分子团聚集成的蛋白质网络松散,结果是酸乳的粘度降低。

为研究酸乳产品的生物活性和卫生状况,作者对其微生物的种类和含量进行了分析测定,结果见表 2。

表 2 酸乳中的微生物
Tab.2 Microorganisms in the yaourt

生物种类	酸乳中微生物含量 控制标准/(个/mL)	实测得微生物含量/(个/mL)		
		接种用酸乳	酸乳Ⅰ*	酸乳Ⅱ*
活性细菌(乳酸菌)总数	$10^6 \sim 10^8$	9.6×10^6	2.5×10^7	5.7×10^7
大肠菌群	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10
粪大肠杆菌	≤ 1	阴性	阴性	阴性
埃希氏杆菌	≤ 2	阴性	阴性	阴性
沙门氏菌	不得检出	未检出	未检出	未检出
志贺氏菌	不得检出	未检出	未检出	未检出

注:酸乳Ⅰ是接种量为 4% ,发酵时间 12 h 的酸乳,酸乳Ⅱ为接种量为 5% ,发酵时间 12 h 的酸乳。

C. M. Bourgeois 等指出,若食品所含有的非致病性细菌总数小于 10^6 个/mL,一般而言是食用安全的。但是,酸乳作为一种特殊的发酵食品应含有大量的活性生物——活性乳酸菌群,如果含有太少或不含有的活性菌,就不具有所希望的生物活性。法国标准规定,食用酸乳含有的活性乳酸菌群的总数应在 $10^6 \sim 10^8$ 个/mL 范围内。

由表 2 结果可见,酸乳产品中,检测到的需控有害的细菌的含量极微或阴性;这说明,这些酸乳

不含有对人体有害的致病菌,符合现有的食品卫生标准。更为重要的是,它们含有大量的活性细菌,其总数达到 10^7 数量级,且都为有益于人体健康的活性乳酸菌群。

作为酸乳制作原料的液体全脂牛奶转化为酸乳产品后,乳糖转化为乳酸,在发酵过程中奶蛋白受到微生物分泌的蛋白水解酶的作用而易于消化。此外,酸乳中大量活性乳酸菌群的存在,还具有特殊的生物活性,能增强人体的免疫能力。

参考文献

[1] 黄伟坤,唐英章,黄焕章等. 食品检验与分析[M].北京:轻工业出版社,1989.

(责任编辑 朱 明)