

乳酸菌发酵不同乳基质的凝乳特性研究*

吴 非, 刘晓玲

(乳品科学教育部重点实验室, 东北农业大学食品学院, 黑龙江哈尔滨, 150030)

摘 要 探讨了不同乳酸菌发酵不同乳基质时的凝乳特性, 为开发混合乳制品及豆乳发酵制品提供理论依据。

对 8 株乳酸菌作用于纯牛乳、混合乳及纯豆乳时的凝乳性能进行了研究; 检测了凝乳的粘度、酸度、双乙酰、胞外多糖和 pH4.6 时的可溶性氮含量。结果表明, 以不同基质作为发酵介质时, 乳酸菌呈现不同的凝乳特性。

关键词 乳酸菌, 发酵基质, 凝乳特性

乳酸菌是一类能以糖为原料, 发酵产生大量乳酸的微生物通称, 是正常人肠道中极为重要的生理菌群, 担负着机体多种重要的生理功能^[1]。在各类食品中都有应用, 其中, 乳酸菌发酵乳制品种类最多。但由于我国乳源匮乏, 限制了乳品工业的发展^[2], 而中国人有长期食用豆制品的历史, 大豆种植面积很广, 产量很大, 因此, 开发豆乳替代品或豆乳与牛乳的混合制品潜力巨大^[3,4]。文中以加工干酪为最终目的, 揭示乳酸菌发酵纯牛乳、混合乳及纯豆浆时的凝乳特性, 为开发混合乳干酪和纯豆乳干酪提供发酵剂方面的理论依据。

1 材料与方法

1.1 主要实验材料及设备

牛乳、大豆均为市售; 试验菌株来自国家教育部乳品科学重点实验室, 为唾液链球菌嗜热亚种: *Str. salivarius* ssp. *thermophilus* 11 (St1)、*Str. salivarius* ssp. *thermophilus* (St2); 德氏乳杆菌保加利亚亚种: *Lac. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* 12 (Lb1)、*Lac. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* (Lb2); 干酪乳杆菌: *Lb. casei* 10210 (Lc); 嗜酸乳杆菌: *Lb. acidophilus* F (La); 乳脂链球菌: *Str. cremoris* (Sc); 乳酸链球菌: *Str. lactis* (Sl)。

物性分析仪(TA.XT Plus., 美国); 紫外可见分光光度计(DU800); 电子显微镜; 低温离心机(GL-21M); 恒温培养箱(DHP-9082, 由教育部国家乳品重点实验室提供)。

1.2 实验方法

1.2.1 豆浆的制备

优质大豆→清水清洗→蒸馏水浸泡 12 h→以豆水比 1:7.5 磨浆→3 层纱布过滤除渣→生豆浆煮沸, 凉至 32℃ 备用

1.2.2 乳的发酵

将各供试菌株分别接种 3% 于纯牛乳、纯豆浆、混合乳(将豆浆按 15% 的添加量与牛乳混合)中, 混合均匀。于 43℃ 条件下培养, 每 2 h 观察 1 次凝乳状态, 记录凝块的颜色、风味, 是否均匀、润滑, 有无龟裂及乳清分离等现象。

1.2.3 凝乳酸度(T°)的测定

准确吸取 10 mL 凝乳, 用 25 mL 蒸馏水稀释。加入浓度为 5 g/L 的酚酞指示剂 0.5 mL, 混匀后用 0.1 mol/L 的 NaOH 滴定, 直至微红色在 1 min 内不消失为止。把滴定时消耗的 NaOH 体积(mL)乘以 10, 即为吉尔涅尔度。

1.2.4 乳酸菌产双乙酰性能的测定

(1) 校正曲线的绘制

在比色管中加 0.10 mL 10 mol/L NaOH 溶液和 0.00, 0.02, 0.06, 0.08, 0.10 mL 2,3-二甲基噻唑标准使用液, 然后用 40% 乙醇水溶液定容, 摇匀, 在 361.0 nm 的激发波长和 422.4 nm 的发射波长下测定其荧光强度, 制作校正曲线。

(2) 样品测定

取 10 mL 发酵乳, 添加 20 mL PBS 缓冲溶液(pH4.6), 10 000 g 离心 30 min, 取上清液, 装入 100 mL 圆底烧瓶中, 加 10 mL 邻苯二胺溶液; 用 4 mol/L HCl 溶液调 pH 值为 3.5 左右, 充分混匀后, 回流 1h; 冷却至室温, 然后用 40% 乙醇定容至 100.0 mL, 摇匀, 在 361.0 nm 激发波长和 422.0 nm 发射波长下测定其荧光强度。在校正曲线上求得样品中双乙酰的含量。

1.2.5 乳酸菌产胞外多糖的测定

硫酸-苯酚法。

第一作者: 博士, 副教授。

* 黑龙江省科技攻关资助项目(GB04B403-04)

收稿日期: 2006-10-25

1.2.6 荚膜染色

在载片上滴1滴无菌水,取少许菌苔在水滴中制成悬浮液。取1滴墨汁与菌悬液混合,并用另一载片的一端将此水滴在载片上刮成薄膜,风干。用纯甲醇固定1 min,加0.5%番红液数滴滴于涂片上,冲去残余甲醇,并染色30 s,然后倾去染液,立即吸干,备镜检。

1.2.7 凝乳 pH 为 4.6 时可溶性氮含量的测定

称取凝乳适量,加入 pH 值为 4.6 的醋酸盐缓冲液,用组织捣碎机充分磨碎,再用 25 mL 的缓冲液充

分冲洗,悬浮液在 4 000 r/min 的离心机中离心 20 min,取上清液定量地移入凯氏消化瓶,进行凯氏定氮。

2 结果与讨论

2.1 不同乳酸菌菌株的凝乳性能

用 8 株乳酸菌分别发酵纯豆浆、纯牛乳和混合乳,每 2 h 观察菌株对不同发酵基质的凝乳性能,试验结果见表 1。

表 1 乳酸菌发酵不同乳基质的凝乳效果

原料	菌株	凝乳效果				凝乳开始时间/h	乳清开始析出时间/h
		2h	4h	6h	8h		
豆浆	Lb1	+	++	+++	*	1.5	3.0
	Lb2	—	+	++	+++	3.0	5.0
	St1	+	++	+++	*	2.0	3.5
	St2	+	++	+++	*	2.0	3.5
	Lc	—	+	++	+++	3.5	6.0
	La	—	+	++	+++	3.0	5.5
	Sc	+	++	+++	*	1.5	3.0
	Sl	+	++	+++	*	2.0	3.0
牛乳	Lb1	—	—	+	++	5.0	ND
	Lb2	—	—	+	++	5.5	ND
	St1	—	—	+	++	5.0	ND
	St2	—	—	+	++	5.0	ND
	Lc	—	—	+	+	6.0	ND
	La	—	—	+	++	6.0	ND
	Sc	—	+	++	+++	3.5	5.5
	Sl	—	+	++	+++	3.5	6.0
混合乳	Lb1	—	—	+	++	5.0	ND
	Lb2	—	—	+	++	5.0	ND
	St1	—	—	+	++	5.0	ND
	St2	—	—	+	++	5.0	ND
	Lc	—	—	+	+	6.0	ND
	La	—	—	+	++	5.5	7.0
	Sc	—	+	++	+++	3.5	5.5
	Sl	—	+	++	+++	3.5	6.0

注：—代表未凝乳；+代表开始凝乳，+越多代表凝乳效果越好；*代表有大量乳清析出；ND代表8 h内凝乳没有乳清析出。

具有良好凝乳性能的发酵剂产生的凝乳应该均匀而润滑,有弹性,表面无龟裂、气泡及明显的乳清分离现象。从表 1 可以看出,各乳酸菌菌株凝结豆浆所需的时间最短,在 1.5~3h 之内都开始凝结,凝块表面光滑、质地均匀,但凝块易碎;不同乳酸菌菌株凝结纯牛乳和混合乳所需时间较长,在 3.5~6h 内开始凝结。纯牛乳和混合乳的凝乳状态无明显差异,组织结构均良好,凝乳效果优于豆浆凝乳。从乳清析出情况来看,混合乳和纯牛乳不易乳清析出;而纯豆浆凝乳不稳定,部分菌株在 3.5h 以后开始出现乳清析出的

情况,并且,在发酵末期有大量乳清析出。当以混合乳作为发酵基质时,Sc、Sl 菌株凝乳最快,发酵末期无大量乳清析出,凝乳性能优于其他菌株。

2.2 乳酸菌发酵不同乳基质的特性研究

在干酪的加工过程中,发酵剂对产品的功能特性、产率及风味有着十分重要的影响,起着产酸和促进干酪成熟的作用,尤其是菌株的产粘、产酸、产双乙酰、产胞外多糖和 pH4.6 可溶性氮的能力更为重要^[5]。

2.2.1 乳酸菌发酵纯豆浆

表 2 列出了用不同乳酸菌菌株发酵纯豆浆 6h 可溶性氮含量的结果。
时,凝乳的粘度、酸度、双乙酰、胞外多糖、pH4.6 时

表 2 不同乳酸菌菌株发酵纯豆浆凝乳的理化指标结果

菌株	粘度/ $\text{g} \cdot \text{s}^{-1}$	酸度/ $^{\circ}\text{T}$	双乙酰/ $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$	pH4.6 时可溶性氮含量/%	胞外多糖/ $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$
Lb1	$32.51 \pm 2.61^{\text{D}}$	$29.50 \pm 0.86^{\text{B}}$	$66.83 \pm 1.40^{\text{D}}$	$0.146 \pm 0.0016^{\text{C}}$	$0.162 \pm 0.008^{\text{B}}$
Lb2	$14.33 \pm 1.35^{\text{E}}$	$19.90 \pm 0.43^{\text{C}}$	$71.46 \pm 1.27^{\text{C}}$	$0.222 \pm 0.0101^{\text{A}}$	$0.315 \pm 0.006^{\text{A}}$
St1	$58.59 \pm 9.43^{\text{B}}$	$29.60 \pm 2.13^{\text{B}}$	$44.33 \pm 1.35^{\text{G}}$	$0.146 \pm 0.0016^{\text{C}}$	$0.139 \pm 0.010^{\text{C}}$
St2	$60.05 \pm 5.23^{\text{B}}$	$21.67 \pm 0.65^{\text{C}}$	$59.13 \pm 0.64^{\text{B}}$	$0.153 \pm 0.0101^{\text{B}^{\text{C}}}$	$0.025 \pm 0.005^{\text{E}}$
Lc	$2.71 \pm 0.20^{\text{E}}$	$16.57 \pm 0.73^{\text{D}}$	$78.66 \pm 0.49^{\text{A}}$	$0.162 \pm 0.0025^{\text{B}}$	$0.013 \pm 0.003^{\text{F}}$
La	$180.65 \pm 14.18^{\text{A}}$	$20.36 \pm 0.15^{\text{C}}$	$74.93 \pm 1.62^{\text{B}}$	$0.150 \pm 0.0032^{\text{C}}$	$0.003 \pm 0.001^{\text{G}}$
Sc	$48.62 \pm 6.95^{\text{BC}}$	$36.13 \pm 3.23^{\text{A}}$	$66.80 \pm 0.79^{\text{D}}$	$0.142 \pm 0.0047^{\text{C}}$	$0.004 \pm 0.002^{\text{FG}}$
Sl	$39.10 \pm 8.21^{\text{CD}}$	$28.83 \pm 0.90^{\text{B}}$	$56.76 \pm 0.51^{\text{F}}$	$0.142 \pm 0.0078^{\text{C}}$	$0.100 \pm 0.001^{\text{D}}$

注:不同的上角标表示均数之间具有显著的差异(以下各表与此相同)。

实验结果表明,以豆浆为发酵基质时,St1、La 和 St2 凝乳的粘度大;Sc、Sl、St1 和 Lb1 的产酸能力强; Lc、La 和 Lb2 产双乙酰量大。Lb1、Lb2 和 St1 产胞外多糖多;Lb2 和 Lc 蛋白质分解能力强。

2.2.2 乳酸菌发酵纯牛乳

表 3 中列出了用不同乳酸菌菌株对纯牛乳发酵 6 h 时,凝乳的粘度、酸度、双乙酰、胞外多糖、pH4.6 时可溶性氮含量的检测结果。

表 3 不同乳酸菌菌株发酵纯牛乳凝乳的理化指标结果

菌株	粘度/ $\text{g} \cdot \text{s}^{-1}$	酸度/ $^{\circ}\text{T}$	双乙酰/ $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$	pH4.6 时可溶性氮含量/%	胞外多糖/ $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$
Lb1	$357.88 \pm 13.98^{\text{B}}$	$67.20 \pm 1.64^{\text{B}}$	$98.36 \pm 1.07^{\text{A}}$	$0.209 \pm 0.0070^{\text{D}}$	$0.300 \pm 0.009^{\text{E}}$
Lb2	$311.23 \pm 10.71^{\text{C}}$	$64.20 \pm 0.72^{\text{C}}$	$93.43 \pm 2.25^{\text{B}}$	$0.408 \pm 0.0064^{\text{A}}$	$0.390 \pm 0.009^{\text{D}}$
St1	$359.31 \pm 9.27^{\text{B}}$	$60.97 \pm 0.09^{\text{D}}$	$89.97 \pm 1.59^{\text{C}}$	$0.202 \pm 0.0162^{\text{D}}$	$0.683 \pm 0.006^{\text{A}}$
St2	$320.66 \pm 12.15^{\text{C}}$	$59.73 \pm 0.83^{\text{D}}$	$90.40 \pm 1.78^{\text{BC}}$	$0.213 \pm 0.0109^{\text{D}}$	$0.399 \pm 0.011^{\text{D}}$
Lc	$107.25 \pm 13.01^{\text{E}}$	$40.93 \pm 0.60^{\text{E}}$	$77.43 \pm 2.72^{\text{E}}$	$0.276 \pm 0.0045^{\text{B}}$	$0.008 \pm 0.007^{\text{G}}$
La	$192.25 \pm 19.43^{\text{D}}$	$61.73 \pm 1.65^{\text{CD}}$	$85.67 \pm 2.08^{\text{D}}$	$0.231 \pm 0.0021^{\text{C}}$	$0.119 \pm 0.012^{\text{F}}$
Sc	$396.16 \pm 19.28^{\text{A}}$	$88.73 \pm 3.23^{\text{A}}$	$91.63 \pm 1.19^{\text{BC}}$	$0.202 \pm 0.0018^{\text{D}}$	$0.520 \pm 0.012^{\text{B}}$
Sl	$400.49 \pm 10.72^{\text{A}}$	$88.73 \pm 1.29^{\text{A}}$	$76.13 \pm 0.97^{\text{E}}$	$0.213 \pm 0.0046^{\text{D}}$	$0.454 \pm 0.005^{\text{C}}$

从表 3 中的结果可以看出,以牛乳为发酵基质时,Sc 和 Sl 凝乳粘度大;Sc 和 Sl 产酸能力强;Lb1、 Lb2 和 Sc 产双乙酰最多。St1、Sc 和 Sl 产胞外多糖多;Lb2 和 Lc 分解蛋白质的能力强。

2.2.3 乳酸菌发酵混合乳

表 4 中列出了用不同乳酸菌菌株对混合乳进行 6 h 的发酵时,凝乳的粘度、酸度、双乙酰、胞外多糖、 pH4.6 可溶性氮含量的检测结果。

表 4 不同乳酸菌菌株发酵混合乳凝乳的理化指标结果

菌株	粘度/ $\text{g} \cdot \text{s}^{-1}$	酸度/ $^{\circ}\text{T}$	双乙酰/ $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$	pH4.6 时可溶性氮含量/%	胞外多糖/ $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$
Lb1	$235.31 \pm 25.57^{\text{A}}$	$60.70 \pm 0.10^{\text{CD}}$	$101.52 \pm 0.38^{\text{A}}$	$0.295 \pm 0.0077^{\text{D}}$	$0.221 \pm 0.053^{\text{C}}$
Lb2	$131.41 \pm 16.43^{\text{D}}$	$63.70 \pm 0.05^{\text{C}}$	$88.33 \pm 1.05^{\text{B}}$	$0.526 \pm 0.0293^{\text{A}}$	$0.304 \pm 0.007^{\text{BC}}$
St1	$180.15 \pm 13.85^{\text{BC}}$	$57.40 \pm 0.17^{\text{D}}$	$99.41 \pm 0.66^{\text{A}}$	$0.279 \pm 0.0075^{\text{DE}}$	$0.268 \pm 0.004^{\text{BC}}$
St2	$222.17 \pm 21.36^{\text{A}}$	$59.07 \pm 0.42^{\text{CD}}$	$87.94 \pm 0.33^{\text{B}}$	$0.275 \pm 0.0006^{\text{DE}}$	$0.364 \pm 0.034^{\text{AB}}$
Lc	$82.21 \pm 4.36^{\text{E}}$	$40.07 \pm 0.53^{\text{E}}$	$67.92 \pm 0.12^{\text{C}}$	$0.259 \pm 0.0071^{\text{E}}$	$0.038 \pm 0.002^{\text{D}}$
La	$166.61 \pm 17.47^{\text{C}}$	$56.43 \pm 0.06^{\text{D}}$	$69.29 \pm 0.10^{\text{C}}$	$0.203 \pm 0.0042^{\text{F}}$	$0.045 \pm 0.002^{\text{D}}$
Sc	$230.10 \pm 20.50^{\text{A}}$	$77.33 \pm 0.21^{\text{B}}$	$107.48 \pm 0.15^{\text{A}}$	$0.387 \pm 0.0054^{\text{B}}$	$0.410 \pm 0.014^{\text{A}}$
Sl	$208.03 \pm 14.00^{\text{AB}}$	$77.00 \pm 0.15^{\text{B}}$	$100.60 \pm 0.54^{\text{A}}$	$0.362 \pm 0.0070^{\text{C}}$	$0.121 \pm 0.008^{\text{D}}$

实验结果表明,以混合乳为发酵基质时,Lb1、 St2 和 Sc 凝乳的粘度高;Lb1、St1、Sc 和 Sl 凝乳的双乙酰含量高;Sc 和 Sl 凝乳的酸度高。总之,Sc 和 Sl 在产酸、凝乳粘度和产双乙酰方面性能都较好。 Lb2、Sc 和 Sl 的蛋白质分解能力强;Lb2、St2 和 Sc 产

胞外多糖量多。Lb2 和 Sc 在产胞外多糖和 pH4.6 可溶性氮方面性能均佳。

从以上结果可以推断,分别以豆浆、牛乳和混合乳为发酵基质时,相对应的最优发酵菌株不相同。而且,实验结果显示,不同乳酸菌菌株发酵不同乳基质

时显现出来的发酵特性不同。

2.3 乳基质对乳酸菌发酵能力的影响研究

2.3.1 乳基质对乳酸菌产酸能力的影响

图1中比较了乳酸菌菌株发酵不同乳基质时的产酸情况。

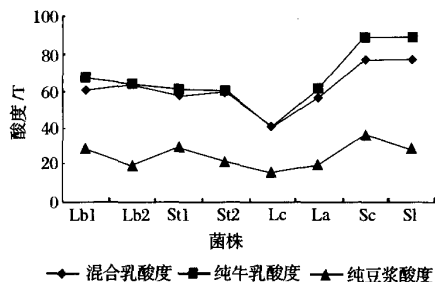


图1 不同菌株的产酸情况

图1的比较结果显示,从凝乳的酸度上看,不同乳酸菌菌株发酵纯牛乳的凝乳酸度稍高于混合乳的凝乳酸度,远高于纯豆浆的凝乳酸度。

2.3.2 乳基质对乳酸菌发酵凝乳粘度的影响

图2中比较了不同乳酸菌菌株发酵不同乳基质时的凝乳粘度。

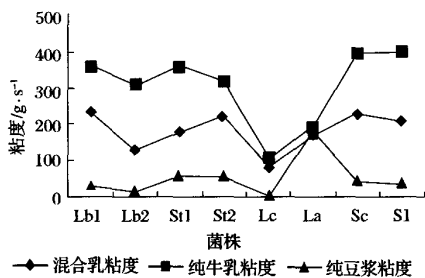


图2 不同菌株发酵凝乳的粘度

从图2可以很明显地看出,不同乳酸菌菌株发酵纯牛乳的凝乳粘度高于发酵混合乳的凝乳粘度,远高于发酵豆浆的凝乳粘度。原料乳的质量对凝乳的品质会产生较大影响。研究表明,乳干物质、非脂乳固体、脂肪、酸度等指标都会影响凝乳的粘度^[6]。

2.3.3 乳基质对乳酸菌产双乙酰能力的影响

图3中比较了不同乳酸菌菌株发酵不同乳基质时凝乳中双乙酰含量。

总的来说,不同乳酸菌菌株发酵纯豆浆的凝乳双乙酰含量低于混合凝乳和纯牛乳凝乳双乙酰含量,混合凝乳和纯牛乳凝乳双乙酰含量差异不大,且无高低规律,与 Gallardo 等人得出的结论一致^[7]。对于以混合乳为发酵基质而言,Lb1、St1、Sc、SI 发酵产双乙酰的量高于其发酵纯牛乳时所产双乙酰的量,表明牛乳中添加 15% 豆浆使这 4 株菌产双乙酰的能力增

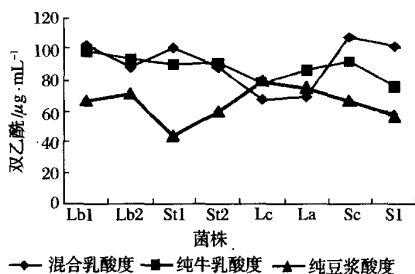


图3 不同菌株产双乙酰情况

强。

2.3.4 乳基质对乳酸菌产胞外多糖能力的影响

图4中比较了不同乳酸菌菌株发酵不同乳基质时凝乳中胞外多糖的含量。

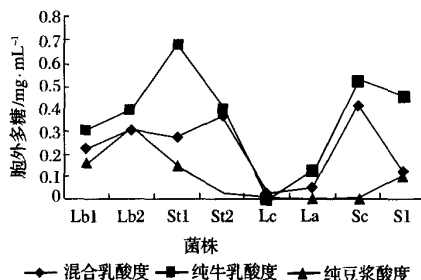


图4 不同菌株产胞外多糖的情况

图4结果显示,乳酸菌发酵纯牛乳产胞外多糖高于其发酵混合乳,远高于其发酵纯豆浆。有研究表明,原料乳的组分及 pH 值对胞外多糖的产量有影响,特别是乳中碳源和氮源的不同会使乳酸菌产胞外多糖的量发生变化^[8]。在混合乳中,Sc、St2 和 St1 产胞外多糖均多。乳酸菌的荚膜染色结果表明,St、Lc 菌体无荚膜;其余菌株菌体周围有一圈白色的荚膜。这说明 St、Lc 为胞外多糖弥散型,其余菌株为胞外多糖荚膜型。

2.3.5 乳基质对乳酸菌蛋白分解能力的影响

图5比较了不同乳酸菌菌株发酵不同乳基质时的蛋白质分解能力。

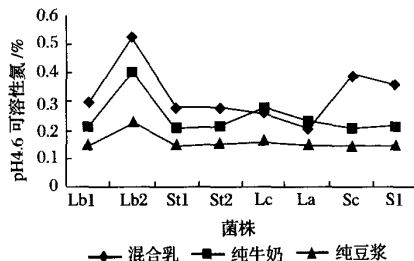


图5 不同乳酸菌菌株的蛋白质分解能力
实验结果表明,Lb2 具有明显较高的分解蛋白质

的能力;Lb1、Lb2、St1、St2、Sc 和 Sl 发酵混合乳生成的 pH4.6 可溶性氮的量高于发酵纯牛乳,远高于发酵纯豆浆。

总之,不同乳酸菌菌株发酵纯牛乳和混合乳时显示的凝乳性能相近;而发酵纯豆浆时,却呈现不同的凝乳性能,这是由于豆浆和牛乳在组成成分上有差异。凝乳主要是由蛋白质凝结产生的,牛乳中的蛋白质主要是酪蛋白,而豆浆中的蛋白质主要是大豆球蛋白;牛乳中的糖类以乳糖为主,而豆浆中的糖类主要是水苏糖、棉籽糖和蔗糖。不同乳酸菌菌株对这些组分具有不同的代谢能力,因此,体现出来的凝乳性能也不一样。可以推断,对于含有不同比例豆浆的混合乳,相应的具有最佳凝乳性能的菌株也会不同。

3 结 论

(1)乳酸菌发酵不同乳基质的凝乳效果不同。各乳酸菌菌株凝结豆浆最快,但乳清易析出,且凝块易碎;各乳酸菌菌株凝结纯牛乳和混合乳较慢,凝乳效果相近,好于豆浆凝乳,且乳清不易析出。

(2)乳酸菌发酵不同乳基质时,显示出不同的凝乳特性。发酵豆浆时,St1、La 和 St2 凝乳的粘度大,Sc、Sl 产酸能力强,Lc、La 和 Lb2 产双乙酰量大,Lb1、Lb2 和 St1 产胞外多糖多,Lb2 和 Lc 蛋白质分解能力强;发酵牛乳时,Sc 和 Sl 产粘、产酸好,Lb1、Lb2 产双乙酰多,Lb2 和 Lc 分解蛋白质的能力强;发酵混合乳时,Sc 和 Sl 产酸、产粘和产双乙酰性能好,Lb2、Sc 和 Sl 的蛋白质分解能力强。

(3)不同乳基质对乳酸菌发酵能力有影响。乳酸

菌发酵纯牛乳的凝乳酸度、粘度和胞外多糖高于混合乳的凝乳,远高于豆浆凝乳;乳酸菌发酵豆浆的凝乳双乙酰含量低于混合凝乳和纯牛乳凝乳的双乙酰含量,混合凝乳和纯牛乳凝乳的双乙酰含量差异不大;Lb1、Lb2、St1、St2、Sc 和 Sl 发酵混合乳生成的 pH4.6 可溶性氮的量高于发酵纯牛乳,远高于发酵纯豆浆。

参 考 文 献

- 1 Ljungh A, Wadstrom T. Lactic acid bacteria as probiotics [J]. *Curr Issues Intest Microbiol*, 2006,7(2):73~89
- 2 励建荣.我国乳品工业的现状与发展前景[J]. *中国乳品工业*, 2004, 32(9): 49~52
- 3 张丹凤, 陆东林.干酪的营养价值及发展前景[J]. *新疆畜牧业*, 2004(5): 55~57
- 4 赵志刚, 王 超.中国干酪发展之路的几点思考[J]. *中国乳品工业*, 2006, 34(3):43~45,50
- 5 Hickey DK, Kilcawley KN, Beresford TP, et al. Starter strain related effects on the biochemical and sensory properties of Cheddar cheese[J]. *J Dairy Res*, 2006,21(9): 1~9
- 6 杨爱君, 方培生, 余保宁, 等.影响发酵酸奶粘度的因素及控制[J]. *现代食品科技*, 2005,24(4):45~47
- 7 Gallardo-Escamilla F J, Kelly A L, Delahunty C M. Influence of starter culture on flavor and headspace volatile profiles of fermented whey and whey produced from fermented milk[J]. *J Dairy Sci*, 2005,88:3 745~3 753
- 8 马 静, 裴家伟, 吴荣荣, 等.影响乳酸菌胞外多糖产量的因素研究[J]. *中国乳品工业*, 2003,31(5):12~16

Study on Coagulation Properties of Different Lactic Acid Bacteria

Wu Fei, Liu Xiaoling

(The Key Lab of Dairy Science, Ministry of Education, Food College, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

ABSTRACT The aim of this paper is the discussion of the clotting abilities of lactic acid bacteria in different fermented milk, and provide academic foundations for developing mixed milk products. Coagulation properties of milk, mixed milk and soy milk fermented by 8 different lactic acid bacteria were observed. The physicochemical indexes, such as clotting acidity, cohesiveness, diacetyl, exopolysaccharide, and pH4.6 WSN concentrations of clotting milk were detected. The project demonstrated that lactic acid bacteria show their different clotting abilities in ferment milk, mixed milk, and soy milk.

Key words lactic acid bacteria, clotting abilities