

# 乳酸菌对酸奶保鲜作用的研究

孙 婷<sup>1,2</sup>, 张兴昌<sup>1,2</sup>, 司徒文佑<sup>1,2</sup>, 陈世贤<sup>1,2\*</sup>

(1. 内蒙古伊利实业集团股份有限公司伊利创新中心, 呼和浩特 010110;

2. 内蒙古乳业技术研究院有限责任公司, 呼和浩特 010110)

**摘 要:** **目的** 比较 4 种具有保鲜作用的乳酸菌对酸奶中霉菌的抑制效果及在发酵和贮藏过程中对酸奶品质的影响。**方法** 将 4 种乳酸菌添加到发酵乳中, 比较对酸乳中霉菌的抑制作用, 并对酸奶酸度、活菌数、质构和感官品质进行检测。**结果** 按厂家推荐量和相同活菌数( $2.0 \times 10^6$  CFU/mL)添加 4 种乳酸菌均对霉菌的生长具有抑制作用, 其中, 乳酸菌 A 和 C 的抑菌效果较好; 按照厂家推荐量添加 4 种乳酸菌发现, 乳酸菌 A 和 B 的添加对酸奶的发酵时间、贮藏期内的酸度、活菌数、质构和感官均无影响, 而乳酸菌 C 和 D 的添加会对酸奶贮藏期内的酸度和感官产生影响。**结论** 乳酸菌 A 能够有效抑制酸奶中霉菌滋生, 同时不会对酸奶的品质产生影响。

**关键词:** 乳酸菌; 酸奶; 保鲜; 霉菌

## Preservative effect of lactic acid bacteria on yogurt

SUN Ting<sup>1,2</sup>, ZHANG Xing-Chang<sup>1,2</sup>, SZETO Ignatius Man-Yau<sup>1,2</sup>, CHEN Shi-Xian<sup>1,2\*</sup>

(1. Yili Innovation Center, Inner Mongolia Yili Industrial Group Co., Ltd., Hohhot 010110, China;

2. Inner Mongolia Dairy Technology Research Institute Co., Ltd., Hohhot 010110, China)

**ABSTRACT: Objective** To identify the effect of four market-available lactic acid bacteria cultures on the control of mold contamination and qualities of yogurt product. **Methods** Four lactic acid bacteria was added into yogurt to compare their inhibition capability of mold. Acidity, amount of lactic acid bacteria, texture and sensory qualities of yogurt were evaluated. **Results** The results demonstrated that four cultures (A, B, C and D) exerted different inhibition degrees of mold growth when added at the manufacturer recommended amount and the same viable count ( $2.0 \times 10^6$  CFU/mL). Cultures A and C led to higher degree of mold inhibition, cultures A and B showed no effect on the fermentation time, acidity, active cell count, texture and sensory quality of yogurt during the storage, but cultures C and D had effects on the acidity and sensory quality when added at the manufacturer recommended amount during the storage. **Conclusion** Culture A can inhibit the growth of mold in yogurt, while it shows no effect on yogurt qualities.

**KEY WORDS:** lactic acid bacteria; yogurt; preservative effect; mold

基金项目: 内蒙古自治区 2013 年重大专项

**Fund:** Supported by the Major Projects of Inner Mongolia Autonomous Region in 2013

\*通讯作者: 陈世贤, 高级工程师, 主要研究方向为乳品微生物。E-mail: chensx@yili.com

\*Corresponding author: CHEN Shi-Xian, Senior Engineer, Yili Innovation Center, Inner Mongolia Yili Industrial Group Co., Ltd., Hohhot 010110, China. E-mail: chensx@yili.com

## 1 引言

目前市场上的酸奶花色繁多,层出不穷,但是其较短的保质期一直是令人困扰的问题,对于生产酸奶的企业都会不可避免的遇到酸奶胀包、异味、乳清析出等质量问题,尤其是在夏季,塑料袋装、塑料杯装酸奶在保质期内经常出现胀包现象,影响企业的生产和销售,在一定程度上限制了酸奶市场的拓展空间<sup>[1]</sup>。目前,影响酸奶保质期的主要因素:一是酵母菌(yeast)、霉菌(mould)及其他杂菌的污染,表现为胀包、有异味<sup>[2]</sup>;二是酸奶的后酸化<sup>[3]</sup>。目前食品中真菌的防治主要采用的是物理方法如辐照、超声、冷藏保存以及添加化学防腐剂<sup>[4,5]</sup>,但是防腐效果不是很理想,而且一些化学制剂的长期使用会使部分霉菌产生一定的抗性<sup>[6]</sup>,从而影响其防腐效果,随着一些霉菌和酵母菌生物数量的增加,会对一些抗生素或是化学防腐剂产生抗性,研究结果发现,一些霉菌和酵母菌会对山梨酸和苯甲酸产生耐药性<sup>[7]</sup>,链霉(*Streptomyces*)和鲁氏霉菌(*Mucor rouxianus*)会对化学防腐剂山梨酸钾产生抗性<sup>[8]</sup>,某些娄地青霉(*Fungi imperfecti*)会对苯甲酸盐产生抗性<sup>[9]</sup>。

乳酸菌在发酵过程中产生的代谢产物(如有机酸、过氧化氢、乳过氧化物、细菌素等)对霉菌和酵母菌的生长有一定的抑制作用<sup>[10]</sup>,将乳酸菌作为一种天然安全的乳酸菌种添加到发酵乳中,即可以代替化学级食品防腐剂用于保障酸奶在货架期内的品质,还能赋予酸奶良好的风味及独特的营养价值。本试验旨在比较4种市售的具有保鲜作用的乳酸菌对酸奶中霉菌的抑制作用和对酸奶品质的影响,为抗真菌辅助发酵剂的应用提供理论基础。

## 2 材料与方法

### 2.1 试验材料

市售的乳酸菌A、B、C和D4种,试验组设置如表1所示;商业酸奶发酵剂(丹尼斯克中国有限公司)、脱脂乳粉(新西兰恒天然集团)、白砂糖、MRS培养基(北京陆桥技术股份有限公司)。

### 2.2 仪器

Mini Cinac 酸化检测仪(法国爱丽安斯公司)、TA-FT Flus 质构仪(英国 Stable Micro System 公司)、BCM-1300A 无菌工作台(苏净安泰空气技术有限公司)、MLS-3781L 全自动高压灭菌锅(日本 Panasonic)、HPX-9052MBE 恒温培养箱(上海博讯实业有限公司)。

### 2.3 方法

#### 2.3.1 对霉菌的抑制作用

##### (1) 酸奶样品的制备

脱脂乳的配制:脱脂粉(pro: 36%)、白砂糖 6.5%,经 95 °C、5 min 巴氏杀菌后,冷却至 42 °C,将 4 种乳酸菌分别按照厂家推荐量(表 1)和相同活菌数添加量( $2.0 \times 10^6$  CFU/mL)与酸奶发酵剂同时添加到灭菌脱脂乳中,搅拌均匀后分装到无菌杯中于 42 °C 恒温培养至 pH 4.5 左右,4 °C 过夜后熟备用。

##### (2) 4 种乳酸菌对酸奶中霉菌生长的抑制作用

将后熟后的酸奶样品在室温下连续敞口放置 7 d,观察不同酸奶样品被霉菌污染情况。以仅添加酸奶发酵剂的酸奶样品为对照。

#### 2.3.2 对酸奶发酵及贮藏过程中酸度的影响

采用 Mini Cinac 酸化检测仪对发酵过程中酸奶的 pH 值进行跟踪检测,当酸奶样品的酸度降至 pH 4.5 时停止发酵。

发酵结束后将酸奶样品分别于 4 °C 和室温条件下贮藏(贮藏期为 21 d),每隔 5 d 检测一次样品的 pH 值,比较 4 种乳酸菌的添加对酸奶贮藏过程中 pH 值的影响。

#### 2.3.3 对酸奶贮藏过程中总乳酸菌数的影响

将酸奶样品放置在 4 °C 条件下贮藏(贮藏期为 21 d),每隔 10 d 检测不同样品中乳酸菌总活菌数的变化。

#### 2.3.4 对酸奶质构的影响

反复敲打凝固型酸奶样品使其松动,倒入测试杯中,采用 TA-XT 型质构仪测定不同酸奶样品的粘度指标,测定温度为 20 °C 左右。

表 1 试验所用菌种分组  
Table 1 Groups of *Lactobacillus* used in this experiment

分组	添加乳酸菌种	厂家推荐添加量	对应的所添加的活菌数(CFU/mL)
A	植物乳杆菌	30 DCU/吨	$2.0 \times 10^6$
B	鼠李糖乳杆菌+植物乳杆菌	10 D/吨	$1.03 \times 10^6$
C	鼠李糖乳杆菌+植物乳杆菌+副干酪乳杆菌	20 U/吨	$1.38 \times 10^7$
D	丙酸杆菌+副干酪乳杆菌	100 DCU/吨	$8.2 \times 10^7$

注: DCU 是菌种的活力单位。

使用 A/BE 直径 45 mm 附件测试, 测试速度 0.5 mm/s, 测后速度 10.0 mm/s, 感受力 10.0 g, 返回距离 15 mm, 接触样本表面时间 10 s。测试指标: 粘附性/g·s。

使用 A/BE 直径 45 mm 附件测试, 测前速度 1.0 mm/s, 测试速度 1.0 mm/s, 测后速度 10.0 mm/s, 感受力 5.0 g, 测试距离 20 mm。测试指标: 粘度/g, 粘度指数/g·s。

2.3.5 对酸奶感官品质的影响

酸奶样品的感官评价得分采用 5 分制, 如表 2 所示, 其中 1 代表极厌恶或感官评定指标不明显, 5 代表极喜欢或感官评定指标极明显。感官评定标准见表 2<sup>[11-13]</sup>。

感官评定步骤为: 酸奶盲样制备→按照编号顺序对酸奶样品进行评价, 包括:

表观评价(乳清析出、表面是否粗糙);

对发酵乳进行破乳→采用吸闻法对发酵乳进行气味评价(乙醛风味、蒸煮味、酸臭味);

对发酵乳部分质地指标进行评价(粘度、拉丝性、平滑性);

发酵乳入口, 对发酵乳风味(酸度、涩味、苦味、甜味、无味)进行评价。

3 结果与分析

3.1 对霉菌的抑制作用

按照厂家推荐量将 4 种乳酸菌分别与酸奶发酵剂同时加入灭菌脱脂乳中, 搅拌均匀, 经 42 °C 发酵, 将发酵结束的酸奶置于室温条件下并敞口放置 7 d 后, 观察酸奶样品的污染个数及污染情况, 如表 3 和图 1~2 所示。

表 2 酸奶感官评价标准  
Table 2 Criteria for sensory evaluation of yogurt

分值	表观特性	气味	质地	风味	酸味
4~5	无乳清析出	典型发酵乳气味	质地平滑, 拉丝性好	风味浓郁, 无涩、苦等不良风味	适中
2~4	有少量乳清析出	有轻微酸臭味、蒸煮味	质地一般, 拉丝性好	风味较淡, 无涩、苦等不良风味	酸味弱
0~2	有大量乳清析出	有明显酸臭味、蒸煮味	质地粗糙, 拉丝性不好	有酸、涩、苦等不良风味	过酸

表 3 放置 7 d 后酸奶样品污染率  
Table 3 Contamination rate of yogurt samples after 7 days of storage under open conditions

样品编号	放置天数							7 d 后的污染率
	1 d	2 d	3 d	4 d	5 d	6 d	7 d	
对照组	0/10	0/10	0/10	3/10	10/10	10/10	10/10	100%
A 组	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	3/10	6/10	60%
B 组	0/10	0/10	0/10	0/10	2/10	6/10	8/10	80%
C 组	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	1/10	2/10	20%
D 组	0/10	0/10	0/10	1/10	1/10	3/10	7/10	70%

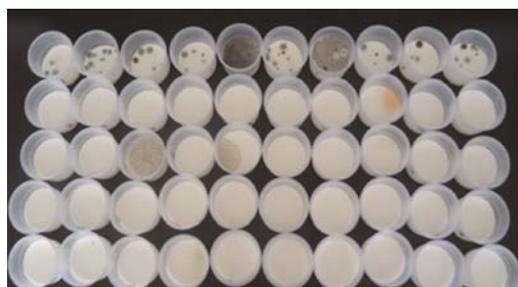


图 1 放置 5 d 酸奶样品霉菌污染程度  
Fig. 1 Mould contamination degree of yogurt samples after 5 d

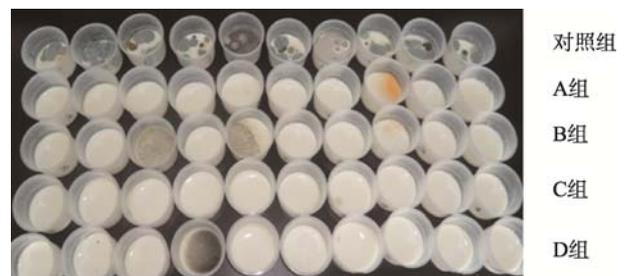


图 2 放置 7 d 酸奶样品霉菌污染程度  
Fig. 2 Mould contamination degree of yogurt samples after 7 d

由表 3 及图 1~2 可知, 常温下敞口放置 4 d 后, 对照组和 D 组最先出现污染, 其污染率分别为 30%和 10%, 其他组均未出现污染; 放置 5 d 后, 对照组的污染率最大达到 100%; 放置 7 d 后, 对照组和其他 4 组的样品均出现了霉菌污染, 但样品的污染个数和污染程度不同, 污染率分别为对照组 100%、A 组 60%、B 组 80%、C 组 20%、D 组 70%; 同时根据图 2 所示, 对照组被霉菌污染程度最为严重, 其次是 D 组和 B 组, 而 A 组和 C 组污染程度较轻。

由上述结果可以看出, 4 种乳酸菌的添加均对酸奶中的霉菌生长有抑制作用, 但其抑菌效果不同, 其中乳酸菌 C 可以有效减低霉菌污染率和污染程度, 即可以有效控制霉菌在酸奶中的生长。这与相关文献中报道<sup>[14-16]</sup>的部分乳酸菌对酸奶中霉菌具有抑制作用, 从而可以延长其保质期的作用的结论相一致。

按照相同活菌数添加量( $2.0 \times 10^6$  CFU/mL)将 4 种乳酸菌分别与酸奶发酵剂同时加入灭菌脱脂乳中, 搅拌均匀, 经 42 °C 发酵, 将发酵结束的酸奶置于室温条件下并敞口放置 7 d 后, 观察酸奶样品的污染个数及污染情况, 如表 4 和图 3~4 所示。



图 3 放置 5 d 酸奶样品霉菌污染程度

Fig. 3 Mould contamination degree of yogurt samples after 5 d



图 4 放置 7 d 酸奶样品霉菌污染程度

Fig. 4 Mould contamination degree of yogurt samples after 7 d

由表 4 及图 3~4 可知, 常温下敞口放置 4 d 后, 对照组和 D 组最先出现污染, 其污染率均为 20%, 其他组均未出现污染; 放置 5 d 后, 对照组的和 D 组污染率分别为 80%和 30%; 放置 7 d 后, 对照组和其他 4 组的样品均出现了霉菌污染, 但样品的污染个数和污染程度不同, 污染率分别为对照组 100%、A 组 10%、B 组 20%、C 组 20%、D 组 100%, 同时根据图 4 所示, 对照组被霉菌污染程度最为严重, 其次是 D 组, 而 A 组和 B 组的污染程度较轻。

由以上结果可以看出, 按照相同活菌数添加 4 种乳酸菌均能降低酸奶中霉菌污染的发生, 其中乳酸菌 A 不论是按照厂家推荐量添加还是按照相同活菌数添加, 其抑菌效果均较好, 因此乳酸菌 A 对酸乳中霉菌的抑制效果最好。

### 3.2 对酸奶发酵时间的影响

由图 5 可知, 4 种乳酸菌的添加对酸奶发酵过程中酸度的变化基本无影响, 经过 5 h 的发酵, 各组样品的 pH 值均达到了 4.5; 这与关于 *L. casei* Zhang 能有效抑制酵母菌和霉菌生长的同时且不影响酸奶的发酵时间的结论相一致<sup>[17]</sup>。

表 4 放置 7 d 后酸奶样品污染率  
Table 4 Contamination rate of yogurt samples after 7 days of storage under open conditions

放置天数 样品编号	1 d	2 d	3 d	4 d	5 d	6 d	7 d	7 d 后的污染率
对照组	0/10	0/10	0/10	2/10	8/10	9/10	10/10	100%
A 组	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	1/10	10%
B 组	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	2/10	20%
C 组	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	1/10	2/10	20%
D 组	0/10	0/10	0/10	2/10	3/10	6/10	10/10	100%

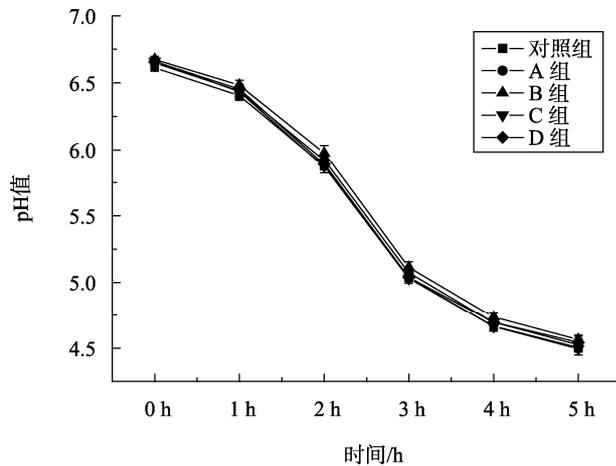


图 5 酸奶样品 pH 值随发酵时间的变化(n=3)  
Fig.5 Changes of pH value of different yogurt samples with fermentation time (n=3)

### 3.3 对贮藏期内酸奶 pH 值的影响

酸奶发酵结束后, 在贮存、运输、销售、食用前这一过程中, 会发生后酸化现象, 而且后酸化也是影响酸奶品质的重要因素之一<sup>[18,19]</sup>。添加 4 种乳酸菌对酸奶在贮藏期内 pH 值的影响如图 6(A 和 B)。

由图 6 可知, 在 4 °C 及常温下贮藏 21 d, A 组 B 组样品的 pH 值的变化与对照组相同, C 组和 D 组样品 pH 值下降速度明显比对照组快。即按照厂家推荐量添加, A 组和 B 组不会影响酸奶贮藏期内 pH 值的变化, C 组和 D 组会加快酸奶样品 pH 值的增加速度。由此可见, 乳酸菌 C 和 D 的添加会加速酸奶样品的后酸化。

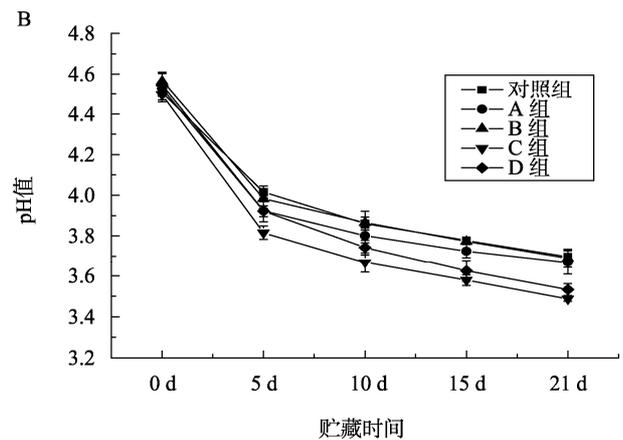
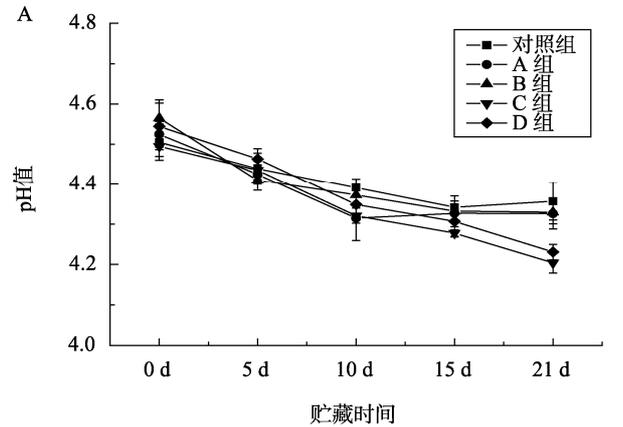
### 3.4 对酸奶中总乳酸菌活菌数的影响

如表 5 所示, 在 4 °C 下贮藏 21 d, D 组的酸奶样品中总乳酸菌活菌数下降了约 50%, 而其他组酸奶样品中总乳酸菌活菌数都呈增加或不变的趋势。由此可见, 添加乳酸菌 D 会对酸奶发酵剂中保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌的生长有影响。

### 3.5 对酸奶质构的影响

由表 6 可知, 发酵结束后, 与对照组相比, A 组、B 组和 C 组酸奶样品的粘度测定值增高; A 组和 C 组酸奶样品粘度指数测定值增高; 贮藏 10 d 后, 5 组酸奶样品的粘度和粘度指数测定值都呈增高的趋势, 其中 5 组酸奶样品的粘度测定值基本相等; 贮藏 21 d 后, A 组酸奶样品粘度测定值略有增高, C 组酸奶样品粘度测定值略有降低; A 组酸奶样品粘度指数测定值增高, 其余 3 组酸奶样品的粘度指数测定值都呈降低趋势, 且都低于对照组; 4 种乳酸菌种对酸奶样品的粘性基本无影响。即乳酸菌 A 的添加可增加酸

奶样品的粘度和粘度指数, 且高于对照组; B、C 和 D 的添加对酸奶样品的粘度基本无影响, 且贮藏 21 d 后会显著降低酸奶样品的粘度指数。



A. 4 °C 贮藏; B. 常温下贮藏

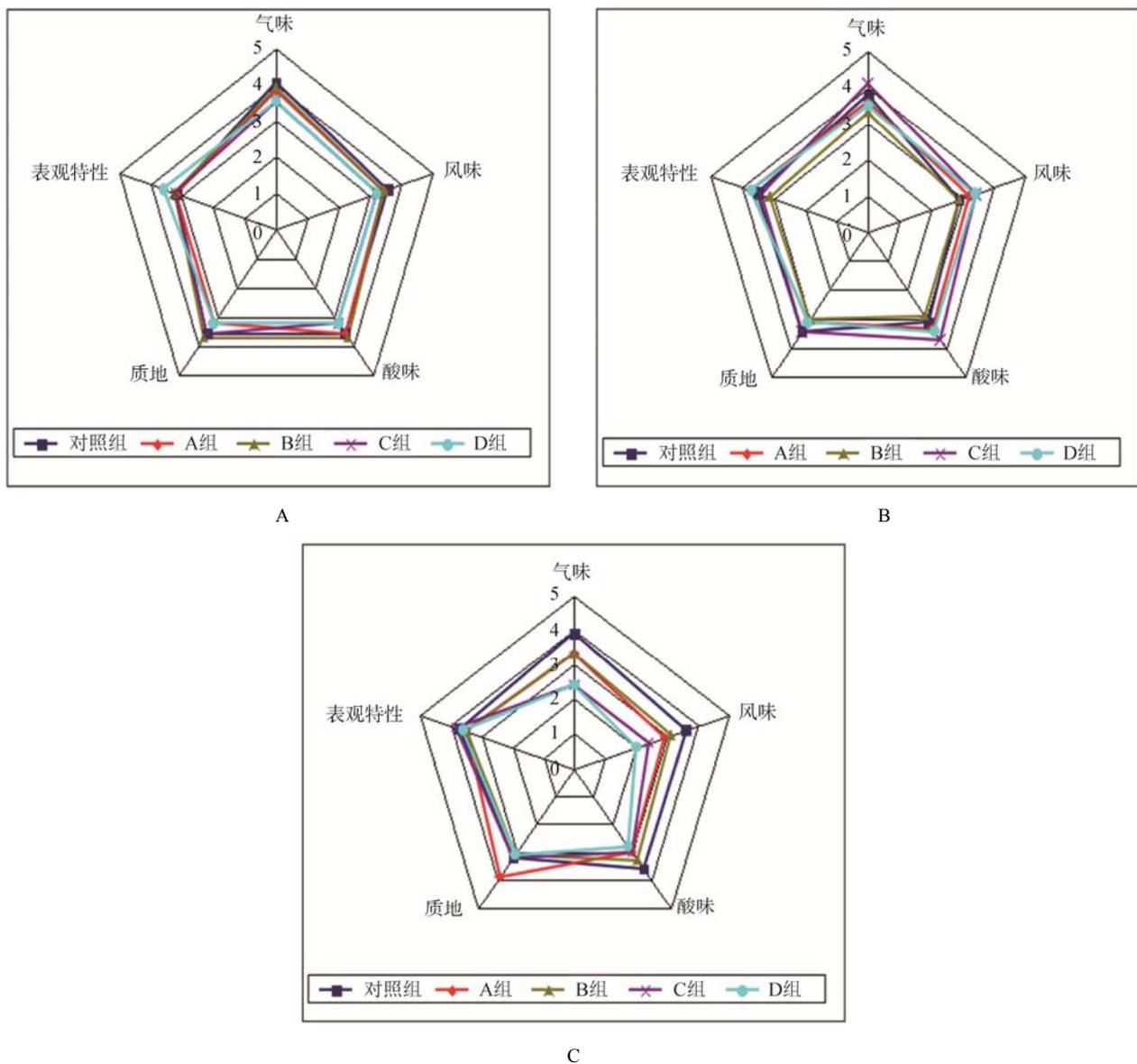
图 6 酸奶样品在不同贮藏条件下 pH 值的变化(n=3)  
Fig.6 Changes of pH value of yogurt samples under the different storage conditions (n=3)

表 5 酸奶在贮藏期内乳酸菌活菌数的变化 (CFU/g)  
Table 5 Changes of lactic acid bacteria active cell count in yogurt samples during the storage (CFU/g)

样品编号	0 d	10 d	21 d
对照组	$6.2 \times 10^8$	$8.2 \times 10^8$	$7.8 \times 10^8$
A 组	$8.4 \times 10^8$	$8.2 \times 10^8$	$8.4 \times 10^8$
B 组	$7.1 \times 10^8$	$9.8 \times 10^8$	$8.7 \times 10^8$
C 组	$8.8 \times 10^8$	$9.8 \times 10^8$	$8.3 \times 10^8$
D 组	$7.0 \times 10^8$	$5.2 \times 10^8$	$3.6 \times 10^8$

表 6 不同乳酸菌种的添加对酸奶贮藏期内质构的影响( $n=3$ )  
Table 6 Effects of different *Lactobacillus* on yogurt texture during storage ( $n=3$ )

质构指标		对照组	A 组	B 组	C 组	D 组
发 酵 结 束	粘度(g)	17.89±0.020	21.90±0.059	20.66±0.056	21.65±0.039	18.73±0.023
	粘度指数(g·s)	11.62±0.012	24.83±0.025	13.79±0.078	24.77±0.048	8.65±0.065
	粘附性(g·s)	4.93±0.016	5.87±0.15	5.27±0.039	5.86±0.069	5.35±0.054
10 d 贮 藏	粘度 g	23.51±0.036	24.35±0.023	25.04±0.048	24.38±0.078	23.62±0.025
	粘度指数(g·s)	31.79±0.058	35.99±0.078	37.80±0.069	32.31±0.085	32.68±0.039
	粘附性(g·s)	5.89±0.046	5.79±0.056	5.97±0.025	5.70±0.064	6.04±0.089
21 d 贮 藏	粘度 g	24.79±0.033	26.35±0.039	25.23±0.033	22.81±0.023	24.49±0.074
	粘度指数(g·s)	39.33±0.051	44.51±0.049	29.49±0.056	30.24±0.039	26.19±0.069
	粘附性(g·s)	5.71±0.036	5.54±0.022	5.75±0.019	5.89±0.041	5.88±0.081



A. 发酵结束; B. 贮藏 10 d; C. 贮藏 21 d

图 7 酸奶样品感官评价比较

Fig. 7 Comparison of sensory qualities of fresh and stored yogurt

### 3.6 对酸奶感官品质的影响

作为具有保鲜作用的乳酸菌, 其应不参与酸奶发酵过程, 不影响发酵时间及乳酸菌数量, 同时能在保质期内抑制霉菌和酵母菌的滋生<sup>[20]</sup>。然而大多数益生性乳酸菌都具有较强的产酸能力, 并代谢产生不同的产物, 会使酸奶具有某些特殊的味道, 所以在应用益生性乳酸菌生产酸奶制品时要注意其对产品品质的影响<sup>[21]</sup>。同时酸奶产品表观黏度的流变特性对消费者的接收力和购买意向有重要影响, 是影响产品品质的重要因素<sup>[22]</sup>。

图 7(A、B、C)为对照组和 4 组实验组酸奶样品在贮藏过程中感官品质的影响, 其中发酵结束和贮藏 10 d 后, 4 组实验组的感官评价指标分值与对照组基本无差异, 都在 3~4 分的范围之内; 贮藏 21 d 后, C 组和 D 组酸奶样品在风味和气味两项指标上评价分值显著降低, 都低于 3 分。即乳酸菌 C 和 D 的添加会明显影响酸奶样品的风味和气味。

## 4 结 论

本文对 4 种乳酸菌抑制霉菌生长的特性及对酸奶发酵特性和品质进行了比较, 研究结果表明, 按照厂家推荐量和相同活菌数( $2.0 \times 10^6$  CFU/mL)添加 4 种乳酸菌都能够对霉菌的生长产生抑制作用, 但是乳酸菌 A(植物乳杆菌)按照 2 种添加方式添加对酸乳中的霉菌的抑制作用均较好, 因此乳酸菌 A 既可以有效抑制酸乳中霉菌的滋生, 同时不会对酸奶发酵时间及品质产生影响。所以, 该植物乳杆菌可以作为理想的代替化学级食品防腐剂, 有效解决酸乳中霉菌和酵母菌污染的问题, 适当延长发酵乳制品货架期。

### 参考文献

- [1] 李向东, 吕加平, 范贵生. 长保质期酸乳的研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2006, 32(10): 119-123.  
Li XD, Lv JP, Fan GS. Research of long shelf-life yogurt [J]. Food Ferment Ind, 2006, 32(10): 119-123.
- [2] 胡毕斯哈拉图, 王宏梅, 孟和毕力格. 延长酸奶保质期的研究进展[J]. 中国酿造, 2015, 34(4): 8-12.  
Hubisihalatu, Wang HM, Menghebilige. Research progress on extending the shelf-life of yogurt [J]. China Brew, 2015, 34(4): 8-12.
- [3] 潘利华, 夏云梯, 朱克美, 等. Nisin 对酸乳品质的影响研究[J]. 合肥工业大学学报, 2002, 25: 619-623.  
Pan LH, Xia YT, Zhu KM, et al. Effect of Nisin on yogurt character [J]. J Hefei Univ Technol, 2002, 25(4): 619-623.
- [4] 余华. 酸奶质量的控制及保鲜[J]. 成都大学学报(自然科学版), 1997, 2(16): 28-31.  
Yu H. Controlling of the quality and preserving of the yogurt [J]. J Chendu Univ (Nat Sci Ed), 1997, 2(16): 28-31.
- [5] 李向东. 长保质期酸奶加工技术的研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2007.  
Li XD. Studies on processing technology of the long shelf-life yoghurt [D]. Hohhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2007.
- [6] 李红娟, 刘鹭, 张书文, 等. *Lactobacillus casei* AST18 抗真菌特性及其在酸奶保鲜中的应用[J]. 中国农业科学, 2011, 44(19): 4050-4057.  
Li HJ, Liu L, Zhang SW, et al. The antifungal properties of *Lactobacillus casei* AST18 and its application as adjunct culture in yogurt [J]. Sci Agric Sin, 2011, 44(19): 4050-4057.
- [7] 马霞, 韩迪, 陶纯长, 等. 乳酸菌 GP100 抑制霉菌和酵母菌的应用研究[J]. 中国乳品工业, 2011, 39(5): 34-36.  
Ma X, Han D, Tao CC, et al. Application study on lactic acid bacteria GP100 to inhibit mold and yeast [J]. China Dairy Ind, 2011, 39(5): 34-36.
- [8] Davidson MP, Beuchat LR, Montville TJ, et al. Food microbiology: fundamentals and frontiers [M]. Washington, D.C: American Society for Microbiology Press, 2001: 593-627.
- [9] Carr FJ, Chill D, Maida N. The lactic acid bacteria: a literature survey [J]. Crit Rev Microbiol, 2002, 28: 281-370.
- [10] 熊涛, 乐易林. 生物保鲜技术研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2004, 30(2): 111-114.  
Xiong T, Le YL. The advance of biological Technique of preserving fresh produce [J]. Food Ferment Ind, 2004, 30(2): 111-114.
- [11] Saint-eve A, Kore EP, Martin N. Impact of the olfactory quality and chemical complexity of the flavoring agent on the texture of low fat stirred yogurts assessed by three different sensory methodologies [J]. Food Qual Prefer, 2004, 15: 655-668.
- [12] Isleten M, Karagul-yuceer Y. Effects of dried dairy ingredients on physical and sensory properties of nonfat yogurt [J]. J Dairy Sci, 2006, 89: 2865-2872.
- [13] Harper SJ, Barnes DL, Bodyfelt FW. Sensory ratings of commercial plain yogurts by consumer and descriptive panels [J]. J Dairy Sci, 1991, 74: 2927-2935.
- [14] 冯利青, 刘元昌. 保鲜菌种在搅拌型酸奶中的应用[J]. 乳品加工, 2010, 4: 108-109.  
Fen LQ, Liu YC. Study on the application of protective cultures in stirred yogurt [J]. Dairy Ind, 2010, 4: 108-109.
- [15] Ho PH, Liu JB, Adams MC. *Lactobacilli* and dairy propionibacterium with potential as biopreservatives against food fungi and yeast contamination [J]. Appl Biochem Microbiol, 2009, 45(4): 414-418.
- [16] Li HJ, Liu L, Zhang SW, et al. Identification of antifungal compounds produced by *Lactobacillus casei* AST18[J]. Curr Microbiol, 2012, 65: 156-161.
- [17] 王鑫. 乳酸菌 *L. casei* Zhang 和 *L. plantarum* IMAU10120 在酸乳保鲜中的应用[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2012.  
Wang X. Application of lactic acid bacteria *L. casei* Zhang and *L. plantarum* IMAU10120 in yoghurt used as preservative culture [D]. Hohhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2012.
- [18] 徐成勇, 吴昊, 郑思聪, 等. 酸乳后酸化影响因子的初步研究[J]. 食品与发酵工业, 2006, 32(12): 10-14.  
Xu CY, Wu H, Zheng SC, et al. Studies on the factors of postacidification in yogurt [J]. Food Ferment Ind, 2006, 32(12): 10-14.
- [19] Han X, Zhang LW, Du M, et al. Effects of copper on the post acidification of fermented milk by *St.thermophilus* [J]. J Food Sci, 2012, 70(1): 26-28.
- [20] 李晶, 王鑫, 高鹏飞, 等. 益生菌在酸奶生产过程中对酵母和霉菌污染的控制[J]. 中国乳品工业, 2013, 41(9): 21-24.

Li J, Wang X, Gao PF, *et al.* Probiotics in the yogurt production to control the pollution of yeast and mold [J]. *China Dairy Ind*, 2013, 41(9): 21–24.

[21] 陈世贤, 安颖, 靳焯, 等. 不同益生菌的加入对酸奶储藏期内风味的影响[J]. *中国乳品工业*, 2008, 36(5): 12–15.

Chen SX, An Y, Jin Y, *et al.* Study on the flavor of different probiotic strains added into the yogurt [J]. *China Dairy Ind*, 2008, 36(5): 12–15.

[22] Silva DCG, Abreu LR, Assump GMP. Addition of water-soluble soy extract and probiotic culture, viscosity, water retention capacity and syneresis characteristics of goat milk yogurt [J]. *Ciencia Rural*, 2012, 42(3): 545–550.

(责任编辑: 杨翠娜)

## 作者简介



孙 婷, 工程师, 主要研究方向为农产品加工及贮藏。

E-mail: [sunting@yili.com](mailto:sunting@yili.com)



陈世贤, 高级工程师, 主要研究方向为乳品微生物。

E-mail: [chensx@yili.com](mailto:chensx@yili.com)

## 《乳及乳制品质量与安全》专题征稿函

随着现代科技的发展和消费者的生活质量、安全意识的提高, 人们对于乳制品的新产品开发和质量安全提出了更为严格的要求, 在食品质量安全问题日益受到关注的今天, 乳制品的质量安全越来越受到关注。在这种形势下, 很多学者和企业开始关注和研究从原料乳到消费者食用各阶段的乳制品质量安全问题。

乳品安全关乎人们的健康, 本刊特别策划“乳及乳制品质量与安全”专题, 由北京市疾病预防控制中心的邵兵研究员担任专题主编。邵兵研究员现任食品安全国家审评委员会检验方法委员会专家委员和中心实验室主任等职务, 长期从事食品中农兽药残留检测、食品中毒原因筛查、环境痕量污染物检测等相关的研究。本专题主要围绕国内外乳品产业发展现状、原料乳质量控制及监测、乳制品品质检测、乳制品营养和毒理学研究、新型检测技术在乳及乳制品中的应用、乳制品中的功能成分研究等方面进行论述, 计划在 2017 年 5 月出版。

本刊编辑部主编吴永宁研究员及邵兵研究员特邀各位专家为本专题撰写稿件, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。综述、研究型论文均可, 请在 2017 年 4 月 1 日前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并优先发表。

投稿方式:

网站: [www.chinafoodj.com](http://www.chinafoodj.com)

E-mail: [jfoodsq@126.com](mailto:jfoodsq@126.com)

《食品安全质量检测学报》编辑部