

DOI: 10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.20240115006

# 市售酸奶与传统酸奶传代发酵性能的比较研究

杨 行<sup>1</sup>, 尹庆贺<sup>2</sup>, 王 莉<sup>1</sup>, 周玉贵<sup>2</sup>, 张 明<sup>2</sup>, 王玉涛<sup>1\*</sup>

(1. 喀什大学生命与地理科学学院, 新疆帕米尔高原生物资源与生态重点实验室, 喀什 844000;  
2. 新疆玉昆仑天然食品工程有限公司, 喀什 844000)

**摘要:** **目的** 比较研究市售酸奶与传统酸奶传代发酵性能。**方法** 将新疆南疆农民自制传统酸奶与当地市售酸奶在 13% 的脱脂乳中连续传代发酵 10 次。对发酵过程中的乳酸菌菌落数和理化指标进行检测, 并对其凝乳状态、品质滋味进行分析评价。**结果** 传代发酵 10 次后, 市售酸奶和传统酸奶的乳酸菌菌落数、持水力、总酸度值均显著增加, pH 降低, 传统酸奶较市售酸奶总酸度高 16.33 °T, 持水力高 7.67%, 但整体感官评分较低。**结论** 2 种酸奶中的乳酸菌群在传代过程中没有出现衰退现象, 传统酸奶随着传代次数的增加, 凝乳品质提升, 但由于酸度较高, 可接受程度较低。

**关键词:** 传统酸奶; 市售酸奶; 传代发酵; 酸奶品质

## Comparative study on continuous subculture performance of market yogurt and traditional yogurt

YANG Hang<sup>1</sup>, YIN Qing-He<sup>2</sup>, WANG Li<sup>1</sup>, ZHOU Yu-Gui<sup>2</sup>, ZHANG Ming<sup>2</sup>, WANG Yu-Tao<sup>1\*</sup>

(1. College of Life and Geographic Sciences, Key Laboratory of Biological Resources and Ecology of Pamirs Plateau in Xinjiang Uygur Autonomous Region, Kashi University, Kashi 844000, China; 2. Xinjiang Yukunlun Natural Food Engineering Co., Ltd., Kashi 844000, China)

**ABSTRACT: Objective** To compare the continuous subculture performance of market yogurt and traditional yogurt. **Methods** Market yogurt and traditional yogurt in Southern Xinjiang were fermented in 13% skim milk for 10 consecutive generations. The number of lactic acid bacteria colonies and physical and chemical indexes of yogurt were tested, and the curd state, quality and taste were evaluated. **Results** After 10 times of subfermentation, the total number of lactic acid bacteria colonies, water holding capacity and total acidity value of commercial market yogurt and traditional yogurt increased significantly, the pH decreased, the total acidity of traditional yogurt was 16.33 °T higher than that of market yogurt, the water holding capacity was 7.67% higher, but the overall sensory score was lower. **Conclusion** The lactobacillus in the 2 kinds of yoghurts do not decline during the process of transmission, and the curd state quality of the traditional yoghurt are improved with the increase of times, however, due to the higher acidity, the acceptability is lower.

**KEY WORDS:** traditional yogurt; market yogurt; continuous subculture; quality of yogurt

基金项目: 区域生物多样性保护与利用科技创新团队项目(022018055)

Fund: Supported by the Regional Biodiversity Conservation and Utilization Technology Innovation Team Project (022018055)

\*通信作者: 王玉涛, 博士, 教授, 主要研究方向为动物生态与分子进化研究。E-mail: wangyts@163.com

\*Corresponding author: WANG Yu-Tao, Ph.D, Professor, College of Life and Geographic Sciences, Key Laboratory of Biological Resources and Ecology of Pamirs Plateau in Xinjiang Uygur Autonomous Region, Kashi University, Kashi 844000, China. E-mail: wangyts@163.com

## 0 引言

酸奶作为发酵型乳制品,具有较高的营养价值和保健功效。生产制作酸奶的关键因素就是发酵剂的选择,市面上的大部分酸奶由保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌组合发酵而成。在实际生产中菌种活性可能出现退化现象,因此筛选使用优良菌株作为发酵剂,可以减少或降低菌种退化速度,避免菌种退化对生产造成影响。已有研究发现保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌混合继代培养,乳酸菌活性可以维持在20次左右<sup>[1-2]</sup>。谭美芬等<sup>[3]</sup>通过传代实验发现传代14次以前,菌种产酸都较稳定,并认为产酸高峰在5~8次传代之间;传统酸奶由乳酸菌、酵母菌以及其他细菌混合发酵,在这些菌种的共同作用下,风味独特,口感更佳,深受消费者青睐<sup>[4-6]</sup>。张岩等<sup>[7]</sup>将藏区传统酸奶中的混合菌种传代培养发现,经过多次传代后制作出的酸奶风味独特、品质更佳,但对传统酸奶中混合菌种和市售酸奶中的混合菌群进行传代发酵的对比未作研究。

新疆传统酸奶的制作和食用历史悠久,当地牧民以鲜奶为原料,沿用保留的含有混合菌种的酸奶引子进行发酵,经过长期的传代与选择,使得其中优良菌种得以保存下来,发酵形成的酸奶营养丰富、风味独特<sup>[8-9]</sup>。目前对新疆传统酸奶中的乳酸菌和酵母菌分离鉴定以及品质评价分析研究较多<sup>[10-11]</sup>,但对新疆传统酸奶的传代发酵性能及与当地市售酸奶的传代发酵性能比较研究未见报道。因此本研究以新疆当地市售酸奶和传统酸奶为发酵剂,在13%的脱脂乳中进行连续传代发酵,并对乳酸菌菌落数、pH、总酸度值、持水力及感官评分进行对比分析,讨论当地市售酸奶和传统酸奶在传代发酵过程中的稳定性,以期传统酸奶的应用推广提供理论支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

市售酸奶[品牌:南达;成分:生牛乳、白砂糖、乳清蛋白粉;生产和使用的日期间隔3d;发酵剂组成:保加利亚乳杆菌(*Lactobacillus bulgaricus*)和嗜热链球菌(*Streptococcus thermophilus*);传统酸奶(喀什市岳普湖县农民自制传统酸奶;成分:生牛乳;生产和使用的日期间隔3d;发酵剂组成:混合菌种);脱脂乳粉(喀什南达乳业);MRS培养基(北京奥博星生物技术有限责任公司);无水乙醇、氢氧化钠、氯化钠、酚酞等(分析纯,天津致远化学试剂有限公司)。

### 1.2 仪器与设备

YP6002电子天平(精度10mg,余姚市金诺天平仪器有限公司);LD2X-50KBSS立式压力蒸汽灭菌锅(上海申安医疗器械厂);DHP-500电热恒温培养箱(北京永光明医疗

仪器有限公司);BCD-205HK电冰箱(广东海信容声冰箱有限公司);PHS-3C pH计(上海雷磁仪器厂);SW-CS-2F净化工作台(苏州安泰空气技术有限公司)。

### 1.3 实验方法

实验室制作酸奶方法<sup>[12]</sup>:牛乳→预热→添加蔗糖→高温杀菌→冷却→添加发酵剂→混匀后装瓶→发酵→冷却至室温→后熟。

实验以13%脱脂乳为发酵培养基,60℃预热后加入5%蔗糖,90℃高温杀菌10min,冷却至40℃后添加5%的发酵剂(乳酸菌活菌数均大于 $10^7$ CFU/mL),混匀装瓶放入培养箱,42℃发酵5h,快速冷却至室温后,4℃冷藏24h。分别对市售酸奶和岳普湖县传统酸奶进行10次传代发酵,即第1次用市售酸奶和传统酸奶为发酵剂分别发酵酸奶,第2次的发酵剂用上一次发酵的酸奶成品。对每一次传代发酵出的成品酸奶中的乳酸菌菌落数、总酸度、pH、持水力和感官状态进行检测和评价。

### 1.4 检测方法

#### 1.4.1 乳酸菌菌落数测定

参照GB 4789.35—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 乳酸菌检验》进行测定,将酸奶稀释成 $10^{-5}$ 、 $10^{-6}$ 、 $10^{-7}$ 的稀释液,取1mL稀释液均匀涂布于MRS平板培养基上,每个稀释度做3次重复,( $36\pm 1$ )℃培养48h后计数平板上所有菌落数。

#### 1.4.2 总酸度测定

参照GB 5413.34—2010《食品安全国家标准 食品酸度的测定》中的滴定酸度法,用吉尔涅尔度表示(°T)。取10mL酸奶用20mL蒸馏水稀释,加0.5mL 0.5%酒精酚酞指示剂,以0.1mol/L氢氧化钠溶液滴定至微红色,30s内不褪色,消耗氢氧化钠的毫升数乘以10,即总酸度。测定3组平行,取平均值。

#### 1.4.3 pH测定

参考孟令帅等<sup>[13]</sup>的方法,采用pH计直接测定读数。开启酸度计预热30min后,用pH 6.86和pH 4.00的标准缓冲液进行校准。重复3次,取平均值。

#### 1.4.4 持水力测定

参考廖芬等<sup>[14]</sup>的方法,取酸奶10g,室温下5000r/min离心30min,弃上清液,离心管倒置10min后立即称重,计算持水力。持水力/%=离心沉淀物重量/样品重量×100%。测定3组平行,取平均值。

#### 1.4.5 感官评价

参考CHEN等<sup>[15]</sup>的方法,由食品专业的学生及企业生产工作人员,对每一次传代发酵成品酸奶的组织状态、滋味气味和口感进行评价。评分采用百分制,评分标准见表1。

表 1 酸奶感官评价评分标准  
Table 1 Yogurt sensory evaluation scoring standards

| 评分项目      | 评分标准                               | 分数/分  |
|-----------|------------------------------------|-------|
| 组织状态(30分) | 凝乳均匀, 呈现乳白色, 细腻完整, 轻摇后呈现黏稠状液体      | 21~30 |
|           | 凝乳均匀, 组织稍有松散, 表面或瓶子四周有少许乳清析出       | 11~20 |
|           | 凝乳不均匀, 组织松散, 有分层现象, 有较多乳清析出        | 0~10  |
| 滋味气味(30分) | 有强烈的酸奶发酵的风味, 乳香味浓郁, 无异味, 风味协调      | 21~30 |
|           | 酸奶的发酵风味淡薄, 乳的香甜味不突出, 风味较协调         | 11~20 |
|           | 感受不到发酵酸奶的风味, 风味淡薄                  | 0~10  |
| 口感(40分)   | 具有酸奶特有的细腻湿滑, 稠厚感适中, 酸甜适口, 奶香味浓郁    | 31~40 |
|           | 较细腻湿滑, 酸味或甜味略重, 奶香味不明显, 稠厚感不强或较为稀薄 | 21~30 |
|           | 较为粗糙, 有沙粒感或太稀薄, 酸味或甜味太重, 已无奶香味     | 0~20  |

## 1.5 数据处理

数据以平均值±标准偏差表示, 使用 Excel 2013 进行统计整理, 用 SPSS 20.0 软件进行方差分析, 用 Origin 2021 和 Graph Pad 9.0 软件进行制图,  $P < 0.05$  为差异显著,  $P < 0.01$  为差异极显著。

## 2 结果与分析

### 2.1 连续传代发酵酸奶乳酸菌菌落数的比较

由表 2 可知, 0 次为购买的市售酸奶和传统酸奶, 乳酸菌菌落总数最低, 随着连续传代发酵次数的增加, 市售酸奶和传统酸奶中的乳酸菌菌落总数总体呈现增长趋势, 除传统酸奶的第 8 和第 9 次传代发酵外, 两种酸奶各传代发酵次数的乳酸菌菌落总数差异极显著( $P < 0.01$ ), 最后的数量也逐渐趋于稳定。市售酸奶和传统酸奶相比, 从第 1 次传代发酵

表 2 市售酸奶与传统酸奶连续传代发酵乳酸菌菌落数  
Table 2 Market yogurt and traditional yogurt continuous passage of lactic acid bacteria colonies

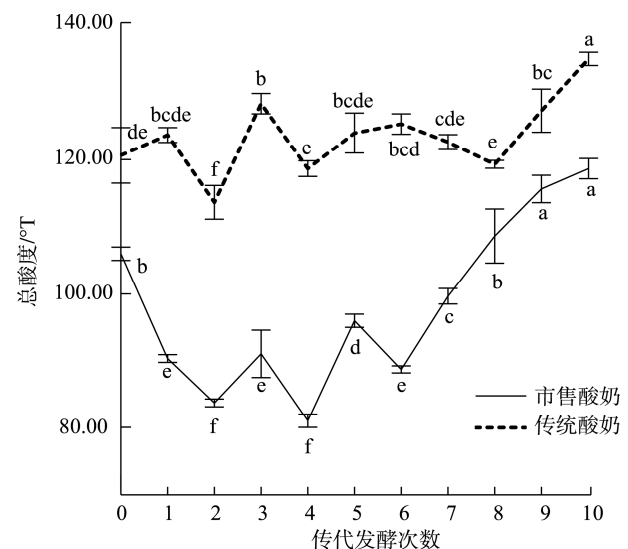
| 传代发酵次数 | 市售酸奶/<br>( $10^7$ CFU/mL) | 传统酸奶/<br>( $10^7$ CFU/mL) | $\Delta$ /( $10^7$ CFU/mL) |
|--------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 0      | 9.78±0.04 <sup>a</sup>    | 9.91±0.07 <sup>a</sup>    | 0.13                       |
| 1      | 10.03±0.09 <sup>b</sup>   | 10.59±0.08 <sup>b</sup>   | 0.56                       |
| 2      | 10.94±0.04 <sup>c</sup>   | 11.64±0.04 <sup>c</sup>   | 0.70                       |
| 3      | 11.68±0.04 <sup>d</sup>   | 13.32±0.07 <sup>d</sup>   | 1.64                       |
| 4      | 12.45±0.05 <sup>e</sup>   | 15.16±0.05 <sup>e</sup>   | 2.71                       |
| 5      | 13.76±0.06 <sup>f</sup>   | 16.96±0.07 <sup>f</sup>   | 3.20                       |
| 6      | 14.92±0.05 <sup>g</sup>   | 18.09±0.03 <sup>g</sup>   | 3.17                       |
| 7      | 16.11±0.03 <sup>h</sup>   | 19.22±0.04 <sup>h</sup>   | 3.11                       |
| 8      | 18.02±0.04 <sup>i</sup>   | 20.91±0.05 <sup>i</sup>   | 2.89                       |
| 9      | 19.21±0.02 <sup>j</sup>   | 20.92±0.04 <sup>i</sup>   | 1.71                       |
| 10     | 19.86±0.06 <sup>k</sup>   | 21.11±0.06 <sup>j</sup>   | 1.25                       |

注:  $\Delta$ : 市售酸奶与传统酸奶两者之间的差值; 同列数据肩标小写字母不同表示市售酸奶或传统酸奶各传代次数间差异极显著( $P < 0.01$ ), 相同字母表示差异不显著( $P > 0.05$ ), 下同。

开始, 传统酸奶的乳酸菌菌落数就明显高于市售酸奶, 一直到第 10 次, 传统酸奶的菌落数达到  $21.11 \times 10^7$  CFU/mL, 较市售酸奶高  $1.25 \times 10^7$  CFU/mL。两者之间的差值( $\Delta$ )从第 1 次开始逐渐增大, 到第 5 次传代差值最高, 之后差值逐渐缩小。

### 2.2 连续传代发酵酸奶总酸度的比较

由图 1 和表 3 可知, 传统酸奶在传代发酵过程的总酸度值均高于市售酸奶, 第 1~4 次传统酸奶总酸度变化波动较大, 第 5~8 次传代总酸度较为稳定, 维持在  $120^\circ\text{T}$  左右, 最后总酸度达到  $135.00^\circ\text{T}$ 。市售酸奶第 1~7 次传代总酸度在  $80.00 \sim 100.00^\circ\text{T}$  之间, 之后总酸度随着传代发酵次数的增加而增大, 最后达到  $118.67^\circ\text{T}$ , 总酸度较传统酸奶低  $16.33^\circ\text{T}$ 。



注: 同条折线上的小写字母不同表示市售酸奶或传统酸奶各传代次数间差异极显著( $P < 0.01$ ), 相同字母表示差异不显著( $P > 0.05$ ), 下同。

图 1 市售酸奶与传统酸奶传代发酵总酸度的变化( $n=3$ )  
Fig.1 Change of total acidities of market yoghurt and traditional yoghurt ( $n=3$ )

表 3 两种酸奶传代发酵理化变化  
Table 3 Physical and chemical changes of 2 kinds of yoghurt fermentation

| 传代发酵次数 | pH 变化                  |                         | 总酸度值(°T)变化               |                             | 持水力(%)变化                 |                          |
|--------|------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|
|        | 市售酸奶                   | 传统酸奶                    | 市售酸奶                     | 传统酸奶                        | 市售酸奶                     | 传统酸奶                     |
| 0      | 4.13±0.04 <sup>d</sup> | 3.92±0.03 <sup>d</sup>  | 106.00±1.00 <sup>b</sup> | 120.67±4.16 <sup>de</sup>   | 68.27±1.50 <sup>cd</sup> | 79.47±1.38 <sup>de</sup> |
| 1      | 4.30±0.02 <sup>c</sup> | 4.02±0.04 <sup>c</sup>  | 90.33±0.58 <sup>e</sup>  | 123.67±1.15 <sup>bcde</sup> | 67.97±1.91 <sup>cd</sup> | 70.73±1.61 <sup>h</sup>  |
| 2      | 4.19±0.07 <sup>d</sup> | 3.92±0.02 <sup>d</sup>  | 83.67±0.58 <sup>f</sup>  | 113.67±2.51 <sup>f</sup>    | 66.99±2.54 <sup>d</sup>  | 73.43±1.03 <sup>g</sup>  |
| 3      | 4.32±0.01 <sup>c</sup> | 3.88±0.03 <sup>c</sup>  | 91.00±3.61 <sup>e</sup>  | 128.33±1.53 <sup>b</sup>    | 66.02±0.79 <sup>d</sup>  | 76.18±1.50 <sup>f</sup>  |
| 4      | 4.47±0.03 <sup>b</sup> | 4.11±0.01 <sup>b</sup>  | 81.00±1.00 <sup>f</sup>  | 118.67±1.15 <sup>c</sup>    | 64.35±1.55 <sup>d</sup>  | 78.56±1.03 <sup>e</sup>  |
| 5      | 4.60±0.02 <sup>a</sup> | 4.25±0.02 <sup>a</sup>  | 96.00±1.00 <sup>d</sup>  | 124.00±3.00 <sup>bcde</sup> | 67.90±1.64 <sup>cd</sup> | 81.69±1.35 <sup>cd</sup> |
| 6      | 4.31±0.06 <sup>c</sup> | 4.29±0.02 <sup>a</sup>  | 88.67±0.58 <sup>e</sup>  | 125.33±1.53 <sup>bcd</sup>  | 67.61±1.96 <sup>cd</sup> | 82.64±0.62 <sup>c</sup>  |
| 7      | 4.15±0.02 <sup>d</sup> | 4.05±0.04 <sup>bc</sup> | 99.67±1.15 <sup>c</sup>  | 122.33±1.53 <sup>cde</sup>  | 71.79±2.96 <sup>bc</sup> | 85.55±1.19 <sup>b</sup>  |
| 8      | 3.89±0.01 <sup>e</sup> | 3.96±0.04 <sup>d</sup>  | 108.67±4.04 <sup>b</sup> | 119.33±0.58 <sup>e</sup>    | 73.29±1.47 <sup>b</sup>  | 87.20±0.35 <sup>ab</sup> |
| 9      | 3.87±0.05 <sup>e</sup> | 3.92±0.06 <sup>d</sup>  | 115.67±2.08 <sup>a</sup> | 127.33±3.21 <sup>bc</sup>   | 74.59±1.24 <sup>ab</sup> | 88.66±0.77 <sup>a</sup>  |
| 10     | 3.81±0.01 <sup>f</sup> | 3.57±0.06 <sup>c</sup>  | 118.67±1.53 <sup>a</sup> | 135.00±1.00 <sup>a</sup>    | 77.60±1.09 <sup>a</sup>  | 85.27±2.49 <sup>b</sup>  |

### 2.3 连续传代发酵 pH 的比较

由图 2 和表 3 可知, 市售酸奶和传统酸奶在前 5 次的传代发酵过程中 pH 均总体呈上升趋势, 传统酸奶的 pH 明显低于市售酸奶, 市售酸奶 pH 最高达到 4.60, 传统酸奶 pH 最高达到 4.29; 市售酸奶从第 6 次开始, 传统酸奶从第 7 次开始的 pH 均呈现下降趋势, 市售酸奶 pH 最低下降至 3.81, 传统酸奶 pH 最低下降至 3.57。pH 的总体变化与总酸度的变化大致呈现负相关。

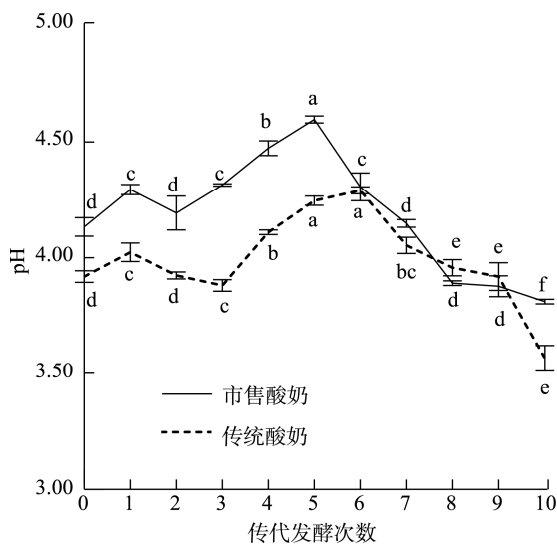


图 2 市售酸奶与传统酸奶传代发酵 pH 的变化(n=3)  
Fig.2 Changes of pH of market yogurt and traditional yogurt (n=3)

### 2.4 连续传代发酵持水力的比较

由图 3 和表 3 可知, 传统酸奶的持水力在传代发酵第 9 次达到最高, 为 88.66%, 在第一次发酵时最低, 为 70.73%, 但在整体传代过程的持水力均明显高于市售酸奶;

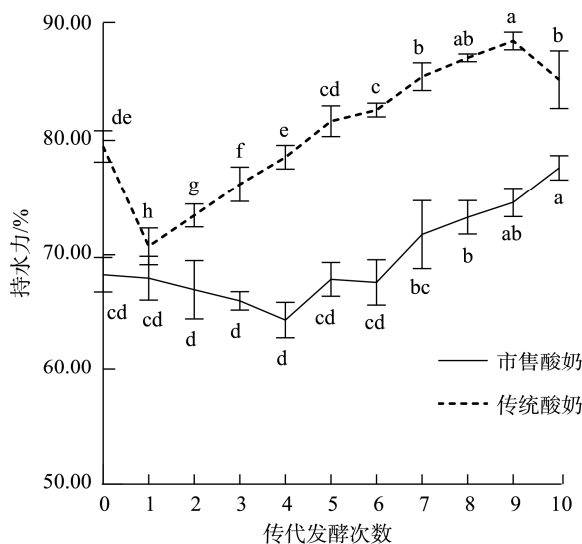


图 3 市售酸奶与传统酸奶传代发酵持水力的变化(n=3)  
Fig.3 Changes of water retention of market yoghurt and traditional yoghurt (n=3)

市售酸奶在前 4 次的传代发酵中持水力呈下降趋势, 最低降至 64.35%, 从第 5 次开始逐渐上升, 第 10 次最高达到 77.60%。10 次传代发酵后, 传统酸奶的持水力较市售酸奶高 7.67%。酸奶持水力高, 说明酸奶凝结水分子的能力较强, 从而减少乳清析出的现象。

### 2.5 连续传代发酵感官评价的比较

由表 4 可知, 市售酸奶连续传代至第 5~7 次感官评分较高, 第 1 次感官评分最低; 传统酸奶的感官评分第 6~10 次较高, 第 0 次最低。整体来看, 市售酸奶的感官评分较传统酸奶高, 可能是由于传统酸奶酸度较高, 对其口感和风味影响较大, 市售酸奶酸甜适中, 更容易被接受。

表 4 市售酸奶与传统酸奶感官评价结果  
Table 4 Sensory evaluation results of market yoghurt and traditional yoghurt

| 传代发酵次数 | 市售酸奶感官评分                | 传统酸奶感官评分                |
|--------|-------------------------|-------------------------|
| 0      | 84.83±2.48 <sup>d</sup> | 79.83±7.30 <sup>f</sup> |
| 1      | 78.67±2.29 <sup>e</sup> | 81.33±2.36 <sup>c</sup> |
| 2      | 81.33±2.21 <sup>f</sup> | 82.67±0.94 <sup>d</sup> |
| 3      | 84.23±2.87 <sup>d</sup> | 81.33±1.60 <sup>c</sup> |
| 4      | 84.83±1.57 <sup>d</sup> | 80.00±1.29 <sup>f</sup> |
| 5      | 86.87±1.67 <sup>b</sup> | 83.23±1.86 <sup>c</sup> |
| 6      | 86.10±2.08 <sup>b</sup> | 84.13±1.67 <sup>b</sup> |
| 7      | 87.83±2.19 <sup>a</sup> | 84.83±1.75 <sup>b</sup> |
| 8      | 85.50±2.22 <sup>c</sup> | 86.00±1.15 <sup>a</sup> |
| 9      | 84.50±1.71 <sup>d</sup> | 84.33±2.13 <sup>b</sup> |
| 10     | 84.00±0.82 <sup>c</sup> | 84.17±1.34 <sup>b</sup> |

### 3 讨论与结论

通过对连续传代发酵 10 次的市售酸奶和传统酸奶进行比较发现, 乳酸菌菌落总数、pH、总酸度、持水力和感官评分均有显著的差异。由于 0 代市售酸奶和传统酸奶的制作条件、原料都有区别, 本研究利用脱脂乳培养基进行传代发酵, 培养基的营养成分、pH, 发酵温度、发酵时间与 0 代的市售、传统酸奶制作方式均有所不同, 导致前 3 次传代制作的酸奶理化指标略有波动。市售酸奶的总酸度较低、随着传代次数增加酸奶中乳酸菌适应新的发酵条件和环境导致菌落结构和菌落数量发生变化, 从而导致了酸奶稳定性降低, 但对成品酸奶的口感和品质影响不大; 传统酸奶在传代发酵过程中, 乳酸菌菌落数、总酸度值和持水力均高于市售酸奶, 虽然凝乳效果好、质地均匀, 可能含有高产酸和产粘的优势乳酸菌, 在传代过程中仍然发挥优势作用, 但对其风味和口感的影响较大。本实验中传统酸奶采样地的少数民族更偏好于酸味较重的酸奶, 制作的传统酸奶总酸度偏高, 所以 0 代传统酸奶的总酸度、乳酸菌活菌数均高于 0 代市售酸奶, 这可能是后续传代过程中传统酸奶总酸度、乳酸菌活菌数高于市售酸奶的主要原因, 其中不乏存在一些产酸快、耐酸强的乳酸菌。在传代发酵过程中, 发酵时接种量选择为 5%, 可能也是引起酸奶总酸度偏高的原因, 因为在传代培养过程中, 接种量过高(≥5%), 可使组织产酸过快, 造成酸奶的总酸度偏高, 后期可以根据乳酸菌的产酸能力适当降低接种量, 使酸奶发酵达到较好的效果和口感<sup>[16-20]</sup>。

市售酸奶中添加的发酵剂为 Yo-FLex 酸奶发酵剂, 是丹麦汉森中心实验室在 1988 年底研制的, 由保加利亚乳杆菌(*Lactobacillus bulgaricus*)和嗜热链球菌(*Streptococcus thermophilus*)组成, 其优势是可极大减少其他微生物的污

染, 只需控制好两者之间的比例和接种量, 就可以生产出稳定的发酵产品<sup>[21]</sup>。新疆少数民族牧民长久以来保持食用和制作发酵酸奶的习惯, 主要以传统的酸奶引子发酵各种家畜的乳汁, 制作出的酸奶风味独特、具有民族特色, 富含多种维生素、蛋白质、脂肪、矿质元素等, 所用的发酵剂是通过长期发酵酸奶传代保留下来的混合菌种(包括乳球菌、乳杆菌、酵母菌等), 经过世代的自然选择和环境驯化, 其中可能会存在一些产酸强、活性高, 以及产生特殊香味物质的优良菌群, 是重要的可利用生物资源。但混合菌种中菌种类型、菌种含量过于复杂, 直接使用其作为发酵剂发酵酸奶, 会有诸多不确定因素影响酸奶品质及贮藏过程中的稳定性<sup>[22-23]</sup>。已有学者从新疆、西藏、内蒙古、甘肃、青海等地的传统发酵乳制品中分离出多种优良乳酸菌, 对菌种的开发和利用提供了宝贵资源<sup>[24-29]</sup>。在实际生产中筛选、选择优良菌株作为发酵剂, 可以减少或降低菌种退化速度, 杜磊等<sup>[30]</sup>及李变变<sup>[31]</sup>通过对保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌进行传代实验, 发现 2 种菌混合传代稳定性较好, 退化速度远小于单菌株的退化速度, 更适合酸奶的发酵。张岩等<sup>[7]</sup>使用牛奶培养基连续 6 次传代发酵藏区传统酸奶中的混合菌种发现, 随着传代次数的增加发酵酸奶的品质更佳。本研究中市售酸奶与传统酸奶在传代过程中乳酸菌群没有出现退化现象, 说明样品酸奶中乳酸菌菌种活性较高, 也可能是本研究的传代次数还未达到菌种退化的代数; 传代 10 次后, 市售酸奶和传统酸奶的乳酸菌菌落数、持水力、总酸度值均显著增加, 但总酸度值在传代初期波动变化较大, pH 的总体变化与总酸度的变化大致呈现负相关; 由于传统酸奶总酸度整体高于市售酸奶, 所以市售酸奶的感官评分较传统酸奶高, 可接受程度高。对传统酸奶中乳酸菌进行分离鉴定, 筛选出性能优良的菌株, 将其应用于乳制品的发酵, 生产出风味独特、品质稳定的酸奶及其他发酵乳制品是今后研究的主要方向。

### 参考文献

- [1] 马钢, 刘伯桥, 曾繁玲. 关于影响酸奶菌种综合因子的研究[J]. 中国乳品工业, 1993, (4): 150-153.  
MA G, LIU BQ, ZENG FL. A study on the comprehensive factors affecting yoghurt bacteria [J]. China Dairy Ind, 1993, (4): 150-153.
- [2] TAMIME AY, ROBINSON RK. Yoghurt: Science and technology [J]. Yoghurt Sci Technol, 1985, (141): 83-108.
- [3] 谭美芬, 黄卫东. 乳酸生产菌同代次, 传代次数对发酵影响的试验[J]. 广州食品工业科技, 1989, (1): 22-24.  
TAN MF, HUANG WD. Effects of the same generation and passage times of lactic acid producing bacteria on fermentation [J]. Guangzhou Food Ind Sci Technol, 1989, (1): 22-24.
- [4] 西热娜依·阿布力克木. 新疆传统发酵酸奶微生物多样性及其乳酸菌

- 生物被膜的研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆师范大学, 2016.
- XIRINAYI ABLKM. Microbial diversity and LAB biofilm in Xinjiang traditional fermented milk [D]. Urumqi: Xinjiang Normal University, 2016.
- [5] 魏艳, 曾小群, 潘道东, 等. 新疆地区不同酸奶中优势乳酸菌的分离与鉴定[J]. 中国食品学报, 2012, 12(12): 161-166.
- WEI Y, ZENG XQ, PAN DD, *et al.* Identification of dominant lactic acid bacteria isolated from different fermented milk in Xinjiang of China [J]. *J Chin Inst Food Sci Technol*, 2012, 12(12): 161-166.
- [6] 乔传丽, 蒋彩虹, 金丹, 等. 新疆传统发酵酸奶中酵母菌的分离鉴定及系统发育分析[J]. 中国酿造, 2017, 36(4): 67-71.
- QIAO CL, JIANG CH, JIN D, *et al.* Isolation, identification and phylogenetic analysis of yeast from traditional Xinjiang fermented yogurt [J]. *China Brew*, 2017, 36(4): 67-71.
- [7] 张岩, 李键, 陈炼红. 藏区传统酸奶中混合菌种的连续传代培养对发酵乳的影响[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2016, (3): 5-8.
- ZHANG Y, LI J, CHEN LH. Effect of continuous subculture of the mixed bacteria in the traditional yogurt from the Tibetan areas on fermented milk [J]. *Heilongjiang Anim Sci Vet Med*, 2016, (3): 5-8.
- [8] 凌空, 翟磊, 姚粟, 等. 新疆传统发酵食品中乳酸菌的分离鉴定及其生长代谢特性[J]. 食品与发酵工业, 2017, (433): 123-129.
- LIN K, ZHAI L, YAO S, *et al.* Isolation, identification and characterization of lactic acid bacteria from traditionally fermented foods in Xinjiang [J]. *Food Ferment Ind*, 2017, (433): 123-129.
- [9] 李伟程, 侯强川, 于洁, 等. 传统发酵乳制品中微生物多样性研究[J]. 食品工业科技, 2018, (1): 131-136.
- LI WC, HOU QC, YU J, *et al.* Study on the diversity of microbial in traditional fermented dairy products [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2018, (1): 131-136.
- [10] 何齐, 李雪, 冯倩, 等. 赛里木传统酸奶品质评价及风味物质分析[J]. 食品研究与开发, 2023, 44(13): 175-182.
- HE Q, LI X, FENG Q, *et al.* Analysis of quality and volatile flavor compounds in Sayram Kettaki [J]. *Food Res Dev*, 2023, 44(13): 175-182.
- [11] 杨行, 王莉, 郭丽君, 等. 新疆喀什地区传统酸奶中乳酸菌的分离鉴定及产酸能力评价[J]. 食品与发酵工业, 2020, 46(2): 102-107.
- YANG H, WANG L, GUO LJ, *et al.* Screening and identification of lactic acid bacteria from traditional yoghurt in Kashi Region and its acid-producing characteristics [J]. *Food Ferment Ind*, 2020, 46(2): 102-107.
- [12] 贾亚婷, 郭艳梅, 蔡逸安, 等. 不同菌种发酵乳品质与抗氧化能力研究[J]. 中国乳品工业, 2017, 45(9): 22-25.
- JIA YT, GUO YM, CAI YAN, *et al.* Research of quality and antioxidant capacity for fermented milk with different strains [J]. *China Dairy Ind*, 2017, 45(9): 22-25.
- [13] 孟令帅, 徐鑫, 刘倩颖, 等. 市售酸奶在贮存期间品质变化分析[J]. 食品与发酵工业, 2014, (407): 161-165.
- MENG LS, XU X, LIU QY, *et al.* Quality change analysis on commercial yogurt during storage [J]. *Food Ferment Ind*, 2014, (407): 161-165.
- [14] 廖芬, 刘国明, 郑凤锦, 等. 不同稳定剂对香蕉凝固型酸奶品质的影响[J]. 南方农业学报, 2015, (1): 123-127.
- LIAO F, LIU GM, ZHENG FJ, *et al.* Effects of stabilizers on the quality of banana set yoghurt [J]. *J Southern Agric*, 2015, (1): 123-127.
- [15] CHEN L, OPARA UL. Texture measurement approaches in fresh and processed foods-A review [J]. *Food Res Int*, 2013, (512): 823-835.
- [16] 谢继志, 葛庆丰. 影响酸奶的因素及其质量控制[J]. 中国乳品工业, 2001, (6): 20-23.
- XIE JZ, GE QF. Affecting factors and quality control of yoghurt [J]. *China Dairy Ind*, 2001, (6): 20-23.
- [17] 肖瑀, 许睿. 酸奶发酵机理及后酸化控制措施[J]. 食品安全导刊, 2024, (1): 139-141.
- XIAO Y, XU R. Mechanism of yogurt fermentation and post-acidification control measures [J]. *Chin Food Saf Magaz*, 2024, (1): 139-141.
- [18] 赖钞艺, 周雪松, 曾建新. 脱脂凝固型酸奶的研制[J]. 现代食品科技, 2011, 27(11): 1379-1381.
- LAI CY, ZHOU XS, ZENG JX. Preparation of a solidified skim yogurt [J]. *Mod Food Sci Technol*, 2011, 27(11): 1379-1381.
- [19] 马杰, 周建中, 张涛, 等. 植物基杏仁酸奶的研制及不同发酵剂对酸奶品质的影响[J]. 食品研究与开发, 2023, 44(21): 57-67.
- MA J, ZHOU JZ, ZHANG T, *et al.* Development of plant-based almond yogurt and influence of different starter cultures on yogurt quality [J]. *Food Res Dev*, 2023, 44(21): 57-67.
- [20] 刘苗. 不同乳酸菌发酵的酸奶对消费者感官评价和营养成分的影响比较研究[J]. 中国食品工业, 2023, (8): 38-39.
- LIU Z. A comparative study on the effects of yogurt fermented by different lactic acid bacteria on consumers' sensory evaluation and nutritional composition [J]. *China Food Ind*, 2023, (8): 38-39.
- [21] 杨仁琴, 印伯星. 酸奶加工技术研究进展[J]. 食品工业, 2017, (6): 243-247.
- YANG RQ, YIN BX. Advance in yogurt processing technology [J]. *Food Ind*, 2017, (6): 243-247.
- [22] 玛依乐·艾海提, 西热娜依·阿布力克木, 努尔古丽·热合曼. 应用高通量测序法检测新疆传统酸奶中微生物多样性[J]. 食品科学, 2018, 39(20): 137-142.
- MAYIRA AIHT, XIRINAYI ABLKM, NUERGULI RHM. Diversity of culturable microorganisms in traditional fermented milk from south Xinjiang as analyzed by high-throughput pyrosequencing [J]. *Food Sci*, 2018, 39(20): 137-142.
- [23] 高智辉, 纪忠妍, 王雷喜, 等. 芝麻酚对鱼油酸奶品质及氧化稳定性的影响[J]. 食品安全质量检测学报, 2023, 14(9): 284-291.
- GAO ZH, JI ZY, WANG LX, *et al.* Effects of sesamol on the quality and oxidative stability of fish oil yogurt [J]. *J Food Saf Qual*, 2023, 14(9): 284-291.
- [24] 西热娜依·阿布力克木, 穆耶赛尔·玉苏普, 努尔古丽·热合曼. 新疆传统发酵酸奶中可产生生物膜乳酸菌的筛选及鉴定[J]. 食品与发酵工业, 2017, (7): 133-138.

- XIRINAYI ABLKM, MUYESAIER YSP, NUERGULI RHM. Screening and identification of lactic acid bacteria forming biofilm in traditional fermented yoghurt of Southern Xinjiang [J]. Food Ferment Ind, 2017, (7): 133–138.
- [25] 王雪艳. 西藏高海拔地区酸奶中乳酸菌分离鉴定及其产酸能力评价[D]. 拉萨: 西藏大学, 2016.
- WANG XY. Isolation and identification of lactic acid bacteria from yogurt at high altitude in Tibet and evaluation of its acid-producing ability [D]. Lhasa: Tibet University, 2016.
- [26] 韩墨, 王燕, 杨志鹏, 等. 内蒙古传统酸奶乳酸菌的筛选及体外益生效果评价[J]. 食品研究与开发, 2018, (1): 152–156.
- HAN M, WANG Y, YANG ZP, *et al.* Screening of lactic acid bacteria in traditional yoghurt of Inner Mongolia and evaluation of its benefit *in vitro* [J]. Food Res Dev, 2018, (1): 152–156.
- [27] AZAT R, LIU Y, LI W, *et al.* Probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from traditionally fermented Xinjiang cheese [J]. J Zhejiang Univ-SCB, 2016, (178): 597–609.
- [28] 刘东. 天祝牧区传统发酵白牦牛酸奶品质特性分析及工艺优化[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2019.
- LIU D. Analysis of quality characteristics and process optimization of traditional fermented white yak yogurt in Tianzhu Pastoral County [D]. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2019.
- [29] 杜琨. 青海酸奶中乳酸菌的分离鉴定及抑菌谱研究[J]. 中国乳品工业, 2021, 49(4): 24–28.
- DU K. Isolation, identification and antimicrobial spectrum of lactic acid bacteria in Qinghai yoghurt [J]. China Dairy Ind, 2021, 49(4): 24–28.
- [30] 杜磊, 袁超, 杜杨. 保藏过程中乳酸菌发酵菌种的选择[J]. 食品工业科技, 2011, 32(10): 259–260.
- DU L, YUAN C, DU Y. The choice of fermentation strains of lactic acid bacteria in conserving process [J]. Sci Technol Food Ind, 2011, 32(10): 259–260.
- [31] 李变变. 酸奶制作时乳酸菌的分离纯化及最佳添加比例[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(17): 179–182, 194.
- LI BB. Separation, purification and optimal addition ratio of lactobacillus in yogurt production [J]. J Anhui Agric Sci, 2018, 46(17): 179–182, 194.

(责任编辑: 于梦娇 郑 丽)

### 作者简介



杨 行, 硕士研究生, 主要研究方向为乳品生物技术与工程。  
E-mail: yanghangks@163.com



王玉涛, 博士, 教授, 主要研究方向为动物生态与分子进化研究。  
E-mail: wangytags@163.com