

副干酪乳杆菌 KLDS.LP T1610 对扣碗酪品质的影响

Effects of *Lactobacillus paracasei* KLDS.LP T1610 on the quality of Kouwan Lao

费鹏¹ 秘雪² 姜毓君² 刘悦欣²

FEI Peng¹ BI Xue² JIANG Yu-jun² LIU Yue-xin²

李建军¹ 周莲昕¹ 郭鸽²

LI Jian-jun¹ ZHOU Lian-xin¹ GUO Ling²

(1. 河南科技大学食品与生物工程学院, 河南 洛阳 471023;

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

(1. College of Food and Biological Engineering, Henan University of Science and Technology,

Luoyang, Henan 471023, China; 2. Key Laboratory of Dairy Science, Ministry of Education

Food Science College, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030, China)

摘要:以传统扣碗酪和添加普通发酵剂(保加利亚乳杆菌:嗜热链球菌=1:1)的扣碗酪为对照组,分析副干酪乳杆菌 KLDS.LP T1610 对扣碗酪的感官品质、pH、滴定酸度、质构特性及乳酸菌活菌数的影响。结果表明:添加副干酪乳杆菌 KLDS.LP T1610 的扣碗酪(C组)感官评分显著高于对照组,pH值显著降低,滴定酸度显著增加。质构分析结果显示副干酪乳杆菌 KLDS.LP T1610 对扣碗酪的弹性和咀嚼性的影响不显著,而对硬度和黏性有显著影响,显著高于A组,低于B组,且在贮藏期间变化不显著。此外,在贮藏期间,C组中乳酸菌的活菌数显著高于A、B两组。

关键词:扣碗酪;副干酪乳杆菌;酸度;质构特性;活菌数

Abstract: The effects of *Lactobacillus paracasei* KLDS.LP T1610 on sensory evaluation, pH, titration acidity, texture properties and viable count of lactic acid bacteria were analyzed. The traditional Kouwan Lao (group A) and Kouwan Lao added with ordinary starter (*L. bulgaricus* : *Streptococcus thermophilus* = 1 : 1, group B) were used as control groups. The results showed

that the sensory score of the C group was significantly higher than that of the control groups, with significant decrease of the pH value, while the titration acidity significantly increased. The textural profile analysis indicated that *L. paracasei* KLDS.LP T1610 had no significant effects on the elasticity and chewing of the Kouwan Lao. However, significant effect on the hardness and viscosity, was significantly higher than group A and lower than group B, without any significant change during storage. In addition, during the storage period, the viable count of *L. bulgaricus* in group C was significantly higher than that in groups A and B.

Keywords: Kouwan Lao; *Lactobacillus paracasei*; acidity; texture properties; viable count

扣碗酪是由新鲜牛奶与米酒制成,江米酒在发酵过程中会产生酸性蛋白酶,从而使得牛奶中蛋白质凝固,产品色泽洁白,从外观上看类似于凝固型酸奶,但其奶香醇厚更兼具酒香,风味独特,因能凝结于碗上,倒扣而不倒,故名“扣碗酪”^[1-3]。扣碗酪中的乳糖酶有促进乳糖分解的功能,能防止乳糖不耐症,同时能助消化、防便秘与腹泻,降低胆固醇,预防老年人心血管疾病^[4]。此外,作为凝乳剂的江米酒不仅能赋予扣碗酪独特风味,同时富含多肽、氨基酸、有机酸等多种对人体有益的营养成分,因此深受消费者喜爱^[5]。

凝乳是扣碗酪生产的关键工艺,传统的凝乳方法易出现严重的乳清析出现象,而且发酵时间较长、在运输过

基金项目:河南科技大学博士科研启动基金项目(编号:13480066);河南省科技攻关项目(编号:172102110019);国家自然科学基金(编号:31702218)

作者简介:费鹏,女,河南科技大学讲师,博士。

通信作者:郭鸽(1975—),女,东北农业大学副教授,博士。

E-mail: guoling@neau.edu.cn

收稿日期:2019-05-27

程中易被破坏,仅适合当地作坊式手工生产,无法大批量生产^[6]。滕国新等^[7-8]发现在高乙醇含量条件下,根霉凝乳酶的凝乳时间大大缩短,而选择低温长时的热处理方式和较低的均质压力参数有利于扣碗酪质构的形成;蔡晓林^[9]发现添加脱脂乳可以提高扣碗酪的质构特性,而相比于原料乳的高温长时的热处理方式,巴氏杀菌和高温瞬时的热处理方式更有利于扣碗酪良好质构的形成。此外,还有研究^[10-11]表明在扣碗酪的凝乳过程中,选择 70 °C 作为江米酒的凝乳温度,可缩短凝乳时间,并使得扣碗酪的质地更加紧密,但该条件下扣碗酪中的大量有益活菌被杀灭,不利于其益生功能的发挥。因此,扣碗酪凝乳时间过长,质地稀松仍需亟待解决。

副干酪乳杆菌(*Lactobacillus paracasei*)通常被作为发酵剂或辅助发酵剂,由于其具有较好的产酸和产黏能力,常用于促进产品的凝乳和质构的形成^[12-14]。此外,副干酪乳杆菌对食品中的腐败菌有较好的抑制作用,可以在不影响食品性状的前提下,延长产品的储存时间^[15]。然而,副干酪乳杆菌具有一定的产酸和产芳香物质的能力,可能会对扣碗酪的品质产生一定的影响。

课题组前期研究发现利用分离自牦牛奶传统发酵乳制品的副干酪乳杆菌 KLDS.LP T1610 加工扣碗酪可以将凝乳时间从 5 h 减少到 3 h。试验拟继续以副干酪乳杆菌 KLDS.LP T1610 为研究对象,分析其对扣碗酪产品及贮藏期间感官品质、pH、滴定酸度、质构特性和活菌数的影响,为扣碗酪产品的工业化生产提供理论依据。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与试剂

1.1.1 试验菌种

副干酪乳杆菌(*Lactobacillus paracasei*) KLDS.LP T1610;东北农业大学乳品科学教育部重点实验室;

复合型菌粉(保加利亚杆菌:嗜热链球菌=1:1)、甜酒曲:安琪酵母股份有限公司。

1.1.2 原料与试剂

江米、鲜牛乳:市售;

氯化钠、乙醇、无水乙酸钠:分析纯,天津市天力化学试剂有限公司;

氢氧化钠:96%,天津市福晨化学试剂厂;

乳酸细菌培养基(MRS):北京奥博星生物技术有限公司;

邻苯二甲酸氢钾:99.8%,上海紫铭试剂厂。

1.2 仪器与设备

高压蒸汽灭菌器:BKQP-75L 型,济南来宝医疗器械有限公司;

远红外线恒温干燥箱:YH-1BS 型,天津市中环实验电炉有限公司;

生化培养箱:SPX-70BX 型,天津市泰斯特仪器有限公司;

pH 计:MP511 型,上海精密仪器仪表有限公司;

超净工作台:BCN-1360 型,北京市东联哈尔仪器制造有限公司;

电子天平:PB-S 型,梅特勒—托利多仪器(上海)有限公司;

质构仪:TA.XT2i 型,英国 Stable Micro Systems 公司。

1.3 方法

1.3.1 江米酒的制备 根据蔡晓琳^[9]的方法制备江米酒,在 4 °C 条件下储藏备用。

1.3.2 乳酸菌菌种活化

(1) 副干酪乳杆菌的活化:将 0.5 mL 副干酪乳杆菌 KLDS.LP T1610 菌液接种到 10 mL MRS 液体培养基中,37 °C 培养 24 h。将得到的菌液进行梯度稀释,取 0.1 mL 菌液在 MRS 固体培养基中涂布,置于 37 °C 培养 24 h。挑取平板中单菌落进行镜检,证明不含杂菌后,再挑取单菌落接种到 10 mL MRS 液体培养基中培养 12 h。将活化菌种按 10% (体积分数) 加入至 50 mL 新鲜牛乳中,42 °C 培养 12 h 后,于 4 °C 储藏备用。

(2) 普通发酵剂的活化:将 0.05 g 菌粉加入至 50 mL 新鲜牛乳中,搅拌 30 s 以上,混合均匀后,42 °C 培养 12 h,于 4 °C 储藏备用。

1.3.3 扣碗酪的制作 制作 3 组扣碗酪,分别记为 A、B、C,A 组为空白对照,只加入江米酒;B 组添加直投式发酵剂(保加利亚乳杆菌:嗜热链球菌=1:1);C 组添加副干酪乳酸杆菌 KLDS.LP T1610。调整 B、C 两组中乳酸菌浓度为 10⁷ CFU/mL。江米酒的加入比例均为原料乳体积的 18%,搅拌均匀后于 42 °C 恒温箱中发酵,分别发酵 5,3,1 h。将发酵好的扣碗酪置于 4 °C 冰箱中后熟并保存。

1.3.4 感官评定 由感官评价小组,按组织状态、风味、口感、气味、色泽的评分标准进行评分,取平均值作为感官评价的结果,具体评分标准见表 1。

1.3.5 pH 的测定 在扣碗酪贮藏第 1,3,5 天进行测定,将样品充分搅拌均匀后,用 pH 计进行测定。

1.3.6 滴定酸度的测定 参照 GB 5009.239—2016,在扣碗酪贮藏第 1,3,5 天进行酸度测定。按式(1)计算样品的滴定酸度。

$$TA = \frac{C \times V \times 10}{0.01}, \quad (1)$$

式中:

TA——样品的滴定酸度,°T;

C——标定后氢氧化钠浓度,moL/L;

V——消耗标定氢氧化钠体积,mL。

表 1 扣碗酪感官评分表

Table 1 Sensory evaluation table of Kouwan Lao

项目	指标	评分
风味	有酸奶独特的风味,酒味与奶味交融和谐	14~20
	有酸奶的风味明显,但酒味较淡	7~13
	仅有酸奶的风味,或两者味道不和谐	0~6
口感	细腻爽滑,黏度适中	14~20
	不够细腻,黏度较低或较高	7~13
	粗糙,黏度极低或极高	0~6
色泽	乳白色或淡黄色,有光泽	14~20
	略带棕黄或无光泽	7~13
	棕黄色且无光泽	0~6
组织状态	组织均匀,硬度适中无裂纹存在	14~20
	较为均匀,硬度较弱,存在少许裂纹	7~13
	组织不均匀,硬度极弱,存在大量裂纹	0~6
气味	香味浓郁,气味令人愉悦	14~20
	香味较淡,气味平常	7~13
	香味极淡,或有异味	0~6

表 2 副干酪乳杆菌 KLDS.LP T1610 对扣碗酪感官品质的影响[†]

Table 2 Effects of *L. paracase* KLDS.LP T1610 on the sensory evaluation of Kouwan Lao

样品	组织状态	风味	口感	气味	色泽	总分
A 组	12.0±1.2 ^a	14.2±0.8 ^a	13.2±1.6 ^a	12.4±1.7 ^a	13.6±1.1 ^a	65.4±2.2 ^a
B 组	14.6±1.1 ^b	13.4±1.7 ^a	14.4±1.5 ^a	14.0±1.6 ^b	14.6±1.1 ^b	71.0±1.4 ^b
C 组	18.4±1.1 ^c	15.4±1.6 ^b	16.4±0.8 ^b	17.2±1.1 ^c	15.0±1.6 ^b	82.4±3.4 ^c

† 字母不同表示差异显著(P<0.05)。

助于改善扣碗酪的组织状态和黏稠度^[17]。说明副干酪乳杆菌 KLDS.LP T1610 对扣碗酪感官品质的影响为正向。

2.2 对扣碗酪 pH 的影响

由表 3 可知,在贮藏第 1 天,C 组扣碗酪的 pH 显著低于 A、B 两组(P<0.05);第 3、5 天,C 组的 pH 显著低于 A 组(P<0.05),与 B 组差异不显著(P>0.05);在整个贮藏过程中,空白对照组的 pH 始终低于酪蛋白的等电点 4.6,说明江米酒凝乳机理是酶凝,而非酸凝^[1]。而相比于

表 3 副干酪乳杆菌 KLDS.LP T1610 对扣碗酪 pH 的影响[†]

Table 3 Effects of *L. paracase* KLDS.LP T1610 on the pH of Kouwan Lao

时间/d	A 组	B 组	C 组
1	5.33±0.04 ^{Aa}	5.28±0.16 ^{Aa}	4.74±0.01 ^{Ba}
3	5.06±0.38 ^{Ab}	4.60±0.01 ^{Bb}	4.53±0.02 ^{Cb}
5	4.94±0.04 ^{Ac}	4.48±0.03 ^{Bb}	4.46±0.05 ^{Bb}

† 大写字母不同表示同行差异显著(P<0.05);小写字母不同表示同列差异显著(P<0.05)。

1.3.7 质构分析 根据屠康等^[16]的方法修改如下:对扣碗酪贮藏第 1、3、5 天的质构进行测定。质构分析中参数设定为测前、测中、测后速度分别为 2.0、1.0、5.0 mm/s,感应力 3.0 N,下压距离 10 mm,两次下压间隔时间 5.0 s,探头型号 A/BE35。

1.3.8 乳酸菌的计数 参照 GB 4789.35—2016,对贮藏第 1、3、5 天的扣碗酪样品中的乳酸菌数目进行平板计数。

1.4 数据分析

每组样品测 3 个平行样,用 Excel 数据统计软件进行数据处理、制图,并用 SPSS 软件进行差异性分析,显著水平为 P<0.05,最终结果用(平均值±标准差)表示。

2 结果与分析

2.1 对扣碗酪感官品质的影响

由表 2 可知,相比 A、B 两组,C 组扣碗酪在组织状态、风味、口感和气味方面都有显著提高(P<0.05),且总分最高。这可能是副干酪乳杆菌不仅能够产生乙醛、丁二酮、乙偶姻、挥发性酸等风味性物质,且其产黏能力有

A 组,C 组的扣碗酪能快速凝乳,与副干酪乳杆菌 KLDS.LP T1610 的产酸能力有关。

2.3 对扣碗酪滴定酸度的影响

由表 4 可知,3 组扣碗酪滴定酸度存在显著性差异(P<0.05),从低到高分别为 A<B<C。同时,3 组产品随贮藏时间的增加,滴定酸度均出现显著增加(P<0.05)。这是由于发酵乳制品的后酸化,发酵乳制品中的乳酸菌继续生长消耗剩余的乳糖并生成乳酸^[17]。结合感官评分

表 4 副干酪乳杆菌 KLDS.LP T1610 对扣碗酪滴定酸度的影响[†]

Table 4 Effects of *L. paracase* KLDS.LP T1610 on the titration acidity of Kouwan Lao °T

时间/d	A 组	B 组	C 组
1	49.7±0.6 ^{Aa}	53.6±1.5 ^{Ba}	66.3±1.5 ^{Ca}
3	53.9±2.2 ^{Ab}	75.9±1.2 ^{Bb}	105.3±2.1 ^{Cb}
5	73.6±0.6 ^{Ac}	93.8±6.1 ^{Bc}	119.0±0.5 ^{Cc}

† 大写字母不同表示同行差异显著(P<0.05);小写字母不同表示同列差异显著(P<0.05)。

可知,虽然 C 组扣碗酪酸度显著增加,但并未对产品风味造成负面影响。

2.4 对扣碗酪质构的影响

2.4.1 硬度 由表 5 可知,3 组扣碗酪硬度指标差异显著 ($P < 0.05$)。第 1 天是产品运输售卖的黄金时间,产品一经破坏,难以二次凝固,与 A 组扣碗酪相比,B、C 两组扣碗酪的硬度显著提高 ($P < 0.05$)。随着贮藏时间的延长,A 组扣碗酪的硬度显著增加 ($P < 0.05$),B、C 两组扣碗酪的硬度未出现明显改变 ($P > 0.05$),状态稳定,而根据感官评价中对组织状态的评分,添加副干酪乳杆菌 KLDS.LP T1610 的扣碗酪的硬度更适合消费者。

表 5 副干酪乳杆菌 KLDS.LP T1610 对扣碗酪硬度的影响[†]

Table 5 Effects of *L. paracase* KLDS.LP T1610 on the hardness of Kouwan Lao g

时间/d	A 组	B 组	C 组
1	31.11±2.12 ^{Aa}	66.32±1.79 ^{Ba}	51.14±3.09 ^{Ca}
3	73.07±3.44 ^{Ab}	80.48±2.14 ^{Aa}	55.95±1.93 ^{Ba}
5	77.52±2.50 ^{Ab}	72.01±4.32 ^{Aa}	49.98±2.18 ^{Ba}

[†] 大写字母不同表示同行差异显著 ($P < 0.05$);小写字母不同表示同列差异显著 ($P < 0.05$)。

2.4.2 弹性 由表 6 可知,3 组扣碗酪弹性值在贮藏第 1 天时差异显著 ($P < 0.05$),且 A 组扣碗酪弹性值最高;在贮藏第 3、5 天,3 组扣碗酪弹性值差异不显著 ($P > 0.05$);B、C 两组扣碗酪随贮藏时间的增加,弹性变化不显著 ($P > 0.05$),说明副干酪乳杆菌 KLDS.LP T1610 对扣碗酪弹性的影响不显著 ($P > 0.05$)。

表 6 副干酪乳杆菌 KLDS.LP T1610 对扣碗酪弹性的影响[†]

Table 6 Effects of *L. paracase* KLDS.LP T1610 on the elasticity of Kouwan Lao %

时间/d	A 组	B 组	C 组
1	0.255±0.011 ^{Aa}	0.055±0.002 ^{Ba}	0.110±0.006 ^{Ba}
3	0.047±0.006 ^{Ab}	0.025±0.010 ^{Aa}	0.062±0.004 ^{Aa}
5	0.034±0.004 ^{Aa}	0.032±0.002 ^{Aa}	0.070±0.005 ^{Aa}

[†] 大写字母不同表示同行差异显著 ($P < 0.05$);小写字母不同表示同列差异显著 ($P < 0.05$)。

2.4.3 黏性 由表 7 可知,贮藏第 1 天,3 组扣碗酪的黏性值差异显著 ($P < 0.05$),且 B 组扣碗酪黏性最高;随着贮藏时间的延长,C 组扣碗酪的黏性有所增加,但相比贮藏初期,黏性增加的趋势显著低于 A、B 两组 ($P < 0.05$),表明在贮藏期间,副干酪乳杆菌 KLDS.LP T1610 更有利于维持扣碗酪的黏性。

表 7 副干酪乳杆菌 KLDS.LP T1610 对扣碗酪黏性的影响[†]

Table 7 Effects of *L. paracase* KLDS.LP T1610 on the viscosity of Kouwan Lao Pa · s

时间/d	A 组	B 组	C 组
1	5.29±0.24 ^{Aa}	16.89±0.34 ^{Ba}	9.24±0.22 ^{Ca}
3	14.19±0.32 ^{Ab}	21.30±0.29 ^{Bb}	9.97±0.12 ^{Aa}
5	16.28±0.25 ^{Ac}	16.78±0.30 ^{Ba}	12.29±0.40 ^{Cb}

[†] 大写字母不同表示同行差异显著 ($P < 0.05$);小写字母不同表示同列差异显著 ($P < 0.05$)。

2.4.4 咀嚼性 由表 8 可知,3 组扣碗酪的咀嚼性在贮藏期间不存在显著性变化 ($P > 0.05$),说明副干酪乳杆菌 KLDS.LP T1610 的加入对扣碗酪的咀嚼性无显著影响。

表 8 副干酪乳杆菌 KLDS.LP T1610 对扣碗酪咀嚼性的影响[†]

Table 8 Effects of *L. paracase* KLDS.LP T1610 on the chewing of Kouwan Lao %

时间/d	A 组	B 组	C 组
1	28.88±3.81 ^{Aa}	30.46±3.47 ^{Aa}	31.60±3.35 ^{Aa}
3	37.83±1.98 ^{Aa}	35.15±3.46 ^{Aa}	31.43±4.81 ^{Aa}
5	39.78±2.00 ^{Aa}	35.71±4.03 ^{Aa}	37.13±3.20 ^{Aa}

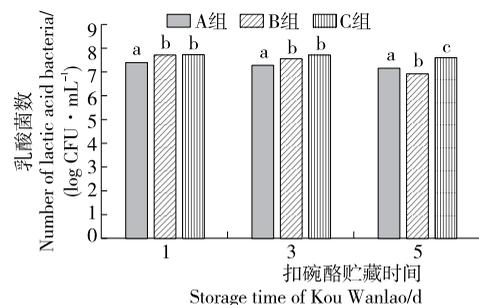
[†] 大写字母不同表示同行差异显著 ($P < 0.05$);小写字母不同表示同列差异显著 ($P < 0.05$)。

2.5 对扣碗酪乳酸菌总数的影响

由图 1 可知,贮藏期间,C 组扣碗酪中乳酸菌的活菌数显著高于 A 组 ($P < 0.05$),且第 5 天时,显著高于 B 组,说明与普通发酵剂相比,副干酪乳杆菌 KLDS.LP T1610 对酸的耐受性更强。

3 结论

试验以分离自牦牛奶传统发酵乳制品的副干酪乳杆菌 KLDS.LP T1610 为辅助发酵剂,分析了其对扣碗酪品



字母不同表示差异显著 ($P < 0.05$)

图 1 副干酪乳杆菌 KLDS.LP T1610 对扣碗酪乳酸菌总数的影响

Figure 1 Effects of *L. paracase* KLDS.LP T1610 on the amount of lactic acid bacteria of Kouwan Lao

质的影响。研究表明,与传统扣碗酪和添加普通发酵剂(保加利亚乳杆菌:嗜热链球菌=1:1)的扣碗酪相比,添加副干酪乳杆菌的感官品质显著提高($P<0.05$)。在 5 d 的贮藏期间,副干酪乳杆菌 KLDS.LP T1610 显著提高了扣碗酪的酸度和乳酸菌活菌总数,并改善了扣碗酪的质构特性,在短时间凝乳的情况下,得到了风味良好、质地紧密、贮藏期品质稳定的扣碗酪产品。后续将继续探索副干酪乳杆菌 KLDS.LP T1610 对人体的益生作用,并进行风味扣碗酪的研制,进一步扩展扣碗酪的产品种类。

参考文献

[1] 张和平, 孙天松, 郑宏旺. 扣碗酪的初步研究[J]. 中国乳品工业, 1995, 23(1): 6-9.
 [2] 刘振民, 骆承痒. 江米酒乳凝固机理研究[J]. 食品科学, 2000, 21(7): 13-15.
 [3] 黄璐, 霍贵成. 利用响应曲面法优化扣碗酪的生产工艺[J]. 食品工业科技, 2009, 30(10): 209-212.
 [4] SADRZADEH-YEGANEH H, ELMADFA I, DJAZAYERY A, et al. The effects of probiotic and conventional yoghurt on lipid profile in women[J]. British Journal of Nutrition, 2010, 103(12): 1 778-1 783.
 [5] LI Hong-yan, JIN Zheng-yu, XU Xue-ming. Design and optimization of an efficient enzymatic extrusion pretreatment for Chinese rice wine fermentation[J]. Food Control, 2013, 32(2): 563-568.
 [6] 林莉, 宋小红, 陈历俊. 宫廷奶酪的加工工艺研究[J]. 中国

乳业, 2007(8): 28-30.
 [7] 滕国新. 酒曲中根霉凝乳酶性质及对扣碗酪凝乳质地影响的研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2005: 90.
 [8] 滕国新, 李里特. 热处理与均质压力对扣碗酪凝乳质构的影响[J]. 食品工业科技, 2006, 27(1): 49-51.
 [9] 蔡晓林. 不同原料乳对扣碗酪加工中微生物菌群组成及品质的影响[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2016: 37.
 [10] 张新杰, 李琳, 江岩, 等. 扣碗酪的品质特性及其影响因素的研究[J]. 食品工业, 2016, 37(11): 103-106.
 [11] 蔡晓林, 郭鸽, 胡新新, 等. 不同酒曲及凝乳酶对扣碗酪品质的影响[C]//第五届中国乳业科技大会. 哈尔滨: 中国畜产品加工研究会, 2014: 192-193.
 [12] 耿文超, 关今韬, 程申, 等. 副干酪乳杆菌的功能特性及其应用研究进展[J]. 生物加工过程, 2018, 16(4): 1-7.
 [13] 巨晓英, 寇晓虹. 副干酪乳杆菌的功能及其在食品工业中的应用研究进展[J]. 中国乳品工业, 2009, 37(8): 50-52.
 [14] 庄海霁, 雷虹, 张铁丹, 等. 副干酪乳杆菌的应用研究进展[J]. 生物技术通讯, 2006, 17(6): 989-991.
 [15] IOANNA M, STAVROS P, MARIA O, et al. Effect of a novel *Lactobacillus paracasei* starter on sourdough bread quality[J]. Food Chemistry, 2019, 271: 259-265.
 [16] 屠康, 赵艺泽, 洪莹, 等. 利用质构仪对不同干酪质地品质的研究[J]. 中国乳品工业, 2004, 32(12): 16-18.
 [17] POONAM, POPHALY S D, TOMAR S K, et al. Multifaceted attributes of dairy propionibacteria: A review[J]. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 2012, 28(11): 3 081-3 095.

(上接第 10 页)

[55] CHEN Hua-han, CHANG Hung-chia, CHEN Yu-kuo, et al. An improved process for high nutrition of germinated brown rice production: Low-pressure plasma [J]. Food Chemistry, 2016, 191: 120-127.
 [56] ZARGARCHI S, SAREMNEZHAD S. Gamma-aminobutyric acid, phenolics and antioxidant capacity of germinated indica paddy rice as affected by low-pressure plasma treatment[J]. LWT-Food Science and Technology, 2019, 102: 291-294.
 [57] 周雪松, 蒋灿明, 曾建新, 等. 低聚糖、肽对发酵乳发酵时间及品质影响研究[J]. 现代食品科技, 2007(5): 1-3.
 [58] 谭允冰, 赵强忠. 大豆蛋白酶解产物对不同发酵剂酸奶品质的影响[J]. 现代食品科技, 2017, 33(8): 103-109.
 [59] 低聚果糖可影响不同发酵剂生产的益生菌酸奶中的共轭亚油酸含量[J]. 中国乳业, 2008(1): 70-71.
 [60] 钱轶, 顾霆. 健康食品新主角——悦华谷物奶(粉)[J]. 中国食品添加剂, 2013(S1): 271-275.
 [61] LANDIM NEVES M I, DESOBRY BANON S, PERRONE I T, et al. Encapsulation of curcumin in milk powders by

spray-drying: Physicochemistry, rehydration properties, and stability during storage[J]. Powder Technology, 2019, 345: 601-607.
 [62] MAHMOODANI F, PERERA C O, ABERNETHY G, et al. Lipid oxidation and vitamin D3 degradation in simulated whole milk powder as influenced by processing and storage[J]. Food Chem, 2018, 261: 149-156.
 [63] NEMSKA V, LOGAR P, RASHEVA T, et al. Functional characteristics of lactobacilli from traditional Bulgarian fermented milk products[J]. Turk J Biol, 2019, 43: 148-153.
 [64] AKBARI M, ESKANDARI M H, DAVOUDI Z. Application and functions of fat replacers in low-fat ice cream: A review [J]. Trends in Food Science & Technology, 2019, 86: 34-40.
 [65] MORIANO M E, ALAMPRESE C. Organogels as novel ingredients for low saturated fat ice creams[J]. LWT-Food Science and Technology, 2017, 86: 371-376.
 [66] ROBERTS K T, CUI S W, CHANG Y H, et al. The influence of fenugreek gum and extrusion modified fenugreek gum on bread[J]. Food Hydrocolloids, 2012, 26(2): 350-358.