

# 鹰嘴豆营养发酵乳生产工艺及产品特性研究

## Research on production process and product characteristics of nutritional fermented milk in chickpea

陈夏菁<sup>1</sup> 刘红玉<sup>1</sup> 黎雁泽<sup>1</sup>

CHEN Xia-jing<sup>1</sup> LIU Hong-yu<sup>1</sup> LI Yan-ze<sup>1</sup>

王颖<sup>1, 2</sup> 王长远<sup>1, 2</sup> 姚笛<sup>1</sup>

WANG Ying<sup>1, 2</sup> WANG Chang-yuan<sup>1, 2</sup> YAO Di<sup>1</sup>

(1. 黑龙江八一农垦大学食品学院, 黑龙江 大庆 163319; 2. 国家杂粮工程技术研究中心, 黑龙江 大庆 163319)

(1. College of Food Science, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319, China;

2. National Cereals Engineering Technology Research Center, Daqing, Heilongjiang 163319, China)

**摘要:**以鹰嘴豆和牛乳为原料,利用 SL 和 LSB 复配菌种分别制备鹰嘴豆发酵乳,采用单因素和正交试验,结合感官评定对鹰嘴豆发酵乳的工艺条件进行优化,测定产品的理化性质、流变特性及营养成分,以微生物指标结合感官评定确定产品的货架期。结果表明,以 SL 为菌种的发酵乳最优工艺为浸泡鹰嘴豆时间 5 h,接种量 6%,发酵温度 43 ℃,发酵时间 8 h;以 LSB 为菌种的发酵乳最优工艺为浸泡时间 5 h,接种量 7%,发酵温度 44 ℃,发酵时间 10 h。以最优条件制备的两种发酵乳的感官评定分别为 92, 95 分,两种产品的理化指标和流变特性无显著差异。结合感官评定认为 LSB 菌种制备的发酵乳风味独特、营养丰富、口感清淡,产品的货架期为 4 ℃下 21 d。

**关键词:**鹰嘴豆;发酵乳;复配菌种

**Abstract:** Chickpeas and milk were used as raw materials, and the chickpea fermented milk was prepared by mixed strains of SL and LSB. The single factor and orthogonal experiment were used, and the processing conditions of chickpea fermented milk were optimized with sensory score. At the same time, the physical and chemical properties, rheological properties and nutritional composition of the product were determined, the shelf life of the product was determined by microbial index and sensory evaluation. The results showed that optimal conditions of ferment-

ed milk of SL strains were the immersing chickpeas time of 5 h, the inoculum doses of 6%, the fermentation temperature of 43 ℃, and the fermentation time of 8 h. Based on LSB strains fermented milk, the optimal conditions were immersing time of 5 h, the inoculum doses of 7%, fermentation temperature of 44 ℃, fermentation time of 10 h. With the optimal conditions for the preparation of two kinds of fermented milk, the sensory score were 92 and 95 respectively, and there was no significant difference in physical and chemical indexes and rheological properties between the two products. According to the sensory evaluation, the fermented milk prepared by LSB strain has unique flavor, rich nutrition and light taste. The product shelf life was determined for 21 d under 4 ℃.

**Keywords:** chickpea; fermented milk; compound strain

鹰嘴豆是一种豆科植物,含有多种营养成分<sup>[1]</sup>,其脂肪含量较低,约为 5%~6%,不饱和脂肪酸含量较丰富<sup>[2]</sup>。丰富的异黄酮等成分使鹰嘴豆具有一定的药用价值<sup>[3]</sup>,如降血糖<sup>[4]</sup>、抗氧化<sup>[5]</sup>、延缓衰老<sup>[6]</sup>等。但鹰嘴豆适口性差、难消化的成分易引发胀气等制约了其开发利用<sup>[7]</sup>。

乳酸菌发酵是一种有效解决上述问题的途径,而且乳酸菌活菌及其代谢产物还能促进人体肠道有益菌群的生长<sup>[8-9]</sup>。此外,乳酸菌在生长代谢过程中不仅能够有效降低豆乳中的豆腥味,还能产生醇香、清爽的酸奶香味,因此,相较于豆乳,发酵豆乳的风味品质具有更为广泛的接受度。此外,乳酸菌还能利用鹰嘴豆中的碳源产酸,赋予发酵乳细腻的凝乳质地和酸甜滑润的口感<sup>[10-11]</sup>。

**基金项目:**国家级大学生创新创业训练计划项目(编号:201810223008);黑龙江省优势特色学科资助项目(编号:黑教联[2018]4号);黑龙江省自然科学基金项目(编号:LH2019C049)

**作者简介:**陈夏菁,女,黑龙江八一农垦大学在读本科生。

**通信作者:**姚笛(1980—),女,黑龙江八一农垦大学副教授,博士。

E-mail: yaodi0226@163.com

**收稿日期:**2019-05-06

试验拟以鹰嘴豆和牛乳为原料,利用 SL 和 LSB 复配菌种分别制备鹰嘴豆发酵乳,结合感官评定对鹰嘴豆发酵乳的工艺条件进行优化,同时对产品的理化特性和营养成分进行分析,并确定产品的货架期,以期开发出营养价值高且风味独特的鹰嘴豆发酵乳产品。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

#### 1.1.1 原料与试剂

鹰嘴豆、纯牛奶、白砂糖:市售;

羧甲基纤维素钠:食品级,河南万邦实业有限公司;

葡萄糖、硫酸、氢氧化钠、DNS 等均为国产分析纯。

#### 1.1.2 仪器与设备

离心机: H1650-W 型,长沙湘仪离心机仪器有限公司;

立式压力灭菌器: LDZM-8KCS 型,上海甲安医疗器械厂;

pH 计: PHS-C 型,上海仪电科学仪器股份有限公司;

全自动酸奶机: DX-199 型,大熊电子有限公司;

紫外—可见分光光度计: A360 型,上海翱艺仪器有限公司;

电热恒温培养箱: DHG-9145A 型,上海一恒科学仪器有限公司;

豆浆机: DJ12B-A11 型,九阳股份有限公司;

均质机: GJB1000-25 型,常州市均质机械有限公司;

流变仪: TC-650 型,上海君翼仪器设备有限公司。

#### 1.1.3 菌种

嗜热链球菌 (*Streptococcus thermophilus*) 与保加利亚乳杆菌 (*Lactobacillus bulgaricus*) 混合菌种 (SL): 分离自市售酸奶,按 1:1 混合;

干酪乳杆菌 (*Lactobacillus casei*) 与嗜热链球菌和乳双歧杆菌 (*Bifidobacterium lactis*) 混合菌种 (LSB): 按 1:1:1 混合,其中,干酪乳杆菌为黑龙江八一农垦大学食品生物技术实验室保存,乳双歧杆菌 V<sub>9</sub> 为内蒙古农业大学乳品生物技术与工程教育部重点实验室馈赠。

#### 1.1.4 培养基

(1) MRS 培养基: 按照 MRS 培养基说明书配方进行配制,121 °C 灭菌 15 min。

(2) 脱脂乳: 10 g 脱脂乳粉加入 100 mL 蒸馏水中配制成 10% 脱脂乳,110 °C 灭菌 15 min。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 工艺流程

(1) 鹰嘴豆豆浆的制备:

鹰嘴豆→挑选→称量→泡豆→剥皮→煮豆(去豆腥味)→热磨浆→过滤→豆浆

(2) 鹰嘴豆发酵乳的制备:

牛乳→灭菌(110 °C, 15 min)→按比例加入豆浆→加入白砂糖→混匀→加入稳定剂→混匀→接种→发酵→后熟(4 °C 冰箱, 24 h)→成品→冷藏<sup>[12-13]</sup>

(3) 操作要点: 挑选完好无损的、未发霉和无异味的鹰嘴豆,清洗后在清水中浸泡 5 h 后剥皮,蒸煮除掉豆腥味,以 1:20 (g/mL) 比例磨浆,3 层纱布过滤,得到豆浆<sup>[14]</sup>。以 SL 混合菌种制备发酵乳的豆乳与牛乳比例为 2:1,以 LSB 混合菌种制备发酵乳的豆乳与牛乳比例为 3:1,混匀后加入 6% 白砂糖,搅拌溶解,再加入 0.1% 稳定剂,均质溶解,冷却后为发酵底物<sup>[15-16]</sup>。

根据文献<sup>[17]</sup>进行修改,取复配的 SL 和 LSB 菌种接种至 10% 脱脂乳中,37 °C 培养至凝乳,以 5% 接种量将混合菌种接入发酵底物中,42 °C 发酵 8 h 后,放入 4 °C 冰箱进行后熟。

#### 1.2.2 单因素试验设计

(1) 接种量对产品感官特性的影响: 鹰嘴豆浸泡 5 h, 42 °C 发酵 8 h,以 4%,5%,6%,7%,8% 为接种量进行发酵。

(2) 发酵时间对产品感官特性的影响: 鹰嘴豆浸泡 5 h,SL 和 LSB 接种量分别为 6%,7%,42 °C 分别发酵 7,8,9,10,11 h 进行鹰嘴豆发酵乳的制备。

(3) 发酵温度对产品感官特性的影响: 鹰嘴豆浸泡 5 h,SL 和 LSB 接种量分别为 6%,7%,发酵时间分别为 8,10 h,在发酵温度 41,42,43,44,45 °C 下进行鹰嘴豆发酵乳的制备。

(4) 浸泡时间对产品感官特性的影响: SL 和 LSB 接种量分别为 6%,7%,发酵时间分别为 8,10 h,发酵温度分别为 43,44 °C,在浸泡时间 3,4,5,6,7 h 下进行鹰嘴豆发酵乳的制备。

1.2.3 正交试验设计 在单因素试验的基础上,以接种量、发酵时间、发酵温度和浸泡时间为变量,以感官评定为评价指标设计 L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>) 正交试验。

1.2.4 感官评定 参考酸奶感官评分标准<sup>[18]</sup>,并结合 GB 19302—2010,根据产品的色泽、气味和滋味、组织状态设计评分标准,具体如表 1 所示。由黑龙江八一农垦大学食品学院的 10 名教师和学生进行评分,最终评分取平均值。

#### 1.2.5 理化及流变特性测定

(1) pH 值的测定: 用 pH 计进行测定。

(2) 酸度值的测定: 按 GB/T 12456—90 执行。

(3) 蛋白质的测定: 按 GB 5009.5—2016 执行。

(4) 脂肪的测定: 按 GB 5009.6—2016 执行。

(6) 钠的测定: 按 GB/T 5009.91—2017 执行。

(7) 氨基酸的测定: 按 GB 5009.124—2016 执行。

(8) 灰分的测定: 按 GB 5009.5—2010 执行。

表 1 感官评定评分表

Table 1 Assessment scale of sensory evaluation

| 项目          | 标准                           | 评分    |
|-------------|------------------------------|-------|
| 色泽(30 分)    | 均匀一致,有光泽                     | 25~30 |
|             | 较均匀,光泽度一般                    | 20~25 |
|             | 色泽不均匀,光泽暗淡                   | <20   |
| 滋味和气味(40 分) | 有奶香味和豆香味,无异味,酸甜适中,质地细腻       | 35~40 |
|             | 奶香味或豆香味较浓或较淡,无异味,酸甜较适中,质地较细腻 | 25~35 |
|             | 无奶香味或豆香味,有异味,偏酸或偏甜,质地粗糙      | <25   |
| 组织状态(30 分)  | 黏稠,无乳清析出,无气泡                 | 25~30 |
|             | 较黏稠,有少量乳清析出,有少量气泡            | 20~25 |
|             | 黏稠度差,有乳清析出,有气泡               | <20   |

(9) 还原糖的测定:按 GB/T 5009.7—2008 执行。

(10) 水分的测定:按 GB/T 5009.3—2016 执行。

(11) 灰分测定:按 GB/T 5009.4—2016 执行。

(12) 流变特性的测定:根据文献[19],修改如下,利用流变仪进行产品黏度和剪切率的测定,测试温度 4℃,利用 0.1~10.0 Hz 频率进行扫描,剪切速率先从 0 增大到 100 s<sup>-1</sup>,再从 100 s<sup>-1</sup>减小到 0。

1.2.6 产品贮存货架期的确定 测定产品发酵成熟后 7, 14, 21, 28 d 内的 pH 值、菌落总数和大肠菌群,菌落总数按 GB 4789.2—2016 执行,大肠菌群按 GB 4789.3—2016 执行,结合各指标的变化情况分析确定产品的货架期。

1.3 数据处理

正交试验利用 SPSS 22.0 进行极差分析。

2 结果与分析

2.1 发酵工艺条件的确定

根据单因素分析结果取最优取值范围,选取 3 个水平进行正交试验,因素水平表如表 2 所示,极差分析结果如表 3、4 所示。

由表 3 可知,影响 SL 发酵乳感官评分的主次因素为 A>D>C>B,最优发酵组合为 A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>D<sub>2</sub>,用最佳组合进行验证实验(n=3),得到的鹰嘴豆发酵乳感官评分为 92,其口感最好,即浸泡时间 5 h,接种量 6%,发酵温度 43℃,发酵时间 8 h 为最佳优化工艺。

由表 4 可知,影响 LSB 发酵乳的主次因素为 D>

表 3 SL 正交试验极差分析结果

Table 3 Analysis of orthogonal test range of SL

| 试验号            | A     | B     | C     | D     | 感官评分 |
|----------------|-------|-------|-------|-------|------|
| 1              | 1     | 1     | 1     | 1     | 90   |
| 2              | 1     | 2     | 2     | 2     | 88   |
| 3              | 1     | 3     | 3     | 3     | 85   |
| 4              | 2     | 1     | 2     | 3     | 78   |
| 5              | 2     | 2     | 3     | 1     | 77   |
| 6              | 2     | 3     | 1     | 2     | 86   |
| 7              | 3     | 1     | 3     | 2     | 87   |
| 8              | 3     | 2     | 1     | 3     | 83   |
| 9              | 3     | 3     | 2     | 1     | 79   |
| k <sub>1</sub> | 87.66 | 85.00 | 86.33 | 82.00 |      |
| k <sub>2</sub> | 80.33 | 82.67 | 81.67 | 87.00 |      |
| k <sub>3</sub> | 83.00 | 83.33 | 83.00 | 82.00 |      |
| R              | 7.34  | 2.33  | 4.66  | 5.00  |      |

表 4 LSB 正交试验极差分析结果

Table 4 Analysis of orthogonal test range of LSB

| 试验号            | A     | B     | C     | D     | 感官评分 |
|----------------|-------|-------|-------|-------|------|
| 1              | 1     | 1     | 1     | 1     | 78   |
| 2              | 1     | 2     | 2     | 2     | 88   |
| 3              | 1     | 3     | 3     | 3     | 80   |
| 4              | 2     | 1     | 2     | 3     | 79   |
| 5              | 2     | 2     | 3     | 1     | 92   |
| 6              | 2     | 3     | 1     | 2     | 86   |
| 7              | 3     | 1     | 3     | 2     | 87   |
| 8              | 3     | 2     | 1     | 3     | 80   |
| 9              | 3     | 3     | 2     | 1     | 78   |
| k <sub>1</sub> | 82.00 | 81.33 | 81.33 | 82.67 |      |
| k <sub>2</sub> | 85.67 | 86.67 | 81.67 | 87.00 |      |
| k <sub>3</sub> | 81.67 | 81.33 | 86.33 | 79.67 |      |
| R              | 4.00  | 5.34  | 5.00  | 7.33  |      |

表 2 因素水平表

Table 2 Table of factor levels

| 水平 | A 接种量/% | B 发酵温度/℃ | C 发酵时间/h | D 浸泡时间/h |
|----|---------|----------|----------|----------|
| 1  | 6       | 43       | 8        | 4        |
| 2  | 7       | 44       | 9        | 5        |
| 3  | 8       | 45       | 10       | 6        |

B>C>A,最佳发酵组合为 A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>3</sub>D<sub>2</sub>,经验证实验( $n=3$ )得到最佳发酵组合的评分为 95,即浸泡时间 5 h,接种量 7%,发酵温度 44 ℃,发酵时间 10 h 为最佳发酵条件。

2.2 流变特性分析

由图 1 可知,以 SL 为菌种的发酵乳黏度值比 SLB 略高,两种产品的黏度随时间延长逐渐趋于稳定,无明显差异;随着剪切率的变化短时间内黏度未发生较大变化,说明产品的黏度性质比较稳定。

2.3 理化指标分析

由表 5 可知,SL、LSB 菌种发酵乳的蛋白质、脂肪和钠的含量相差不大,与两种产品的原料一致有关,而 LSB 组的酸度和几种氨基酸含量高于 SL 组,说明不同菌种代谢相同原料过程中产生的有机酸及游离氨基酸的类型和含量不同,同时,LSB 组的感官评分高于 SL 组,说明产品的理化性质与感官评分具有一定的相关性。

2.4 贮存期 pH 及微生物指标分析

由图 2、3 可知,两种产品的 pH 值随贮藏期的延长逐渐降低,说明产品的酸度越来越高;活菌数随贮藏期的延长逐渐减少,但活菌数仍符合 GB 19302—2010 标准( $\geq 10^6$  CFU/mL)。大肠菌群结果显示,7,14,21 d 的 MPN 值为 0 MPN/mL,而 28 d 的 MPN 值为 3 MPN/mL,

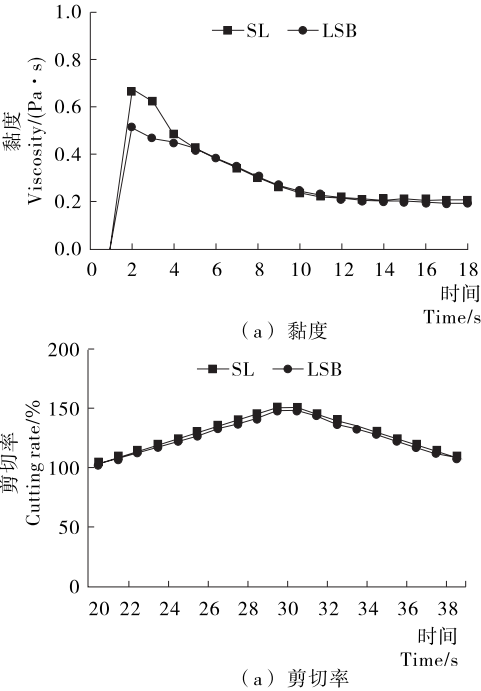


图 1 流变特性分析  
Figure 1 Analysis of rheological properties

说明 28 d 时出现了大肠菌群的污染,且产品色泽和口感有改变。因此,产品的有效保质期应为 4 ℃下 21 d。

表 5 产品的理化指标结果

Table 5 Results of physical and chemical indicators

| 项目  | 蛋白质/<br>(10 <sup>-2</sup> g·mL <sup>-1</sup> ) | 脂肪/<br>(10 <sup>-2</sup> g·mL <sup>-1</sup> ) | 钠/<br>(10 <sup>-2</sup> mg·mL <sup>-1</sup> ) | 灰分/% | 水分/<br>(10 <sup>-2</sup> g·g <sup>-1</sup> ) | 酸度/°T |
|-----|------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|------|----------------------------------------------|-------|
| SL  | 158                                            | 159                                           | 3 900                                         | 6.33 | 68                                           | 66    |
| LSB | 138                                            | 145                                           | 4 100                                         | 7.04 | 72                                           | 70    |

| 指标  | 还原糖/% | Gly/<br>(μmol·L <sup>-1</sup> ) | Ala/<br>(μmol·L <sup>-1</sup> ) | Lys/<br>(μmol·L <sup>-1</sup> ) | His/<br>(μmol·L <sup>-1</sup> ) | Atg/<br>(μmol·L <sup>-1</sup> ) |
|-----|-------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| SL  | 8.2   | 2.15                            | 1.77                            | 0.90                            | 3.50                            | 0.15                            |
| LSB | 8.6   | 2.18                            | 2.12                            | 1.92                            | 3.76                            | 0.28                            |

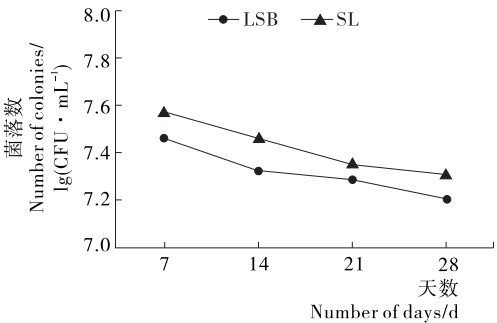


图 2 贮藏期 28 d 内菌落数变化  
Figure 2 Change in number of bacteria in 28 day storage period

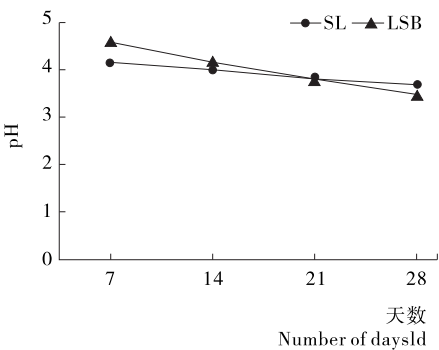


图 3 贮藏期 28 d 内 pH 值变化  
Figure 3 Change in pH value in 28 day storage period

### 3 结论

试验以发酵乳常用的嗜热链球菌和保加利亚乳杆菌(SL)为菌种,同时以干酪乳杆菌、嗜热链球菌和乳双歧杆菌(LSB)为复配菌种进行鹰嘴豆乳的发酵并确定最佳发酵工艺,研究结果表明,菌种的接种量、发酵温度、发酵时间以及浸泡时间对产品的感官评定均有一定程度的影响。通过对鹰嘴豆发酵乳的各项指标检测结果进行分析,以 LSB 菌种发酵的鹰嘴豆乳相较于 SL 菌种发酵的营养更加丰富,感官评分更高。在傅樱花<sup>[20]</sup>研究基础上,探讨了多个因素对产品品质的影响,同时检测了多个指标以确定产品特性,获得了感官评分更高、各方面特性良好的鹰嘴豆发酵乳。试验在多个菌种复配的选择和比较方面仍有不足,需进一步探讨菌种对鹰嘴豆乳发酵的影响。

### 参考文献

- [1] 陈文晋,孔庆全,赵存虎,等. 鹰嘴豆营养成分研究进展[J]. 北方农业学报, 2019, 47(2): 119-123.
- [2] 张涛,江波,王璋. 鹰嘴豆营养价值及其应用[J]. 粮食与油脂, 2004(7): 18-20.
- [3] 周建军. 鹰嘴豆异黄酮的提取纯化工艺及其应用研究[D]. 上海: 东华大学, 2010: 5-8.
- [4] 傅樱花,张富春,彭永玉. 鹰嘴豆制品对糖尿病小鼠降血糖作用的研究[J]. 食品研究与开发, 2016, 37(4): 26-28.
- [5] 赵雪洁,梁楚燕,李杰,等. 鹰嘴豆对小鼠的抗氧化作用研究[J]. 动物医学进展, 2017, 38(5): 73-76.
- [6] 吴琼,于寒松,张岚,等. 益生菌发酵豆乳中营养成分变化研究[J]. 中国粮油学报, 2013, 28(10): 92-95.
- [7] WEI Que-king, CHEN Tong-rong, CHEN Jyun-ting. Using of *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* to product the isoflavoneaglycones in fermented soymilk [J]. International Journal of Food Microbiology, 2007, 117(1): 120.
- [8] BAO Yan, ZHANG Yong, LI Hai-ping, et al. In vitro screen of *Lactobacillus plantarum* as probiotic bacteria and their fermented characteristics in soymilk[J]. Annals of Microbiology, 2012, 62(3): 1 311-1 320.
- [9] ALLGEYER L C, MILLER M J, LEE S Y. Drivers of liking for yogurt drinks with prebiotics and probiotics[J]. Journal of Food Science, 2010, 75(4): 212-219.
- [10] MURTI T W, BOUILLANNE C, LANDON M, et al. Bacterial growth and volatile compounds in yoghurt - type products from soymilk containing *Bifidobacterium* ssp[J]. Journal of Food Science, 1993, 58(1): 153-157.
- [11] ROUTRAY W, MISHRA H N. Scientific and technical aspects of yogurt aroma and taste: A review[J]. Comprehensive Reviews in Food Science & Food Safety, 2011, 10(4): 208-220.
- [12] 张小芳,孙艳,刘玉青,等. 红豆酸奶配方工艺优化研究[J]. 食品研究与开发, 2019, 40(1): 144-149.
- [13] 潘旭琳. 凝固型红小豆营养保健酸乳的研制[J]. 饮料工业, 2013, 16(4): 33-34.
- [14] 潘超,卢义伯,吴璟. 大豆酸奶加工工艺研究[J]. 现代食品科技, 2007, 23(7): 45-47.
- [15] 董攀茗,吕静,薇薇,等. 凝固型大豆酸奶的加工工艺研究[J]. 中国酿造, 2012, 31(10): 177-179.
- [16] 张宇,汪立平,李云涛,等. 鹰嘴豆奶稳定性研究[J]. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2018, 49(4): 572-577.
- [17] 刘振民,骆承庠. 乳酸菌发酵剂生物工程技术[J]. 食品与发酵工业, 2000, 26(4): 68-72.
- [18] 罗建玲. 工艺条件对豆酸奶质量的影响[D]. 福州: 福建农林大学, 2005: 45-47.
- [19] 汪倩,咸娜,胡国华. 明胶复合胶在酸奶中的应用研究[J]. 中国食品添加剂, 2018(10): 162-172.
- [20] 傅樱花. 鹰嘴豆酸奶的发酵工艺优化[J]. 食品工业, 2012, 33(2): 58-60.
- [8] 郭婷,陈振林,何新益,等. 热风干燥温度对甘薯粉品质的影响[J]. 食品与机械, 2016, 32(1): 175-178.
- [14] SINGH J, SINGH N, SHARMA T I, et al. Physicochemical, theological and cookie making properties of corn and potato flours[J]. Food Chemisuy, 2003, 83(3): 387-393.
- [15] 段欣,薛文通,张惠. 不同品种甘薯全粉基本特性研究[J]. 食品科学, 2009, 30(23): 119-122.
- [16] 吕巧枝. 甘薯叶可溶性蛋白的提取工艺及功能特性研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2007: 32-50.
- [17] SUN Li-jun, ZHANG Jian-bao, LU Xiao-yun, et al. Evaluation to the antioxidant activity of total flavonoids extract from persim-mon(*Diospyros kaki* L.) leaves[J]. Food and Chemical Toxicology, 2011, 49(10): 2 689-2 696.
- [18] 毕金峰,周禹含,陈芹芹,等. 干燥方法对超微枣粉品质的影响[J]. 中国食品学报, 2015, 15(2): 150-156.

(上接第 125 页)

- [8] 黄寿恩,李忠海,何新益. 干燥方式对柑橘皮中主要抗氧化成分及其活性的影响[J]. 食品与机械, 2014, 30(5): 191-195.
- [9] 李晓丽,王成,陶永霞,等.干燥方式对无核紫葡萄品质及抗氧化活性的影响[J]. 食品与机械, 2017, 33(11): 143-146.
- [10] 陈瑞娟,毕金峰,陈芹芹,等. 干燥方式对胡萝卜超微粉中挥发性风味物质的影响[J]. 中国食品学报, 2015, 15(1): 250-256.
- [11] 朱香燕,张璐,何义雁,等. 热风与远红外干燥温度对苦瓜全粉品质的影响[J]. 现代食品科技, 2015, 31(7): 265-269.
- [12] 吕英忠,梁志宏,刘刚,等. 不同干燥方法对山楂干制过程中维生素 C 稳定性影响的研究[J]. 农产品加工, 2011(6): 70-71.

- [13] 郭婷,陈振林,何新益,等. 热风干燥温度对甘薯粉品质的影响[J]. 食品与机械, 2016, 32(1): 175-178.
- [14] SINGH J, SINGH N, SHARMA T I, et al. Physicochemical, theological and cookie making properties of corn and potato flours[J]. Food Chemisuy, 2003, 83(3): 387-393.
- [15] 段欣,薛文通,张惠. 不同品种甘薯全粉基本特性研究[J]. 食品科学, 2009, 30(23): 119-122.
- [16] 吕巧枝. 甘薯叶可溶性蛋白的提取工艺及功能特性研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2007: 32-50.
- [17] SUN Li-jun, ZHANG Jian-bao, LU Xiao-yun, et al. Evaluation to the antioxidant activity of total flavonoids extract from persim-mon(*Diospyros kaki* L.) leaves[J]. Food and Chemical Toxicology, 2011, 49(10): 2 689-2 696.
- [18] 毕金峰,周禹含,陈芹芹,等. 干燥方法对超微枣粉品质的影响[J]. 中国食品学报, 2015, 15(2): 150-156.