

DOI: 10.13652/j.issn.1003-5788.2019.10.024

# 干燥方式对大果山楂粉干燥速率及品质的影响

Effect of drying treatment methods on the drying rate and quality characteristics of big fruit hawthorn

郭婷<sup>1,2</sup> 白向丽<sup>1</sup> 陈益能<sup>3</sup>

GUO Ting<sup>1,2</sup> BAI Xiang-li<sup>1</sup> CHEN Yi-neng<sup>3</sup>

段振华<sup>1,2</sup> 陈振林<sup>1,2</sup> 蔡文<sup>1,2</sup> 邓春丽<sup>1,2</sup>

DUAN Zhen-hua<sup>1,2</sup> CHEN Zhen-lin<sup>1,2</sup> CAI Wen<sup>1,2</sup> DENG Chun-li<sup>1,2</sup>

(1. 贺州学院食品与生物工程学院, 广西 贺州 542899; 2. 贺州学院食品科学与工程技术研究院, 广西 贺州 542899; 3. 湖南农业大学信息科学技术学院, 湖南 长沙 410128)

(1. College of Food and Biological Engineer, Hezhou University, Hezhou, Guangxi 542899, China;

2. Institute of Food Science and Engineering Technology, Hezhou University, Hezhou, Guangxi 542899, China;

3. College of Information Science and Technology, Hunan Agriculture University, Changsha, Hunan 410128, China)

**摘要:**探究真空微波脉冲干燥、真空微波干燥、热风联合真空微波干燥和热风干燥4种干燥方式对大果山楂粉色泽、褐变度、持水性、持油性、透光性、Vc、总酸和黄酮含量等品质指标的影响。结果表明:干燥方式对大果山楂粉的色泽、褐变度、透光性和总酸含量有显著影响( $P < 0.05$ );真空微波脉冲干燥大果山楂粉的综合品质优于其他3种,该工艺生产效率较高,成本低,是大果山楂粉生产中较适宜的干燥工艺。

**关键词:**山楂;干燥速率;真空微波脉冲干燥;真空微波干燥;热风联合真空微波干燥;热风干燥

**Abstract:** The quality characteristics of big fruit hawthorn were measured and analyzed to investigate the effects of vacuum microwave pulse drying, vacuum microwave drying, hot air combined with vacuum microwave drying and hot air drying on quality characteristics of MDCP, which color, browning, water/oil holding

capacity, diaphaneity, vitamin C, total acid and flavonoid content of MDCP were compared. Results showed that drying treatment methods had a significantly influence on the color, browning, diaphaneity and total acid content of MDCP ( $P < 0.05$ ). MDCP made by vacuum microwave pulse drying had the best integrated quality with high drying efficiency and low cost, which might be a good choice in the processing industry.

**Keywords:** hawthorn; drying rate; vacuum microwave pulse drying; vacuum microwave drying; hot air combined with vacuum microwave drying; hot air drying

**基金项目:** 广西自然科学基金青年基金项目(编号: 2017GXNSFBA198174);贺州市科学研究与技术开发计划项目(编号:贺科攻 1908016);广西水生蔬菜保鲜与加工工程研究中心培育项目(编号:GXGCZX1906);贺州学院科学研究项目(编号:2017ZZK11);食品科学与工程广西一流学科培育项目(编号:GXYLXKP1822);现代食品加工新技术研究岗位创新人才培养示范基地建设(编号:桂科 AD17195088);大学生创新创业训练计划项目(编号:201811838034)

**作者简介:** 郭婷,女,贺州学院讲师,硕士。

**通信作者:** 陈益能(1986—),男,湖南农业大学讲师,博士。

E-mail: guot2012@126.com

**收稿日期:** 2019-04-23

大果山楂属蔷薇科苹果属植物<sup>[1]</sup>,其果大、果色鲜艳、味清香、酸甜,是广西的特色植物,主要分布于广西北部。大果山楂果实营养丰富,富含氨基酸、维生素、黄酮类化合物等,有理气健脾、消食导滞之功效<sup>[2]</sup>,食用与药用价值较高,为药食两用植物。目前,大果山楂产量高,但加工率低,产品较单一。迄今对大果山楂研究较多的是果肉中有效成分的提取,黄欣欣等<sup>[3]</sup>对提取大果山楂中黄酮的工艺进行了优化;何彩梅等<sup>[4]</sup>研究了富硒大果山楂果实中抗氧化成分及活性;刘艳等<sup>[5]</sup>利用热风干燥来加工大果山楂片;韦俊珍<sup>[6]</sup>利用大果山楂制作山楂酒。将大果山楂加工成果粉,可作为辅料应用于焙烤食品、固体饮料、液体饮料、糖制品等食品加工领域,有利于大果山楂产品多样化、高档化。

制备果蔬粉须经过干燥脱水加工,常见的干燥方式有热风干燥、真空干燥、真空冷冻干燥、真空微波干燥和联合干燥等方式。研究表明,不同干燥方式对黑枣<sup>[7]</sup>、柑

橘皮<sup>[8]</sup>、葡萄<sup>[9]</sup>、胡萝卜粉<sup>[10]</sup>、苦瓜粉<sup>[11]</sup>的物理特性、营养成分、活性成分和风味物质等均有较大影响;吕英忠等<sup>[12]</sup>曾研究了不同干燥方法对山楂干制过程中  $V_c$  稳定性的影响,但并未对山楂粉的物理特性等品质指标进行比较分析。

真空微波脉冲干燥是通过改变传统真空微波干燥模式进行的一种较新型的干燥方法,是将果蔬物料置于一定温度和真空度环境下,干燥一段时间后瞬间泄压,泄压后,关上进气阀,以上操作为一个脉冲,反复以上脉冲操作,可促使物料内部水分瞬间汽化蒸发、膨胀,并在真空状态下脱水干燥,进而生产出组织蓬松的果蔬干制品,此法还能有效避免果蔬物料局部过热。试验拟以新鲜大果山楂为原料,探讨真空微波脉冲干燥、真空微波干燥、热风联合真空微波干燥和热风干燥 4 种干燥方式对大果山楂粉的色泽、持水性、持油性、胶凝性、透光度、褐变度、 $V_c$ 、总酸和黄酮含量等主要品质指标的影响,以确定高品质大果山楂粉制备的较佳干燥方式,旨在为大果山楂粉的制备提供一定的数据参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

大果山楂:市售。

### 1.2 仪器与设备

智能化静态微波真空干燥机:TYPE WBZ-10 型,贵阳新奇微波工业有限责任公司;

电热鼓风干燥箱:DHG-9240A 型,上海恒科学仪器有限公司;

全自动测色色差计:TCP2 型,北京奥依克光电仪器有限公司;

离心机:KDC-40 型,安徽中科中佳仪器有限公司;

可见分光光度计:722N 型,上海光谱仪器有限公司;

摇摆式高速万能粉碎机:DFY-600 型,温岭市林大机械有限公司。

### 1.3 大果山楂粉制备

#### 1.3.1 工艺流程

鲜山楂→清洗→去皮、去核→切片→热烫→冷却→干燥→山楂片→粉碎→山楂粉

#### 1.3.2 操作要点

(1) 切片:新鲜大果山楂洗净去皮去核后切片,按纵切(沿着生长方向)方式将山楂切成厚度 7 mm 的片状。

(2) 热烫:将切片后的新鲜大果山楂置于沸水中,漂烫处理 2~3 min,料液比为 1:2 (g/mL)。

(3) 干燥方式:① 热风干燥(HAD),70 °C 电热恒温鼓风干燥箱干至水分含量≤10%(干基计);② 真空微波干燥(VMD),真空微波干燥箱中,1.5 kW 微波功率下干燥 46 min 后将功率转换为 1 kW 继续干燥,干至水分含

量≤10%(干基计);③ 热风联合真空微波干燥(HVD),1 kW 真空微波干燥箱干燥 54 min 后转置于 65 °C 电热恒温鼓风干燥箱,干至水分含量≤10%(干基计);④ 真空微波脉冲干燥(VMPD),微波功率 1 kW,真空度 0.09 MPa 的真空微波干燥箱中持续干燥 50 min 后,进行脉冲干燥(微波加热器中干燥 4 min 后,0.09 MPa 真空环境下保温 6 min,反复操作)至物料水分含量≤10%(干基计)。

(4) 粉碎:参照文献<sup>[13]</sup>并稍加改动,每次打粉 20 s,重复 5 次,每次间隔 5 min,共 100 s 后将样品过 80 目筛。

## 1.4 品质测定

1.4.1 水分含量及失水速率 水分含量的测定按 GB 5009.3—2010 执行,按式(1)计算大果山楂干燥速率。

$$DR = \frac{M_{t+dt} - M_t}{dt}, \quad (1)$$

式中:

$DR$ ——大果山楂干燥速率,g/(g·min);

$M_{t+dt}$ —— $t+dt$  时刻水分含量,g/g;

$M_t$ —— $t$  时刻水分含量,g/g;

$t$ ——时间,min。

1.4.2 色泽 以白板为标准,根据 CIELAB 表色系统测量不同干燥方式制得山楂粉的亮度值  $L$ 、红度  $a$ 、黄度  $b$  和色差值  $\Delta E$ , $\Delta E$  为样品与白板的差值,按式(2)计算差值。

$$\Delta E = \sqrt{(L-L^*)^2 + (a-a^*)^2 + (b-b^*)^2}. \quad (2)$$

1.4.3 持水性 根据 Singh 等<sup>[14]</sup>的方法进行修改。将大果山楂粉置于 50 mL 干燥离心管中,加入 30 mL 蒸馏水,沸水下加热搅拌 15 min 后冷却至室温;4 000 r/min 离心 10 min,倒出上层清液,将离心管倒置在试管架上,静置 10 min 沥干水分后称重。按式(3)计算持水性。

$$WHC = \frac{W_2 - W_1}{W}, \quad (3)$$

式中:

$WHC$ ——大果山楂粉的持水性,g/g;

$W$ ——山楂粉质量,g;

$W_1$ ——加水前山楂粉与离心管总质量,g;

$W_2$ ——离心、沥干后山楂粉与离心管总质量,g。

1.4.4 持油性 将大果山楂粉于 50 mL 干燥离心管中,加入 30 mL 食用油,90 °C 水浴加热搅拌 20 min 后冷却至室温;4 000 r/min 离心 10 min,倒出上层油液,将离心管倒置在试管架上,静置 15 min 沥尽油后称重。按式(4)计算持油性。

$$OHC = \frac{m_2 - m_1}{m}, \quad (4)$$

式中:

$OHC$ ——大果山楂粉的持油性,g/g;

- $m$ ——山楂粉质量, g;
- $m_1$ ——加入油前山楂粉与离心管总质量, g;
- $m_2$ ——离心、沥干后山楂粉与离心管总质量, g。

1.4.5 胶凝性质 根据文献[15]。

1.4.6 透光性 根据文献[16]。

1.4.7 褐变度 将大果山楂粉加入 10 mL 80%乙醇溶液中, 摇匀, 室温下避光反应 30 min, 每隔 5 min 摇晃一次, 4 000 r/min 离心 40 min, 取上清液测定其在 420 nm 处吸光度。以吸光度表示褐变程度, 吸光度越大表示山楂褐变度越大。

1.4.8 营养成分

- (1)  $V_C$ : 按 GB 5009.86—2016 执行。
- (2) 总酸: 按 GB/T 12456—2008 执行。
- (3) 黄酮: 采用芦丁比色法<sup>[17]</sup>。

1.5 统计分析

试验所得数据均为 3 次重复试验平均值, 应用 SPSS 15.0 软件进行试验数据分析; 用 SigmaPlot 10.0 软件绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 对大果山楂干燥特征曲线的影响

由图 1 可知, HAD 所需干燥时间明显长于其他 3 种干燥方式 ( $P < 0.05$ ), 为 530 min; VMD 所需干燥时间最短, 为 90 min。

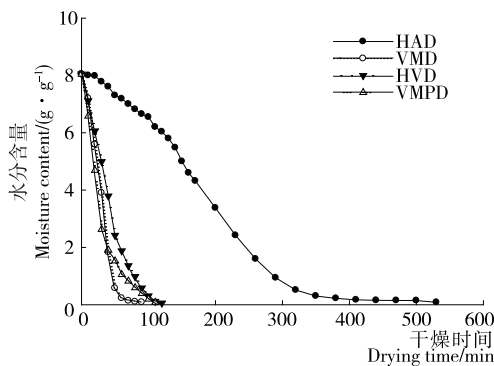


图 1 不同干燥方式下大果山楂干燥曲线  
Figure 1 Drying curves of big fruit hawthorn

由图 2 可知, 大果山楂干燥过程主要有 3 个阶段, 大部分干燥过程处于加速与恒速阶段, 后期再经过降速阶段达到干燥终点, 且干燥后期干燥速率较小。大果山楂在 4 种干燥方式下的干燥速率均随干燥的进行而增大, 其中 VMPD 干燥速率大于其他 3 种干燥方式, 依次为 VMPD > VMD > HVD > HAD; HAD 干燥速率明显低于其他 3 种干燥方式, 且加速阶段较其他 3 种干燥方式短, 后出现较长恒速阶段, 其他 3 种干燥方式经过较长加速阶段后直接进入减速阶段, 未出现明显恒速阶段。

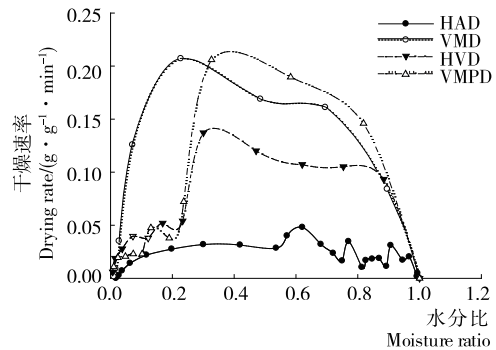


图 2 不同干燥方式下大果山楂干燥失水速率曲线  
Figure 2 Drying rate curves of big fruit hawthorn

### 2.2 对大果山楂色泽及褐变度的影响

由图 3 可知, 干燥方式对大果山楂粉褐变度影响较大, 鲜样褐变度最小, VMD 制得大果山楂粉褐变度最大, 各试验组间差异显著 ( $P < 0.05$ ); 经过干燥加工后的大果山楂色泽与鲜样均存在显著差异 ( $P < 0.05$ ), VMD 制得大果山楂粉亮度最低, 色差值大于其他组, 红度值与黄度值较其他干燥方式低, 该结论与褐变度的变化相一致; VMPD 制得的大果山楂粉褐变度较低, 亮度值、黄度值与鲜样较接近, 样品呈现偏红色, 与 HAD 样品差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

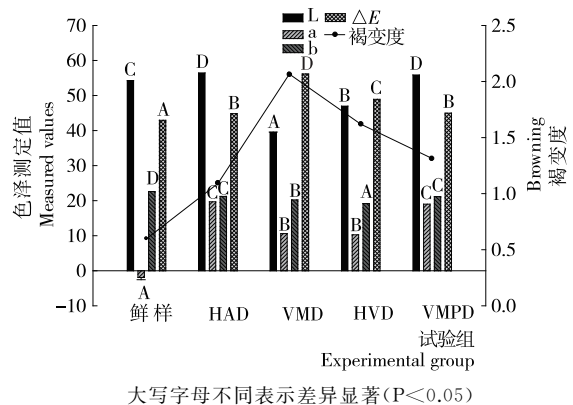


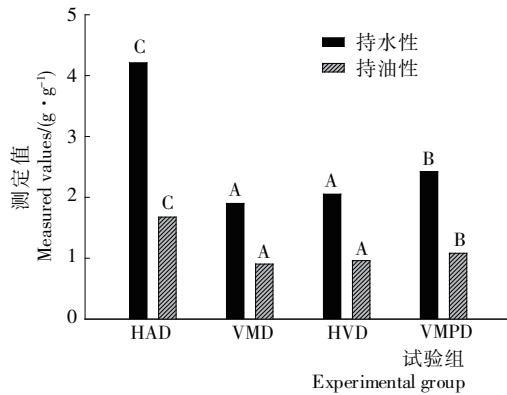
图 3 干燥方式对大果山楂色泽及褐变度的影响  
Figure 3 Browning and color parameters of big fruit hawthorn prepared by different drying

### 2.3 对大果山楂粉持水性及持油性的影响

由图 4 可知, HAD 所得大果山楂粉持水性与持油性均大于其他 3 组, 且差异显著 ( $P < 0.05$ ), 持水性与持油性均表现为 HAD > VMPD > HVD > VMD, 其中 VMD 与 HVD 差异不显著 ( $P > 0.05$ ); 可能是采用单一的 VMD, 物料容易出现局部过热, 导致组织焦化, 故表现为大果山楂粉的持水性与持油性较差。

### 2.4 对大果山楂粉胶凝性及透光性的影响

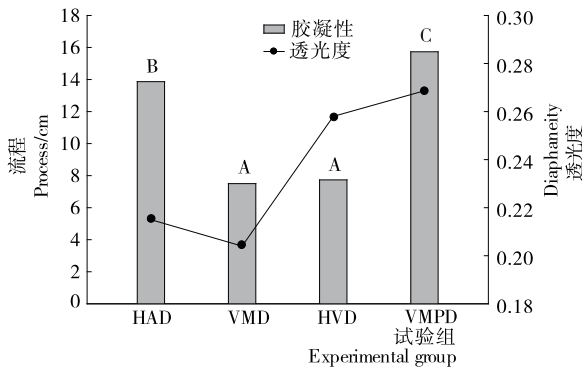
样品凝胶液流程越短, 凝结核性越好。由图 5 可知, 干



大写字母不同表示差异显著( $P < 0.05$ )

图4 干燥方式对大果山楂粉持水性和持油性的影响

Figure 4 Water/oil holding capacity of big fruit hawthorn prepared by different drying



大写字母不同表示差异显著( $P < 0.05$ )

图5 干燥方式对大果山楂粉的胶凝性和透光度影响

Figure 5 Gel properties and diaphaneity of big fruit hawthorn prepared by different drying

干燥方式对大果山楂粉的胶凝性影响表现为: VMD>HVD>HAD>VMPD, VMD 制得大果山楂粉的胶凝性较好, 可作为辅料适当添加以增加产品稠度, 与 HVD 组间无显著差异( $P > 0.05$ ), 但与其他两组均存在显著差异( $P < 0.05$ ); VMPD 制得大果山楂粉透光性较好, 适合作为辅料用于清汁饮料产品加工, VMD 制得大果山楂粉的透光性较差。

### 2.5 对大果山楂粉营养成分的影响

由表 1 可知, 干燥方式对大果山楂粉  $V_C$ 、总酸和黄酮含量影响较大, 与鲜样存在显著差异( $P < 0.05$ )。干燥后样品的  $V_C$  低于鲜样, 损失率为 11%~96%, 其中 VMPD 损失率最低, 仅为 11.5%, 与鲜样差异不显著, 由于 VMPD 可使物料传热温度更均匀稳定, 有效避免了 VMD 物料局部过热而导致  $V_C$  大量损失; 不同干燥方式制备的大果山楂粉的总酸含量均低于鲜样, 大果山楂在干燥过程中损失了部分酸类物质, 与毕金峰等<sup>[18]</sup>的研究结果一致;  $V_C$  作为一种酸类物质, 其损失会导致总酸含量

表 1 不同干燥方式对大果山楂粉营养成分的影响<sup>†</sup>

Table 1 Nutritional components of big fruit hawthorn prepared by different drying

试验组	$V_C$ / ( $10^{-2} \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ )	总酸 / ( $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )	黄酮 / ( $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ )
鲜样	$5.48 \pm 0.29^C$	$21.14 \pm 0.55^C$	$2.94 \pm 0.06^C$
HAD	$3.93 \pm 0.59^B$	$20.19 \pm 0.11^C$	$1.23 \pm 0.04^A$
VMD	$0.22 \pm 0.01^A$	$16.23 \pm 0.07^B$	$1.46 \pm 0.03^A$
HVD	$0.65 \pm 0.01^A$	$12.85 \pm 0.13^A$	$2.66 \pm 0.09^B$
VMPD	$4.85 \pm 0.07^C$	$20.40 \pm 0.72^C$	$2.81 \pm 0.39^C$

<sup>†</sup> 大写字母不同表示差异显著( $P < 0.05$ )。

下降, 此外, 挥发性酸类物质散失也会导致总酸降低; 不同干燥方式制得大果山楂粉的黄酮含量较鲜样均有不同程度的降低, 可能是黄酮类物质在受热干燥加工时发生了酚类氧化反应, 黄酮含量依次为 VMPD>HVD>VMD>HAD。

### 3 结论

研究表明, 真空微波脉冲干燥大果山楂粉的色泽较好, 褐变度较低, 持水性和持油性较好,  $V_C$ 、黄酮保存率最高, 与鲜样最接近; 4 种干燥方式中, 热风干燥所需时间最长, 真空微波干燥所需时间最短, 较真空微波脉冲干燥缩短了 20 min, 但真空微波干燥制得的大果山楂粉品质较真空微波脉冲干燥大果山楂粉差。综上所述, 真空微波脉冲干燥工艺生产效率较高, 成本低, 适用于大果山楂粉干燥。不同干燥方式所得山楂粉的加工特性存在一定差异, 后续可对其在不同类型的食品生产应用中进行深入研究。

### 参考文献

- [1] 潘莹, 张林丽. 大果山楂的研究进展[J]. 时珍国医国药, 2007, 18(12): 2 972-2 973.
- [2] 陈秋虹, 黄岛平, 蒋艳芳. 大果山楂营养成分与功能成分分析及评价[J]. 轻工科技, 2016(11): 7-8.
- [3] 黄欣欣, 叶志青, 郭兵兵, 等. 响应面法优化回流提取大果山楂总黄酮工艺[J]. 南方农业学报, 2015, 46(6): 1 089-1 095.
- [4] 何彩梅, 何忠伟, 莫乾强, 等. 富硒大果山楂果实中抗氧化成分及活性的研究[J]. 食品工业, 2017(11): 174-176.
- [5] 刘艳, 段振华, 唐小闲, 等. 大果山楂片热风干燥特性及其动力学模型[J]. 食品工业, 2017, 38(3): 82-87.
- [6] 韦俊珍. 大果山楂酒的酿造方法: 中国, 201711230847.9[P]. 2018-03-27.
- [7] 张乐道, 任广跃, 乔梦, 等. 干燥方式对黑枣粉品质特性的影响[J]. 食品与机械, 2018, 34(8): 189-220.

(下转第 188 页)

### 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.

(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.