

# 漂烫对真空油炸银杏果品质的影响

## Effect of blanching treatments on quality of vacuum fried ginkgo kernel

韩宏伟 谢博文 许旦 张慜 刘杰

HAN Hong-wei XIE Bo-wen XU Dan ZHANG Min LIU Jie

(江南大学食品学院, 江苏 无锡 214122)

(School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu 214122, China)

**摘要:**以大佛指银杏果为原料,研究漂烫温度和时间对银杏果 POD 酶失活时间、水分含量、淀粉糊化度,以及对真空油炸银杏果微观结构、质构、脂肪含量、色泽和感官品质的影响。结果表明:随着漂烫温度和时间增大,POD 酶失活时间逐渐缩短,而银杏果中淀粉糊化度和水分含量逐渐升高;漂烫时间越长真空油炸银杏果的脆性和色泽越好,但真空油炸银杏果的脂肪含量越高;100 °C 漂烫 5 min 时银杏果真空油炸后能形成多孔状,且感官评分最高。综合考虑,采用 100 °C 条件下对银杏果进行漂烫 5 min 处理。

**关键词:**银杏果;漂烫;真空油炸;酥脆

**Abstract:** Taking the Big Buddha Finger ginkgo kernel as material, the effects were studied from blanching temperature and time on the time of POD enzyme's inactivation, moisture content, degree of starch gelatinization of ginkgo kernel and the microstructure, crispness, oil content, color, sensory quality of vacuum fried ginkgo kernel. The results showed that with increasing of the blanching temperature and time, the degree of starch gelatinization and moisture content rose gradually, but the time of POD enzyme's inactivation decreased. The crispness and color of the vacuum fried ginkgo kernel were better, but the oil content of it was higher. The vacuum fried ginkgo kernel blanching at 100 °C for 5 min to form porous, and the scores of sensory evaluation was highest. The overall consideration showed that the ginkgo kernel should be blanched at 100 °C for 5 min.

**Keywords:** ginkgo kernel; blanching; vacuum fried; crispness

银杏(*Ginkgo biloba* L.) 又称白果,是中国特有的古老珍贵植物。其银杏果中富含淀粉、脂肪、蛋白质、维生素、银杏醇、银杏黄酮、银杏内酯、铁、镁、钙、磷等营养成分,具有较高的食用和药用价值<sup>[1]</sup>。近些年中国银杏的大面积种植,造成许多地方银杏果产量过剩,出现滞销现象。目前市场上的银

杏果深加工产品品种较为单一,常见于银杏罐头和银杏饮料等,所以银杏果的深加工制品具有巨大的市场价值<sup>[2]</sup>。真空油炸干燥是利用在减压状态下,食品中水分汽化温度降低,能在短时间内迅速脱水,实现低温条件下对食品进行油炸<sup>[3]</sup>。与常压油炸相比,真空油炸技术能够有效保留产品的营养成分,降低产品的含油量,避免氧化作用所带来的危害<sup>[4]</sup>。银杏果中含有大量的淀粉,在漂烫过程中,淀粉分子剧烈的震荡,淀粉分子之间的氢键开始断裂,淀粉分子会吸入大量水。在真空油炸时,汽化的水分子使银杏果淀粉组织膨胀至较大的体积,膨化效果好<sup>[5]</sup>。因此,为确保高品质油炸银杏果,在油炸之前对银杏果漂烫是必不可少的。目前,国内外对蔬菜的漂烫工艺研究较多<sup>[6-8]</sup>,而研究漂烫对真空油炸产品品质的影响较少,且主要是研究漂烫对产品脂肪含量、水分含量、感官品质等的影响<sup>[9]</sup>,在针对漂烫对真空油炸产品的质构和微观结构的影响方面尚未见报道。本试验拟研究漂烫条件对银杏果的 POD 酶活、水分含量、淀粉糊化度、真空油炸银杏果的脂肪含量、感官品质的影响,以及漂烫对真空油炸银杏果的质构和微观结构的影响,进一步丰富有关漂烫对真空油炸产品品质影响研究,旨在为提高真空油炸银杏果品质提供指导。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料与仪器

#### 1.1.1 材料与试剂

大佛指银杏果:产地江苏泰兴市,无锡银杏缘贸易有限公司;

棕榈油:成分提棕榈液油,益江(张家港)粮油工业有限公司;

愈创木酚、无水乙醇、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 溶液、盐酸、碘、硫酸、硫代硫酸钠、氢氧化钠、石油醚(沸点:30~60 °C)等:分析纯,国药集团化学试剂有限公司;

淀粉酶:生物试剂,2 000 U/g,国药集团化学试剂有限公司。

#### 1.1.2 主要仪器设备

真空油炸设备:XT 型,无锡南丰轻化设备有限公司;

**作者简介:**韩宏伟(1990—),男,江南大学在读硕士研究生。

E-mail:jndxhww@126.com

**通讯作者:**刘杰

**收稿日期:**2015-10-12

冰箱:BCD-551WKM型,合肥美的电冰箱有限公司;  
 全自动色差计:CR-400型,柯尼卡美能达(中国)投资有限公司;  
 脂肪测定仪:SOX 406型,济南海能仪器股份有限公司;  
 质构仪:TA-XT2i型,英国 Stable. Micro System 公司。

1.2 方法

1.2.1 工艺流程

银杏果→去壳、去衣→漂烫→冷冻→真空油炸→离心脱油→冷却→包装→成品

1.2.2 操作要点

(1) 去壳、去衣:挑选果肉饱满,色泽发亮,无霉点、无破损、无虫蛀的银杏果,去壳、去衣,备用。

(2) 漂烫:将去壳、去衣后的银杏果在不同温度条件下分别漂烫适宜时间后,取出用流动水冷却,以防止余热对豌豆组织结构造成破坏。

(3) 冷冻:将冷却后的银杏果,置于-20℃冷冻24h。

(4) 真空油炸:开启真空油炸设备的加热系统,待温度加热到110℃,然后从冰箱中取出100g银杏果立即放入油炸篮,关闭油炸釜的盖子,再开启真空泵抽真空,当釜内真空度达到0.09MPa时,放下油炸篮,真空油炸15min。

(5) 离心脱油:真空油炸结束后,提升油炸篮出油面,然后开启脱油设备,在300r/min的转速下,真空离心脱油8min,脱油结束后关闭脱油电机和真空泵,开启真空阀取出银杏果。

1.2.3 漂烫对真空油炸银杏果微观结构的影响 将2份100g的银杏果分别进行未漂烫和100℃漂烫5min处理,然后进行真空油炸,测定真空油炸银杏果微观结构。

1.2.4 漂烫温度的确定 为确定漂烫的温度与POD灭活时间的关系,将3份100g的银杏果分别置于80,90,100℃漂烫,然后每隔30s取出,将漂烫后的银杏果切成3~5mm厚的薄片,测定POD酶灭活时间。

1.2.5 漂烫时间的确定 为了确定漂烫时间与银杏果淀粉糊化度的关系,将5份100g的银杏果分别置于80,90,100℃漂烫1,3,5,7,9min后测定银杏果淀粉的糊化度。

1.2.6 漂烫时间对银杏果水分含量及真空油炸银杏果质构的影响 将5份100g的银杏果置于100℃下分别漂烫1,3,5,7,9min后测定银杏果中的水分含量,再将漂烫后的银杏果进行真空油炸,测定真空油炸银杏果的质构。

1.2.7 漂烫时间对真空油炸银杏果脂肪含量的影响 将5份100g的银杏果置于100℃下分别漂烫1,3,5,7,9min,然后进行真空油炸,测定真空油炸银杏果的脂肪含量。

1.2.8 漂烫时间对真空油炸银杏果色泽的影响 将5份100g的银杏果置于100℃下分别漂烫1,3,5,7,9min,然后进行真空油炸,测定真空油炸银杏果的色泽。

1.2.9 漂烫时间对真空油炸银杏果感官品质的影响 将5份100g的银杏果置于100℃下分别漂烫1,3,5,7,9min,然后进行真空油炸,对真空油炸银杏果进行感官评定。

1.2.10 测定方法

(1) POD酶酶活的测定:用1.5%的愈创木酚酒精溶液

和3%的H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>等量混合液滴加于漂烫后的银杏果样片上,在2min后不变色,说明过氧化物酶已被破坏<sup>[10]</sup>。

(2) 淀粉糊化度测定:采用酶水解法<sup>[11]</sup>。

(3) 脂肪含量测定:按GB/T 14772—2008执行。

(4) 水分含量测定:按GB/T 5009.4—2010执行。

(5) 色泽测定:采用全自动测色色差计对真空油炸银杏果进行色泽测定,测色光斑直径为10mm,以标准白板为标准样。采用亨特均匀表色系统测定L\*、a\*、b\*值,重复测量5次,取其平均值。其中L\*表示亮度;a\*值表示红/绿;b\*值表示黄/蓝<sup>[12]</sup>。

(6) 质构测定:采用真空油炸银杏果的脆度值来反映其质构变化,并用破碎力(g)来表征其脆度,破碎力越小表明其脆度越大。具体步骤:采用TA-XT2i物性测定仪,P/5不锈钢圆柱探头进行破碎力试验,测试前速度为2.0mm/s,测试速度为1.5mm/s,测后速度为5mm/s。每组样品测定10次,取其平均值。

(7) 扫描电镜:采用S-4800扫描电镜对真空油炸银杏果微观结构进行检测。样品先经过石油醚脱脂处理,然后在其表面喷涂金(钯合金),最后放到扫描电镜下观察其微观结构。

(8) 感官评定方法:10名食品专业感官评定员组成感官评价小组,对真空油炸后银杏果的色泽、外观、松脆性、口感进行综合评分,满分100分。每位组员对各项指标打分求和,结果取其平均值,真空油炸银杏果感官评分表见表1。

表1 真空油炸银杏果感官评定标准<sup>[13]</sup>

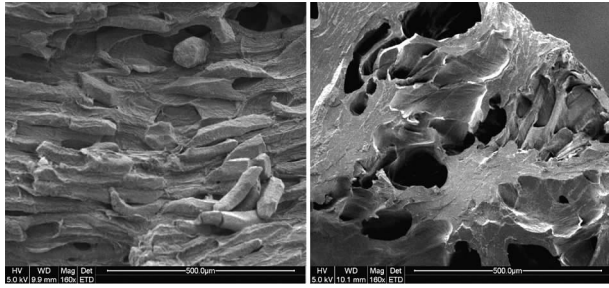
Table 1 Sensory evaluation criteria for vacuum fried ginkgo kernel

色泽	外观	松脆性	口感	分值
金黄色	不破皮	很松脆	含油量低,无油腻感	17~20
黄色	略有破皮	松脆	含油量适中	10~17
淡黄色	轻度破皮	较松脆	含油量稍高	8~10
淡黄色有 部分褐色	破皮较严重	较硬	含油量高,表面有油 腻感	5~8
褐色	破皮严重	硬	含油量较高,口感油腻	0~5

2 结果与分析

2.1 漂烫对真空油炸银杏果微观结构的影响

由图1可知,未漂烫和100℃漂烫5min真空油炸银杏果微观结构图有明显区别,在真空油炸时,银杏果水分快速蒸发,未经漂烫处理的银杏果淀粉不能充分吸水糊化,油炸后留下许多生淀粉颗粒。而且油炸后银杏果组织紧密不能形成多孔状,在质构上则表现为油炸产品硬度大、松脆性差。漂烫5min的银杏果淀粉吸水糊化充分,真空油炸后的银杏果组织结构呈现多孔状,产品松脆<sup>[14]</sup>。因此,真空油炸前对银杏果漂烫处理不仅可以使银杏果淀粉的糊化充分,油炸后的产品无生淀粉颗粒。还可以使油炸后的银杏果呈多孔状,松脆效果好。



(a) 未漂烫 (b) 100 °C 漂烫 5 min

图 1 两种处理所得真空油炸银杏果的扫描电镜图

Figure 1 Scanning electron micrographs of vacuum fried ginkgo kernel by different treatments (160×)

## 2.2 漂烫温度对银杏果 POD 酶失活时间的影响

酶在干热条件下难以钝化,即使用 204 °C 的高温热处理,钝化效果仍极其微小,但湿热条件下酶易钝化<sup>[15]</sup>。为防止在油炸过程中发生酶促褐变,需要进行漂烫灭酶处理。银杏果中过氧化物酶(POD)耐热性最强,漂烫的有效性通常以 POD 酶完全失活为准<sup>[16]</sup>。由图 1 可知,随着漂烫温度的升高,POD 酶失活时间在逐渐缩短,而漂烫时间越长银杏果中的营养物质损失越多<sup>[17]</sup>,且漂烫时间长还会造成银杏果破皮,影响产品的外观。所以,漂烫温度应为 100 °C。

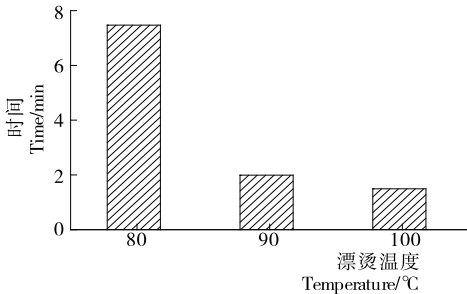


图 2 漂烫温度对 POD 酶失活时间的影响

Figure 2 Effect of different blanching temperatures on the time of POD enzyme's inactivation ( $n=3$ )

## 2.3 漂烫工艺对银杏果淀粉糊化度的影响

银杏果(干基)中的淀粉含量高达 65% 左右,漂烫过程中银杏果淀粉会吸水糊化。若淀粉糊化不充分,油炸后的银杏果会出现生的淀粉颗粒,导致油炸银杏果有沙粒感<sup>[18]</sup>,严重影响产品品质。并且糊化后的银杏果淀粉充分吸水膨胀,油炸时水分迅速蒸发,在银杏果中留下许多孔洞,产品酥脆。由图 3 可知,随着温度的升高与漂烫时间的延长,银杏果淀粉的糊化度呈升高趋势。相同漂烫时间下,90 °C 和 100 °C 条件下淀粉的糊化程度要明显高于 80 °C,且 100 °C 淀粉糊化程度最高。这是因为银杏淀粉糊化温度为 79.05 °C,漂烫温度高于此温度时淀粉易糊化且温度越高淀粉糊化越充分<sup>[19]</sup>。相同漂烫温度下,漂烫时间越长淀粉糊化度越大,且漂烫超过 5 min 后淀粉糊化度趋于稳定。这是由于淀粉完成糊化过程需要一定的时间,即糊化时间。当糊化时间超过一定时间后,淀粉的糊化度将逐渐趋于稳定<sup>[20]</sup>。所以,最终选择漂烫温度为 100 °C,时间为 5 min。

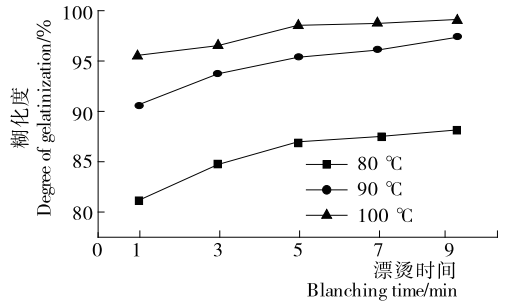


图 3 漂烫工艺对银杏果淀粉糊化度的影响

Figure 3 Effect of blanching treatments on the degree of ginkgo starch gelatinization ( $n=3$ )

## 2.4 漂烫时间对银杏果水分含量及真空油炸银杏果质构的影响

由图 4 可知,随着漂烫时间的延长银杏果水分含量逐渐增加,真空油炸银杏果的破碎力逐渐减小,即真空油炸银杏果变得更加酥脆。这是因为银杏果在漂烫时淀粉发生糊化吸入大量水分,在真空油炸时水分迅速蒸发,使油炸银杏果变得酥脆。未漂烫的银杏果,淀粉未糊化吸水,油炸后组织紧密、破碎力大<sup>[21]</sup>。漂烫时间为 5 min,银杏果的水分含量为 62.87%,油炸后的银杏果破碎力为 2 108.33 g,此时银杏果的酥脆性较好。当漂烫时间超过 5 min 以后,破碎力变化平缓,可能是由于漂烫 5 min 后银杏果中淀粉已充分糊化,水分含量趋于稳定。

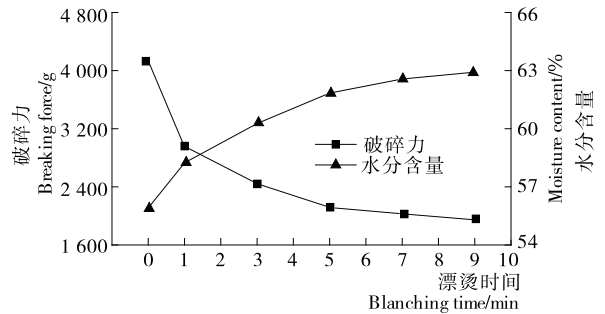


图 4 漂烫时间对银杏果水分含量与真空油炸银杏果质构的影响

Figure 4 Effect of blanching time on moisture content of ginkgo kernel and texture of vacuum fried ginkgo kernel ( $n=3$ )

## 2.5 漂烫时间对真空油炸银杏果脂肪含量的影响

由图 5 可知,随着漂烫时间的延长,油炸银杏果的脂肪含量逐渐增加。这是因为漂烫时间长,银杏果淀粉糊化后水分含量增加。真空油炸时水分蒸发后会留下更多孔隙,附着在银杏果表面的油脂会渗入到其中,导致油炸后的银杏果脂肪含量增加<sup>[22-23]</sup>。当漂烫时间未超过 5 min,真空油炸银杏果的脂肪含量增加缓慢,漂烫 7 min 后油炸银杏果脂肪含量比漂烫 5 min 的显著增大,这是因为漂烫时间超过 5 min 以后,银杏果外皮会出现起泡现象,真空油炸时银杏果外表皮遭到破坏,周围的油脂更容易渗入到银杏果中。

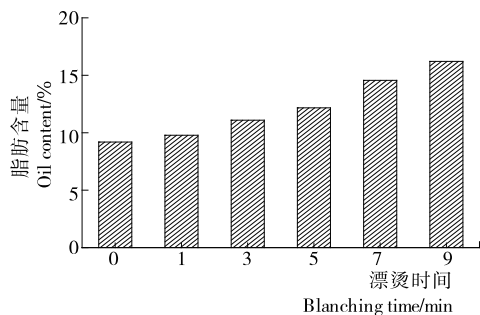


图5 漂烫时间对真空油炸银杏果脂肪含量的影响

Figure 5 Effect of blanching time on oil content of ginkgo kernel after vacuum frying ( $n=3$ )

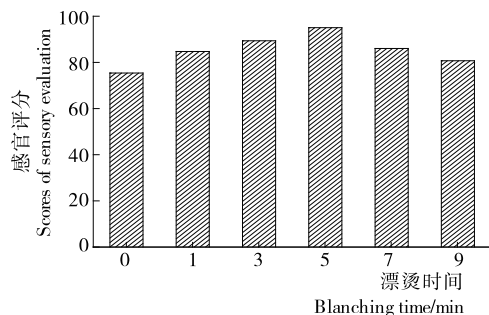


图6 漂烫时间对真空油炸银杏果感官品质的影响

Figure 6 Effect of blanching time on the sensory evaluation of vacuum fried ginkgo kernel

### 2.6 漂烫时间对真空油炸银杏果色泽的影响

由表2可知,随着漂烫时间的延长,真空油银杏果的 $L^*$ 值逐渐增大, $a^*$ 值逐渐减小。说明油炸后的银杏果褐变程度降低,色泽变亮。这主要是因为漂烫具有灭酶作用,抑制了酶促褐变,而且漂烫时间越长,银杏果中的还原性糖和氨基酸溶出的就越多,在真空油炸时美拉德反应程度降低,油炸后的银杏果色泽变亮<sup>[24-25]</sup>。 $b^*$ 值代表黄色, $b^*$ 值越大代表真空油炸银杏果外表越黄。往往油炸产品的外表具有金黄色能够得到消费者的喜爱,漂烫5 min后油炸银杏果的 $L^*$ 、 $b^*$ 值分别为68.10和53.09,银杏果外表呈现明亮的金黄色。因此,100℃漂烫5 min能够改善真空油炸银杏果的色泽。

表2 漂烫时间对真空油炸银杏果色泽的影响

Table 2 Effect of blanching time on the color values of vacuum fried ginkgo kernel ( $n=3$ )

漂烫时间/min	$L^*$	$a^*$	$b^*$
0	59.47±0.88	7.99±0.49	48.83±0.72
1	62.91±0.82	5.70±0.48	52.17±0.56
3	66.33±0.94	5.03±0.41	52.87±0.68
5	68.10±0.86	4.12±0.38	53.09±0.61
7	69.03±0.91	3.72±0.31	54.63±0.98
9	69.26±1.01	2.69±0.24	54.71±1.02

### 2.7 漂烫时间对真空油炸银杏果感官品质的影响

由图6可知,未漂烫的感官评分值最低,主要是因为未漂烫的银杏果油炸后会出现大量的生淀粉颗粒,严重破坏了真空油炸银杏果的口感,而且产品的硬度大和色泽较差。随着漂烫时间的延长感官评分值增加,漂烫5 min的银杏果真空油炸后,产品酥脆、外表呈金黄色、无油腻感,感官评分值最高,说明最受人们喜爱。但是漂烫时间长,油炸后银杏果脂肪含量高,产品的油腻感增加,而且漂烫超过5 min后,银杏果出现表面起泡的现象,油炸后表皮遭到破坏,严重影响了产品的品质,感官评分值降低。

## 3 结论

本试验从漂烫温度和漂烫时间入手,系统的研究了其对银杏果的微观结构、POD酶失活时间、淀粉糊化度、水分含量、

脆性、脂肪含量、色泽的影响。从而得出最佳的漂烫工艺:100℃条件下,漂烫5 min。在此条件下,POD酶失活,淀粉糊化充分,真空油炸后的银杏果感官评分最高。此工艺可为生产真空油炸银杏果提供借鉴。但关于漂烫工艺对银杏果营养成分和真空油炸银杏果贮藏稳定性的影响还需进一步研究。

### 参考文献

- [1] 傅秀红,李锋,许成琼,等.银杏良种江苏大佛手种实生长及内含物研究[J].广西植物,1997(3):72-78.
- [2] 段蕊.银杏制品的发展现状[J].食品与发酵工业,2002(8):57-61.
- [3] 刘小平.食品真空油炸干燥技术[J].食品与机械,1992(4):11-13.
- [4] Moreira R G. Vacuum frying versus conventional frying-An overview[J]. European Journal of Lipid Science and Technology, 2014, 116(6SD): 723-734.
- [5] 高建华,蔡雅图,宁正祥.油炸蚕豆工艺研究[J].广州食品工业科技,1997(2):16-20.
- [6] 韩涛,李丽萍,艾启俊.漂烫对蔬菜果实质地的影响及低温漂烫作用的机理[J].食品工业科技,2003,24(2):89-91.
- [7] 戈顺超,饶景萍,董长科,等.漂烫处理和速冻处理对白芦笋营养成分的影响[J].西北农业学报,2007,16(1):172-175.
- [8] Cheng Li-shuang, Fang Sheng, Ruan Mao-lin. Influence of blanching pretreatment on the drying characteristics of cherry tomato and mathematical modeling[J]. International Journal of Food Engineering, 2015, 11(2): 265-274.
- [9] 肖幼年,杜卫华,周乐群,等.不同的漂烫时间对真空油炸毛豆仁品质的影响[J].食品工业科技,2005,26(7):147-149.
- [10] 阮宏伟.真空油炸海芦笋的工艺研究[D].无锡:江南大学,2008:10-11.
- [11] 张水华.食品分析[M].北京:中国轻工业出版社,2004:141-143.
- [12] Akinpelu O R, Idowu M A, Sobukola O P, et al. Optimization of processing conditions for vacuum frying of high quality fried plantain chips using response surface methodology (RSM)[J]. Food Science and Biotechnology, 2014, 23(4): 1121-1128.
- [13] 张群,张慧,范柳萍.预处理工艺对真空油炸脱水马铃薯脆片品质的影响[J].干燥技术与设备,2008,6(1):32-36.

(下转第212页)

- [29] Patwardhan A W, Joshi J B. Hydrodynamics of a stirred vessel equipped with a gas-inducing impeller[J]. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 1997, 36(9): 3 904-3 914.
- [30] Saravanan K, Joshi J B. Fractional gas hold-up in gas inducing type of mechanically agitated contactors[J]. *Canadian Journal of Chemical Engineering*, 1996, 74(1): 16-30.
- [31] 郭建维, 崔英德. 生化反应器的传质性能[J]. *食品与机械*, 2001(4): 33-34.
- [32] Kasundra R B, Kulkarni A V, Joshi J B. Hydrodynamic and mass transfer characteristics of single and multiple impeller hollow self-inducing reactors[J]. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2008, 47(8): 2 829-2 841.
- [33] Poncina S, Nguyena C, Midouxa N, et al. Hydrodynamics and volumetric gas-liquid mass transfer coefficient of a stirred vessel equipped with a gas-inducing impeller[J]. *Chemical Engineering Science*, 2002(57): 3 299-3 306.
- [34] Yu He-sheng, Tan Zhong-chao. New correlations of volumetric liquid-phase mass transfer coefficients in gas-inducing agitated tank reactors[J]. *International Journal of Chemical Reactor Engineering*, 2012, 10(1): 1-20.
- [35] Ryma A, Sonia B H, Hatem D, et al. Volumetric mass transfer coefficient and hydrodynamic study of a new self-inducing turbine[J]. *Energy Conversion and Management*, 2013, 71(7): 69-75.
- [36] Ye Qin, Li Zhi-min, Wu Hui. Principle and performance of gas self-inducing reactors and applications to biotechnology[J]. *Advances In Biochemical Engineering/Biotechnology*, 2015, 152: 1-33.
- [37] Mikkel N, Marie V, Alvin W, et al. Mixing by rotary jet heads: Indications of the benefits of head rotation under turbulent and transitional flow conditions[J]. *Chemical Engineering Research and Design*, 2008, 86(12): 1 454-1 461.
- [38] Scargiali F, Russo R, Grisafi F, et al. Mass transfer and hydrodynamic characteristics of a high aspect ratio self-ingesting reactor for gas-liquid operations[J]. *Chemical Engineering Science: Journal Internat*, 2007, 62(5): 1 376-1 387.
- [39] 张志强. 自吸式反应器的流体力学特性数值分析及放大[D]. 南京: 南京工业大学, 2015: 75-80.
- [40] 张超. 种分槽高性能 HSG/HQG 搅拌装置的研发[J]. *轻金属*, 2014(5): 20-24.

(上接第 120 页)

- [8] 马涛, 李海峰, 张海红. 樱桃番茄采后品质变化的介电特性研究[J]. *食品研究与开发*, 2013, 34(21): 107-111.
- [9] Nelson S O, Forbea W R, Lawrence K C. Peanittivities of fresh fruits and vegetables firm 0.2 to 20 GHz[J]. *Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy*, 1994, 29(2): 81-83.
- [10] 李里特. 食品物性学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996: 286-288.
- [11] 马雪莲. 采后灵武长枣电学特性和生理特性关系的研究[D]. 宁夏: 宁夏大学, 2015: 10-14.
- [12] 王慧倩, 张海红, 周世平, 等. 基于介电特性的枣果品种识别研究[J]. *食品科技*, 2014, 39(7): 304-308.
- [13] Soltani M, Alimardani R, Omid M. Evaluating banana ripening status from measuring dielectric properties[J]. *Journal of Food Engineering*, 2011, 105: 625-631.
- [14] 周世平. 灵武长枣贮藏过程中介电特性与品质变化的相关性研究[D]. 宁夏: 宁夏大学, 2014: 9-14.
- [15] 许铭强, 陈恺, 张艳艳, 等. 干制温度对枣果实质构性能的影响[J]. *食品与机械*, 2012, 28(5): 59-70.
- [16] 谭谊谈, 曾凯芳. 鲜切果蔬酶促褐变关键酶研究进展[J]. *食品科学*, 2011(17): 376-379.
- [17] 任雪梅, 王文特, 田洪芸, 等. 比色法测定鸭油中的丙二醛[J]. *山东农业科学*, 2014, 46(1): 117-119.
- [18] 赵梅霞, 闫师杰, 肖丽霞, 等. 红外 CO<sub>2</sub> 分析仪测定果实呼吸强度参数初探[J]. *现代仪器*, 2005(2): 30-32.
- [19] 颜敏华, 吴小华, 李国峰, 等. 灵武长枣呼吸特性研究[J]. *保鲜与加工*, 2008(3): 28-30.
- [20] 郭晓丹, 张海红, 周世平, 等. “灵武长枣”的介电特性和内在品质的关系[J]. *北方园艺*, 2014(11): 1-6.

(上接第 182 页)

- [14] 祝银银, 张慧, 徐聚, 等. 热烫对真空油炸豌豆品质的影响[J]. *食品与生物技术学报*, 2013(4): 375-380.
- [15] 夏文水. 食品工艺学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2009: 30-31.
- [16] 张慧君, 宋春丽, 李文娟, 等. 微波钝化马齿苋过氧化物酶活力的研究[J]. *食品与机械*, 2012, 28(3): 199-202.
- [17] 彭丹, 邓洁红, 谭兴和, 等. 速冻花椰菜漂烫工艺的研究[J]. *现代食品科技*, 2010, 26(4): 377-379, 341.
- [18] 郭楠. 漂烫、预油炸对速冻马铃薯薯条品质影响的研究[D]. 北京: 中国农业机械化科学研究院, 2014: 33-34.
- [19] 汪兰, 邓乾春, 张芸, 等. 银杏淀粉颗粒结构及物化特性的研究[J]. *中国粮油学报*, 2009, 22(4): 66-69.
- [20] 魏显华, 党斌. 马铃薯淀粉糊化工艺研究[J]. *安徽农业科学*, 2010, 38(12): 6 512-6 514.
- [21] 饶先军, 汪立成, 刘春梅, 等. 预糊化替代复合磷酸盐在油炸蚕豆中的应用[J]. *食品工业科技*, 2012(21): 242-245.
- [22] Shyu S L, Hau L B, Hwang L S. Effects of processing conditions on the quality of vacuum-fried carrot chips[J]. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 2005, 85(11): 1 903-1 908.
- [23] Bungler A, Moyano P, Rioseco V. NaCl soaking treatment for improving the quality of french-fried potatoes[J]. *Food Research Internaional*, 2003, 36(2): 161-166.
- [24] Graham-Acquaah S, Ayernor G S, Bediako-Amoa B, et al. Effect of blanching and frying on textural profile and appearance of yam (*Dioscorea rotundata*) french fries[J]. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2015, 39(1): 19-29.
- [25] Agblor A, Scanlon M G. Processing conditions influencing the physical properties of French fried potatoes[J]. *Potato Research*, 2000, 43(2): 163-177.