

热风干燥方便馄饨制备及工艺优化

Preparation and process optimization of hot-air drying instant wonton

黄敏 董庆亮 郑建仙

HUANG Min DONG Qing-liang ZHENG Jian-xian

(华南理工大学食品科学与工程学院, 广东 广州 510640)

(College of Food Science and Engineering, South China University of
Technology, Guangzhou, Guangdong 510640, China)

摘要:以小麦粉为原料,在单因素优化其面团配方的基础上,采用热风干燥法制备方便馄饨。并以复水比、蒸煮损失率、感官评价为指标,采用正交法考察单甘酯、蔗糖酯及复合磷酸盐因素的影响,得到最佳复合添加剂配比。同时,依据 Box-Behnken 的中心组合试验设计原理,选取蒸制时间、热风干燥时间、复水时间为影响因素,感官评价为响应值,应用响应面法对其制备工艺做进一步优化。结果表明,方便馄饨面团最适配方为:和面加水量 42%,食盐 1%,谷朊粉 9%;最优复合添加剂配比为:单甘酯 0.2%,蔗糖酯 0.3%及复合磷酸盐 0.1%。最佳制备工艺条件为:蒸制时间 3 min,干燥时间 48 min,复水时间 5 min。在该优化条件下可得到口感品质较好的热风干燥方便馄饨产品。

关键词:方便馄饨;热风干燥;复水比;蒸煮损失;感官品质

Abstract: Instant wonton was prepared from wheat flour by hot-air drying on the basis of optimization by single factor on the dough recipe. And the orthogonal method was used to investigate the influence of monoglycerides, sucrose ester and composite phosphate on the rehydration rate, cooking lose rate and sensory evaluation. Meanwhile, response surface method was applied to optimize the steamed time, drying time and rehydration time in response to sensory evaluation. The results showed that the optimal dough recipe of instant wonton was: water of 42%, salt of 1%, wheat gluten of 9%; The optimal ratio of composite additives was: monoglycerides of 0.2%, sucrose ester of 0.3% and composite phosphate of 0.1%. The optimum condition of technology of instant wonton was as follows: steamed time of 3 min, drying time of 48 min, rehydration time of 5 min. In this optimized conditions can prepare hot-air drying instant wonton products with good taste and quality.

Keywords: instant wonton; hot-air drying; rehydration rate; cooking lose rate; sensory quality

随着现代生活节奏的不断加快,人们对食品的方便快捷化的需求越来越迫切^[1-2]。传统馄饨的制作工艺复杂耗时,市面上的速冻馄饨同样避免不了烹饪工序^[3]。因此,方便速食馄饨应运而生。

方便馄饨,是一种经熟化蒸制、脱水干燥等工艺加工而成,可以长期储存冲泡即食的方便食品^[4]。食品脱水干燥方法^[5-6]有热风干燥、真空冷冻干燥、微波干燥、烘烤和油炸。在方便馄饨制备的研究中,大多数采用真空冷冻干燥技术^[7-8],其制备的方便馄饨虽外观上更美观,含油率更低,但成本高,干燥周期长。热风干燥法制备方便馄饨的研究目前较少,且相对于其它方法,具有效率高、操作简单、设备投资小等优点^[9],制备的馄饨复水性好,含油率低,非常适合制备大众消费的中低档次的方便食品,利于大规模生产^[10]。

本研究以馄饨口感佳,复水性能好,不浑汤为主要原则,通过正交分析及响应面优化探讨方便馄饨的制备工艺,提高方便馄饨的品质,以期能有效地指导实际生产。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

高筋小麦粉:潍坊风筝面粉有限责任公司;

谷朊粉:滨州中裕食品有限公司;

食盐:食用级,市售;

单甘酯、蔗糖酯、复合磷酸盐:食品级,深圳恒生生物科技有限公司;

压面机:SZ-150 型,广州旭众食品机械有限公司;

电热鼓风干燥箱:XMT-152A 型,通州市测量仪器仪表厂;

精密天平:JA2103N 型,上海隆拓仪器设备有限公司;

电子天平:DT500A 型,常熟市意欧仪器仪表有限公司。

作者简介:黄敏,男,华南理工大学在读硕士研究生。

通讯作者:郑建仙(1966-),男,华南理工大学教授,博士。

E-mail: fejxzheng@scut.edu.cn

收稿日期:2016-04-01

1.2 试验方法

1.2.1 方便馄饨加工工艺流程

配制馅料
↓
和面→醒面→机械压延→制得面皮→馄饨包陷→蒸制→热风干燥→冷却→检验包装

1.2.2 操作要点

(1) 和面:称取预先配好的原辅料,慢速搅拌 10 min,取出面团在室温下静置 25 min(醒面)。用压面机从 1 档逐级压延至 5 档,制得厚度合适的面皮。

(2) 包陷:将处理好的馄饨馅和面皮包制成型。

(3) 蒸制:用蒸汽常压下蒸制 3 min,取出自然冷却。

(4) 干燥:将冷却好的馄饨置于 70 °C 的电热鼓风干燥箱内干燥。

1.2.3 复水比测定 根据文献[11],修改如下:称取干燥后的产品 m_1 (± 0.01 g),置烧杯,加入约 8 倍质量的沸水,密封,浸泡 5 min,取出并沥干表面水分,称重 m_2 。复水比按式(1)计算:

$$F = \frac{m_2}{m_1}, \tag{1}$$

式中:

F ——复水比;

m_1 ——复水前产品的质量,g;

m_2 ——复水后产品的质量,g。

1.2.4 蒸煮损失率测定 根据文献[12],修改如下:称取干燥后的产品 m_1 ,放入约 250 mL 沸水中复水 5 min。捞出用 50 mL 水淋洗 30 s,连同洗涤液一并转入到烧杯,加热浓缩至 150 mL 左右,105 °C 干燥 24 h,称重 m_2 。馄饨的蒸煮损失率按式(2)计算:

$$Z = \frac{m_2 - m_0}{m_1} \times 100\%, \tag{2}$$

式中:

Z ——蒸煮损失率,%;

m_0 ——烧杯原重,g;

m_1 ——馄饨重,g;

m_2 ——干燥后烧杯加干物质重,g。

1.2.5 感官评价 将干燥后的馄饨复水 5 min,请 5 人评定小组观察其外观、质地,并品尝口感。按表 1 给定的产品评价标准对馄饨进行打分(100 分制)[13]。

1.3 试验设计

1.3.1 面团配方试验 研究[14-16]表明,和面时合适地增加水量是形成光滑稳定面团的关键因素,面团中添加适量的食盐可以改善其风味,增加面筋筋力和加工稳定性,适量的谷朊粉可以优化面团的流变学特性,提升面团质量。

(1) 和面加水量的确定:取 100 g 小麦粉,1 g 食盐,9 g 谷朊粉,分别添加 35,42,48 g 水加工制得方便馄饨,测其复水比,蒸煮损失率以及感官评价。

(2) 食盐添加量的确定:取 100 g 小麦粉,9 g 谷朊粉,加 42 g 水,分别添加 0.5,1.0,2.0 g 食盐加工制得方便馄饨,测其复水比,蒸煮损失率以及感官评价。

表 1 方便馄饨感官评价标准

Table 1 Sensory evaluation standard of instant wonton

项目	满分	评分标准
颜色	10 分	小麦淡黄色(8~10),暗黄色(5~7),其他不正常颜色(0~4)
外观	10 分	光滑(8~10),一般(4~7),粗糙(0~3)
光泽	10 分	光亮(8~10),一般(5~7),暗淡(0~4)
咀嚼性	10 分	耐咀嚼、有嚼劲(8~10),一般(5~7),易烂、不耐咀嚼(0~4)
爽滑性	15 分	光滑爽口(12~15),一般(8~11),口感粗糙(4~7)
硬度	15 分	适中(12~15),较软或较硬(8~11),很软或很硬(0~7)
弹性	20 分	好(15~20),一般(8~14),差劲(0~7)
食味性	10 分	面粉清香味(8~10),基本无异味且面粉清香味较淡(5~7),有异味(0~4)

(3) 谷朊粉添加量的确定:取 100 g 小麦粉,1 g 食盐,加 42 g 水,分别添加 6,9,12 g 谷朊粉加工制得方便馄饨,测其复水比,蒸煮损失率以及感官评价。

1.3.2 复合添加剂配比优化试验 研究[17]表明,面团中添加适量复配乳化剂及复合磷酸盐能够强化面筋网络结构,增强面筋稳定性和弹性,提升面团的持水能力,对改善馄饨的品质有着重要的影响。根据预试验结果,选用 $L_9(3^4)$ 正交表设计 3 因素 3 水平正交试验(表 2),以确定复合添加剂:单甘酯、蔗糖酯和复合磷酸盐的最佳配比。

表 2 添加剂用量正交试验因素水平设计表

Table 2 Factor codes and levels of the orthogonal test on additive content %

水平	A 单甘酯	B 蔗糖酯	C 复合磷酸盐
1	0.1	0.1	0.1
2	0.2	0.2	0.3
3	0.3	0.3	0.5

1.3.3 方便馄饨制备工艺参数优化试验 根据 Box-Behnken 中心组合设计原理以及预试验结果,以方便馄饨的感官评价为响应值(Y),选取蒸汽蒸制时间、热风干燥时间、复水时间作为影响方便馄饨综合品质较为显著的 3 个因素,设计 3 因素 3 水平响应面分析法,其响应面设计因素与水平见表 3。

表 3 响应面设计因素水平表

Table 3 Factors and levels in response surface design min

水平	A 蒸制时间	B 热风干燥时间	C 复水时间
-1	1	30	3
0	3	45	5
1	5	60	7

1.4 数据处理

面团配方试验数据采用 SPSS 22.0 统计软件,组间采用单因素方差分析进行数据处理,以平均数±标准差表示;响应面设计试验数据采用 Design-Expert 8.0.6 进行处理。

2 结果与分析

2.1 和面加水量对方便馄饨品质的影响

由表 4 可知:加水量达 48% 时,馄饨的口感最佳,但是其蒸煮损失率较高,易浑汤,影响产品的品质。其原因可能是水分过多,造成水分过于聚集,不利于汤料澄清;而加水 35% 的感官评价较其他两组相差很大,其原因是水分过少,面皮表面干裂,起白点,且韧性不足;加水 42% 时在感官评价、蒸煮损失率上都表现得很好。

表 4 和面加水量对方便馄饨品质的影响[†]

Table 4 Water addition on the quality of instant wonton ($n=3$)

加水量/%	复水比	蒸煮损失率/%	感官评价
35	2.32±0.08 ^a	5.70±0.87 ^{ab}	72.30±1.50 ^b
42	2.40±0.12 ^a	4.47±0.83 ^b	85.30±1.50 ^a
48	2.35±0.10 ^a	6.79±1.19 ^a	86.70±0.60 ^a

[†] 用 Duncan 法 (SPSS 22.0 软件处理) 进行多重比较, 同列数据间的差异显著标以不同字母表示 ($P<0.05$)。

2.2 食盐添加量对方便馄饨品质的影响

由表 5 可知,添加 1% 的食盐有利于干燥后的馄饨复水,且在蒸煮损失率和感官上都表现的较其他两组好。原因可能是食盐本身具有吸收水分的功能,且有利于提高面筋的结合能力^[15]。过多或过少添加,都影响其效果。

2.3 谷朊粉添加量对方便馄饨品质的影响

由表 6 可知,添加 12% 的谷朊粉其复水性能良好,蒸煮损失较少,但口感发硬,色泽暗黄,感官评价得分不高;当只添加 6% 时,强化面筋网络结构效果不佳,导致其三方面评价都不高;综上考虑,选择 9% 的谷朊粉添加量较为合适。

表 5 食盐添加量对方便馄饨品质的影响

Table 5 Salt addition on the quality of instant wonton ($n=3$)

食盐添加量/%	复水比	蒸煮损失率/%	感官评价
0.5	2.09±0.08 ^c	6.52±0.51 ^a	74.30±1.50 ^b
1.0	2.50±0.06 ^a	4.04±0.27 ^b	79.30±0.60 ^a
2.0	2.26±0.09 ^b	4.48±0.39 ^b	76.70±1.50 ^b

[†] 用 Duncan 法 (SPSS 22.0 软件处理) 进行多重比较, 同列数据间的差异显著标以不同字母表示 ($P<0.05$)。

表 6 谷朊粉添加量对方便馄饨品质的影响

Table 6 Wheat gluten addition on the quality of instant wonton ($n=3$)

谷朊粉添加量/%	复水比	蒸煮损失率/%	感官评价
6	2.31±0.11 ^a	6.59±0.75 ^a	74.70±1.50 ^c
9	2.36±0.10 ^a	4.49±1.07 ^b	85.33±1.50 ^a
12	2.47±0.08 ^a	4.76±1.23 ^b	80.70±0.58 ^b

[†] 用 Duncan 法 (SPSS 22.0 软件处理) 进行多重比较, 同列数据间的差异显著标以不同字母表示 ($P<0.05$)。

2.4 复合添加剂配比优化试验结果

由表 7 可知,3 个因素对方便馄饨品质影响的主次顺序是 $A>C>B$,各因素的最优组合为 $A_2B_3C_3$,但是该组合在试验方案中并不存在,且 C 列中的 k_1 与 k_3 相差很小 (0.29),即与试验方案中 $A_2B_3C_1$ 组对方便馄饨的影响接近。因此,对最优组合 $A_2B_3C_3$ 进行验证实验得到:复水比 2.317 9,蒸煮损失率 5.51%,感官评价 91.7 分,与 $A_2B_3C_1$ 组几乎一致,但从节约能耗角度考虑,选用 $A_2B_3C_1$ 组,即单甘酯、蔗糖酯、复合磷酸盐添加量依次为:0.2%,0.3%,0.1%。此条件下,馄饨复水性能良好,复水比达到 2.312 1,蒸煮损失率仅 5.53%,汤料澄清,且明显增强了馄饨面皮的韧性与弹性,口感爽滑有嚼劲,感官评分达到最高的 92.2。

表 7 添加剂用量正交试验结果[†]

Table 7 Orthogonal results of additive content

试验号	A	B	C	复水比 (F)	蒸煮损失 率(Z)/%	感官评 价(G)	总分 (Y)
1	1	1	1	2.073 1	5.76	78.2	116.29
2	1	2	2	2.145 9	6.46	74.4	111.34
3	1	3	3	2.127 7	5.14	89.6	130.33
4	2	1	2	2.190 1	5.75	85.2	124.49
5	2	2	3	2.275 2	5.99	85.4	124.85
6	2	3	1	2.312 1	5.53	92.2	133.40
7	3	1	3	2.085 9	5.57	81.0	119.81
8	3	2	1	2.214 0	5.85	85.2	124.43
9	3	3	2	2.209 7	6.03	78.8	117.48
k_1	119.320	120.197	124.707				
k_2	127.580	120.207	117.770				
k_3	120.573	127.070	124.997				
R	8.260	6.873	7.227				

[†] $Y=F \times 10 + 1 \div Z + G$ 。

2.5 响应面试验分析

2.5.1 回归方程的建立 根据表 3 设计方案进行试验,所得的试验结果见表 8,并且应用 Design-Expert 8.0.6 软件对试验数据进行分析,得到方便馄饨感官评价得分与蒸制时间、热风干燥时间以及复水时间 3 个因素的回归方程:

$$Y = 89.56 - 1.19A + 1.31B - 1.02C - 0.50AB - 0.37AC + 0.53BC - 12.03A^2 - 2.93B^2 - 6.90C^2 \quad (3)$$

2.5.2 方差分析 对回归方程模型进行方差分析,结果见表 9。由表 9 可知,模型的 P 值 $<0.000 1$,说明该回归模型极显著,且模型失拟项 $P=0.641 0 > 0.05$,不显著,说明该模型选择合适。此外,模型项、二次项 A^2 、 B^2 、 C^2 达到极显著水平, A、B 达到显著水平,其余项不显著,因此各个因素对响应值的影响不仅仅是简单的线性关系。复相关系数 $R^2=0.986 2$,说明该模型拟合度好,校正系数 $R^2_{adj}=0.968 0$,说明该模型能够解释 96.8% 方便馄饨感官评价的变化,感官评价试验值与预测值之间有较好的拟合度。因此,可用该模型来预测及分析方便馄饨感官评价值的实际情况。另外,由表 9 方差分析结果可知,3 个因素对方便馄饨感官影响程度:热风干燥时间 $>$ 蒸制时间 $>$ 复水时间。

表8 响应面试验分析结果

Table 8 Result of response surface method analysis

试验号	A	B	C	感官评分(Y)
1	-1	0	-1	72.1
2	1	0	1	68.4
3	-1	-1	0	74.7
4	0	-1	-1	79.6
5	0	0	0	89.2
6	0	1	1	80.9
7	-1	1	0	78.2
8	0	0	0	88.7
9	-1	0	1	70.2
10	0	0	0	90.4
11	0	-1	1	77.1
12	0	0	0	87.8
13	0	0	0	91.7
14	0	1	-1	81.3
15	1	1	0	73.5
16	1	0	-1	71.8
17	1	-1	0	72.0

表9 二次回归方程方差分析表[†]

Table 9 Analysis of variance for the quadratic regressive equation

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值	显著性
模型	952.56	9	105.84	54.82	<0.000 1	* *
A	11.28	1	11.28	5.84	0.046 3	*
B	13.78	1	13.78	7.14	0.031 9	*
C	8.40	1	8.40	4.35	0.075 4	
AB	1.00	1	1.00	0.52	0.495 0	
AC	0.56	1	0.56	0.29	0.606 1	
BC	1.10	1	1.10	0.57	0.474 5	
A ²	609.35	1	609.35	315.62	<0.000 1	* *
B ²	36.15	1	36.15	18.72	0.003 5	* *
C ²	200.75	1	200.75	103.98	<0.000 1	* *
残差	13.51	7	1.93			
失拟项	4.26	3	1.42	0.61	0.641 0	不显著
纯误差	9.25	4	2.31			
总值	966.08	16				

[†] * 表示 0.05 水平上显著, * * 表示 0.01 水平上显著。

2.5.3 响应面分析 3D响应曲面图见图1~3。由图1~3可知,当固定其中一个因素不变时,感官评分在试验初期随另一因素升高而增加,但升高到一定程度后反而受到抑制,感官评分不升反降,规律符合预试验及方差分析结果。

由响应面优化分析可得,当蒸制时间 2.89 min,热风干燥时间 48.33 min,复水时间 4.87 min 时,方便馄饨的感官评分可以达到 89.77 分。考虑到实际可操作性,对数据作适当修正,即蒸制时间 3 min,热风干燥时间 48 min,复水时间

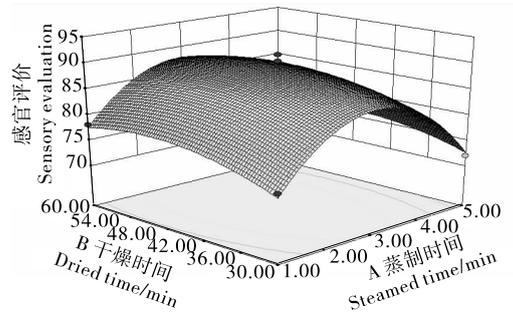


图1 蒸制时间与干燥时间对方便馄饨感官评价交互影响的响应曲面图

Figure 1 Response surface plot showing the interactive effects of steamed time and dried time on sensory evaluation of instant wonton

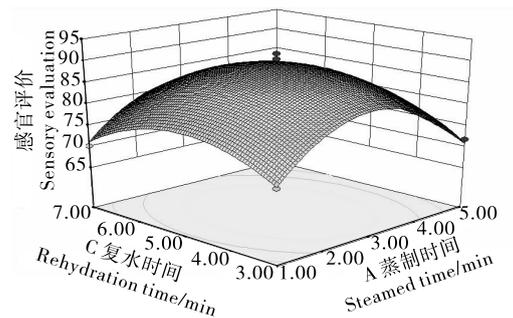


图2 蒸制时间与复水时间对方便馄饨感官评价交互影响的响应曲面图

Figure 2 Response surface plot showing the interactive effects of steamed time and rehydration time on sensory evaluation of instant wonton

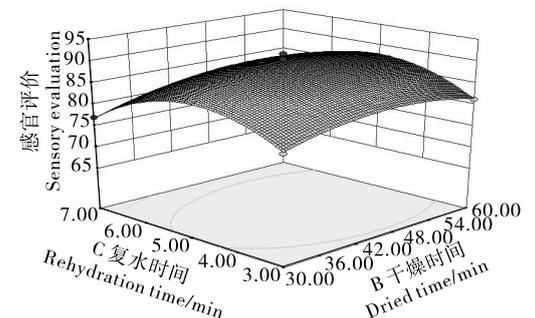


图3 干燥时间与复水时间对方便馄饨感官评价交互影响的响应曲面图

Figure 3 Response surface plot showing the interactive effects of dried time and rehydration time on sensory evaluation of instant wonton

5 min 能够得到品质口感较好的方便馄饨。3次平行验证实验后,得到的感官评分为 90.2 分,二者非常接近,证实了该模型的可行性和有效性。同时在该工艺条件下对制得的方便馄饨分别测其复水比和蒸煮损失率指标,得出复水比为 2.321 8,蒸煮损失率仅为 5.37%,进一步证实响应面法优化方便馄饨工艺参数的可靠性以及该工艺参数的有效性。

3 结论

本研究表明,和面时加入 42% 的水,1% 的食盐,以及面粉中加入 9% 的谷朊粉能制得较高品质的馄饨,通过正交优化得到复合添加剂的最佳配比为:0.2% 单甘酯,0.3% 蔗糖酯和 0.1% 复合磷酸盐,在此优化条件下能够有效改善馄饨的品质。

通过 Box-Behnken 设计响应面法优化了方便馄饨的制作工艺,得出其最佳参数为:蒸制时间 3 min,干燥时间 48 min,复水时间 5 min,回归分析与验证实验结果表明该方法可行有效,进一步为方便馄饨的生产应用提供了理论指导。

关于如何延长方便馄饨的储藏期,产品的质量指标以及其他不同熟化方式对方便馄饨品质的影响有待后期进一步的研究。

参考文献

- [1] 刘树立,王春艳,王华.我国方便食品的现状与发展趋势[J].中国食品添加剂,2007(2):131-135.
- [2] 赵钜阳,孔保华,刘寿,等.中式传统菜肴方便食品研究进展[J].食品安全质量检测学报,2015(4):1342-1349.
- [3] 关敬媛.传统中式馄饨冷却冷藏技术研究[D].天津:天津商业大学,2013:10-11.
- [4] 王健,夏延斌,杨阿静.方便馄饨加工技术的研究[J].农产品加工,2011(5):52-55.
- [5] Wojdylo A, Fiegel A, Legua P, et al. Chemical composition, antioxidant capacity, and sensory quality of dried jujube fruits as affected by cultivar and drying method[J]. Food Chemistry, 2016, 207: 170-179.

- [6] Michalska A, Wojdylo A, Lech K, et al. Physicochemical properties of whole fruit plum powders obtained using different drying technologies[J]. Food Chemistry, 2016, 207: 223-232.
- [7] 石峰.冷冻干燥方便饺子或馄饨的生产方法:中国,200610017863.5[P].2006-12-31.
- [8] 王凤成,房菁,郑学玲.冷冻干燥馄饨的试验研究[J].粮食与饲料工业,2005(12):27-28.
- [9] Tian Yu-ting, Zhao Ying-ting, Huang Ji-jun, et al. Effects of different drying methods on the product quality and volatile compounds of whole shiitake mushrooms[J]. Food Chemistry, 2015, 197: 714-722.
- [10] 王健,夏延斌.非油炸方便馄饨新型生产工艺与设备[J].农产品加工:学刊,2010(1):85-88.
- [11] 王健.方便面片配方与关键工艺研究[D].湖南:湖南农业大学,2011:14.
- [12] 李永本.水饺质量的评定方法及其应用[J].粮食与饲料工业,1995(12):30-33.
- [13] 谭亦成.大米水饺皮加工技术研究[D].湖南:湖南农业大学,2014:14.
- [14] 易诚,程胜高.速冻水饺加工工艺及配方研究[J].现代食品科技,2007,23(7):55-58.
- [15] 朱在勤,陈霞.食盐对面团流变学特性及馒头品质的影响[J].食品研究与开发,2007(9):40-43.
- [16] 杨铭铎,冯光,韩春然,等.谷朊粉对冷冻面团的流变学性质及发酵能力的影响[J].现代农业科技,2009(21):285-289.
- [17] 尹文婷,吴立根.复合改良剂在面制品中的应用[J].食品与药品,2007,9(7):55-58.

(上接第 143 页)

过程中的部分品质变化及差异,为了得到更加有效评价鲜食核桃品质的评价指标,后续将深入研究不同保鲜方式对新疆不同核桃品质评价体系的构建。

参考文献

- [1] 耿阳阳,徐俐,吴光慧,等.鲜食核桃贮藏期主要真菌病害分离及抑制[J].食品与机械,2013,29(6):197-201.
- [2] 马艳萍,刘兴华,袁德保,等.不同品种鲜食核桃冷藏期间呼吸强度及品质变化[J].农业工程学报,2010,26(1):370-374.
- [3] Ma Yan-ping, Lu Xin-gang, Liu Xing-hua, et al. Effect of 60Co-irradiation doses on nutrients and sensory quality of fresh walnuts during storage[J]. Postharvest Biology and Technology, 2013, 84: 36-42.
- [4] Jiang Liu-qing, Feng Wen-yu, Li Fang, et al. Effect of One-methylecyclopropene (1-MCP) and chlorine dioxide (ClO₂) on preservation of green walnut fruit and kernel traits[J]. Journal of Food Science and Technology, 2015, 52(1): 267-275.
- [5] 黄凯,袁德保,宋国胜,等.核桃贮藏技术及采后生理研究现状[J].食品研究与开发,2009,30(2):128-131.
- [6] 李大鹏,王文倩,王琦琦,等.不同贮藏温度对云南三台核桃营养品质的影响[J].中国粮油学报,2013,28(7):70-75.
- [7] 马艳萍,马惠玲,刘兴华,等.鲜食核桃和干核桃贮藏生理及营养品质变化比较[J].食品与发酵工业,2011,37(3):235-238.

- [8] 张文涛,徐华,蒋林惠,等.核桃仁氧化酸败及其延缓措施研究进展[J].食品科学,2012,33(3):272-276.
- [9] Jun Yang, Liu Rui-hai, Linna Halim. Antioxidant and antiproliferative activities of common edible nut seeds[J]. LWT-Food Science and Technology, 2009, 42(1): 1-8.
- [10] 陶菲,邵海燕,陈杭君,等.不同包装对山核桃脂肪氧化的影响[J].农业工程学报,2008,24(9):303-305.
- [11] 杨虎清,吴峰华.山核桃基于温度变化的贮藏寿命预测[J].食品科学,2010,31(12):274-278.
- [12] 郭园园,鲁晓翔,李江阔,等.1-MCP 处理复合薄膜包装对青皮鲜核桃采后品质的影响[J].食品科学,2014,35(10):252-257.
- [13] 张辉,温昕晔,郑素慧,等.常温下不同气体包装处理对薄皮核桃贮藏品质的影响[J].保鲜与加工,2014,14(4):5-9.
- [14] 张辉,张政,王倩,等.茉莉酸甲酯对薄皮核桃抗氧化作用的调控[J].食品研究与开发,2016,37(4):6-9.
- [15] 祝水兰,刘光宪,周中英,等.包装方式对花生仁气体密闭贮藏过程中脂肪的影响[J].食品与机械,2015,31(2):174-177.
- [16] 阚建全.食品化学[M].北京:中国农业大学出版社:267-270.
- [17] 朱军伟,谢晶,林永艳,等.贮藏温度和包装方法对两种叶菜采后品质的影响[J].食品与机械,2012,28(4):175-178.
- [18] 王萍,赵欢,黄腾腾,等.不同包装保鲜方式对新疆 185 鲜核桃果仁品质变化规律研究[J].塔里木大学学报,2015,27(4):16-24.
- [19] 曹建康.果蔬采后生理生化实验指导[M].北京:中国轻工业出版社,2007:59-155.