

原料肉加工工艺对羊肉饺馅品质的影响

高晓平² 赵改名^{1,2*} 户方涛¹ 李苗云^{1,2} 孙灵霞^{1,2} 张秋会^{1,2} 柳艳霞^{1,2}

1. 河南农业大学食品科学技术学院 河南郑州 450002

2. 河南省肉制品加工与质量安全控制重点实验室 河南郑州 450002

摘 要 以羊肉为主要原料,白菜、大葱、鲜姜、鸡蛋为辅料,通过测定解冻损失、蒸煮损失、电子鼻,并结合感官评定,研究肉品馅料中工艺对馅料品质的影响。结果表明:当腌制时间为 30min 时,擂溃时间为 30s 时,反复冻融 2 次,冷冻时间 15d 时,饺馅滋味最佳。当腌制时间 30min、擂溃时间 60s、反复冻融 1 次时,饺馅综合感官滋味最佳。

关键词 饺馅 解冻损失 蒸煮损失 电子鼻

Effect of raw meat processing technology on the quality of dumpling stuffing with mutton

GAO Xiaoping ZHAO Gaiming HU Fangtao LI Miaoyun SUN Lingxia ZHANG Qiuhui LIU Yanxia

Abstract Mutton was taken as the main raw material, and cabbage, welsh onions, fresh ginger and eggs were used as auxiliary materials. The thawing loss, cooking loss, and electronic nose were measured, and sensory evaluation was combined, and the effect of the technology in the meat stuffing on the quality of the stuffing was studied. The results showed that when the curing time was 30 min, and the blending time was 30 s, and the freezing and thawing was repeated twice, and the freezing time was 15 d, and the taste of dumpling stuffing was best. When the curing time was 30 min, and the blending time was 60 s, and the freezing and thawing was repeated once, and the taste of dumpling stuffing was best.

Key words dumpling stuffing; thawing loss; cooking loss; electronic nose

饺子,作为中国传统美食,因其具有丰富的滋味和多样的馅料,不同口味的人总能找到一款适合自己的饺子,深受民众喜欢。目前,速食行业随着经济的发展,人们生活水平的加快以及速冻产业的高速发展,速冻水饺行业的商业化得到长足发展,对速冻水饺的研究也有很多,比如:冻裂率与饺子皮密切相关、饺馅保藏时间越长营养损失越大、最佳冷冻保藏温度为 -18°C 、生产工艺和设备的研究^[1~6]。

为了推广传统美食,本实验根据中亚人餐饮特点:喜油腻、口味重、喜辛辣且不喜欢吃猪肉。然而国内大多数人喜欢食用猪肉饺子,为迎合中亚餐饮习惯,将探索符合当地习惯的羊肉为主料的水饺。

本实验将以羊肉为主要原料,白菜、大葱、鲜姜、鸡蛋为辅料,研究不同的饺馅腌制时间、不同的饺馅搅拌时间和饺馅反复冻融次数以及冷冻时间上饺馅品质的变化和感官的影响,从解冻损失、蒸煮损失、感官评定、电子鼻评测选出最合适配比,研究符合中亚口味特点的特色饺馅。

1 材料与方法

1.1 主要实验材料

羊肉和调味料(丹尼斯超市)。

基金项目:河南省重大科技专项:调理肉制品与面向中亚的肉类加工关键技术研究(161100110800)。

河南省重大科技专项:高温肉制品加工关键技术研究及应用(161100110700);河南省高等学校重点科研项目计划(15A550016);河南省基础与前沿技术研究(152300410197)。

作者简介:高晓平(1976-)男,硕士,讲师,主要从事畜产品加工与质量安全控制方面的教学和研究。E-mail: Gaoxiaoping76@126.com

* 通讯作者:赵改名(1965-)男,博士,教授,硕士生导师,主要从事肉品质量控制方面的教学和研究。E-mail: gmzhao@126.com

1.2 主要仪器与设备

PEN3.5 电子鼻(德国 AIRSENSE 公司),速冻实验机(郑州亨利制冷设备有限公司),BLKJ-20 搅拌擂溃机(中国艾博公司)。

1.3 试验方法

1.3.1 饺子馅的工艺流程

原材料的购买与前处理→绞肉机绞碎原料肉→蔬菜的腌制和处理→放入蔬菜和调味品并擂溃→腌制入味→擂溃→速冻机中速冻→冷藏(反复冻融)→蒸煮→完成。

1.3.2 工艺要点

(1) 原材料的购买与前处理。从超市购买新鲜羊肉,分割肥瘦肉,最终使羊肉肥瘦比大约为 4:6。

(2) 绞肉机绞碎原料肉。组装绞肉机,更换 6mm 的孔板,将处理好的肉放入绞肉机内,绞成所需的肉粒。

(3) 蔬菜的腌制和处理。将白菜清洗干净后切成末状,放入容器内加入食盐充分腌制使其脱水 15min,将拧干水分的脱水白菜保存备用;将洗好的大葱切成葱末备用。

(4) 放入蔬菜和调味品并擂溃。按照每 1 000g 羊肉配比 10g 料酒、30g 酱油、10g 姜汁、25g 食用盐、1g 味精、5g 胡椒粉、3g 十三香、10g 鸡蛋清、400g 脱水白菜、75g 葱末。将准备好的材料放入盆中并擂溃 1min。

(5) 腌制入味。将擂溃好的馅料按不同时间进行腌制。

(6) 擂溃。将肉馅放入擂溃机,按特定擂溃功率(最低 90r/min)擂溃。

(7) 速冻机速冻。将同批制作饺馅放入 -30℃ 的速冻实验机中速冻,插入中心温度计,待温度达到 -18℃ 时^[6],将饺馅取出。

(8) 冷藏。将已经速冻好的馅料放入 -18℃ 冷藏。

(9) 反复冻融。将部分冷藏于 -18℃ 的馅料取出置于室温中解冻 1h,再将放入 -18℃ 的冰箱中冷藏 2h,再取出解冻 1h,再放入 -18℃ 冰箱中冷藏 2h,上述步骤为一次反复冻融^[7]。

(10) 蒸煮。称取饺馅(10.0 ± 0.5) g/个包成饺子,在沸水中蒸制到煮熟。

1.3.3 单因素实验设计

分别以腌制时间^[8] 30、60、90、120min;擂溃时间(低速) 30、60、90、120s;反复冻融次数 1、2、3、4 次^[9];冷冻时间 15、30、45、60d,分别做单因素实验,并确定最佳变量。

1.3.4 正交实验设计

在制作饺馅的过程中,通过实验得知:腌制时间、擂溃时间和冻融次数对饺馅的口感及质量有很大影响。根据单因素试验结果,在三种腌制时间、擂溃时间和冻融次数、3 个因素中 3 个较好的水平做三因素三水平正交试验,并以解冻损失、蒸煮损失、感官评分和电子鼻测定数据为依据,确定最佳配方。

1.3.5 解冻损失

取冻藏样品,称取饺馅(10.0 ± 0.5) g/个,称取解冻前的肉馅重量记为 m_1 ,在室温下解冻,当中心温度计测得饺馅中心温度达到 0℃ 左右时,再用吸水纸吸收饺馅表面可见的水分和油脂,5s 内不再有汁液渗出,再次称重,该质量记为 m_2 ,每组取三个平行样。饺馅汁液流失率按照下式(1)计算^[7]:

$$\text{解冻损失}(\%) = (m_1 - m_2) / m_1 \quad (1)$$

式(1)中 m_1 : 解冻前饺馅重量; m_2 : 冻后饺馅重量。

1.3.6 蒸煮损失

取冻藏样品,称取饺馅(7 ± 0.5) g/个,称取蒸煮前的饺馅重量记为 m_1 ,放入沸水蒸煮 20min,取出冷却到室温,用吸水纸吸收饺馅表面可见的水分和油脂,5s 内不再有汁液渗出,再次称重该质量记为 m_2 ,每组取三个平行样^[7]。饺馅蒸煮损失按照下式(2)进行计算^[7]:

$$\text{蒸煮损失}(\%) = (m_1 - m_2) / m_1 \quad (2)$$

式(2)中 m_1 : 蒸煮前饺馅重量; m_2 : 煮后饺馅重量。

1.3.7 电子鼻分析

电子鼻又称人工嗅觉分析系统,它模仿了生物的嗅觉功能,可以快速的检测食品的挥发性气味,电子鼻主要由气味取样操作器、气体传感器阵列和信号处理系统三种功能器件组成^[10]。每份称取(10 ± 0.5) g 解冻切碎的肉馅装入锥形瓶中,使用三层保鲜膜密封瓶口,放入 90℃ 电热恒温水浴锅中水浴 5min 后进行检测,每组饺馅制备重复 3 次^[10]。

1.3.8 感官评定

将饺馅蒸煮 15min 后,分别对饺馅从饺馅嫩度、

饺馅多汁性、饺馅内拢性和饺馅整体滋味四个方面进行感官评价,选取10人作为评委,取平均分作为该指标最终得分^[11]。评分标准如下表1。

表1 感官评定标准

Table 1 formula of experimental raw materials

指标	评价	评分
嫩度 (25分)	略硬偏老	0~8分
	嫩度一般	9~16分
	鲜嫩可口	17~25分
多汁性 (25分)	干燥	0~8分
	汁液较少	9~16分
	多汁	17~25分
内聚性 (25分)	咀嚼样品多次后,成糊状,无颗粒度	0~8分
	咀嚼样品多次后,颗粒感一般	9~16分
	咀嚼样品多次后,颗粒感明显	17~25分
整体滋味 (25分)	不好	0~8分
	一般	9~16分
	喜欢	17~25分

1.3.9 数据与处理

数据采用SPSS 16.0对实验数据解冻损失、蒸煮损失进行单因素方差分析和正交试验分析($p < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 腌制时间对饺馅品质的影响

2.1.1 腌制时间对饺馅解冻损失、蒸煮损失的影响

由表2可知,在腌制时间60min达到最高点9.96%;在腌制时间60min以后,解冻损失随着腌制时间增长而减小,腌制时间120min时降至最低8.04%,且腌制时间对解冻损失不存在显著性差异;随着腌制时间的增加,饺馅的蒸煮损失逐渐降低,腌制时间30min与腌制时间60、90、120min构成显著性差异。当腌制时间为120min,解冻损失和蒸煮损失最低,但是考虑到经济情况30min时为最佳。

表2 腌制时间对饺馅解冻损失、蒸煮损失的影响

Table 2 Effects of different curing time on the unfreezing loss of dumpling filling and cooking loss

腌制时间/min	解冻损失/%	蒸煮损失/%
30	9.04 ± 1.57 ^a	35.19 ± 1.19 ^b
60	9.96 ± 1.72 ^a	34.61 ± 0.16 ^a
90	8.98 ± 0.69 ^a	34.05 ± 1.70 ^a
120	8.04 ± 1.10 ^a	33.23 ± 1.57 ^a

注:平均值±标准差,同一列英文字母上标不同表示解冻损失(或者蒸煮损失)之间存在显著性差异($p < 0.05$)。

由图1可知,饺馅挥发性气味的电子鼻PCA:第一主成分贡献率为97.97%,第二主成分贡献率为1.56%总贡献率为99.53%。说明能够基本包含所有的气味信息,图1中显示,饺馅的挥发性气味随腌制时间长短的不同变化是非常明显的。腌制时间为90min和120min的香气种类差别不明显,气味比较接近;腌制时间30min与其他组间距较大,说明与其他三组有明显的气味区别。

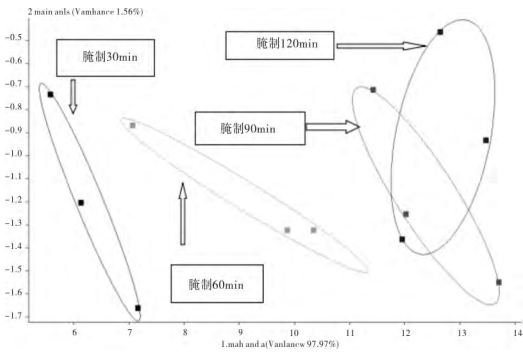


图1 腌制时间对饺馅气味的影响

Fig. 1 The effect of curing time on the electronic nose of dumplings

由表3可知感官评论员1、2、4、10对腌制时间90min评价最高,感官人员3、7、9对腌制时间30min的饺馅评价最高。

表3 腌制时间对饺馅感官评定的影响

Table 3 Effects of different curing time on sensory evaluation of dumpling filling

感官人员	腌制时间/min			
	30	60	90	120
1	74	75	76	80
2	75	74	78	80
3	76	75	74	72
4	75	72	74	76
5	73	73	80	77
6	70	72	73	72
7	75	75	74	74
8	80	81	88	80
9	81	78	79	77
10	72	73	75	76
平均分	75.1	75.2	76.4	75.1

2.2 擀溃时间对饺馅品质的影响

2.2.1 擀溃时间对饺馅解冻损失、蒸煮损失的影响

由表 4 可知,擀溃时间对于饺馅的解冻损失存在显著性差异,擀溃时间 30s 时解冻损失最低为 9.54%,在擀溃时间 120s 时达到最大值,为 13.82%;擀溃时间对饺馅的蒸煮损失也存在显著性差异。其中 30s、60s 对于 90s、120s 存在显著性差异,其中擀溃时间 30s 和 60s 蒸煮损失相近,擀溃时间 120s 时蒸煮损失达到最大值 33.15%。综合解冻损失和蒸煮损失来看,擀溃时间 30s 为最佳。

表 4 擀溃时间对饺馅解冻损失、蒸煮损失的影响

Table 4 Effect of chopping time on sensory evaluation of dumpling filling

擀溃时间/s	解冻损失/%	蒸煮损失/%
30	9.54 ± 2.20 ^b	29.80 ± 0.10 ^b
60	10.31 ± 1.72 ^{ac}	30.01 ± 0.92 ^b
90	10.21 ± 0.74 ^{bc}	32.00 ± 0.92 ^a
120	13.82 ± 1.71 ^a	33.15 ± 1.21 ^a

注:平均值 ± 标准差,同一列英文字母上标不同表示解冻损失(或者蒸煮损失)之间存在显著性差异($p < 0.05$)。

由图 2 可知,饺馅的挥发性电子鼻 PCA: 第一主成分贡献率为 96.72%,第二主成分贡献率为 2.91%,总贡献率为 99.63%,说明饺馅的挥发性气味可以被很好的分辨出。由图 2 可知,擀溃时间为 30s 和 60s 时有交叉,气味比较接近,而擀溃时间 90s 和 120s 与 30s、60s 距离较远,挥发性气味差异较大,气味具有明显的区别。

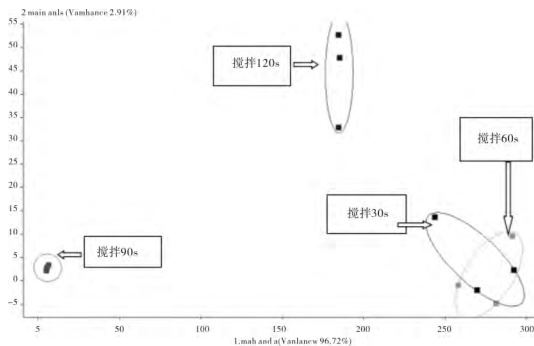


图 2 擀溃时间对饺馅气味的影响

Fig. 2 The effect of stirring time on the cooking loss of dumpling

由表 5 可知,感官人员 7、10 对擀溃时间 60s 的饺馅评分最高;感官人员 1、5、8 对擀溃时间 90s 的饺馅评分最高;但是多人反应饺馅擀溃过久导致饺馅

内聚性差,口感偏差;综合评分来看,擀溃时间 30s、60s 时饺馅的平均分最高,综合滋味最佳。

表 5 擀溃时间对饺馅感官评定的影响

Table 5 Effects of different chopping time on sensory evaluation of dumpling filling

感官人员	擀溃时间/s			
	30	60	90	120
1	77	80	80	78
2	76	76	74	76
3	78	80	79	80
4	76	74	73	71
5	75	74	75	75
6	72	73	74	75
7	75	76	73	72
8	77	78	71	74
9	76	78	77	77
10	78	79	75	75
平均分	76	76	75.1	75.6

2.3 反复冻融次数对饺馅品质的影响

2.3.1 反复冻融次数对饺馅解冻损失、蒸煮损失的影响

由表 6 可知,随着反复冻融次数的增加,解冻损失增加,最低为反复冻融次数 1 次时解冻损失为 7.71%,最高时为反复冻融 4 次时解冻损失为 24.18%,且反复冻融次数对于饺馅的解冻损失不存在显著性差异。

表 6 反复冻融次数对饺馅解冻损失的影响

Table 6 The influence of repeated freezing and thawing times on the loss of dumplings

反复冻融次数	解冻损失/%
1	7.71 ± 0.40 ^a
2	13.78 ± 0.10 ^b
3	19.62 ± 1.00 ^c
4	24.18 ± 1.01 ^d

注:平均值 ± 标准差,同一列英文字母上标不同表示解冻损失(或者蒸煮损失)之间存在显著性差异($p < 0.05$)。

由图 3 可知,电子鼻所测挥发性 PCA: 第一主成分贡献率为 64.32%,第二主成分贡献率为 22.81%,总贡献率为 87.13%,贡献率越高说明饺馅

的挥发性气味越能被分辨识别。由图3可知,反复冻融3次和反复冻融4次时有交叉,说明味道相似,电子鼻挥发性气味不大,没有太大差异;而反复冻融1次和反复冻融2次与其他两组距离较远,说明其香气有较大差别,可以被明显区分出来。

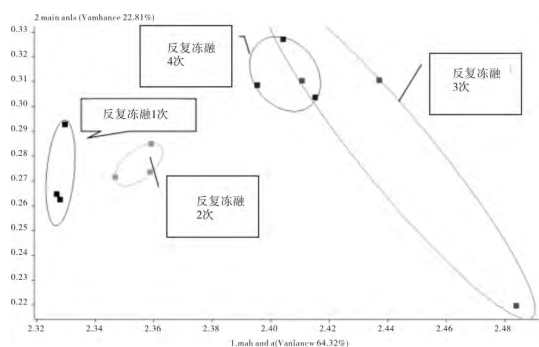


图3 反复冻融次数对饺馅气味的影响

Fig. 3 The effect of repeated freezing and thawing times on the electronic nose of dumplings

由表7可知,感官人员1、5、6、8对反复冻融次数2次的饺馅感官评分最高;感官人员3、4、7、9、10对反复冻融次数一次的饺馅感官评分最高;参与感官人员对于反复冻融次数4评价较低,主要在于整体滋味评分较差;综合平均分来看,反复冻融次数1次时饺馅的滋味最佳。

表7 反复冻融次数对饺馅感官评定的影响

Table 7 Effects of repeated freeze-thaw times on the sensory evaluation of dumpling filling

感官人员	反复冻融次数/次			
	1	2	3	4
1	74	75	74	73
2	75	75	75	74
3	78	74	75	75
4	72	70	70	69
5	80	81	80	80
6	73	76	72	74
7	76	74	75	75
8	71	75	74	74
9	78	75	74	75
10	77	76	74	72
平均分	75.4	75.1	74.3	74.1

2.4 冷冻时间对饺馅品质的影响

2.4.1 冷冻时间对饺馅解冻损失、蒸煮损失的影响

由表8可知,饺馅的解冻损失随着冷藏时间的

增加而逐渐增大,冷藏15d时,解冻损失9.05%为最低,60d时,解冻损失为11.40%最高,且冷冻时间15d与其他组对于解冻损失呈显著性差异;饺馅的蒸煮损失随着冷冻时间的增加而增加,冷藏时间15d时,蒸煮损失最低为31.14%,冷藏时间60d时,蒸煮损失最高为35.76%,且冷藏时间对于蒸煮损失不存在显著性差异。

表8 冷冻时间对饺馅解冻损失、蒸煮损失的影响

Table 8 The influence of freezing time on the defrost loss and cooking loss of dumplings

冷藏时间/d	解冻损失/%	蒸煮损失/%
15	9.05 ± 0.40 ^b	31.14 ± 2.24 ^a
30	9.87 ± 2.40 ^a	32.71 ± 2.87 ^a
45	10.13 ± 0.86 ^a	34.76 ± 1.65 ^a
60	11.40 ± 3.40 ^a	35.76 ± 1.92 ^a

注:平均值±标准差,同一列英文字母上标不同表示解冻损失(或者蒸煮损失)之间存在显著性差异($p < 0.05$)。

由图4可知,饺馅的挥发性气味PCA:第一主成分贡献率为85.26%,第二主成分贡献率为13.84%,总贡献率为99.10%。其中冷冻60d和冷冻30d和冷冻90d有交叉,说明其香气接近。而冷冻15d的饺馅和其他组分挥发性气味距离较远,说明其香气与其他三组有一定区别。

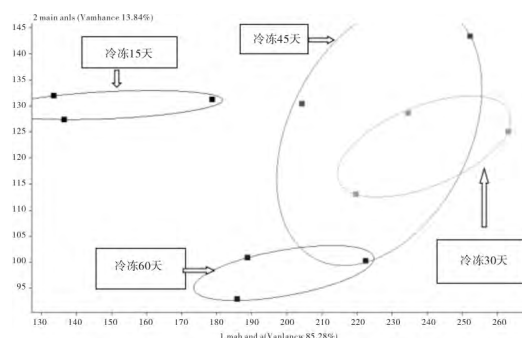


图4 冷冻时间对饺馅电子鼻的影响

Fig. 4 The effect of freezing time on the electronic nose of dumplings

由表9综合平均分来看,冷冻时间为15d的饺馅感官评分最高,最低为冷冻时间60d的饺馅评分。

根据以上单因素试验可得出的结论,在三个因素变量中腌制时间120min、擂溃时间30s、反复冻融1次为最佳,将这三项采用 $L_9(3^3)$ 进行三因素三水平正交试验设计,正交试验因素水平表和正交表如表10和表11所示。

表 9 冷冻时间对饺馅感官评定的影响
Table 9 Effect of freezing time on sensory
evaluation of dumpling filling

感官人员	冷冻时间/d			
	15	30	45	60
1	70	68	70	71
2	72	74	75	74
3	73	67	67	71
4	70	71	68	64
5	74	75	72	70
6	78	79	77	77
7	71	73	72	70
8	70	68	69	65
9	71	68	67	70
10	70	74	75	71
平均分	71.9	71.7	71.2	71.1

表 10 正交试验因素水平表
Table 10 Table of factors and levels of orthogonal experiment

序号	因素		
	A	B	C
	腌制时间/min	擂溃时间/s	冻融次数/次
水平 1	60	30	1
水平 2	90	60	2
水平 3	120	90	3

表 11 正交试验设计表
Table 11 Table of orthogonal test design

小组名称	因素		
	A	B	C
	腌制时间/min	擂溃时间/s	冻融次数/次
第 1 组	60	30	1
第 2 组	60	60	2
第 3 组	60	90	3
第 4 组	90	30	2
第 5 组	90	60	3
第 6 组	90	90	1
第 7 组	120	30	3
第 8 组	120	60	1
第 9 组	120	90	2

2.5 正交试验分析

2.5.1 正交试验分析

由表 12 可知 k_1 、 k_2 、 k_3 分别表示各个因素在水平 1 到水平 3 下的平均结果,而在同一水平下的极差 R 值大小来表示该因素对实验结果的影响程度^[12]。影响程度 $C > B > A$,最优项为 A_1 、 B_2 、 C_1 ,最优组为 $A_1B_2C_1$ 。即反复冻融次数的 R 值大于擂溃时间的 R 值、大于腌制时间的 R 值,所以反复冻融次数对实验结果影响最大,其次是擂溃时间,影响最小的是腌制时间。得到最优组为腌制时间 30min、擂溃时间 60s、反复冻融次数 1 次。

表 12 正交实验分析表

Table 12 Orthogonal experimental intuitive analysis table

实验序号	腌制 时间/min	擂溃 时间/s	反复冻融 /次	实验结果
1	60	30	1	33.20
2	60	60	2	32.18
3	60	90	3	26.23
4	90	30	2	31.56
5	90	60	3	29.23
6	90	90	1	32.32
7	120	30	3	26.92
8	120	60	1	34.15
9	120	90	2	29.11
k_1	30.06	29.22	33.22	
k_2	30.54	31.85	30.95	
k_3	31.04	30.56	27.46	
R	0.98	2.63	5.76	

由表 13 可知,因为其 sig 值均小于 0.05,所以腌制时间和擂溃时间以及反复冻融次数均对结果具有显著性影响。影响较大的因素是反复冻融次数,其次是擂溃时间,影响最弱的是腌制时间。

表 13 正交试验方差分析表

Table13 Anova table of orthogonal test

因素	偏差平方和	自由度	方差	F	显著性
腌制时间	1.431	2	0.716	28.956	0.033
擂溃时间	10.403	2	5.201	210.487	0.005
反复冻融	50.564	2	25.282	1002.12	0.001
误差	0.049	2	0.025		

由图 5 可知, 饺子挥发性 PCA: 第一主成分贡献率为 77.76%, 第二主成分贡献率为 21.16%, 总贡献率为 98.92%, 说明饺子的挥发性气味可以被电子鼻明显的区分。第 2、4、5、8、9、6 组距离比较接近, 香气类似, 第 1、3 组距离其他组分较远, 说明其香气与其他组分不同。

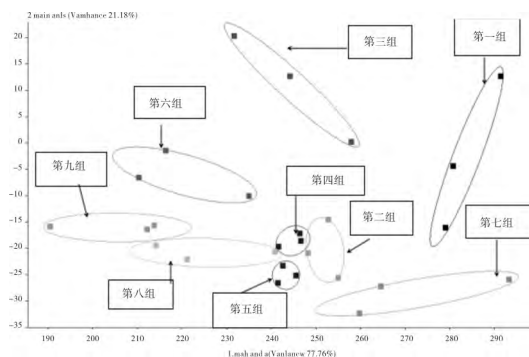


图 5 正交实验对电子鼻的影响

Fig. 5 The effect of orthogonal experiment on electronic nose

由表 14 可知, 评分最高的为第 8 组 (腌制 120min、擂溃 60s、反复冻融 1 次)。其次是第 2 组和第 9 组。

表 14 正交试验感官评定表

Table 14 Orthogonal test sensory evaluation table

小组编号	平均分
1	71
2	73
3	66
4	70
5	68
6	72
7	71
8	75
9	73

3 结论

解冻损失、蒸煮损失随着腌制时间增加而降低, 腌制时间 30min 时经济情况最佳; 解冻损失、蒸煮损失随擂溃时间增加而增加, 擂溃时间 30s 时损失最低; 解冻损失随着反复冻融次数增加而增加, 反复冻

融 2 次滋味为最佳, 且次数增多会导致饺子滋味变差, 所以在速冻水饺运输过程中应该尽量避免温度的波动; 解冻损失和蒸煮损失随着冷藏时间的增加而增加, 冷冻时间为 15d 时, 饺子损失最低, 滋味最佳。

影响实验结果因素的主次顺序依次是反复冻融次数、擂溃时间、腌制时间。当腌制时间 30min、擂溃时间 60s、反复冻融次数 1 次时, 饺子的综合感官滋味最佳。但是随着擂溃时间的增加, 饺子咀嚼性下降; 随着冻融次数的增加, 饺子嫩度降低明显。

参考文献

- 刘萌, 余小颖. 速冻水饺加工中存在的问题及对策 [J]. 江苏调味副食品, 2013 (2): 25-28, 44.
- 韩艳芳, 王鹏林. 速冻水饺的生产及问题解析 [J]. 现代面粉工业, 2016, 30(4): 34-36.
- 程开鹏, 杜双全. 速冻水饺贮存过程中品质变化的分析 [J]. 食品安全导刊, 2016 (18): 144.
- 王欣, 刘宝林, 谷雪莲等. 冷藏链中温度波动对速冻水饺品质影响的试验研究 [C]. 上海市制冷学会 2007 年学术年会论文集, 2007.
- 黄群林. 速冻水饺品质研究新进展 [J]. 农产品加工, 2014 (11): 34-35.
- 杨留枝, 郭舒薇, 刘延奇等. 风速对速冻水饺品质和速冻曲线的影响 [J]. 冷饮与速冻食品工业, 2006, 12(4): 22-24.
- 陈炎. 速冻水饺中猪肉馅的品质变化与控制 [D]. 无锡: 江南大学硕士学位论文, 2015.
- 雅昊. 预腌制肉类制品的加工处理 [J]. 肉类工业, 2005, (1): 8.
- 张华, 段倩, 李星科等. 速冻水饺贮藏过程中温度变化对品质的影响 [J]. 食品科技, 2013 (7): 180-182.
- 王盼, 张坤生, 任云霞. 鱼肉馅货架期预测的电子鼻评价与研究 [J]. 食品研究与开发, 2014, 35(18): 322-327.
- 邱国亮. 亚麻籽粉在速冻水饺中应用的研究 [D]. 广州: 华南农业大学硕士学位论文, 2016.
- 邓振伟, 于萍, 陈玲. SPSS 软件在正交试验设计、结果分析中的应用 [J]. 智能计算机与应用, 2009 (5): 15-17.

(收稿日期 2019-03-30)