

鱼糜和马铃薯粉对饼干质构和风味的影响

郭意明, 丛爽, 邓惠馨, 王震宇, 董亮, 温成荣*

(大连工业大学食品学院, 国家海洋食品工程技术研究中心, 海洋活性多糖开发应用技术国家地方联合工程实验室,
辽宁 大连 116034)

摘要: 采用质构分析、电子鼻与固相微萃取-气相色谱-质谱联用方法, 对制备的鱼糜马铃薯饼干质构和风味进行对比分析。以感官评定和质构为评价指标, 以低筋面粉含量为100%, 确定鱼糜马铃薯饼干的配方为: 马铃薯全粉相对含量30%、马铃薯淀粉相对含量20%、鱼糜相对含量40%、棕榈油相对含量40%。对鱼糜马铃薯饼干、鱼糜饼干、马铃薯全粉饼干和普通饼干的风味进行对比, 结果发现4种饼干的风味物质主要为杂环类、烃类和醛类化合物, 其中以美拉德反应产物甲基吡嗪和2,5-二甲基吡嗪为主, 含有鱼糜的饼干中, 醛类化合物的种类和含量明显增加。本研究为饼干的香气特征研究提供科学依据, 为马铃薯和鱼糜的开发利用提供一定参考。

关键词: 马铃薯全粉; 鱼糜; 饼干; 质构; 风味

Effects of Surimi and Potato Flour on Texture and Flavor Properties of Biscuits

GUO Yiming, CONG Shuang, DENG Huixin, WANG Zhenyu, DONG Liang, WEN Chengrong*

(National and Local Joint Engineering Laboratory for Marine Bioactive Polysaccharide Development and Application,
National Engineering Research Center of Seafood, School of Food Science and Technology, Dalian Polytechnic University, Dalian 116034, China)

Abstract: Textural analysis, electronic nose and solid phase microextraction combined with gas chromatography-mass spectrometry (SPME-GC-MS) were used to analyze the texture and flavor properties of biscuits incorporated with surimi and potato flour. Based on sensory evaluation and texture properties, the optimal formulation was composed of low-gluten wheat flour added with 30% potato flour, 20% potato starch, 40% surimi, and 40% palm oil. Then the flavor compounds of biscuits incorporated with surimi, potato flour, or both and common biscuits were analyzed by electronic nose and SPME-GC-MS. The results indicated that the main flavor substances of the four biscuits were heterocyclic compounds, hydrocarbons and aldehydes, with the Maillard reaction products methylpyrazine and 2,5-dimethylpyrazine being the predominant constituents. The number and amounts of aldehydes detected in biscuits incorporated with surimi were significantly increased as compared to three other samples. Our findings provided the scientific basis for the research of flavor characteristics of biscuits and provided a useful reference for the exploitation and utilization of potato and surimi.

Key words: potato flour; surimi; biscuit; texture; flavor

DOI:10.7506/spkx1002-6630-201720014

中图分类号: TS202.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630 (2017) 20-0096-07

引文格式:

郭意明, 丛爽, 邓惠馨, 等. 鱼糜和马铃薯粉对饼干质构和风味的影响[J]. 食品科学, 2017, 38(20): 96-102. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201720014. <http://www.spkx.net.cn>

GUO Yiming, CONG Shuang, DENG Huixin, et al. Effects of surimi and potato flour on texture and flavor properties of biscuits[J]. Food Science, 2017, 38(20): 96-102. (in Chinese with English abstract) DOI:10.7506/spkx1002-6630-201720014. <http://www.spkx.net.cn>

马铃薯 (*Solanum tuberosum* L.) 是茄科属一年生草本植物, 含有丰富的人体必需氨基酸、膳食纤维、蛋白质, 同时也是多种维生素、矿物质以及类胡萝卜素

等植物营养素的良好来源^[1-2], 已经成为世界第四大粮食作物^[3]。我国是马铃薯生产第一大国, 产量占世界的23%~28%^[4], 但受饮食习惯和马铃薯的特殊风味及其

收稿日期: 2016-09-23

基金项目: “十三五”国家重点研发计划重点专项 (2016YFD0401300)

作者简介: 郭意明 (1993—), 男, 硕士研究生, 研究方向为水产品加工及贮藏工程。E-mail: 815512123@qq.com

*通信作者: 温成荣 (1984—), 男, 讲师, 博士, 研究方向为水产品加工及贮藏工程。E-mail: wencr2014@163.com

加工特性的影响,目前我国主要以鲜食为主。近年来,我国提出马铃薯主食化的战略目标,马铃薯的新产品开发成为研究热点。鱼糜是优质蛋白质的重要来源,富含钙、磷、铁等矿物质与微量元素^[5-6]。我国鱼糜及鱼糜制品行业发展迅速,速冻鱼糜生产企业近400家,鱼糜制品的年产量超过140万t^[7],但鱼糜产品还是以鱼丸、鱼豆腐、模拟蟹肉等冷冻调理食品为主^[8],新型即食鱼糜产品较为少见。

饼干的风味物质是以美拉德反应产物为主的复杂组成,不同原料制备的饼干的风味物质有所差异。Pasqualone等^[9]采用电子鼻与固相微萃取-气相色谱-质谱联用(solid phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry, SPME-GC-MS)技术证明紫小麦粉饼干比普通小麦粉饼干具有更多的醇类、醛类和更少的羧酸类物质。纪莹等^[10]使用SPME-GC-MS技术从菊花曲奇饼干中鉴定出84种成分,并证实其中的菊烯、樟脑、龙脑等是菊花本身的香气组成。陶虹伶等^[11]利用SPME-GC-MS技术分析松茸曲奇的特征风味成分主要为2-甲基吡嗪、2,5-二甲基吡嗪等吡嗪类杂环化合物。因此,对饼干风味的研究至关重要。

本研究以饼干的感官评定和硬度为指标,优化了鱼糜马铃薯饼干的配方,并采用电子鼻和SPME-GC-MS技术分析了其风味成分,通过对比普通饼干、马铃薯全粉饼干、鱼糜饼干和鱼糜马铃薯饼干的主要风味成分,预测鱼糜马铃薯饼干被消费者接受的程度,以期为消费者提供一种具有良好的营养与风味的焙烤食品,符合我国马铃薯主食化的战略。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

低筋小麦粉 肇庆市福加德面粉有限公司;马铃薯雪花全粉 承德魁仙食品有限公司;马铃薯淀粉 秦皇岛高成食品产业有限公司;优级绵白糖 沈阳永生堂贸易有限公司;18度棕榈油 秦皇岛金海粮油工业有限公司;杂鱼糜 青岛英泽海产品有限公司;食用盐 大连盐业有限公司;小苏打 锡林郭勒苏尼特碱业有限公司;碳酸氢铵 山东潍焦集团有限公司;实验涉及的原辅料均为食品级,试剂均为分析纯。

1.2 仪器与设备

SCC-WE101型万能蒸烤箱 德国Rational公司;KM020型多功能和面机 意大利德龙公司;JYL-C020E型多功能料理机 九阳股份有限公司;ACS型防水记重秤 烟台精益衡器有限公司;DBF-900型薄膜连续封口机 温州市鹿城黄河包装机械厂;TA.XT.Plus物

性测试仪 英国SMS公司;PEN3电子鼻 德国Airsense公司;7890A/5975C型GC-MS联用仪 美国安捷伦公司。

1.3 方法

1.3.1 鱼糜马铃薯饼干制备

工艺流程:原料预处理→辅料混合→面团调制→辊压→成型→烘烤→冷却→包装。

将冷冻的鱼糜置于室温自然解冻。称取小苏打和碳酸氢铵并充分溶于水中,再加入鱼糜、棕榈油、绵白糖、食用盐,混合后倒入多功能料理机中搅拌2 min得到饼干湿料。称取低筋面粉、马铃薯全粉和马铃薯淀粉加入到搅拌好的饼干湿料中,搅拌1 min。将搅拌后的面块压成厚度为2~3 cm的面皮,再用圆形模具压出直径为2 cm的饼干面胚,置于蒸烤箱中,焙烤温度为180℃,时间10 min。最后将焙烤好的饼干自然冷却并密封保存。

1.3.2 单因素试验

低筋面粉的含量为100%,其他原辅料按与低筋面粉的质量百分比进行添加,通过预实验确定单因素试验的基本条件为马铃薯全粉相对含量40%、马铃薯淀粉相对含量20%、鱼糜相对含量30%、棕榈油相对含量40%,其他原辅料相对含量为:绵白糖35%、小苏打0.7%、碳酸氢铵0.4%、盐0.7%。各因素梯度分别为马铃薯全粉相对含量:20%、30%、40%、50%、60%;马铃薯淀粉相对含量:10%、15%、20%、25%、30%;鱼糜相对含量:10%、20%、30%、40%、50%;棕榈油相对含量:20%、30%、40%、50%、60%。

1.3.3 正交试验

通过单因素试验确定马铃薯全粉、马铃薯淀粉、鱼糜和棕榈油4个因素的水平范围,以饼干的硬度和感官为评价指标进行四因素三水平正交试验,重复2次,正交试验因素与水平设计见表1。

表1 正交试验因素与水平
Table 1 Coded levels of factors used in orthogonal array design

水平	因素			
	A马铃薯全粉相对含量/%	B马铃薯淀粉相对含量/%	C鱼糜相对含量/%	D棕榈油相对含量/%
1	25	20	35	35
2	30	25	40	40
3	35	30	45	45

1.3.4 硬度测试

用TA.XT.Plus物性测试仪对饼干硬度进行测试。选择穿刺实验模式,P5探头,测前速率1.0 mm/s,测试速率1.0 mm/s,测后速率10.0 mm/s,压缩比30%。

1.3.5 感官评定

感官评定由10个受过感官评定培训的人员组成,取平均分作为最终感官评分,总分100分。感官评定标准见表2。

表 2 感官评定标准

Table 2 Criteria for sensory evaluation of biscuits

项目	好	一般	差
形态	外形完整, 厚薄均匀, 不收缩, 不变形, 不起泡, 凹底很少 (25~30 分)	外形较为完整, 厚薄基本均匀, 收缩和变形少, 起泡少, 凹底面积不超过三分之一 (19~24 分)	外形不完整, 厚薄不均匀, 收缩和变形多, 起泡多, 凹底多, 破碎较为严重 (0~18 分)
色泽	呈黄色、金黄色或应有的色泽, 色泽均匀, 表面有光泽, 无白粉, 无过焦、过白现象 (8~10 分)	呈棕黄色、金黄色或应有的色泽, 色泽较为均匀, 表面光泽不太明显, 有少量白粉, 有很少过焦、过白现象 (5~7 分)	呈棕黄色、金黄色或应有的色泽很差, 色泽不均匀, 表面不光泽, 有大量白粉, 有大量过焦、过白现象 (0~4 分)
滋味与口感	口感酥松、松脆, 不黏牙, 无腥味、有较淡的或者合适的鱼味, 马铃薯香味强 (25~30 分)	口感较酥松、松脆, 有点黏牙, 无腥味、无鱼味或者鱼味较为适合, 马铃薯香味较强 (19~24 分)	口感僵硬, 黏牙, 有腥味或者鱼味太浓, 马铃薯香味淡 (0~18 分)
组织	断面结构呈多孔状, 细密, 无孔洞 (17~20 分)	断面结构呈多孔状, 较为细密, 孔洞小 (13~16 分)	断面结构无多孔状, 组织粗糙, 不细密, 有大的孔洞 (0~12 分)
杂质	无油污、无不可食异物 (8~10 分)	稍有油污、有少量难嚼物质 (5~7 分)	油污多, 有大量难嚼物质 (0~4 分)

1.3.6 电子鼻检测

称取5 g研碎的饼干, 置于40 mL的样品瓶中, 加入适量质量分数20%盐水充分润湿样品后密封样品瓶。使用PEN3电子鼻进行风味检测。

1.3.7 SPME-GC-MS分析

参考高永欣等^[12]的方法进行饼干风味成分分析。称取3 g研碎的饼干置于20 mL SPME样品瓶中。加入适量的质量分数20%盐水充分湿润样品使其黏附于样品瓶内壁上, 密封样品瓶。用GC-MS联用仪进行风味成分分析。

SPME条件: 萃取头DVB/CAR/PDMS; 萃取温度60 ℃; 萃取时间45 min; 吸附时间1 h; 解吸温度250 ℃; 解吸时间5 min。GC条件: 毛细管柱; 载气氢气; 流量1.0 mL/min; 进样口温度230 ℃; 不分流模式; 升温程序: 起始温度35 ℃, 保留5 min, 5 ℃/min升温到50 ℃, 保留5 min, 以5 ℃/min升温到230 ℃, 保留5 min。MS条件: 四极杆温度150 ℃, 离子源温度230 ℃, 电子轰击电离源, 电子能量70 eV, 质量扫描范围35~450 u。

风味成分的相对含量采用参数峰面积归一化法积分获得, 风味成分的化合物及数量通过对比NIST谱图库确定。

1.4 数据分析

本实验采用WinMuster、Microsoft Office 2016和Origin 8.6软件进行数据处理和统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同原料对饼干的影响

2.1.1 马铃薯全粉对饼干品质的影响

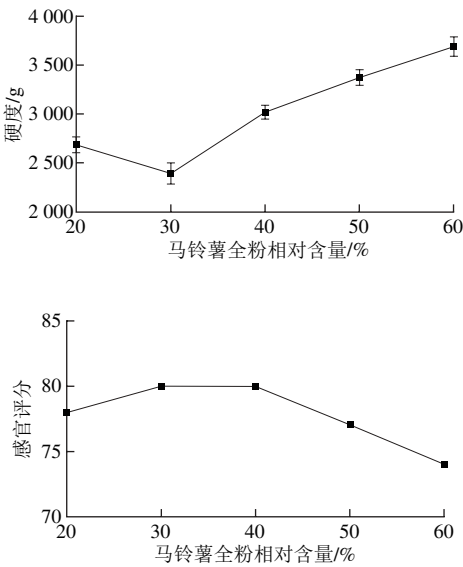


图 1 马铃薯全粉对饼干的影响

Fig. 1 Effects of potato flour addition on hardness and sensory evaluation of biscuits

由图1可知, 随着马铃薯全粉含量的增加, 饼干的硬度先降低后升高, 相对含量为30%时为最小值, 饼干的感官评分值先升高后降低, 相对含量为30%时为最高值, 当相对含量大于40%时, 感官评分快速下降。

2.1.2 马铃薯淀粉对饼干品质的影响

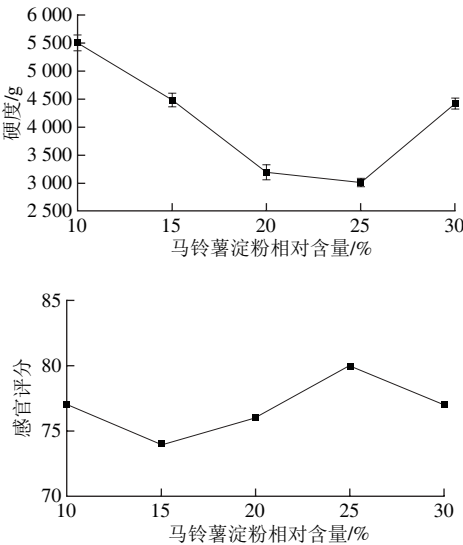


图 2 马铃薯淀粉对饼干的影响

Fig. 2 Effects of potato starch addition on hardness and sensory evaluation of biscuits

由图2可以看出, 随着马铃薯淀粉含量的增加, 饼干的硬度先降低后升高, 这与马铃薯全粉对饼干硬度的影响相似, 当马铃薯淀粉的相对含量在25%时, 饼干的硬度最低, 结合2.1.1节可知, 马铃薯全粉中对饼干硬度起主要作用的是淀粉。

2.1.3 鱼糜对饼干品质的影响

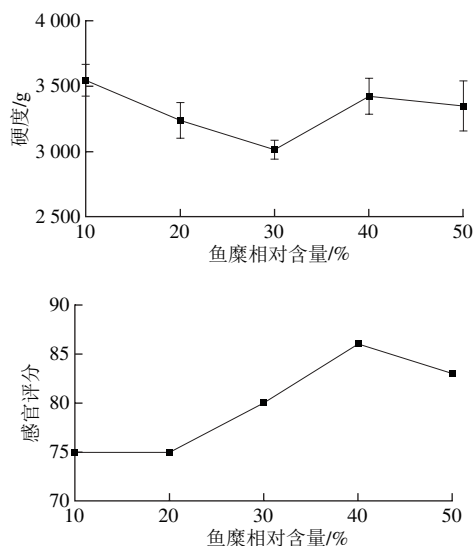


图3 鱼糜对饼干的影响

Fig. 3 Effects of surimi addition on hardness and sensory evaluation of biscuits

由图3可知, 鱼糜会使饼干的硬度先降低后升高, 但增减幅度不大, 当相对含量为30%时, 饼干的硬度最低, 酥性最好。少量的鱼糜颗粒对饼干的组织有一定的填充作用, 提高饼干酥性, 当鱼糜颗粒把饼干组织内部的空间填充过多时, 则会降低饼干的酥性。从感官评分可以看出, 随着鱼糜的添加, 饼干的感官评分值先升高再降低, 相对含量在40%时最高。这可能是一定量的鱼糜改善了饼干的风味, 而过量添加鱼糜使得饼干腥味过重, 感官评分值降低。

2.1.4 棕榈油对饼干品质的影响

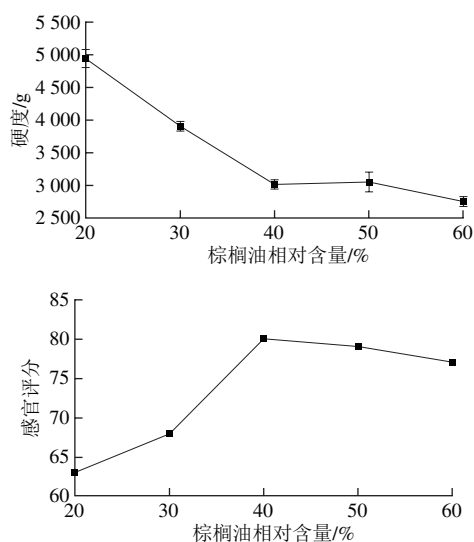


图4 棕榈油对饼干的影响

Fig. 4 Effects of palm oil addition on hardness and sensory evaluation of biscuits

由图4可以看出, 随着棕榈油的添加, 饼干的硬度逐渐降低, 饼干酥性得到改善。当相对含量大于40%时, 硬度下降的速率变缓; 随着棕榈油含量增大, 饼干的感官评分值先升高后降低, 在40%时感官评分值最高。

综合单因素试验结果, 从饼干的质构和感官等综合品质考虑, 选择马铃薯全粉相对含量30%、马铃薯淀粉相对含量25%、鱼糜相对含量40%、棕榈油相对含量40%进行正交试验设计。

2.2 正交试验结果

表3 正交试验设计及结果

Table 3 Orthogonal array design with experimental results								
试验号	A马铃薯全粉相对含量	B马铃薯淀粉相对含量	C鱼糜相对含量	D棕榈油相对含量	感官评分		硬度/g	
					重复实验1	重复实验2	重复实验1	重复实验2
1	1	1	1	1	81.7	80.1	3 736	3 732
2	1	2	2	2	81.2	83.1	3 128	2 962
3	1	3	3	3	79.8	77.0	3 437	3 497
4	2	1	2	3	76.0	78.2	2 367	2 287
5	2	2	3	1	82.1	80.5	3 530	3 371
6	2	3	1	2	82.8	81.6	2 812	2 777
7	3	1	3	2	78.3	79.1	3 773	3 661
8	3	2	1	3	77.7	78.2	4 198	3 551
9	3	3	2	1	78.6	79.3	4 973	4 950
k_1	80.5	78.9	80.4	80.4				
k_2	80.2	80.5	79.4	81.0				
k_3	78.5	79.9	79.5	77.8				
R	2.0	1.6	1.0	3.2				
最优	A_1	B_2	C_1	D_2				
k_1	3 415	3 259	3 468	4 049				
k_2	2 857	3 457	3 445	3 186				
k_3	4 184	3 741	3 545	3 223				
R	1 327	482	100	863				
最优	A_2	B_1	C_2	D_2				

根据表1设计 $L_9(3^4)$ 正交试验, 结果见表3。各因素对饼干的感官影响的主次顺序为D、A、B、C, 即棕榈油>马铃薯全粉>马铃薯淀粉>鱼糜, 产品最佳配方为 $A_1B_2C_1D_2$; 各因素对饼干硬度影响的主次顺序为A、D、B、C, 即马铃薯全粉>棕榈油>马铃薯淀粉>鱼糜, 根据硬度结果得到的产品最佳配方为 $A_2B_1C_2D_2$ 。由表4方差分析结果可知, 对饼干的感官影响中, 棕榈油影响极显著($P<0.01$), 马铃薯全粉影响显著($P<0.05$), 而马铃薯淀粉和鱼糜的影响不显著。对饼干硬度的影响中, 马铃薯全粉、马铃薯淀粉和棕榈油的影响极显著($P<0.01$), 而鱼糜的影响不显著。

表4 方差分析

Table 4 Analysis of variance of hardness and sensory evaluation								
来源	偏差平方和		自由度		F值		P值	
	感官评分	硬度	感官评分	硬度	感官评分	硬度	感官评分	硬度
A马铃薯全粉相对含量	13.32	5 327 308.00	2	2	4.95	60.40	<0.05*	<0.01**
B马铃薯淀粉相对含量	7.47	703 577.33	2	2	2.78	7.98	>0.05	<0.01**
C鱼糜相对含量	3.37	33 116.33	2	2	1.25	0.38	>0.05	>0.05
D棕榈油相对含量	34.46	2 856 902.33	2	2	12.80	32.39	<0.01**	<0.01**
误差	12.12	280 996.33	9	11				

注: $F_{0.05(2,9)} = 4.26$; $F_{0.01(2,9)} = 8.02$; $F_{0.05(2,11)} = 3.98$; $F_{0.01(2,11)} = 7.20$;
*.差异显著($P<0.05$); **.差异极显著($P<0.01$)。

综合表3和表4, 因素A马铃薯全粉对饼干感官评分和硬度的影响最佳水平分别为 A_1 和 A_2 , 因为马铃薯全粉具有较高的营养价值, 其水分、蛋白质、脂肪和总糖含量高于小麦粉^[13], 同时, 其对饼干感官评分影响显著, 而对饼干硬度影响为极显著, 因此以饼干的硬度影响为主要考虑因素, 选择 A_2 水平为最佳水平。因素B马铃薯淀粉对饼干的硬度影响极显著, 对感官评分影响不显著, 选择 B_1 水平为最佳水平。因素C鱼糜对饼干硬度和感官评分的影响均不显著, 考虑鱼糜的加入可以增加优质蛋白质的含量, 同时可以一定程度改善饼干的风味, 选择 C_2 水平为最佳水平。因素D对饼干感官评分和硬度的影响极显著, 而且 D_2 同时满足饼干感官评分和硬度的要求。综上所述, 结合对饼干硬度和感官评分的综合考虑, 最终确定鱼糜马铃薯饼干的最优配方为马铃薯全粉相对含量30%、马铃薯淀粉相对含量20%、鱼糜相对含量40%、棕榈油相对含量40%。

2.3 电子鼻雷达图分析

通过正交试验得到的最优配方制备鱼糜马铃薯饼干, 在此基础上制备不加鱼糜和马铃薯粉的普通饼干, 不加鱼糜的马铃薯全粉饼干, 不加马铃薯全粉的鱼糜饼干, 对4种饼干的风味进行对比。进一步验证马铃薯全粉和鱼糜对饼干风味的影响。

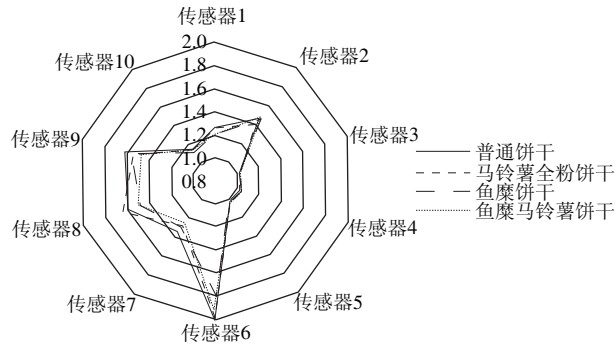


图5 饼干挥发性成分电子鼻雷达图

Fig. 5 Electronic nose radar chart of volatile compounds in biscuits

图5是4种饼干挥发性成分的电子鼻雷达对比图。4种饼干的雷达图轮廓相似, 主要风味物质基本相同。其中传感器2、6、8、9信号明显, 且传感器6的信号值最大, 接近于2.0。Liu Peng等^[14]报道了PEN3电子鼻的传感器类型, 其中传感器2对氮氧化合物很灵敏, 传感器6对甲基类灵敏, 传感器8对醇类、醛酮灵敏, 传感器9对芳香成分和有机硫化物灵敏。结合PEN3电子鼻传感器类型, 说明4种饼干的风味物质可能含有氮氧化合物、烃类、醇类、醛酮、芳香成分和有机硫化物。

2.4 饼干的风味成分分析

实验采用SPME-GC-MS对不同的挥发性物质进行分析检测, 得到挥发性物质如表5所示。4种饼干检测出的风味物质主要为杂环化合物、烃类和醛类, 各种风味物

质中含有大量的甲基, 这与电子鼻实验结果相对应, 其中杂环类化合物的相对含量最高, 这与陶虹伶等^[11]的结果一致, 表明饼干的风味主要来源于美拉德反应^[15-17]。鱼糜马铃薯饼干、普通饼干、马铃薯全粉饼干和鱼糜饼干风味物质相对含量分别为58.63%、68.57%、58.31%、59.46%。

表5 饼干挥发性物质
Table 5 Volatile substances of biscuits

类别	化合物	相对含量/%			
		普通饼干	马铃薯全粉饼干	鱼糜饼干	鱼糜马铃薯饼干
杂环类	1,3-吡嗪	3.75	3.17	2.92	—
	甲基吡嗪	19.57	16.49	16.22	16.12
	2,5-二甲基吡嗪	22.17	10.99	15.40	20.97
	2-乙基-5-甲基吡嗪	7.72	9.11	7.63	—
	2-乙基-6-甲基吡嗪	—	—	—	1.52
	2-乙基-3,5-二甲基吡嗪	—	—	—	1.60
	2-呋喃甲醇	—	—	1.85	—
	小计	53.21	39.76	44.02	40.21
烃类	2,2,4,6,6-五甲基庚烷	4.78	7.56	2.93	4.32
	癸烷	2.18	2.86	—	—
	十一烷	0.60	0.73	0.65	0.71
	十二烷	2.14	1.95	1.77	1.91
	十三烷	0.55	0.57	0.72	0.56
	十四烷	1.03	1.22	1.39	1.02
	十五烷	0.54	0.80	0.67	0.48
	小计	11.82	15.69	8.13	9.00
醛类	3-甲基丁醛	—	—	0.46	—
	2-甲基丁醛	—	—	1.34	2.84
	壬醛	3.56	2.86	3.82	2.77
	苯甲醛	—	—	1.11	1.23
	癸醛	—	—	0.57	1.02
	苯乙醛	—	—	—	1.56
	小计	3.56	2.86	7.30	9.42
	风味物质总相对含量	68.57	58.31	59.46	58.63

注: —未检测到该物质。

3 讨论

不同原料对饼干品质均有影响。马铃薯全粉因不含面筋蛋白质, 少量添加可以减弱面团的强度, 有利于提高饼干的酥性; 随着马铃薯全粉含量继续增加, 面筋蛋白质的作用基本被破坏, 面团综合品质下降, 饼干的硬度增大^[18]。同时, 随着马铃薯全粉含量增加, 马铃薯特殊风味增强, 感官评分值降低。

淀粉的添加对面团的粉质特性产生副作用, 淀粉具有良好的吸水性, 可以使面筋蛋白质胶粒部分失水, 也会降低面筋的作用, 而饼干不需要很强的面筋作用^[19-20]。因此, 添加少量的淀粉, 使面团中的淀粉和蛋白质呈一定的比例, 有利于提高饼干的酥性, 而过量的淀粉则会导致饼干硬度的增加, 降低饼干的酥性。马铃薯淀粉相对含量为25%时, 饼干感官评分值最高, 这与马铃薯淀粉对饼干的硬度影响基本一致, 可见其对饼干感官的影响主要是口感。

鱼糜是优质蛋白质的来源,添加鱼糜可以提高饼干中蛋白质的含量,同时鱼糜中的可溶性蛋白在加工过程中溶出与降解,可以影响饼干的质构和风味。少量的鱼糜颗粒对饼干组织有一定的填充作用,可提高饼干酥性,当鱼糜颗粒把饼干组织内部的空间填充过多时,则会降低饼干的酥性。这可能是一定量的鱼糜改善了饼干的风味,而过量添加鱼糜使得饼干腥味过重,感官评分降低。

棕榈油具有良好的起酥作用^[21-22],是酥性饼干的重要原料之一。棕榈油的添加会改善饼干的风味和口感,增强饼干的酥松性^[23]。但是过量的油脂会导致饼干的油腻感上升,感官评分下降,同时增加了成本,也不利于健康。

风味是饼干的重要指标,对比4种饼干的风味物质,马铃薯全粉饼干的杂环化合物相对含量降低,尤其是2,5-二甲基吡嗪含量仅为普通饼干的50%。Coleman等^[24]的研究表明,吡嗪是烤马铃薯中最重要的风味化合物,但本实验中,添加了马铃薯全粉或鱼糜的饼干,其吡嗪类化合物含量降低,这可能是因为高温下吡嗪等杂环化合物的环状结构被破坏,形成了短链烃类^[25],因此,马铃薯全粉饼干中烃类物质含量明显增加;而含有鱼糜的饼干中,短链烃类物质可能继续氧化降解,产生各种醛类物质,而且醛类物质也是鱼糜的主要风味物质^[26-27]。徐永霞等^[28]研究表明大菱鲆鱼的挥发性成分主要为醛类、醇类等,Zhou Xuxia^[29]和马海建^[30]等从白鲢鱼中也检测出了多种醛类化合物。

4 结 论

马铃薯主粮化是今后我国重要的战略目标,本研究选用马铃薯粉和鱼糜代替部分小麦粉制作出兼具营养和风味的鱼糜马铃薯饼干,在不影响饼干主体风味的前提下,也提高了饼干的营养。以低筋面粉的含量为100%,原料按与低筋面粉的质量百分比进行添加,得到鱼糜马铃薯饼干的最佳配方为马铃薯全粉相对含量30%、马铃薯淀粉相对含量20%、鱼糜相对含量40%、棕榈油相对含量40%。其他原辅料相对含量为:绵白糖35%、小苏打0.7%、碳酸氢铵0.4%、盐0.7%。电子鼻和SPME-GC-MS联用技术的测定结果表明,马铃薯全粉和鱼糜的加入,对饼干的主体风味影响不大,饼干的风味物质以杂环类、烃类、醛类化合物为主。

参考文献:

- [1] DEUSSER H, GUIGNARD C, HOFFMANN L, et al. Polyphenol and glycoalkaloid contents in potato cultivars grown in Luxembourg[J]. Food Chemistry, 2012, 135(4): 2814-2824. DOI:10.1016/j.foodchem.2012.07.028.
- [2] BURLINGAME B, MOUILLE B, CHARRONDIÈRE R. Nutrients, bioactive non-nutrients and anti-nutrients in potatoes[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2009, 22(6): 494-502. DOI:10.1016/j.jfca.2009.09.001.
- [3] GOO Y M, KIM T W, LEE M K, et al. Accumulation of PrLeg, a perilla legumin protein in potato tuber results in enhanced level of sulphur-containing amino acids[J]. Comptes Rendus Biologies, 2013, 336(9): 433-439. DOI:10.1016/j.crv.2013.09.002.
- [4] 罗其友, 刘洋, 高明杰, 等. 中国马铃薯产业现状与前景[J]. 农业展望, 2015, 11(3): 35-40. DOI:10.3969/j.issn.1673-3908.2015.03.008.
- [5] SHAVIKLO A R, RAFIPOUR F. Surimi and surimi seafood from whole ungutted myctophid mince[J]. LWT-Food Science and Technology, 2013, 54(2): 463-468. DOI:10.1016/j.lwt.2013.06.019.
- [6] 叶川, 闫虹, 范选娇, 等. 富钙白鲢鱼糜凝胶的制备及其营养分析[J]. 现代食品科技, 2016(2): 227-234. DOI:10.13982/j.mfst.1673-9078.2016.2.034.
- [7] 农业部渔业局. 中国渔业统计年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2016: 95-96.
- [8] 顾晓慧, 殷邦忠, 王联珠, 等. 我国冷冻鱼糜生产及标准现状分析[J]. 食品科学, 2014, 35(23): 303-307. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201423059.
- [9] PASQUALONE A, BIANCO A M, PARADISO V M, et al. Production and characterization of functional biscuits obtained from purple wheat[J]. Food Chemistry, 2015, 180: 64-70. DOI:10.1016/j.foodchem.2015.02.025.
- [10] 纪莹, 钱海峰, 周惠明. 固相微萃取与气-质联用分析菊花曲奇饼干的香气成分[J]. 食品与生物技术学报, 2005, 24(3): 87-93. DOI:10.3321/j.issn:1673-1689.2005.03.021.
- [11] 陶虹伶, 杨文建, 裴斐, 等. 松茸曲奇特征风味成分分析鉴定[J]. 食品科学, 2016, 37(16): 128-134. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201616021.
- [12] 高永欣. 香菇饼干面团流变特性、加工工艺及其香气成分研究[D]. 南京: 南京财经大学, 2012: 42-45.
- [13] MISRA A, KULSHRESTHA K. Potato flour incorporation in biscuit manufacture[J]. Plant Foods for Human Nutrition, 2003, 58(3): 1-9. DOI:10.1023/B:QUAL.0000040337.69812.cb.
- [14] LIU P, TU K. Prediction of TVB-N content in eggs based on electronic nose[J]. Food Control, 2012, 23(1): 177-183. DOI:10.1016/j.foodcont.2011.07.006.
- [15] HELLEIG M, HENLE T. Baking, ageing, diabetes: a short history of the maillard reaction[J]. Angewandte Chemie International Edition, 2014, 53(39): 10316-10329. DOI:10.1002/anie.201308808.
- [16] YU A N, TAN Z W, WANG F S. Mechanistic studies on the formation of pyrazines by Maillard reaction between L-ascorbic acid and L-glutamic acid[J]. LWT-Food Science and Technology, 2013, 50(1): 64-71. DOI:10.1016/j.lwt.2012.07.001.
- [17] PAL P, MITRA I, ROY K. Predictive QSPR modelling for the olfactory threshold of a series of pyrazine derivatives[J]. Flavour & Fragrance Journal, 2013, 28(2): 102-117. DOI:10.1002/ffj.3135.
- [18] 孙平, 周清贞, 杨明明, 等. 马铃薯全粉酥性饼干的研制[J]. 食品科技, 2010(9): 201-204. DOI:10.13684/j.cnki.spkj.2010.09.055.
- [19] 付苗苗, 牛桂芬. 面粉中淀粉及组分和面筋蛋白对面团粉质特性的影响[J]. 食品研究与开发, 2015(16): 28-33. DOI:10.3969/j.issn.1005-6521.2015.16.008.
- [20] FERREIRA S M R, MELLO A P D, ANJOS M D C R D, et al. Utilization of sorghum, rice, corn flours with potato starch for the preparation of gluten-free pasta[J]. Food Chemistry, 2016, 191: 147-151. DOI:10.1016/j.foodchem.2015.04.085.

- [21] BRAIPSON-DANTHINE S, GIBON V. Comparative analysis of triacylglycerol composition, melting properties and polymorphic behavior of palm oil and fractions[J]. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 2007, 109(4): 359-372. DOI:10.1002/ejlt.200600289.
- [22] MAMAT H, HILL S E. Effect of fat types on the structural and textural properties of dough and semi-sweet biscuit[J]. *Journal of Food Science and Technology*, 2014, 51(9): 1998-2005. DOI:10.1007/s13197-012-0708-x.
- [23] 白卫东, 钱敏, 蔡培钿, 等. 威化饼干饼皮工艺的研究[J]. *现代食品科技*, 2008, 24(11): 1148-1150. DOI:10.13982/j.mfst.1673-9078.2008.11.005.
- [24] COLEMAN E C, HO C T, CHANG S S. Isolation and identification of volatile compounds from baked potatoes[J]. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, 1981, 29(1): 42-48. DOI:10.1021/jf00103a012.
- [25] KIEFER J H, ZHANG Q, KERN R D, et al. Pyrolyses of aromatic azines: pyrazine, pyrimidine, and pyridine[J]. *The Journal of Physical Chemistry A*, 1997, 101(38): 7061-7073. DOI:10.1021/jp970211z.
- [26] 安玥琦, 熊善柏. 肌原纤维蛋白转谷氨酰胺酶交联程度对鱼糜凝胶及其风味释放影响的研究进展[J]. *食品科学*, 2015, 36(7): 235-239. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201507043.
- [27] 周琳, 李轶, 赵建新, 等. 物理场新技术在鱼糜制品加工中的应用[J]. *食品科学*, 2013, 34(19): 346-350. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201319071.
- [28] 徐永霞, 刘滢, 仪淑敏, 等. 大菱鲆鱼体不同部位的挥发性成分分析[J]. *中国食品学报*, 2014, 14(6): 236-243. DOI:10.16429/j.1009-7848.2014.06.004.
- [29] ZHOU X X, CHONG Y Q, DING Y T, et al. Determination of the effects of different washing processes on aroma characteristics in silver carp mince by MMSE-GC-MS, e-nose and sensory evaluation[J]. *Food Chemistry*, 2016, 207: 205-213. DOI:10.1016/j.foodchem.2016.03.026.
- [30] 马海建, 施文正, 付强, 等. 漂洗过程中白鲢鱼糜风味物质变化的分析[J]. *现代食品科技*, 2015(7): 354-360. DOI:10.13982/j.mfst.1673-9078.2015.7.055.