

基于模糊综合感官评价的白玉蜗牛复合肉丸配方探讨

王朕¹, 张敏桦¹, 曾少葵^{1,2}, 章超桦^{1,2}, 陈瑶君¹

(1. 广东海洋大学食品科技学院, 广东省水产品加工与安全重点实验室, 广东省海洋生物制品工程实验室, 广东省海洋食品工程技术研究中心, 水产品深加工广东普通高等学校重点实验室, 广东 湛江 524088;

2. 海洋食品精深加工关键技术省部共建协同创新中心, 大连工业大学, 辽宁 大连 116034)

【摘要】 为了开发白玉蜗牛复合肉丸产品, 采用正交试验方法考察淀粉、蛋清和TG酶添加量对肉丸品质的影响。通过模糊综合感官评价, 对肉丸的外观、风味、质地、口感进行综合分析, 得到最佳配方。单因素试验结果表明, 猪肉、蜗牛肉及冷冻鱼糜的混合比例为60:30:10的复合肉丸弹性较好。添加2.0%食盐、15.0%淀粉、10.0%蛋清、0.6%谷氨酰胺转氨酶(TG酶)及添加8.0%香菇等, 研制得到蜗牛肉复合肉丸的弹性和凝胶强度分别为4.39mm和10.5N.mm。由此可见, 蜗牛肉复合肉丸弹性好, 口感鲜香, 结构紧密、切片整齐平滑。

【关键词】 模糊综合评价; 配方; 白玉蜗牛复合肉丸

【中图分类号】 TS201

【文献标识码】 A

【文章编号】 2095-3518(2022)01-20-05

蜗牛在分类学上软体动物门, 腹足纲^[1]。白玉蜗牛(*Achatina fulica*)即褐云玛瑙螺, 隶属柄眼目玛瑙螺科。白玉蜗牛是非洲蜗牛的白化亚种, 具有环境适应性强、食性广、易于饲养、繁殖力强的特点^[2]。因其作为高蛋白、低脂肪的上等食品和动物性蛋白饲料, 被广泛利用, 促进了白玉蜗牛养殖业的不断发展^[3,4]。在我国有20多年养殖历史的白玉蜗牛, 近年来养殖规模逐步扩大, 年产量高达100多万吨^[5], 是我国重要的食用蜗牛养殖品种和主要出口品种^[6]。浙江省嘉兴市南部, 被誉为“中国蜗牛之乡”, 建立起生态立体养殖标准示范基地, 使当地农户共同增产增收^[7]。白玉蜗牛不仅营养物质丰富, 还具有和广泛的医药保健价值, 如抗炎、抑制肿瘤生长及成纤维细胞生长等药理活性^[8]。近年来, 许多学者对白玉蜗牛的营养价值及药用价值进行研究。Wu等^[9]对非抗凝肝素样蜗牛糖胺聚糖促进糖尿病创面愈合进行了研究, 王玘等^[10]从白玉蜗牛中分离纯化糖胺聚糖, 并进行结构表征。然而, 由于蜗牛肉的蛋白组成主要是不可溶性蛋白质, 质地硬等因素^[11], 使得其资源未得到充分利用。为此, 本文开展对蜗牛复合肉丸的研制, 旨在达到充分利用其高蛋白资源, 促进蜗牛养殖业可持续发展。

在蜗牛复合肉丸的研制过程中, 感官特性通常是评价其质量的一个重要指标。感官特性一般包括产品的外观、风味、质地、口感等因素, 这些属性在描述上很难划分出明显的界限, 具有模糊性, 而采用模糊综合感官评价法, 可以对这些属性进行定量化描述和处理^[12], 因此, 在研制白玉蜗牛复合肉丸过程中, 可获得较为客观的检验结果。

本文通过以白玉蜗牛肌肉为研究对象, 考察食盐、白砂糖、淀粉、蛋清、谷氨酰胺转氨酶(TG酶)等对产品感官品质的影响。谷氨酰胺转氨酶, 简称TG酶。微生物谷氨酰胺转氨酶广泛存在于自然界中, 它可以使蛋白质之间发生共价交联从而对蛋白质的性质、胶凝能力、热稳定性、持水力等有显著的影响, 改善蛋白质的结构和功能特性, 赋予食物独特的口感和质地。其温度使用范围广, 在5-60℃下皆能发挥作用, 故本文选择在45℃下加热肉丸30min达到成型的效果并确定最佳的TG酶的添加量。并在此基础上筛选出滋味与气味等产品感官品质的影响, 并筛选出较优的白玉蜗牛复合肉丸产品, 为确定白玉蜗牛复合肉丸配方的比例提供一定的理论依据。

【第一作者】王朕(1999-), 女, 河北承德人, 本科生。

【通信作者】曾少葵(1963-), 女, 硕士, 教授, 从事水产品高值化加工与利用研究工作。

【基金项目】财政部和农业农村部: 国家现代农业产业技术体系资助; 广东海洋大学大学生创新创业训练计划项目(CXXL2021132)。

1 材料与方法

1.1 实验材料

白玉蜗牛冻肉(浙江嘉兴市宏福食品有限公司);冷冻鱼糜由广东海洋大学食品科技学院利用罗非鱼肉加工而成;谷氨酰胺转氨酶(南宁庞博生物工程有限公司)。

1.2 仪器与设备

TMS-PRO 质构仪,美国FTC公司产品。

1.3 工艺流程

原料预处理→绞碎→混料→斩拌→成型→加热

工艺操作要点:

(1)原料预处理:猪肉清洗干净沥干,白玉蜗牛解冻后先用清水清洗,后用1%食品纯醋浸泡5 min并去除粘液,清洗沥干;冷冻鱼糜解冻后待用。

(2)混料和斩拌:将食盐加到混合肉糜中于真空斩拌机中斩拌,肉糜逐渐变得粘稠,再加入淀粉、蛋清等辅助材料,斩拌,混合均匀。

(3)成型:丸子在45℃热水凝胶化30 min。

(4)加热:将成型后肉丸沸水加热3~5 min。

1.4 主材料配比试验设计

改变蜗牛肉与猪肉的比例,进行肉丸制作,并以感官评分为考察指标,确定主材料的最佳配比。

1.5 配方单因素试验设计

确定主材料的最佳配比后,添加食盐2.0%、香菇8.0%、胡萝卜4.0%、白胡椒粉0.10%、鸡精0.15%、姜粉0.15%、蒜粉0.15%、白砂糖1.5%、葱2%、料酒1.5%,分别改变淀粉、蛋清及TG酶添加量,制备肉丸,以感官评分为考察指标。

1.6 配方优化实验设计

根据单因素试验结果,以淀粉(A)、蛋清(B)和TG酶(C)为影响的主要因素,进行正交优化试验,因素水平如表1。

表1 正交设计水平因素表

| 因素水平 | 淀粉(A)% | 蛋清(B)% | TG酶(C)% |
|------|--------|--------|---------|
| 1 | 15.0 | 10.0 | 0.6 |
| 2 | 17.5 | 12.5 | 0.7 |
| 3 | 20.0 | 15.0 | 0.8 |

注:其添加量均为占混合肉糜的百分比

1.7 综合感官评价法

由8~10名食品专业经过培训的学生组成评定小组,根据复合肉丸的品质依据评分标准(表2)对产品的外观、风味、质地进行综合感官评价^[13]。

感官评分标准见表2:参照GB/T16860的基础上,

略有修改。

表2 感官综合评分表

| 项目 | 偏好 | 得分 | 评分标准 |
|-----------|----|-------|------------------|
| 外观(0-10分) | 好 | 8-10 | 外观完整,颜色呈熟肉色,具有光泽 |
| | 较好 | 6-8 | 外观较完整,颜色正常,光泽不明显 |
| | 一般 | 4-6 | 外观不完整,颜色正常 |
| | 差 | <4 | 外观不完整,颜色不正常 |
| 风味(0-20分) | 好 | 16-20 | 肉味浓厚鲜美 |
| | 较好 | 12-16 | 肉味正常,香气一般,无异味 |
| | 一般 | 10-12 | 肉味一般,不够浓厚 |
| | 差 | <10 | 肉味较淡,有异味 |
| 质地(0-30分) | 好 | 25-30 | 切片整齐平滑,结构紧密结实 |
| | 较好 | 20-25 | 切片整齐平滑,结构较紧密 |
| | 一般 | 15-20 | 切片较平滑,结构松散 |
| | 差 | <15 | 切片粗糙,结构疏松 |
| 口感(0-40分) | 好 | 35-40 | 鲜嫩爽口,无粗糙感,入口不粘牙 |
| | 较好 | 25-35 | 鲜嫩,无明显粗糙感,入口不粘牙 |
| | 一般 | 15-25 | 鲜嫩一般,入口较粘牙 |
| | 差 | <15 | 无鲜嫩,入口粘牙 |

1.8 质构的测定

采用TMS-PRO质构仪,对肉丸的TPA(Texture Profile Analysis)特性中的硬度、弹性和凝胶强度的测定。将肉丸切成直径1.5cm高1.0cm的圆柱体样品,采用TMS-PRO质构分析仪进行测定。测定参数设置:硬度和弹性,选用直径7 mm的圆柱形探头,测试速度60 mm/min,测试形变量50%,进行三次平行试验;凝胶强度,选用直径7 mm的圆柱形探头,起始力0.5 N,测试速度60 mm/min,进行三次平行试验。

2 结果与分析

2.1 主材料配比结果与分析

改变蜗牛肉与猪肉的比例,添加食盐2.0%、淀粉10%、蛋清5%、TG酶0.2%、香菇8.0%、胡萝卜4.0%、白胡椒粉0.10%、鸡精0.15%、姜粉0.15%、蒜粉0.15%、白砂糖1.5%、葱2%、料酒1.5%制成肉丸,其感官评分如图1。

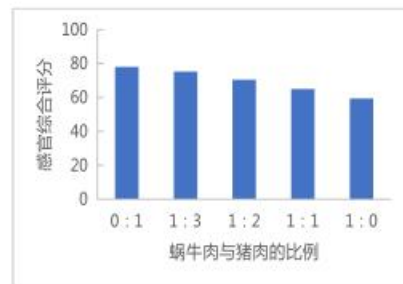


图1 不同蜗牛肉与猪肉比例肉丸的感官评分

由图1可知,相比于纯猪肉糜,弹性随着蜗牛肉的添加量增加而降低。随着蜗牛肉添加量的增加,感官综合评分随之降低,为了充分利用蜗牛肉资源,所以选择蜗牛:猪肉=1:2。

2.2 冷冻鱼糜添加量对肉丸品质的影响

由图1可以发现选取蜗牛:猪肉=1:2时感官综合评分为70.5,是由于蜗牛肉中盐溶性蛋白质含量低^[1],影响其形成凝胶的能力,所以添加鱼糜,以增加肉丸的弹性。因此尝试在原来蜗牛与猪肉比例为1:2的基础上,加入少量的鱼糜,以使肉丸风味以及口感更佳,鱼糜添加量为混合肉糜总量的10%,即猪肉:蜗牛肉:鱼糜=60%:30%:10%。选取2个不同比例:(1)猪肉:蜗牛肉:鱼糜=60%:30%:10%;(2)猪肉:蜗牛肉=2:1,添加同样比例的辅料,通过感官综合评分来确定其添加量。

不同比例混合肉糜制备得到的肉丸的感官评分如表3。

表3 不同比例混合肉糜肉丸的感官综合评分

| 不同比例 | 外观 | 风味 | 质地 | 口感 | 总分 |
|-------|-----|------|------|------|------|
| 比例(1) | 9.0 | 17.7 | 27.7 | 25.3 | 79.7 |
| 比例(2) | 8.3 | 16.3 | 26.0 | 23.3 | 73.9 |

由表3可知,猪肉:蜗牛肉:鱼糜=60%:30%:10%时的比例感官综合评分要优于猪肉:蜗牛肉=2:1。由此可见加入少量冷冻鱼糜能在一定程度上能改善肉丸的整体品质,故而混合肉糜选比例(1),即猪肉:蜗牛肉:鱼糜=60%:30%:10%最为合适。

2.3 淀粉添加量对肉丸品质的影响

以猪肉:蜗牛肉:鱼糜=60%:30%:10%混合主料,添加食盐2.0%、蛋清5%、TG酶0.2%、香菇8.0%、胡萝卜4.0%、白胡椒粉0.10%、鸡精0.15%、姜粉0.15%、蒜粉0.15%、白砂糖1.5%、葱2%、料酒1.5%,改变淀粉添加量,制成肉丸。不同淀粉添加量制备得到的肉丸的感官评分如图2。

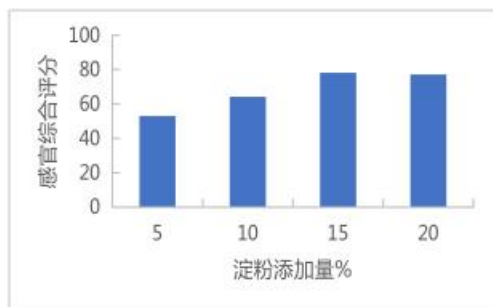


图2 不同淀粉添加量肉丸的感官评分

由图2可知,肉丸的感官评分随着淀粉添加量的增

加而增加,当淀粉添加量为15%时,达到峰值,随后感官评分略有降低。虽然随着淀粉量的增加,降低成本,而淀粉作为粉体,过多的淀粉会使肉丸的结构发生软塌,显示出黏性,同时也会弱化肉的鲜味,从而影响风味和口感。结合感官综合评价,添加15%的淀粉较为合适。

2.4 蛋清添加量对肉丸品质的影响

以猪肉:蜗牛肉:鱼糜=60%:30%:10%混合主料,添加食盐2.0%、TG酶0.2%、香菇8.0%、胡萝卜4.0%、白胡椒粉0.10%、鸡精0.15%、姜粉0.15%、蒜粉0.15%、白砂糖1.5%、葱2%、料酒1.5%、淀粉15%,改变蛋清添加量,制成肉丸,不同蛋清添加量制备得到的肉丸的感官评分如图3。

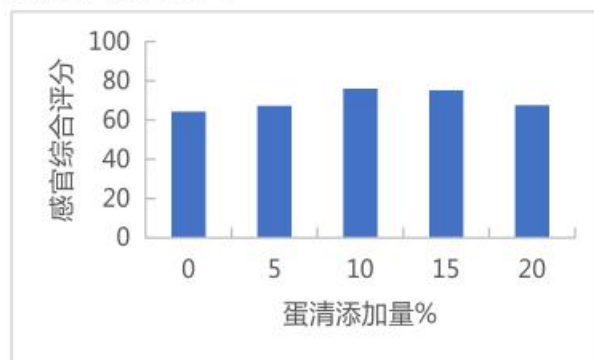


图3 不同蛋清添加量肉丸的感官评分

由图3可知,感官综合评分随着蛋清添加量的增加也在逐渐增大;这可能是因为鸡蛋蛋白能够促进肉糜中形成凝胶网络结构,使肉丸的结构更加牢固,当添加量为10%时,达到峰值。因此,添加10%的蛋清对肉丸的感官和质构特性有较好的影响。

2.5 TG酶添加量对肉丸品质的影响

以猪肉:蜗牛肉:鱼糜=60%:30%:10%混合主料,添加食盐2.0%、香菇8.0%、胡萝卜4.0%、白胡椒粉0.10%、鸡精0.15%、姜粉0.15%、蒜粉0.15%、白砂糖1.5%、葱2%、料酒1.5%、淀粉15%、蛋清10%,改变TG酶添加量,制成肉丸,不同TG酶添加量制备得到的肉丸的感官评分如图4。

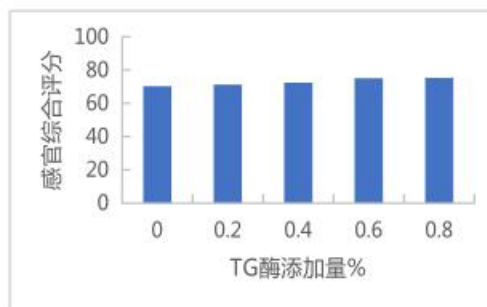


图4 不同TG酶添加量肉丸的感官评分

由图4可知,随着TG酶添加量的增加,感官综合评分随之增大,这是因为TG酶有黏合作用,它的加入使蛋白质分子通过架桥作用而聚合,从而使肉丸的凝胶结构更加紧密牢固。当TG酶添加量超过0.6%之后,继续添加,感官综合评分没有显著的变化。因此,综合以上,添加0.6%TG酶最为适合。

2.6 正交优化试验结果分析

以淀粉(A)、蛋清(B)、TG酶(C)为主要因素的正交优化试验结果及极差分析如表4。

表4 感官综合评分的正交试验结果及极差分析

| 试验号 | A | B | C | 感官评分 |
|------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 85.88 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 82.125 |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 79.75 |
| 4 | 2 | 1 | 2 | 81.25 |
| 5 | 2 | 2 | 3 | 78.125 |
| 6 | 2 | 3 | 1 | 73.875 |
| 7 | 3 | 1 | 3 | 72.125 |
| 8 | 3 | 2 | 1 | 71.375 |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 67.875 |
| K1 | 82.500 | 82.000 | 79.958 | |
| K2 | 79.417 | 79.542 | 79.417 | |
| K3 | 76.458 | 76.833 | 79.000 | |
| R | 6.042 | 5.167 | 0.958 | |
| 优水平 | A1 | B1 | C1 | |
| 主次顺序 | A>B>C | | | |

由表4可知,以肉丸的感官综合评分为指标,淀粉添加量的三个水平(15.0%、17.5%、20.0%)中,第一个水平相对较优;在三个蛋清添加量的水平(10.0%、12.5%、15.0%)中,第一个水平相对较优;TG酶添加量的三个水平(0.6%、0.7%、0.8%)中,同样也是第一个水平相对较优。各因素对肉丸的感官综合评分的影响的主次顺序为:A>B>C,即淀粉>蛋清>TG酶。最优组合为A₁B₁C₁,即淀粉15.0%,蛋清10.0%,TG酶0.6%。

A₁B₁C₁组合制备得到的肉丸的感官评分结果如表5。

表5 不同组合的感官综合评分结果

| 组合 | 因素 | 等级 | | | |
|--|----|----|----|----|---|
| | | 好 | 较好 | 一般 | 差 |
| A ₁ B ₁ C ₁ | 外观 | 6 | 2 | 1 | 1 |
| | 风味 | 5 | 4 | 1 | 0 |
| | 质地 | 6 | 4 | 0 | 0 |
| | 口感 | 0 | 7 | 3 | 0 |

由表5可得,A₁B₁C₁的模糊关系综合评判集为:

$$Y_1 = [0.1, 0.2, 0.3, 0.4] * \begin{bmatrix} 0.6 & 0.2 & 0.1 & 0.1 \\ 0.5 & 0.4 & 0.1 & 0.0 \\ 0.6 & 0.4 & 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.7 & 0.3 & 0.0 \end{bmatrix}$$

其中,

$$Y_{11} = (0.1 \cap 0.6) \cup (0.2 \cap 0.5) \cup (0.3 \cap 0.6) \cup (0.4 \cap 0.0) = 0.1 \cup 0.2 \cup 0.3 \cup 0.0 = 0.3;$$

$$Y_{12} = (0.1 \cap 0.2) \cup (0.2 \cap 0.4) \cup (0.3 \cap 0.4) \cup (0.4 \cap 0.7) = 0.1 \cup 0.2 \cup 0.3 \cup 0.4 = 0.4;$$

$$Y_{13} = (0.1 \cap 0.1) \cup (0.2 \cap 0.1) \cup (0.3 \cap 0.0) \cup (0.4 \cap 0.3) = 0.1 \cup 0.1 \cup 0.0 \cup 0.3 = 0.3;$$

$$Y_{14} = (0.1 \cap 0.1) \cup (0.2 \cap 0.0) \cup (0.3 \cap 0.0) \cup (0.4 \cap 0.0) = 0.1 \cup 0.0 \cup 0.0 \cup 0.0 = 0.1;$$

即 $Y_1 = (0.3, 0.4, 0.3, 0.1)$, 归一化后得 $Y_1 = (0.27, 0.36, 0.27, 0.09)$, 可得模糊关系综合评判峰值为0.36, 说明该肉丸评价比较好。所以, 蜗牛复合肉丸的最佳配方为A₁B₁C₁。确定的复合肉丸配方即以猪肉: 蜗牛肉: 鱼糜=60%: 30%: 10%混合主料, 添加15.0%淀粉、10.0%蛋清、0.6%TG酶及2.0%食盐、8.0%香菇、4.0%胡萝卜、0.10%白胡椒粉、0.15%鸡精、0.15%姜粉、0.15%蒜粉、1.5%白砂糖、2%葱、1.5%料酒。

2.7 感官综合评分结果

根据蜗牛复合肉丸的最佳配方制备肉丸, 按照表2感官综合评分标准, 由10名食品专业的学生组成评定小组, 对最终产品进行外观、风味、质地和口感4个方面评分, 结果如表6所示。

表6 蜗牛复合肉丸感官综合评分结果

| 项目 | 外观 | 风味 | 质地 | 口感 | 总分 |
|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 评分结果 | 9.13 | 17.25 | 28.00 | 31.50 | 85.88 |

由表6可知, 蜗牛复合肉丸的外观、风味、质地和口感的评分分别为9.13、17.25、28.00和31.50分, 感官综合评分总分为85.88分, 说明蜗牛复合肉丸外观较完整, 颜色呈熟肉色, 肉味鲜香, 切片整齐平滑, 结构较紧密, 入口不粘牙。

2.8 质构测定结果

以最终确定配方制作出来的肉丸其质构测定结果为硬度1142.4g, 弹性4.39mm, 咀嚼性28.6mJ, 凝胶强度10.5N.mm。硬度、弹性及凝胶强度均优于墨鱼鱼丸^[14]等肉丸。

3 结论

本文采用正交优化试验对白玉蜗牛复合肉丸的配方进行优化, 并应用模糊综合感官评价法得出白玉蜗牛复合肉丸的最佳配方: 猪肉、蜗牛肉和冷冻鱼糜为主

要原料,分别占65%、25%和10%,其余辅料添加量均为占混合肉糜的百分比:食盐2.0%、香菇8.0%、胡萝卜4.0%、淀粉15.0%、蛋清10.0%、TG酶0.6%、白胡椒粉0.10%、鸡精0.15%、姜粉0.15%、蒜粉0.15%、白砂糖1.5%、葱2%、料酒1.5%,研制得到蜗牛肉复合肉丸经质构测定得到弹性和凝胶强度分别为4.39mm和10.5N.mm,不仅弹性好,且鲜香可口,切片整齐平滑,结构紧密。运用模糊综合感官评价法,可为白玉蜗牛复合肉丸的生产开发提供依据。

参考文献

[1]陈德牛.食用蜗牛养殖及加工技术[M].北京:金盾出版社,2001.

[2]王佳佳,蒋业林,王芬,等.白玉蜗牛的生物学特性及养殖模式[J].安徽农学通报,2020,26(11):83-84.

[3]陈寅山,林静,许高云.非洲大蜗牛头足部和内脏团的抗菌活性物质及化学成分分析[J].天然产物研究与开发,2008(20):416-421.

[4]湛孝东.蜗牛多糖的提取和体外抗乙型肝炎病毒作用研究[D].淮南:安徽理工大学,2007:1-38.

[5]戴聪杰,董乐,王芳.白玉蜗牛凝集素的分离纯化及凝集活性[J].泉州师范学院学报,2017,35(6):6-11.

[6]刘宝全,王剑锋,孙爽,等.白玉蜗牛肉的脂肪酸组成特点分析[J].大连民族学院学报,2015,17(1):24-26.

[7]陆永明,翟晶,杨艳文.让中华白玉蜗牛直供世界500强——记嘉兴市南湖区福良蜗牛生产经营专业合作社[J].中国农民合作社,2020(12):21-22.

[8]SHIM J Y,LEE Y S,JUNG S H,et al.Pharmacological activities of a new glycosaminoglycan,acharan sulfate isolated from the giant African snail Achatina fulica [J].Archives of Pharmacal Research,2002,25(6):889-894.

[9]Yuebo Wu,Zhipeng Zhou,Lan Luo,et al.A non-anticoagulant heparin-like snail glycosaminoglycan promotes healing of diabetic wound [J].Carbohydrate Polymers,2020,247(11):116682

[10]王玘,宁子陌,时响,等.白玉蜗牛糖胺聚糖的分离纯化及结构表征[J].中南民族大学学报(自然科学版),2020,39(3):263-269.

[11]王朕,张敏桦,曾少葵,等.白玉蜗牛肉的营养及蛋白质组成评价[J].轻工科技,2021,37(10):3-5.

[12]唐建华.模糊综合评价法在中式菜点质量评价中的应用[J].食品研究与开发,2011,32(12):40-43.

[13]潘志民,邹文中,邹艾一,等.模糊数学感官评价法优化培根加工工艺[J].食品与机械,2014,31(2):201-205.

[14]陈跃文,郑丽莉,严婷婷,等.食盐添加量和盐焗时间对墨鱼鱼丸综合品质的影响[J].食品工业科技,2019,40(20):23-28.

(上接第16页)

[11]周昆,杨继,杨柳,等.加热不燃烧卷烟气溶胶研究进展[J].中国烟草学报,2017,23(5):121-129.

[12]杨凯,张朝平,余苓,等.卷烟烟气水分对感官舒适度的影响[J].烟草科技,2009(7):9-11.

[13]喻森,杨涛,徐兴阳,等.环境湿度对卷烟抽吸品质的影响研究[J].轻工学报,2020,35(5):33-40.

[14]李朝建,金勇,周成喜,等.水分含量对不同类型加热不燃烧卷烟化学成分的影响[J].食品与机械,2019,35(10):35-39.

[15]国家烟草专卖局.烟草及烟草制品 水分的测定 卡尔费休法:GB T 23357-2009 [S].北京:中国标准出版社,2009.