

# 减盐火锅底料对毛肚食用品质及钠、钾含量的影响

熊可心<sup>1</sup>, 戴书舟<sup>1</sup>, 康贝贝<sup>1</sup>, 王海滨<sup>1,2,\*</sup>, 廖鄂<sup>1,2</sup>, 彭利娟<sup>1,2</sup>, 张莹<sup>1,2</sup>

(1.武汉轻工大学食品科学与工程学院, 湖北 武汉 430023; 2.武汉轻工大学肉类加工与安全研究所, 湖北 武汉 430023)

**摘要:**以毛肚为实验对象, 采用KCl替代NaCl的方法制得减盐火锅底料, 研究毛肚在此火锅底料中烫煮后的品质特性(感官评价和剪切力), 并测定烫煮后毛肚的盐含量、钠含量、钾含量等指标变化。结果表明: 毛肚在NaCl、KCl质量比7:3的减盐火锅底料中烫煮各时间点感官评分均最高, 在不同NaCl、KCl质量比的减盐火锅底料中烫煮时剪切力均随煮制时间的延长而增加, 烫煮80~100 s时增加最显著; 毛肚盐含量与钠、钾含量均随烫煮时间的延长而显著增加, 相同烫煮时间下毛肚钠含量随减盐配方中KCl替代比例的升高而降低, 且钠含量降低比例与KCl替代比例接近; 减盐火锅底料能在不影响毛肚风味与食用品质的前提下, 降低钠摄入量30%左右, 推荐减盐火锅底料KCl替代比例为30%, 毛肚烫煮时间为40 s。

**关键词:**火锅底料; 减盐; 毛肚; 食用品质; 钠含量; 钾含量

Effects of Salt-Reduced Hot Pot Seasoning on the Eating Quality and Sodium and Potassium Contents of Bovine Tripe

XIONG Kexin<sup>1</sup>, DAI Shuzhou<sup>1</sup>, KANG Beibei<sup>1</sup>, WANG Haibin<sup>1,2,\*</sup>, LIAO E<sup>1,2</sup>, PENG Lijuan<sup>1,2</sup>, ZHANG Ying<sup>1,2</sup>

(1.College of Food Science and Engineering, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China;

2.Institute of Meat Processing and Safety, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China)

**Abstract:** In this study, the sensory quality and shear force of bovine tripe were evaluated after instant boiling with salt-reduced hot pot seasoning with different proportions of substitution of KCl for NaCl, and changes in the contents of salt, sodium and potassium were examined. The results demonstrated that at all boiling times, the sensory score of bovine tripe cooked with hot pot seasoning at a NaCl/KCl ratio of 7:3 (*m/m*) was the highest. For each NaCl/KCl ratio level, the shear force increased with increasing cooking time, especially between 80 and 100 s. Similarly, the contents of salt, sodium and potassium significantly increased with increasing cooking time. For each cooking duration, the sodium content decreased with increasing substitution level of KCl, and the percent decrease was similar to the substitution percentage. Cooking bovine tripe with salt-reduced hot pot seasoning could reduce sodium intake by about 30% without affecting the flavor or eating quality of bovine tripe. It was recommended that the substitution percentage of KCl and the boiling duration of bovine tripe be 30% and 40 s, respectively.

**Keywords:** hot pot seasoning; salt reduction; bovine tripe; eating quality; sodium content; potassium content

DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20220505-054

中图分类号: TS251.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123 (2022) 07-0042-05

引文格式:

熊可心, 戴书舟, 康贝贝, 等. 减盐火锅底料对毛肚食用品质及钠、钾含量的影响[J]. 肉类研究, 2022, 36(7): 42-46.

DOI:10.7506/rlyj1001-8123-20220505-054. <http://www.rlyj.net.cn>

XIONG Kexin, DAI Shuzhou, KANG Beibei, et al. Effects of salt-reduced hot pot seasoning on the eating quality and sodium and potassium contents of bovine tripe[J]. Meat Research, 2022, 36(7): 42-46. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-

20220505-054. <http://www.rlyj.net.cn>

收稿日期: 2022-05-05

基金项目: 大宗粮油精深加工教育部重点实验室2020年度开放课题项目(2020JYBQGDKFB19)

第一作者简介: 熊可心(1997—)(ORCID: 0000-0002-5321-0445), 女, 硕士研究生, 研究方向为生物与医药。

E-mail: 718324711@qq.com

\*通信作者简介: 王海滨(1964—)(ORCID: 0000-0001-6385-4706), 男, 教授, 博士, 研究方向为肉制品加工与质量控制技术。E-mail: whb6412@163.com

火锅是我国的传统美食，一直以其丰富的口感和独特的风味受到许多地区消费者的喜爱。火锅底料通常是由食用油、食盐、辣椒、姜、蒜、豆瓣、豆豉、八角、桂皮、香叶、茴香等原料按照一定的配比进行炒制、冷却后制成，它是决定火锅味道是否鲜美可口的关键因素<sup>[1]</sup>。近年来，人们的生活水平和健康意识在不断提高，因此对饮食方面的要求也有所变化。人们过去吃火锅可能更关注的是其麻、辣、鲜、香的口味，但如今不仅关注食用口味，而且对火锅底料的健康与营养有了更高的要求。为了迎合消费者的需求，火锅底料的健康与营养也应被纳入研究范畴中。火锅在涮煮食材过程中产生的麻辣鲜香的特色风味主要与火锅底料中的香辛料及其配比、炒制用油和炒制工艺等有关<sup>[2]</sup>。咸味在烹饪调味中起着重要作用<sup>[3]</sup>，因此食盐作为火锅底料中的主要原料，对火锅的质量及滋味都有着极其重要的影响。

由于我国的传统饮食习惯和地域因素等影响，我国的食盐摄入量一直处在较高值。世界卫生组织推荐成人每日的食盐摄入量应低于5 g，但有调查数据显示，我国18岁及以上成年人的人均食盐日摄入量为10.5 g<sup>[4]</sup>，摄入过量的食盐极易引起人体内的钠离子浓度超标，进而增加慢性疾病，如高血压或其他心血管疾病的患病风险<sup>[5]</sup>。减盐饮食则可以降低上述风险<sup>[6]</sup>。目前，应用于低盐制品生产加工过程中的减少钠盐含量的途径主要有直接减少NaCl的添加量、使用其他氯盐或非氯盐部分或全部替代NaCl以及改变食盐物理形态等。孙甜甜等<sup>[7]</sup>研究辣味、麻味、鲜味对咸度的影响，优化得到了一款低盐麻辣火锅底料，其盐含量比市售相近咸度的麻辣火锅底料低一半以上。张丽等<sup>[8]</sup>研究了多种基础风味，如甜、酸、苦、鲜、麻、辣等对火锅底料咸味口感的影响，并开发了一款盐含量为现有火锅底料一半的产品。

内脏食材是一类非常受欢迎的传统火锅食材，牛胃包含瘤胃、网胃、瓣胃和皱胃<sup>[9-11]</sup>，瓣胃内层具有特殊的皱折结构，形成的叶片称为毛肚<sup>[12-13]</sup>。毛肚含有丰富的蛋白质与脂质，因在火锅中烫食后具有独特的风味与口感，近年来从川渝开始向外扩散，受到各地消费者广泛喜爱<sup>[14-16]</sup>。人们食用火锅的持续时间一般1~2 h，有些甚至会远超2 h，如此一来，消费者通过火锅烫煮食材的过程中摄入的钠盐含量则较高，容易给消费者的健康造成隐患<sup>[17-18]</sup>。

随着科学膳食概念的进一步普及，火锅钠盐摄入量过多的情况受到更多关注。为改善此状况，本研究以毛肚为主要原料，在保留传统火锅特色风味的基础上，深入探讨采用钾盐取代部分钠盐的火锅底料对毛肚味道与食用品质产生的影响，以及毛肚在减盐火锅底料汤锅中对盐分和钠、钾离子的吸收规律，为减盐减钠火锅底料的研制与毛肚食材的烫煮提供理论基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

毛肚、食用油、辣椒、花椒、蒜、姜 常青花园武商量贩；十三香 北京万邦调味料有限公司；醪糟、料酒 江苏恒顺集团有限公司；NaCl、KCl（均为食品级） 河南天马食品配料商行。

### 1.2 仪器与设备

AL204电子天平 上海维特仪器厂；CP108电磁炉 湖北环安电子仪器厂；PinAAcle900T火焰原子吸收光谱仪 美国PerkinElmer公司；C-LM3B数显式肌肉嫩度仪 东北农业大学工程学院。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 减盐火锅底料制作工艺配方

实验过程设置对照组与减盐组火锅底料共5组：A为未减盐的对照组，4个减盐组NaCl、KCl质量比分别为A<sub>1</sub>（9:1）、A<sub>2</sub>（8:2）、A<sub>3</sub>（7:3）、A<sub>4</sub>（6:4）。具体配方如表1所示。火锅底料制作流程：原辅料先经过预处理后炒制，再进行灌装，冷却后即成为成品。

表1 火锅底料配方表

Table 1 Hot pot seasoning formulations

| 原料、配料 | 添加量/g |                |                |                |                |
|-------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|       | A     | A <sub>1</sub> | A <sub>2</sub> | A <sub>3</sub> | A <sub>4</sub> |
| 食用油   | 50.0  | 50.0           | 50.0           | 50.0           | 50.0           |
| 辣椒    | 10.0  | 10.0           | 10.0           | 10.0           | 10.0           |
| 花椒    | 2.50  | 2.50           | 2.50           | 2.50           | 2.50           |
| NaCl  | 20.00 | 18.00          | 16.00          | 14.00          | 12.00          |
| KCl   | 0.00  | 2.00           | 4.00           | 6.00           | 8.00           |
| 醪糟    | 2.50  | 2.50           | 2.50           | 2.50           | 2.50           |
| 白酒    | 0.60  | 0.60           | 0.60           | 0.60           | 0.60           |
| 姜     | 5.00  | 5.00           | 5.00           | 5.00           | 5.00           |
| 蒜     | 5.00  | 5.00           | 5.00           | 5.00           | 5.00           |
| 复合香辛料 | 4.40  | 4.40           | 4.40           | 4.40           | 4.40           |

#### 1.3.2 实验设计

以新鲜的毛肚为原材料，将毛肚放在清水下冲洗5 min直至干净，切成长2 cm、宽1 cm的薄片备用。将提前制备好的A、A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>、A<sub>4</sub>组火锅底料分别称取300 g放入锅中，加入1 000 mL水，用电磁炉加热至沸腾，5 min后将提前称取的100 g毛肚下锅，按要求烫煮一定时间后将锅中毛肚全部捞出。烫煮时保持锅中汤底的体积一定，在不同时间点（20、40、60、80、100 s）分别单独实验，对烫煮前后毛肚剪切力、感官评价等相关指标进行测定，同时对各组减盐火锅底料的钠、钾含量及盐含量的变化规律进行分析。

#### 1.3.3 指标测定

##### 1.3.3.1 感官评价

将烫煮好的毛肚放置于碗中并趁热完成感官评价。

参照GB/T 22210—2008《肉与肉制品感官评定规范》的要求，邀请10名与食品专业相关的一线研发人员组成感官评定小组，用清水漱口后对烫煮后的毛肚进行品尝，评价实验采用双盲法分别对样品的组织状态、色泽、气味、滋味和整体可接受性进行嗜好性评价，感官评价满分为45分，评价标准如表2所示。

表2 烫煮后毛肚感官评价表

| 评分指标   | 评分标准            | 评分  |
|--------|-----------------|-----|
| 组织状态   | 组织紧密，切面均匀       | 7~9 |
|        | 组织较紧密，切面内外稍不均匀  | 6~8 |
|        | 组织疏松，切面内外不均匀    | 3~5 |
|        | 组织疏松，切面内外极不均匀   | 1~2 |
| 色泽     | 表面光亮，色泽均匀       | 7~9 |
|        | 表面较光亮，色泽不均匀     | 6~8 |
|        | 表面较暗，色泽不均匀      | 3~5 |
|        | 表面暗淡无光泽，色泽有显著差异 | 1~2 |
| 气味     | 肉香味浓郁，无异味       | 7~9 |
|        | 肉香味较浓，无异味       | 6~8 |
|        | 无肉香，有异味         | 3~5 |
|        | 异味严重            | 1~2 |
| 滋味     | 咸味适中            | 7~9 |
|        | 咸味一般            | 6~8 |
|        | 咸味过重，伴有苦涩味      | 3~5 |
|        | 无咸味或苦涩味较重       | 1~2 |
| 整体可接受性 | 非常满意            | 7~9 |
|        | 良好              | 6~8 |
|        | 一般              | 3~5 |
|        | 不可接受            | 1~2 |

### 1.3.3.2 剪切力测定

使用数显式肌肉嫩度仪测定。将烫煮后的毛肚冷却至室温后，切成长2 cm、宽1 cm的薄片，水平放置于数显式肌肉嫩度仪测定凹槽中，刀片将毛肚切割完成后，通过显示测得的剪切力来代表毛肚的嫩度。

### 1.3.3.3 氯化物含量（盐含量）测定

按照GB 5009.44—2016《食品安全国家标准 食品中氯化物的测定》，取烫煮后并冷却至室温的毛肚样品200 g，粉碎后置于密闭的玻璃容器中待用，按要求进行测定。

### 1.3.3.4 钾、钠含量测定

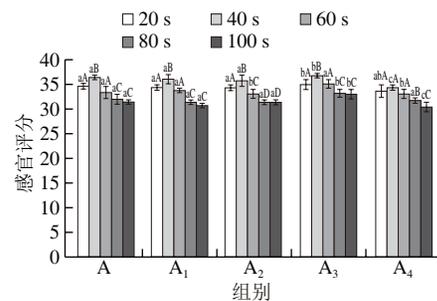
按照GB 5009.91—2017《食品安全国家标准 食品中钾、钠的测定》测定。

## 1.4 数据处理

实验数据使用Microsoft Excel软件进行记录并作基本分析，结果采用平均值±标准差表示。用SPSS 19.0统计软件对测定结果进行显著性分析，以 $P < 0.05$ 判断为有显著差异。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同替代比减盐火锅底料及烫煮时间对毛肚感官评价的影响



小写字母不同，表示相同烫煮时间、不同组间差异显著 ( $P < 0.05$ )；大写字母不同，表示同组、不同烫煮时间差异显著 ( $P < 0.05$ )。下同。

图1 不同替代比减盐火锅底料及烫煮时间对毛肚感官评分的影响  
Fig. 1 Effects of salt substitution in salt-reduced hot pot seasoning and boiling time on sensory evaluation score of bovine tripe

由图1可知，对照组（A）与各实验组（A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>、A<sub>4</sub>）毛肚的感官评分随着烫煮时间的延长均先显著增加后减少，烫煮时间为40 s时感官评分最高。这可能是因为是在烫煮40 s时，毛肚内部蛋白质适度变性，组织结构疏松，具有较好的咀嚼性和口感，同时烫煮40 s时咸味适中，故感官评价总分较高。当KCl替代比例为30%时，各时间点毛肚的感官评分均高于其他组，这可能是因为在当KCl替代比例为30%时毛肚的咸味下降<sup>[19]</sup>，口感较好。

### 2.2 不同替代比减盐火锅底料及烫煮时间对毛肚剪切力的影响

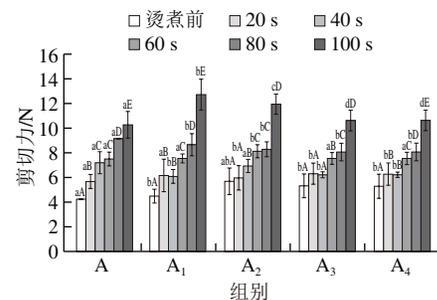


图2 不同替代比减盐火锅底料及烫煮时间对毛肚剪切力的影响  
Fig. 2 Effects of salt substitution in salt-reduced hot pot seasoning and boiling time on shear force of bovine tripe

剪切力是反映肉制品嫩度的重要指标<sup>[20-21]</sup>，由图2可知，各组毛肚剪切力随烫煮时间的延长均显著增大 ( $P < 0.05$ )，且均在烫煮时间80~100 s时剪切力增大较快，并在烫煮时间为100 s时达到最大。这可能是因为是在烫煮80~100 s的过程中，加热破坏了维持毛肚内部蛋白质结构的共价键与非共价键，蛋白质发生变性，减小了肌纤维之间的间隙，使肌纤维变得更粗<sup>[22-24]</sup>，单位横截面的肌纤维密度增加，导致毛肚硬度增大，剪切力显著增

大。贾蓉等<sup>[25]</sup>研究活性生物酶嫩化技术处理毛肚，即通过适当分解、拆分毛肚蛋白质中胶原蛋白和弹性蛋白的分子结构，起到提高毛肚脆嫩度和弹性的作用。但因使用生物酶技术成本和对机器设备的要求均较高，工艺较复杂，所以控制好毛肚的加热时间对毛肚的品质和口感显得尤为重要。

### 2.3 不同替代比减盐火锅底料及烫煮时间对毛肚盐含量的影响

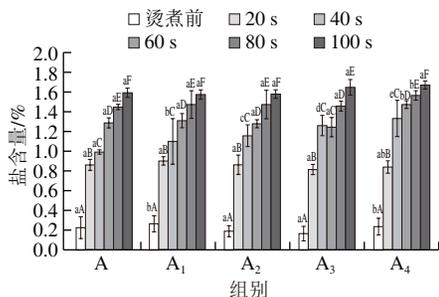


图3 不同替代比减盐火锅底料及烫煮时间对毛肚盐含量的影响

Fig. 3 Effects of salt substitution in salt-reduced hot pot seasoning and boiling time on the salt content in bovine tripe

由图3可知，随着烫煮时间的延长，对照组（A）与各实验组（A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>、A<sub>4</sub>）毛肚的盐含量均显著增加（ $P < 0.05$ ），且盐含量在烫煮时间100 s时达到最大值。烫煮时间为20 s时，各组毛肚盐含量分别为0.86%、0.90%、0.86%、0.81%和0.84%，较烫煮前分别增加290.90%、246.15%、377.78%、350.00%和265.22%。这可能是由于加热导致毛肚中蛋白质一级结构与二级结构被破坏<sup>[26]</sup>，蛋白质发生变性，肌原纤维和结缔组织收缩<sup>[27]</sup>，Cl<sup>-</sup>在高温与较大渗透压的作用下进入毛肚内部，导致盐含量增加较快。随着KCl替代比例的增加，各组毛肚在相同烫煮时间点的盐含量无显著变化。这可能是由于毛肚体积较小，在加热过程中表面蛋白质形成的空隙较多，Cl<sup>-</sup>进入毛肚内部较快，受到K<sup>+</sup>等其他离子作用的影响较小<sup>[28]</sup>。

### 2.4 不同替代比减盐火锅底料及烫煮时间对毛肚钠、钾含量的影响

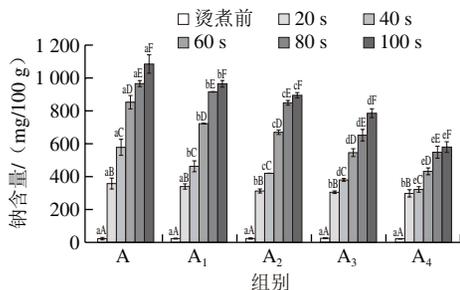


图4 不同替代比减盐火锅底料及烫煮时间对毛肚钠含量的影响

Fig. 4 Effects of salt substitution in salt-reduced hot pot seasoning and boiling time on the content of sodium in bovine tripe

由图4可知，不同KCl替代比例组毛肚的钠含量随烫煮时间的延长均显著增加（ $P < 0.05$ ）。烫煮时间达到100 s时，各组毛肚的钠含量达到最大值，分别为1 084.84、964.75、896.31、785.99、579.66 mg/100 g。随着KCl替代比例的增加，各组毛肚的钠含量显著降低（ $P < 0.05$ ）。当烫煮时间为100 s时，A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>、A<sub>4</sub>组毛肚的钠含量与对照组相比分别减少11.07%、17.34%、27.58%和46.59%，这可能是因为随着KCl替代比例的增加，环境中K<sup>+</sup>浓度增大，Na<sup>+</sup>浓度降低，毛肚内外Na<sup>+</sup>渗透压变小，并且K<sup>+</sup>电荷密度较大，能够阻碍Na<sup>+</sup>通过组织间隙进入毛肚<sup>[29-30]</sup>，从而导致毛肚钠含量显著降低（ $P < 0.05$ ）。

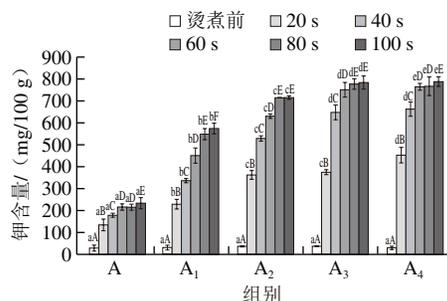


图5 不同替代比减盐火锅底料及烫煮时间对毛肚钾含量的影响

Fig. 5 Effects of salt substitution in salt-reduced hot pot seasoning and boiling time on the content of potassium in bovine tripe

国内有关钾对人体安全的研究日渐增多，证实增加膳食钾摄入有助于降低血压，减少心血管病、脑卒中和冠心病的风险。《中国居民膳食营养素参考摄入量》确定了中国18岁以上成年居民的膳食钾适宜摄入量为2 000 mg/d，推荐摄入量为3 600 mg/d<sup>[31]</sup>。由图5可知，对照组（A）与各实验组（A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>、A<sub>4</sub>）毛肚的钾含量均随烫煮时间的延长显著增加（ $P < 0.05$ ）。对照组毛肚钾含量显著低于减盐组毛肚的钾含量。适量增加钾的摄入对人体预防高血压等慢性病有重要意义。随着KCl替代比例的增加，当烫煮时间达到60 s，KCl替代比例超过30%时，毛肚中的钾含量无显著性差异，这可能是因为烫煮60 s后，A<sub>3</sub>、A<sub>4</sub>组毛肚K<sup>+</sup>含量增加达到饱和，与外部含量相近，渗透压达到平衡。

## 3 结论

本研究以毛肚为实验对象，采用KCl替代NaCl的方法制得减盐火锅底料，研究毛肚在此火锅底料中烫煮后的品质特性（感官评价和剪切力），并测定烫煮后毛肚中的盐含量、钠含量、钾含量等指标变化情况。结果表明：毛肚的感官评分随着烫煮时间的延长均先显著增加后减少，烫煮时间为40 s时感官评分最高，且毛肚在NaCl、KCl质量比7:3的减盐火锅底料中烫煮不同时间

的感官评分均最高；毛肚的剪切力随着烫煮时间的延长而增大，且在烫煮80~100 s时增加最快；毛肚在不同组火锅底料中烫煮后，其钠含量与钾含量均随烫煮时间的延长而显著增加，当烫煮时间达到100 s时，减盐组A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>、A<sub>4</sub>各组毛肚的钠含量与对照组相比显著降低，分别减少11.07%、17.34%、27.58%和46.59%，且降低的比例与KCl替代比例接近。

同时，在KCl替代NaCl的减盐火锅底料中烫煮的毛肚食用品质与在正常火锅底料中烫煮相比未产生显著影响，且本研究中的减盐火锅底料可以在保证火锅原有风味的情况下有效减少NaCl的摄入。推荐减盐火锅底料中的KCl替代比例为30%、毛肚烫煮时间为40 s为较优工艺参数。据此可以为相关火锅底料生产企业减盐火锅底料基础研究提供理论基础，火锅餐饮行业推荐顾客毛肚食材烫煮时间为40 s可保证食材最佳食用口感。

本研究初步探究了毛肚在减盐火锅底料中烫煮后食用品质的变化及盐含量与钠、钾含量的变化规律，但食材的具体渗透机理还有待进一步探究。另外，由于毛肚火锅食用时离不开蘸水的搭配，可能存在因蘸水带来的钠摄入量增加问题后期可进一步探究。

#### 参考文献：

- [1] 王柯, 郑荣, 简龙海, 等. 火锅调料中5种生物碱成分的液相色谱-串联质谱测定法[J]. 中国卫生检验杂志, 2011, 21(2): 363-365.
- [2] 谢跃杰, 韩燕, 许晶冰, 等. 麻辣火锅底料风味物质及影响其形成因素的研究进展[J]. 中国调味品, 2019, 44(9): 196-200.
- [3] RUSMEVICHIENTONG P, MORALES C, CASTORENA G, et al. Dietary salt-related determinants of hypertension in rural northern Thailand[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021, 18(2): 377-381. DOI:10.3390/ijerph18020377.
- [4] SUN Yan, WANG Hongyi, LIANG Hao, et al. A method for estimating 24-hour urinary sodium excretion by casual urine specimen in Chinese hypertensive patients[J]. American Journal of Hypertension, 2021, 5(2): 137-138. DOI:10.1093/ajh/hpab020.
- [5] BAILEY M A. Salt: ensitive hypertension and the immune system[J]. Experimental Physiology, 2020, 105(5): 204-205. DOI:10.1113/EP088533.
- [6] LUFT F C. Molecular genetics of human hypertension[J]. Current Opinion in Cardiology, 2020, 35(3): 1-6. DOI:10.1097/HCO.0000000000000722.
- [7] 孙甜甜, 赵镭, 钟葵, 等. 响应面法优化低盐麻辣火锅底料配方工艺研究[J]. 中国调味品, 2021, 46(1): 128-134. DOI:10.3969/j.issn.1000-9973.2021.01.027.
- [8] 张丽, 李昂, 李周奇, 等. 低盐火锅底料口感影响因素研究及产品研制[J]. 中国调味品, 2019, 44(11): 135-136.
- [9] 朱建飞, 杨晨曦, 常海军, 等. 响应面法优化火锅毛肚无磷保水工艺[J]. 中国食品添加剂, 2019, 30(4): 134-137. DOI:10.3969/j.issn.1006-2513.2019.04.018.
- [10] 胡代芳, 李洪军, 贺雅非. 响应面法优化毛肚碱发工艺[J]. 食品与发酵工业, 2018, 44(8): 211-217. DOI:10.13995/j.cnki.11-1802/ts.014916.
- [11] 贾蓉, 王国泽, 唐仁勇, 等. 毛肚特点及生产工艺研究[J]. 肉类工业, 2019(8): 54-58.
- [12] CONTI-SILVA A C, ESILVA M E M P, ARÊAS J A G. Sensory acceptability of raw and extruded bovine rumen protein in processed meat products[J]. Meat Science, 2011, 88(4): 652-656. DOI:10.1016/j.meatsci.2011.02.024.
- [13] GUO Qiaozhen, ZHANG Jing, ZHAO Shan, et al. Determination of five alkaloids of pericarpium papaveris in hot pot broth using ultra-performance liquid chromatography coupled to triple quadruple mass spectrometry[J]. Food Analytical Methods, 2013, 6(2): 698-704. DOI:10.1007/s12161-012-9479-2.
- [14] 王琳琳, 余群力, 曹晖, 等. 我国肉牛副产品加工利用现状及技术研究[J]. 农业工程技术, 2015(17): 36-41. DOI:10.16815/j.cnki.11-5436/s.2015.17.007.
- [15] 罗天林. 宰后牛胃肠冷藏过程中品质变化规律及其加工适宜性研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2017: 9-12.
- [16] 刘奕琳, 杨勇, 李诚, 等. 泡椒牛百叶加工工艺优化及其挥发性风味成分分析[J]. 肉类研究, 2016, 30(10): 23-29. DOI:10.15922/j.cnki.rlyj.2016.10.005.
- [17] 袁师, 张艳达, 丁茹, 等. 减盐饮食的争议与探索[J]. 上海医学, 2019, 42(7): 440-444.
- [18] 刘贺, 章启鹏, 婧婷, 等. 减盐相关产品研究进展及开发现状[J]. 中国调味品, 2017, 42(11): 175-180. DOI:10.3969/j.issn.1000-9973.2017.11.039.
- [19] 王玉涛. 氮、磷和钾营养对番茄风味物质的影响[D]. 北京: 中国农业科学院, 2006: 39-43. DOI:10.7666/d.Y880643.
- [20] 魏心如, 韩敏义, 王鹏, 等. 热处理对鸡胸肉剪切力与蒸煮损失的影响[J]. 江苏农业学报, 2014(3): 629-633. DOI:10.3969/j.issn.1000-4440.2014.03.029.
- [21] 黄明, 周光宏, 徐幸莲, 等. 不同注射处理对牛肉剪切力和肌原纤维小片化指数的影响[J]. 食品科学, 2005, 26(2): 49-51. DOI:10.3321/j.issn:1002-6630.2005.02.011.
- [22] 赵森林, 刘静明. 猪皮的结构及其加热以后的变化[J]. 肉类研究, 1991, 5(2): 2-7.
- [23] 李锐, 孙祖莉, 杨贤庆, 等. 加热方式对罗非鱼片质构特性和蛋白质理化特性的影响[J]. 大连海洋大学学报, 2020(4): 21-23. DOI:10.16535/j.cnki.dlhyxb.2020-040.
- [24] 韩莹. 牛肚涨发工艺技术及其过程中水分迁移规律与分布状态的研究[D]. 太原: 山西农业大学, 2013: 38-39.
- [25] 贾蓉, 王国泽, 唐仁勇, 等. 毛肚特点及生产工艺研究[J]. 肉类工业, 2019(8): 54-58.
- [26] 桂萍, 罗永康, 冯力更. 加热温度对混合肉肌原纤维蛋白质结构的影响[J]. 中国农业大学学报, 2018, 23(5): 93-101. DOI:10.11841/j.issn.1007-4333.2018.05.11.
- [27] 贾洪锋, 张淼, 邓红, 等. 加热对毛肚品质的影响[J]. 食品工业科技, 2017, 38(20): 166-170. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2017.20.030.
- [28] MARTINEZ-ALVAREZ O, BORDERIAS A J, GOMEZ-GUILLEN M C. Sodium replacement in the cod (*Gadus morhua*) muscle salting process[J]. Food Chemistry, 2005, 93(1): 125-133. DOI:10.1016/j.foodchem.2004.10.014.
- [29] 王晓丽, 姜存仓, 郝艳淑, 等. 钠和其他离子对钾离子替代作用的研究进展[J]. 中国土壤与肥料, 2012(1): 1-6. DOI:10.11838/sfsc.20120101.
- [30] 宋文敏, 任广才, 匡威, 等. 不同KCl和NaCl组成的减盐配方对卤鸭制品品质特性的影响[J]. 肉类研究, 2018, 32(6): 22-28. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201806005.
- [31] 郭俊生, 郭红卫, 王晓黎. 膳食钾和钠的摄入量: 生理需要量与心血管疾病预防[C]//营养健康新观察(第四十八期): 新版中国DRIs要览. 中国疾病预防控制中心达能营养中心, 2018: 12-15.