

分类号：  
学号：20222111042

密级：公开  
单位代码：10759

# 石河子大学

## 硕士学位论文



### 白斑狗鱼鱼鳔系列产品的开发研究

学位申请人	李梦娟
指导教师	张建教授
申请学位类别	专业硕士
专业名称	食品加工与安全
研究领域	水产品加工及贮藏
所在学院	食品学院

2024年7月



分类号：  
学号：20222111042

密级：公开  
单位代码：10759

# 石河子大学

## 硕士学位论文



### 白斑狗鱼鱼鳔系列产品的开发研究

学位申请人	李梦娟
指导教师	张建教授
申请学位类别	专业硕士
专业名称	食品加工与安全
研究领域	水产品加工及贮藏
所在学院	食品学院

2024年7月



**Development and research of swim bladder series products of**

***Esox lucius***

A Dissertation Submitted to

**Shihezi University**

In Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

**Master of Agriculture**

By

**Li Meng-juan**

**(Food processing and safety)**

Dissertation Supervisor: Zhang Jian

July, 2024



# 石河子大学学位论文独创性声明及使用授权声明

## 学位论文独创性声明

本人所提交的学位论文是在我导师的指导下进行的研究工作及取得的研究成果。据我所知，除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含其他个人已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中作了明确的说明并表示谢意。

研究生签名：李梦娟

时间：2024年 7月 7日

## 使用授权声明

本人完全了解石河子大学有关保留、使用学位论文的规定，学校有权保留学位论文并向国家主管部门或指定机构送交论文的电子版和纸质版。有权将学位论文在学校图书馆保存并允许被查阅。有权自行或许可他人将学位论文编入有关数据库提供检索服务。有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

研究生签名：李梦娟

时间：2024年 7月 7日

导师签名：张连

时间：2024年 7月 7日



## 摘要

白斑狗鱼 (*Esox lucius*) 口感鲜美, 营养价值高, 刺少肉多, 作为新疆的特色冷水鱼有鱼中“软黄金”之称, 深受消费者青睐。然而, 目前市场上的白斑狗鱼加工产品较少且产品单一, 同时, 鱼肉加工过程中鱼鳔、鱼头、鱼骨等大量副产物被丢弃导致资源浪费, 对环境造成污染。白斑狗鱼鱼鳔含大量的蛋白质, 但目前利用率较低, 将白斑狗鱼鱼鳔加工成即食产品的领域尚待开发。本研究以白斑狗鱼鱼鳔为研究对象, 进行相关产品的开发研究, 包括鱼鳔速食粥、鱼鳔鱼肉肠和鱼鳔鱼丸, 为后续实际生产奠定研究基础。

(1) 对白斑狗鱼、草鱼和鲫鱼 3 种鱼鳔进行营养成分分析, 结果显示, 白斑狗鱼鱼鳔中的蛋白质含量为 90.82%, 总氨基酸含量为 83.25 g/100g, 显著高于其他 2 种鱼鳔。白斑狗鱼鱼鳔具有 6 种单不饱和脂肪酸 (MUFA), 10 种多不饱和脂肪酸 (PUFA), 总脂肪酸种类比其他 2 种鱼鳔多一种, 同时 Ca、Fe、Na、Mg 等元素含量较高并且均高于草鱼鱼鳔和鲫鱼鱼鳔。

(2) 鱼鳔速食粥的开发研究。通过预煮和浸泡试验, 确定豆类浸泡工艺参数为: 50°C 条件下浸泡 4 h, 预煮工艺参数为: 红芸豆 10 min、绿豆 4 min、红豆 6 min、花生 4 min、鹰嘴豆 10 min。通过对黏度的测定, 确定黄原胶和魔芋精粉以 1:1 的比例复配作为增稠稳定剂, 鱼鳔速食粥的稳定性好, 静置时不易分层。通过单因素试验和正交优化, 得出料液比为 1:5、木糖醇添加 8%、增稠稳定剂添加 0.25%、糯米:鱼鳔:鹰嘴豆为 30:10:8 时鱼鳔速食粥的感官评分为 96 分, 产品的品质达到最佳。鱼鳔速食粥的理化和营养指标均符合国标要求, 卫生指标符合商业无菌。

(3) 鱼鳔鱼肉肠的开发研究。在单因素的基础上以感官评分为响应值进行响应面优化试验, 确定鱼鳔鱼肉肠的最佳配方为: 鱼鳔添加 44.40%、玉米淀粉添加 8.30%、大豆分离蛋白添加 6.20%、卡拉胶添加 0.30%, 此时鱼鳔鱼肉肠组织结构紧密, 咀嚼性佳, 感官评分达到 92.37 分。通过凝胶强度、蒸煮损失等指标确定鱼鳔鱼肉肠适宜二段加热, 最佳蒸煮工艺为: 第一段 45°C 加热 20 min, 第二段 90°C 加热 20 min, 此时经电子鼻检测出 11 种挥发性风味物质, 香味浓郁。

(4) 鱼鳔鱼丸的开发研究。在单因素基础上以凝胶强度为响应值进行响应面优化试验确定鱼鳔鱼丸的最佳配方: 鱼鳔添加 21.80%、蛋清粉添加 6.10%、海藻酸钠添加 0.45%、水添加 41.70%, 鱼鳔鱼丸的凝胶强度为  $3785.25 \pm 50.35$  g·mm, 此时鱼鳔鱼丸弹性好, 内部紧实无孔洞。以凝胶强度、出品率、TBARS 和色度等为指标确定鱼鳔鱼丸的最佳油炸工艺为: 170°C 油炸 240 s, 经 GC-MS 检测鱼鳔鱼丸具有 64 种挥发性物质。

**关键词:** 白斑狗鱼; 鱼鳔; 鱼鳔速食粥; 鱼鳔鱼肉肠; 鱼鳔鱼丸



## Abstract

*Esox lucius* is known for its delicious taste, high nutritional value, and meaty texture with few bones, earning it the nickname “soft gold of fish” in Xinjiang as a distinctive cold-water fish. It is highly favored by consumers. However, the market for processed *Esox lucius* products is currently limited and lacks variety. Moreover, during fish meat processing, a significant amount of by-products such as swim bladders, heads, and bones are discarded, leading to resource wastage and environmental pollution. *Esox lucius* swim bladders are rich in protein, but their utilization rate is currently low, and the field of processing *Esox lucius* swim bladders into ready-to-eat products remains underdeveloped. This study focuses on *Esox lucius* swim bladder, aiming to develop related products such as swim bladder instant porridge, swim bladder sausage, and swim bladder balls, laying the groundwork for subsequent production.

(1) Nutritional analysis: An analysis of the nutritional components of swim bladders from *Esox lucius*, grass carp, and crucian carp revealed that *Esox lucius* swim bladder contains 90.82% protein and 83.25 g/100g of total amino acids, significantly higher than the other two. *Esox lucius* swim bladder also boasts six types of monounsaturated fatty acids (MUFA), ten types of polyunsaturated fatty acids (PUFA), and a higher content of elements such as Ca, Fe, Na, and Mg compared to the other two fish.

(2) Development and research of swim bladder instant porridge: Through pre-cooking and soaking experiments, the soaking parameters for beans were determined: soaking at 50°C for 4 h, with pre-cooking times of 10 min for red kidney beans, 4 min for mung beans, 6 min for red beans, 4 min for peanuts, and 10 min for chickpeas. Xanthan gum and konjac fine powder mixed in a 1:1 ratio were selected as thickening stabilizers, ensuring good stability and preventing layering. Through single-factor tests and orthogonal optimization, the optimal formulation was found to be a material-to-liquid ratio of 1:5, 8% xylitol, and 0.25% thickening stabilizer, achieving a sensory score of 96. The product's quality is optimal, with physicochemical and nutritional indices meeting national standards, and hygiene indices complying with commercial sterility requirements.

(3) Development and research of swim bladder sausages: Using sensory scores as the response value, single-factor experiments followed by response surface optimization determined the optimal formulation: 44.40% swim bladder, 8.30% corn starch, 6.20% soy protein isolated, and 0.30% carrageenan. This resulted in tightly structured sausage with excellent chewiness and a sensory score of 92.37. Gel strength and cooking loss indices indicated that two-stage heating was ideal: heating at 45°C for 20 min, followed by

90°C for 20 min. This method detected 11 volatile flavor substances via electronic nose, yielding a rich aroma.

(4) Development and research of swim bladder balls: Using gel strength as the response value, single-factor experiments and response surface optimization determined the optimal formulation for swim bladder balls: 21.80% swim bladder, 6.10% egg white powder, 0.45% sodium alginate, and 41.70% water. The gel strength was  $3785.25 \pm 50.35$  g·mm, resulting in elastic balls with a firm, hole-free interior. Using gel strength, yield, TBARS, and color as indicators, the optimal frying conditions were found to be 170°C for 240 s. GC-MS analysis detected 64 volatile substances in the fish maw balls.

**Key words:** *Esox lucius*; swim bladder; swim bladder instant porridge; swim bladder sausage; swim bladder balls.

# 目录

摘要.....	I
Abstract.....	II
第 1 章 绪论.....	1
1.1 白斑狗鱼的简介及研究现状.....	1
1.2 鱼鳔的研究概况.....	1
1.2.1 鱼鳔简介.....	1
1.2.2 鱼鳔的营养价值.....	1
1.2.3 鱼鳔的功效.....	2
1.2.4 鱼鳔的加工利用研究现状.....	2
1.3 研究意义和主要内容.....	3
1.3.1 研究意义.....	3
1.3.2 主要内容.....	3
1.4 技术路线.....	4
第 2 章 白斑狗鱼鱼鳔营养成分分析.....	5
2.1 前言.....	5
2.2 材料与设备.....	5
2.2.1 材料与主要试剂.....	5
2.2.2 试验仪器与设备.....	6
2.3 试验方法.....	6
2.3.1 样品制备.....	6
2.3.2 基本成分测定.....	6
2.3.3 氨基酸测定.....	6
2.3.4 脂肪酸测定.....	6
2.3.5 矿物元素含量测定.....	7
2.3.6 数据分析.....	7
2.4 结果与分析.....	7
2.4.1 基本成分分析.....	7
2.4.2 氨基酸成分分析.....	7
2.4.3 脂肪酸成分分析.....	9
2.4.4 矿物元素分析.....	10

2.5 本章小结 .....	11
第3章 鱼鳔速食粥加工工艺的研究 .....	12
3.1 前言 .....	12
3.2 材料与设备 .....	13
3.2.1 试验原料 .....	13
3.2.2 试验主要药品及试剂 .....	13
3.2.3 试验仪器与设备 .....	13
3.3 试验方法 .....	14
3.3.1 制备工艺及要点 .....	14
3.3.2 原料吸水率测定 .....	14
3.3.3 感官评定 .....	15
3.3.4 增稠稳定剂的选择 .....	15
3.3.5 单因素试验设计 .....	16
3.3.6 正交试验设计 .....	16
3.3.7 品质的测定 .....	17
3.3.8 数据分析 .....	17
3.4 结果与分析 .....	17
3.4.1 浸泡时间和温度对原料吸水率的影响 .....	17
3.4.2 预煮时间对感官评分的影响 .....	18
3.4.3 增稠稳定剂的选择结果与分析 .....	19
3.4.4 单因素试验结果与分析 .....	20
3.4.5 正交结果与分析 .....	22
3.4.6 鱼鳔速食粥品质的分析 .....	22
3.5 本章小结 .....	24
第4章 鱼鳔鱼肉肠加工工艺的研究 .....	25
4.1 前言 .....	25
4.2 材料与设备 .....	25
4.2.1 试验材料 .....	25
4.2.2 试验仪器与设备 .....	26
4.3 试验方法 .....	26
4.3.1 鱼鳔的预处理 .....	26
4.3.2 工艺流程 .....	26
4.3.3 试验指标的测定 .....	27
4.4 试验设计 .....	30

4.4.1 单因素试验设计 .....	30
4.4.2 响应面优化试验设计 .....	30
4.4.3 蒸煮工艺条件的确定 .....	31
4.4.4 数据分析 .....	31
4.5 结果与分析 .....	31
4.5.1 鱼鳔添加量对鱼鳔鱼肉肠品质的影响 .....	31
4.5.2 玉米淀粉添加量对鱼鳔鱼肉肠品质的影响 .....	32
4.5.3 大豆分离蛋白添加量对鱼鳔鱼肉肠品质的影响 .....	33
4.5.4 卡拉胶添加量对鱼鳔鱼肉肠品质的影响 .....	34
4.5.5 响应面优化试验结果与分析 .....	34
4.5.6 蒸煮工艺的确定结果与分析 .....	40
4.6 本章小结 .....	43
第5章 鱼鳔鱼丸加工工艺的研究 .....	44
5.1 前言 .....	44
5.2 材料与设备 .....	45
5.2.1 试验材料 .....	45
5.2.2 试验药品及试剂 .....	45
5.2.3 试验仪器与设备 .....	45
5.3 试验方法 .....	46
5.3.1 工艺流程 .....	46
5.3.2 试验指标的测定 .....	46
5.4 试验设计 .....	49
5.4.1 单因素试验设计 .....	49
5.4.2 响应面试验设计 .....	49
5.4.3 油炸工艺条件的确定 .....	50
5.4.4 数据分析 .....	50
5.5 结果与分析 .....	50
5.5.1 鱼鳔添加量对鱼鳔鱼丸品质的影响 .....	50
5.5.2 蛋清粉添加量对鱼鳔鱼丸品质的影响 .....	51
5.5.3 海藻酸钠添加量对鱼鳔鱼丸品质的影响 .....	52
5.5.4 水添加量对鱼鳔鱼丸品质的影响 .....	53
5.5.5 响应面结果与分析 .....	54
5.5.6 油炸工艺的确定结果与分析 .....	58
5.6 本章小结 .....	69

第 6 章 总结与展望 .....	70
6.1 总结 .....	70
6.2 创新点 .....	71
6.3 展望 .....	71
参考文献 .....	72
致谢 .....	79
附录 .....	79
附录一 产品图 .....	79
作者简介 .....	81