

热风干燥应用于对虾加工废弃物制造水解蛋白粉的研究

曹环¹, 周爱梅¹, 朱翠文¹, 冯仕芬², 杨公明¹

(1. 华南农业大学食品学院, 广东广州 510642) (2. 阳江市谊林海达速冻水产有限公司, 广东阳江 529536)

摘要: 以南美白对虾加工废弃物(虾头、虾壳)为原料, 通过酶水解蛋白粉后采用热风干燥工艺制备水解蛋白粉, 重点研究了干燥温度、助干剂添加量(虾固形物与玉米淀粉比例)、物料厚度对水解蛋白粉品质的影响。结果表明, 热风干燥的温度为 90℃、虾固形物与玉米淀粉比例为 1.5:1、物料厚度为 0.6 cm 时, 所得到的水解蛋白粉品质最好, 表现在水分含量低、色泽好、虾香味浓郁, 其水份含量为 2.75%、氨基酸态氮含量为 3.61%。

关键词: 南美白对虾; 虾头; 虾壳; 水解蛋白粉; 热风干燥

文章编号: 1673-9078(2010)1-66-5

Application of Hot Blast Drying in Production of Hydrolyzed Protein Powder from Wastes of Shrimp

CAO Huan¹, ZHOU Ai-mei¹, ZHU Cui-wen¹, FENG Shi-su², YANG Gong-ming¹

(1. College of Food Science, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

(2. Yangjiang City Yelin Hoitait Quick Frozen Seafood Co., Ltd., Yangjiang 529536, China)

Abstract: Shrimp head and shell, the wastes of white shrimp, was used as raw material to produce hydrolyzed protein powder by hot blast drying after enzymatic treatment of proteinase. Emphases were laid on study of the effects of hot wind temperature, material thickness and the ratio of shrimp solid to corn starch on the quality of hydrolyzed protein powder. Results showed that hydrolyzed protein powder with best quality could be obtained under the following conditions: hot wind temperature of 90℃, the ratio of shrimp solid to cornstarch of 1.5:1, and material thickness of 0.6 cm. Under these content, the achieved product had low water content (2.75%), good color and strong shrimp flavor of the hydrolyzed protein powder, with amino acid nitrogen of 3.61%.

Key words: white shrimp; shrimp head; shrimp shell; hydrolyzed protein powder; hot blast drying

南美白对虾 (*Penaeus vannamei*) 学名凡纳对虾, 是世界养殖产量最高的三大优良虾种之一, 也是目前世界上三大养殖对虾中单产量最高的虾种之一。我国南美白对虾产量丰富, 2007 年, 仅广东省南美白对虾的产量达到了 35 万吨。目前我国的南美白对虾主要以出口为主, 而出口产品主要是以无头对虾(虾仁)为主, 因此在加工过程中产生了大量的虾头虾壳等加工废弃物(约占整虾 30%~40%)。这些废弃物中含有大量的蛋白质、多不饱和脂肪酸和各种矿物质等成分, 同时还含有各种氨基酸及人体必需的微量元素^[1], 是一种优质的资源。但我国目前对这部分资源没有进行

收稿日期: 2009-12-08

基金项目: 广东省企业技术创新项目

通讯作者: 周爱梅(1971-), 女, 副教授, 博士, 主要从事食品化学及水产品加工研究

有效利用, 除少量被用于生产肥料或饲料、制备几丁质之外, 大部分被当为垃圾丢弃^[2], 这样不仅污染了环境, 而且造成了极大的经济浪费。因此, 如何科学利用南美白对虾加工废弃物已成为亟需解决的问题。为此, 本文以南美白对虾加工废弃物虾头、虾壳为原料, 通过蛋白酶酶解处理后采用热风干燥工艺制造水解蛋白粉。论文首先选取干燥温度、助干剂添加量(虾固形物与玉米淀粉的比例)和物料厚度三个因素进行单因素实验, 以虾粉品质(含水量、氨基酸态氮含量、色泽及感官品质)确定三个因素的最佳实验水平, 在此基础上进行正交实验, 以确定热风干燥的最佳工艺条件, 获得品质较好的水解蛋白粉。目前这方面的研究鲜见报道。本论文为探索南美白对虾虾头、虾壳废弃物的综合利用提供了一条新的途径。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

南美白对虾虾头虾壳, 由阳江市谊林海达速冻水产有限公司提供, -18 °C 保存; Flavourzyme 风味蛋白酶 (74599 U/g), 由诺维信生物技术有限公司提供; 玉米淀粉, 为市售食用级原料; 其它试剂均为市售分析纯。

1.2 实验方法

1.2.1 工艺流程

南美白对虾虾头、虾壳→清洗→磨碎→加酶水解→灭酶、过滤→真空浓缩→热风干燥→冷却→粉碎→成型→包装→成品

1.2.2 操作要点

1.2.2.1 清洗、捣碎

南美白对虾虾头虾壳解冻后除去杂质, 用清水清洗干净, 然后用高速组织捣碎机捣碎成均匀浆液。

1.2.2.2 加酶水解、灭酶过滤

称取一定量的虾头虾壳匀浆液, 按 1:1 的质量比加水混匀, 加入风味蛋白酶 (45 U/g), 在 60 °C 水解 6 h。酶解结束后在 90 °C 加热 30 min 进行灭酶, 然后用四层纱布挤压过滤两次, 得到虾头虾壳酶解液。

1.2.2.3 真空浓缩

将虾头虾壳酶解液在真空度为 0.95 MPa、转速为 5000 r/min 条件下进行真空浓缩, 浓缩至固形物含量为 35% 左右时结束浓缩。

1.2.2.4 热风干燥

将浓缩后的虾头虾壳酶解液在最佳干燥条件 (干燥温度、助干剂添加量、物料厚度) 下进行热风干燥, 收集粉料, 然后冷却、包装。

1.2.3 感官评定

由十位专业人员组成感官评价小组, 对水解蛋白粉的色泽、风味、质地进行全面评价, 具体见表 1^[3]。

1.2.4 理化指标检测

水分的测定: 采用直接干燥法 (GB/T5009.3-2003) 测定; 氨基酸态氮的测定: 采用甲醛滴定法^[2]测定; 水解蛋白粉颜色的测定: 用测色色差计测定虾粉颜色, 采用 CIELAB 表示系统, 即 L*a*b* 表色系统。

2 结果与讨论

2.1 热风干燥温度的确定

热风干燥工艺参数中, 干燥温度是主要因素, 它直接影响到热风干燥过程和最终产物的品质。

选取不同的干燥温度对虾粉进行热风干燥, 所得水解蛋白粉的含水量、氨基酸态氮含量及其色泽和感官质量分别如图 1、2 及表 2 所示。

表 1 水解蛋白粉评分标准

Table 1 Grading standard of sensory evaluation of the hydrolyzed protein powder

项目	分值	评分标准	
色泽	20 分	以品尝者从感官角度进行评分 以是否与虾香味相称为标准:	
香型	30 分	20~30 分: 虾香味浓郁、纯真或柔和 10~20 分: 具有虾香味 0~10 分: 虾香味淡	
	滋味	40 分	以口腔感觉到香味的浓度和品尝后回味为标准: 30~40 分: 鲜甜, 咸度适中, 无苦味异味, 余味好 20~30 分: 鲜甜, 咸味较好, 无异味或余味稍苦 10~20 分: 鲜味不突出, 咸味过重或过淡, 有苦味异味 0~10 分: 异味突出
		质地	10 分
总分	100 分		

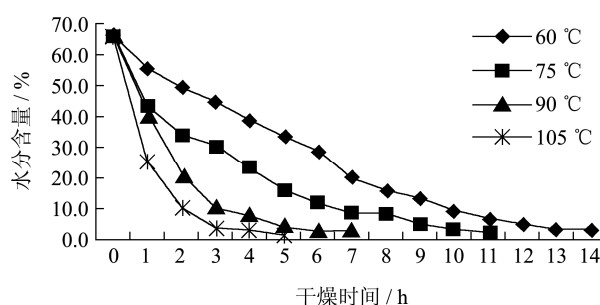


图 1 干燥温度对含水量的影响

Fig.1 The effect of drying temperature on moisture content of the protein powder

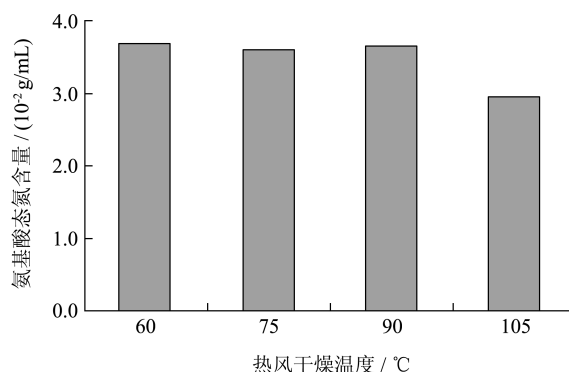


图 2 干燥温度对氨基酸态氮含量的影响

Fig.2 The effect of drying temperature on amino acid nitrogen of the protein powder

表2 热风干燥温度对虾粉感官品质的影响

Table 2 The effect of drying temperature on sensory quality of the hydrolyzed protein powder

温度 (°C)	干燥时 间(h)	感官描述			脱盘情况
		色泽	风味滋味	质地	
60	14	土黄色, 较暗淡	虾香味淡, 有虾的鲜味, 无咸味	粉末较均匀干爽	较难脱盘, 粘底较多
75	11	浅黄色, 较白	有不愉快气味, 虾味淡	粉末均匀, 细腻, 干爽	较易脱盘, 轻微粘底
90	7	浅黄色, 较白	鲜甜, 虾味浓郁, 咸味较淡	粉末较均匀干爽	脱盘容易, 不易粘底
105	5.5	褐黄色, 较暗淡	味道难释放, 咸味淡同时伴有焦味	粉末颗粒较大, 不均匀, 流动性差	脱盘困难, 粘底严重

如图1所示, 热风干燥的速度随着干燥温度的升高而加快, 水分蒸发的速度也越来越快, 水解蛋白粉的热风干燥速度是 105 °C > 90 °C > 75 °C > 60 °C。在热风干燥前期水解蛋白粉的失水率较后期快, 这主要是因为干燥前期, 水解蛋白粉中含有较多的自由水; 当干燥到一定程度时, 水解蛋白粉中的自由水含量减少, 使得后期干燥速度减慢。干燥温度 90 °C 时, 水解蛋白粉的干燥速度快, 且达到干燥所需的时间较短。

由于虾头虾壳中含有丰富的蛋白质和还原糖类物质, 在热风干燥过程中, 由于干燥温度升高, 还原糖会与蛋白质发生美拉德反应, 导致部分氨基酸损失, 尤其是 L-赖氨酸^[5]。因此, 在热风干燥过程中, 由于温度过高会导致水解蛋白粉中氨基酸态氮的损失。由图2所示, 干燥温度在 60~90 °C 范围内, 水解蛋白粉的氨基酸态氮含量间没有显著性差异 ($p > 0.05$); 但

105 °C 下水解蛋白粉的氨基酸态氮含量显著低于 60 °C~90 °C 范围内的氨基酸态氮含量 ($p < 0.05$)。

由表2可知, 60 °C 和 105 °C 时所得水解蛋白粉的色泽较暗, 虾味较淡, 托盘较难。而 75 °C 和 90 °C 时所得的水解蛋白粉色泽较好, 质地均匀、干爽。但 90 °C 条件下得到的水解蛋白粉具有浓郁的虾味, 且托盘较 75 °C 容易。因此, 综合考虑, 确定选取热风干燥温度 90 °C 为最佳的实验水平。

2.2 热风干燥助干剂添加量(虾固形物与玉米淀粉的质量比)的确定

虾酶解液中含大量水分和较多氨基酸、多肽和糖类等物质, 若直接进行热风干燥会使得虾粉结块现象严重, 大大降低出粉率, 因此加入助干剂非常必要的。选取不同的虾固形物含量与玉米淀粉比例对水解蛋白粉进行热风干燥, 实验结果分别如图3、4和表3所示。

表3 助干剂添加量对水解蛋白粉感官质量的影响

Table 3 The effect of the ratio of shrimp solid to corn starch on sensory quality of the hydrolyzed protein powder

m(虾固形物): m(玉米淀粉)	干燥时 间/h	感官描述			脱盘
		色泽	风味滋味	质地	
无添加	14	褐黄色, 较暗淡	虾味浓郁, 鲜甜, 咸味适中, 有轻微腥味	粉末结块, 容易吸潮	较难脱盘, 粘底较多
4:1	12.5	土黄色, 较白	虾味较浓有虾的鲜甜味, 咸味适中有轻微腥味	粉末较均匀干爽	较难脱盘, 轻微粘底
3:1	11.5	黄色	虾味较浓, 有虾的鲜甜味, 咸味适中	粉末较均匀干爽	脱盘容易, 轻微粘底
2:1	10	浅黄色, 较白	虾味较浓有虾的鲜甜味, 咸味较淡有轻微苦味	粉末均匀, 细腻干爽	脱盘容易, 不易粘底
1.5:1	9	浅黄色, 较白	虾味较浓, 有虾的鲜甜味, 咸味较淡	粉末均匀, 细腻干爽	脱盘容易, 不易粘底

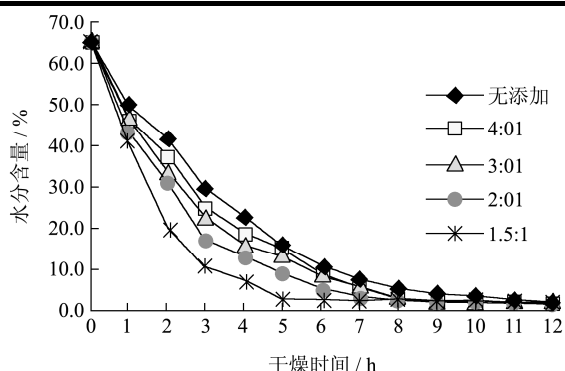


图3 助干剂添加量对含水量的影响

Fig.3 The effect of the ratio of shrimp solid to corn starch on moisture content of the protein powder

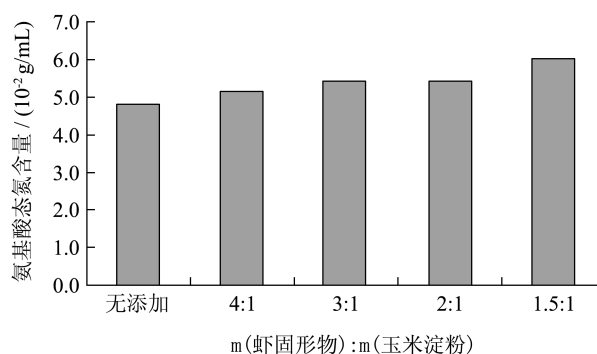


图4 助干剂添加量对氨基酸态氮含量的影响

Fig.4 The effect of the ratio of shrimp solid to corn starch on amino acid nitrogen of the protein powder

由表 3 可知, 添加玉米淀粉后水解蛋白粉不易出现结块、吸潮现象。加粉量为 4:1 时, 水解蛋白粉微带腥味, 所需干燥时间较长, 且托盘较难。而加粉量为 3:1、2:1 与 1.5:1 时所得水解蛋白粉的色泽较白, 粉末均匀细腻, 虾味浓郁, 且脱盘容易; 其中以 1.5:1 的所需干燥时间最短。

由图 3 可知, 水解蛋白粉的干燥速度随着玉米淀粉添加量的增加而逐渐加快, 干燥时间也逐渐缩短。在 1.5:1 的加粉量水平下, 热风干燥速率最快, 所需干燥时间最短。

玉米淀粉在酶解液中能起到稳定剂的作用, 并赋予食品“浆状”或“粒状”质构, 对物料起到包膜作用, 因此能减少产品中有效成分的损失。如图 4 所示, 随

着添加的玉米淀粉量增多, 氨基酸态氮含量呈递增趋势, 在 1.5:1 时最高, 其中没有添加剂玉米淀粉的对照样中氨基酸态氮含量为 4.87 g/100 ml, 显著低于添加了玉米淀粉的样品, 而各加粉量水平间不存在显著性差异 ($p < 0.05$)。因此, 综合考虑, 确定选取助干剂添加量 1.5:1 为最佳实验水平。

2.3 热风干燥物料厚度的确定

料液的物料厚度不仅会影响热风干燥的效果, 而且还会影响到热风干燥的经济成本。在热风干燥过程中, 物料水分从内向外迅速扩散。在其他条件不变的情况下, 物料厚度会直接影响热风干燥的速度。选取不同物料厚度进行热风干燥, 所得实验结果分别如表 4 和图 5、6 所示。

表 4 物料厚度对虾粉感官质量的影响

Table 4 The effect of material thickness on sensory quality of the hydrolyzed protein powder

厚度 /cm	干燥时间/h	感官描述			脱盘
		色泽	风味滋味	质地	
0.3	6.5	褐黄色, 较暗淡	虾味浓郁, 鲜甜, 咸味适中, 有轻微焦味	粉末较均匀干爽	较难脱盘, 粘底较多
0.6	9	土黄色, 较白	虾味较浓, 有虾的鲜甜味, 咸味适中	粉末较均匀干爽	脱盘容易, 轻微粘底
0.9	10.5	黄色	虾味较浓, 有虾的鲜甜味, 咸味适中	粉末较均匀干爽	脱盘容易, 轻微粘底
1.2	12.5	浅黄色, 较白	虾味较浓, 有虾的鲜甜味, 咸味较淡	粉末均匀, 细腻, 干爽	脱盘容易, 不易粘底

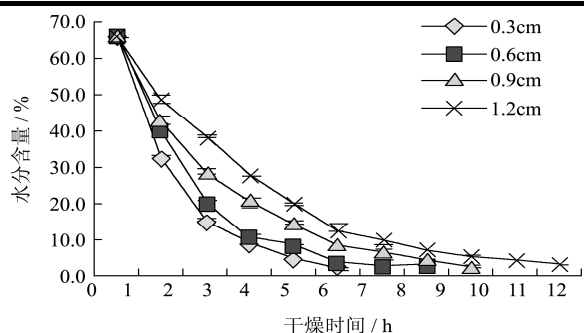


图 5 物料厚度对水分含量的影响

Fig.5 The effect of material thickness on moisture content of the protein powder

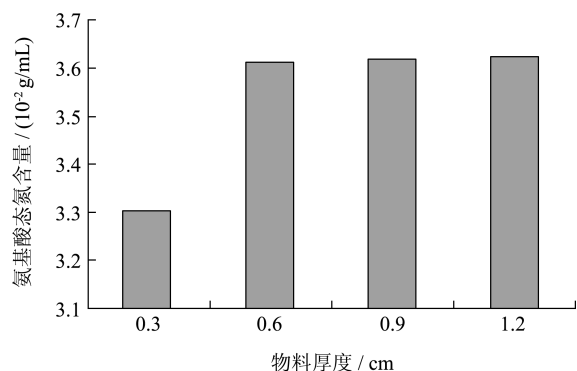


图 6 物料厚度对氨基酸态氮含量的影响

Fig.6 The effect of material thickness on amino acid nitrogen of the protein powder

由表 4 可知, 随物料厚度的增加, 所需干燥时间逐渐递增, 所得水解蛋白粉的感官品质和托盘情况都有较优的改善。物料厚度为 0.3 cm 时, 水解蛋白粉的感官品质和托盘情况明显低于 0.6~1.2 cm 范围内所得水解蛋白粉质量。当物料厚度为 0.6 cm 时, 虾粉的色泽、质地、滋味等效果最好且所需干燥时间较短, 并且较易托盘。

热风干燥过程中, 物料厚度越小, 干燥所需时间越短; 而物料厚度越大, 水分转移速度就越慢, 而所需干燥时间也就越长。如图 5 所示, 物料厚度为 0.9 cm 和 1.2 cm 时的干燥速率较慢, 而 0.3 cm 和 0.6 cm 的干燥速度较快, 所需干燥时间较短。

热风干燥过程中, 当物料厚度较低时, 干燥过程中传热速度加快, 水分蒸发迅速, 物料因大面积受热而严重影响其色泽与营养成分, 导致水解蛋白粉中的蛋白质和氨基酸因发生美拉德和焦糖化反应而降低含量。如图 6 所示, 物料厚度为 0.3 cm 时虾粉的氨基酸态氮含量最低, 显著低于其他三个物料厚度水平; 而 0.6~1.2 cm 范围内的物料厚度所得氨基酸态氮含量无显著差异 ($p > 0.05$)。

因此, 综合考虑, 确定选取物料厚度 0.6 cm 为最佳实验水平。

2.4 热风干燥工艺参数的优化

为优化水解蛋白粉的热风干燥工艺,在单因素的基础上做 $L_9(3^4)$ 正交实验。结果如表 5 所示。

表 5 热风干燥正交试验结果分析

Table 5 The orthogonal result of hot blast drying processing

实验号	A(干燥温度/°C)	B[m(虾固形物):m(玉米淀粉)]	C(物料厚度/cm)	氨基酸态氮(10^{-2} g/mL)	综合感官评分
1	75	无添加	0.3	4.319	79
2	75	1.5:1	0.6	5.454	86
3	75	4:1	0.9	4.603	85
4	90	无添加	0.6	4.872	87
5	90	1.5:1	0.9	5.078	89
6	90	4:1	0.3	4.728	85
7	105	无添加	0.9	3.586	84
8	105	1.5:1	0.3	4.462	83
9	105	4:1	0.6	3.776	75
氨基	k_1	4.792	4.259	4.503	
酸态	k_2	4.893	5.171	4.874	
氮含	k_3	3.941	4.369	4.422	
量	R	1.024	0.912	0.452	
综合	k_1	85.667	83.333	84.667	
感官	k_2	86.333	85.333	82.667	
评分	k_3	80.667	81.667	85.333	
	R	5.666	4.000	2.666	

由表 5 极差分析结果可知,各因素对水解蛋白粉中的氨基酸态氮含量及水解蛋白粉的感官评价的影响大小均为:干燥温度>加粉量>物料厚度。极差分析是在 $A_2B_2C_2$ 条件下所得水解蛋白粉具有较高的氨基酸态氮含量;而感官评价的最佳组合是 $A_2B_2C_3$,即实验 5 号。由于各因素对水解蛋白粉中氨基酸态氮含量的影响大小依次是:干燥温度>加粉量>物料厚度,其中物料厚度的影响最小,因此前两种组合中 C_2 和 C_3 均可。而从极差分析中可以看出在 $A_2B_2C_2$ 实验条件下所

得到的水解蛋白粉具有较高的氨基酸态氮含量。因此,从节能的角度来看,选取物料厚度为 0.6 cm。

综上所述,正交试验得到的最优组合为 $A_2B_2C_2$,即干燥温度 90 °C、虾固形物含量与玉米淀粉比例为 1.5:1、物料厚度为 0.6 cm 时,此条件下所得到的水解蛋白粉的各项指标都是相对较佳的。

3 结论

采用热风干燥工艺制备南美白对虾虾头、虾壳水解蛋白粉的最佳工艺条件为:干燥温度 90 °C、助干剂添加量[m(虾固形物):m(玉米淀粉)]为 1.5:1、物料厚度为 0.6 cm 时,其水解蛋白粉成品中的水分含量为 2.75%、氨基酸态氮含量为 3.61%。水解蛋白粉在热风干燥过程中不易粘底,脱盘容易,不易发生焦糖化反应而产生焦糊味。水解蛋白粉的质地均匀,细腻干爽,粉体的色泽无明显褐变,呈现明亮的金黄色泽。水解蛋白粉的水分含量低,粉体具有较好的流动性和分散性。实验表明,虾头和虾壳中的水解蛋白粉在该工艺条件下具有较好的热风干燥效果、良好的营养品质和风味。

参考文献

(上接第 94 页)

- [4] 孙金旭,朱会霞. 灵芝真菌液体发酵培养基的研究[J].现代食品科技, 2007(23):12
- [5] 魏秀俭,张文会. 姬松茸的营养保健价值及其开发利用前景[J].中国食物与营养,2005(10):23-24
- [6] 顾国贤. 酿造低度酒工艺学. 北京:轻工业出版社,1996.

- [1] 张祥刚,周爱梅,林晓霞,陈永泉,杨公明.南美白对虾虾头、虾壳化学成分的对比研究[J].现代食品科技,2009,(3):224-227
- [2] 段杉,丁惠心.酶法回收虾头和虾壳中的蛋白质[J].农产品加工,2008,12(1):43-46
- [3] 黄晓钰,刘邻渭.食品化学综合实验[M].北京:中国农业大学出版社,2002:131-132
- [4] 靳敏,夏玉宇.食品检测技术[M].北京:化学工业出版社,2003:76-77
- [5] Owen R.Fennema, 王璋,许时婴,等.食品化学[M].中国轻工业出版社,2003:137-346
- [7] 张静,宁正祥.姬松茸蛋白酶解工艺的研究[J].现代食品科技, 2009,25(1):83-85.
- [8] 张水华.食品分析[M].北京:中国轻工业出版社,2006, 127-129.
- [9] 周树南.食品生产卫生规范与质量保证[M].北京:中国标准出版社,1999.