

玉米淀粉、魔芋胶和大豆分离蛋白 对鸡肉丸持水力的影响

曹 玲, 张坤生*, 任云霞

(天津商业大学生物技术与食品科学学院, 天津市食品生物技术重点实验室, 天津 300134)

摘要:玉米淀粉、魔芋胶和大豆分离蛋白是重要的食品添加剂,且均具有增稠保水的功能。研究了以上三者对鸡肉丸保水性的影响,为鸡肉丸的加工生产提供参考。以玉米淀粉、魔芋胶、大豆分离蛋白为实验因子,鸡肉丸的压出汁液损失率为响应值,采用中心组合设计的方法,并以压出汁液损失最小为目标,对鸡肉丸生产中添加物复合淀粉、大豆分离蛋白、魔芋胶的最佳配方进行优化,建立了二次多项式预测模型。研究结果表明:玉米淀粉、魔芋胶和大豆分离蛋白对鸡肉丸压出汁液损失率有极显著影响($p < 0.01$)。优化得到鸡肉丸中三种添加剂的最佳添加量为:玉米淀粉14.9%,魔芋胶2.1%,大豆分离蛋白2.3%,压出汁液损失率为15.08%。

关键词:玉米淀粉,魔芋胶,大豆分离蛋白,压出汁液损失率,响应面法

Effect of corn starch, konjac gum and soybean protein isolate on water holding capacity of chicken meatballs

CAO Ling, ZHANG Kun-sheng*, REN Yun-xia

(College of Biotechnology and Food Science, Tianjin University of Commerce, Tianjin Key Laboratory of Food Biotechnology, Tianjin 300134, China)

Abstract: Corn starch, konjac gum and soybean protein isolate were important food additives, all of which own the factions of thickening and water holding. Their effects on water holding capacity of chicken meatball were studied to provide a reference for the processing. To optimize the best ratio, corn starch, konjac gum and soybean protein isolate were used as the factors and expressible moisture was used as the response value, minimum expressible moisture was chosen to be the target, then a predictive polynomial quadratic model was set up by means of central composite design. The results showed that corn starch, konjac gum and soybean protein isolate had a significant impact on the expressible moisture of chicken meat balls ($p < 0.01$). The best ratio of additives were corn starch 14.9%, konjac gum 2.1% and soybean protein isolate 2.3%, the expressible moisture was 15.08%.

Key words: corn starch; konjac gum; soybean protein isolate; expressible moisture; response surface method

中图分类号: TS202.3

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2015)04-0227-05

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2015.04.041

鸡肉丸是中国的传统佳肴,一直以其独特的风味深受广大消费者的青睐,其出品率、质地、嫩度、切片性、弹性、口感等质量指标直接影响到产品的销售量,进而影响到企业的经济效益。而上述指标的高低与鸡肉丸的保水性的强弱密切相关^[1]。保水性^[2](WHC)又称系水力或持水力,是指当肉制品受到外力作用时保持原有水分与添加水分的能力。因此,提高鸡肉丸的保水性,对改善产品的品质和提高产品的得率具有非常重大的意义。当今普遍使用的肉制品持水剂是复合磷酸盐,但磷酸盐的过量使用会产生不良

气味,严重的还会导致人体钙磷失衡^[3]。因此我们更多需要的是无磷持水剂。魔芋胶、大豆分离蛋白与淀粉就是具有持水功能的食品添加剂。魔芋营养丰富,是一种高纤维低热量的天然保健食品。食用魔芋食品可以促进消化,有益于人体健康。同时魔芋胶具有增稠性、稳定性、持水性、凝胶性,这些性能可提高低温蒸煮肉制品的品质,改善肉制品的组织结构、口感和风味,同时降低生产成本、增加经济效益^[4]。大豆分离蛋白的肽链骨架上^[5]含有很多极性基,使得此种蛋白具有吸水性、保水性和膨胀性。淀粉作为重要的原

收稿日期: 2014-06-03

作者简介: 曹玲(1987-),女,硕士研究生,研究方向:食品加工与贮藏。

* 通讯作者: 张坤生(1957-),男,博士,教授,研究方向:食品加工与贮藏。

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2012BAD37B06-07)。

辅料和食品添加剂,广泛应用于食品加工中的各个领域。但由于原淀粉性能的局限性和单一性,在实际生产中,需对淀粉进行变性处理或与其他添加剂复配使用,以扩大其应用范围^[6]。目前,关于上述单一添加物对肉制品持水力影响的研究较多,但尚未发现有关3种添加剂同时添加的报道。为此,本实验采用响应面分析法,以玉米淀粉、魔芋胶、大豆分离蛋白添加量为实验因子,以肉丸的压出汁液损失率为指标,就三者协同添加对鸡肉丸持水力的影响进行研究,以期为其工业化生产提供参考。

1 材料与方 法

1.1 材料与仪器

鸡胸肉、猪肥肉、玉米淀粉、大豆分离蛋白、食盐、白糖、味精、胡椒粉等均为市购,食品级;魔芋精粉(食品级)湖北富程魔芋产业发展有限公司。

FA11004电子天平 上海精天电子仪器有限公司;STEPHAN UMC5斩拌机 德国STEPHAN公司;H-1850R低温高速离心机 长沙湘仪离心机仪器有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 鸡肉丸的制作工艺 原料肉的选择整理→解冻→绞碎→配料→腌制→添加辅料→斩拌→成型→煮制→冷却→检测

基础配方:鸡胸肉400g、猪脂肪100g、食盐10g、白糖5g、其他辅料5g、冰水100g。实验组再此基础上按照设计分别添加不同含量的魔芋胶、玉米淀粉及大豆分离蛋白。

1.2.2 魔芋胶的制备 魔芋精粉和水按1:20的比例混合,将魔芋精粉在水中充分溶胀。

1.2.3 肉丸成型与煮制 控制肉丸直径为3cm左右,将成型的肉丸立即放入40℃的热水中预煮1min便于成型,再在85℃下煮制15min即可。

1.2.4 压出汁液损失率的测定 样品(W_1)1.5g用滤纸包裹置离心机中,在4000×g,20℃下离心10min后,去除滤纸再精确称重(W_2)。按以下公式计算总压出汁液损失,每组平行测定3次。

$$\text{压出汁液损失率}(\%) = \left(1 - \frac{W_2}{W_1}\right) \times 100$$

1.2.5 单因素实验

1.2.5.1 玉米淀粉最适添加范围的确定 固定魔芋胶的添加量为2%,大豆分离蛋白添加量为2%,玉米淀粉添加含量分别为0%、5%、10%、15%、20%,以肉丸的压出汁液损失率为指标,确定鸡肉丸中玉米淀粉的最适添加范围。

1.2.5.2 魔芋胶最适添加范围的确定 固定玉米淀粉的添加量为10%,大豆分离蛋白添加量为2%,魔芋胶添加含量分别为0%、1%、2%、3%、4%,以肉丸的压出汁液损失率为指标,确定鸡肉丸中魔芋胶的最适添加范围。

1.2.5.3 大豆分离蛋白最适添加范围的确定 固定玉米淀粉的添加量为10%,魔芋胶的添加量为2%,大豆分离蛋白添加量分别为0%、1%、2%、3%、4%,以肉丸的压出汁液损失率为指标,确定鸡肉丸中大豆分

离蛋白的最适添加范围。

1.2.6 响应曲面优化实验 采用中心组合实验Box-Behnken设计方案,分别用A、B、C表示玉米淀粉、魔芋胶和大豆分离蛋白3个实验因子。根据单因素实验结果,确定3种实验因子的添加量,并以-1,0,+1分别代表变量的水平。本实验的因素与水平见表1。

表1 Box-Behnken 设计的实验因素与水平
Table 1 Factors and levels for Box-Behnken design

因素	水平		
	-1	0	1
A 玉米淀粉(%)	7.5	10	12.5
B 魔芋胶(%)	1.5	2	2.5
C 大豆分离蛋白(%)	1.5	2	2.5

1.3 数据处理与分析

实验用设计分析软件为Design Expert 8.0,采用spss16.0对数据进行处理和分析。

2 结果与分析

2.1 单因素结果分析

2.1.1 玉米淀粉添加量对鸡肉丸保水性的影响 在肉丸中加入玉米淀粉,具有粘着剂的作用,可以使肉糜粘合,从而使产品富有弹性,并且还可提高制品的持水性,改善其组织形态和外观^[7]。淀粉糊化时吸收水分,并不能影响蛋白质变性所形成的网络体系,相反可以形成凝胶从而固定体系的水分,避免了肉糜加热后的吐水现象^[8]。在魔芋胶添加量为2%,大豆分离蛋白添加量为2%时,取不同添加量的淀粉进行实验。结果如图1所示。随着玉米淀粉的逐渐添加,鸡肉丸的压出汁液损失逐渐降低,验证了玉米淀粉的持水作用。但当添加量达到10%,继续增加淀粉的添加量反而使压出汁液损失上升,鸡肉丸的保水性下降,导致这一结果的可能原因是淀粉具有柔软性,如在加工过程过多加入会使肉丸出现软塌、无弹性的现象^[9],造成保水性的降低。因此选择玉米淀粉的添加浓度为10%。

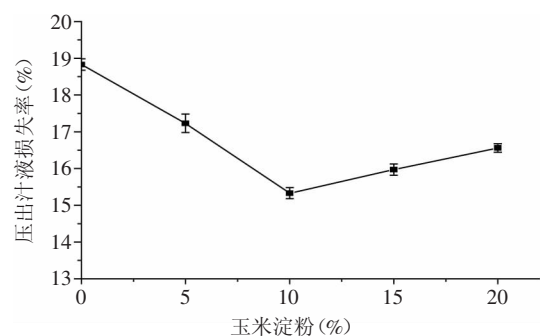


图1 玉米淀粉添加量对鸡肉丸压出汁液损失率的影响
Fig.1 Effect of corn starch amount on expressible moisture of chicken meatball

2.1.2 魔芋胶添加量对鸡肉丸保水性的影响 魔芋胶具有增稠性、乳化性、黏结性、吸水性等功能特性,其增稠性和吸水性,可以防止肉制品的析水、析油,

提高肉制品的黏结力^[10]。当玉米淀粉添加量为10%，大豆分离蛋白添加量为2%时，取不同添加量的魔芋胶取进行实验，结果如图2所示。魔芋胶的添加量小于2%时鸡肉丸的压出汁液损失不断降低，添加量为2%时降到15.5%；之后继续增大添加量压出汁液损失变化趋于平稳。考虑到过多的添加胶体会对鸡肉丸感官品质造成影响，因此选择魔芋胶的添加量为2%。

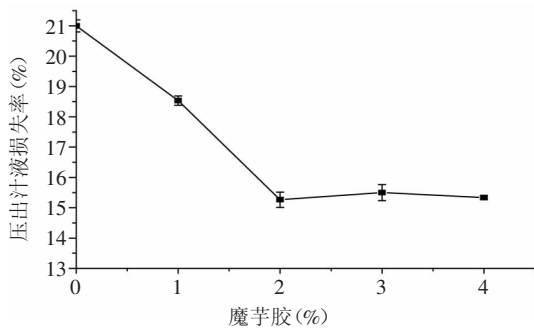


图2 魔芋胶添加量对鸡肉丸压出汁液损失率的影响

Fig.2 Effect of konjac gum amount on expressible moisture of chicken meatball

2.1.3 大豆分离蛋白添加量对鸡肉丸保水性的影响

大豆分离蛋白可作为肉糜制品的保水剂^[11]，其遇水膨胀，自身可以吸附一定量的水分；在加热过程中蛋白变性凝固，在肉糜中形成网路骨架，具有良好的保水性能。当玉米淀粉添加量为10%，魔芋胶添加量为2%时，取不同添加量的大豆分离蛋白进行实验，结果如图3所示。压出汁液损失率随大豆分离蛋白添加量的增加呈负增长趋势，当其添加量大于2%时产品的压出汁液损失率增长缓慢，变化不明显。由于大豆分离蛋白有豆腥味，不能被消费者接受，因此不宜添加过多，以避免不良气味的产生。综上，选择大豆分离蛋白的添加量为2%。

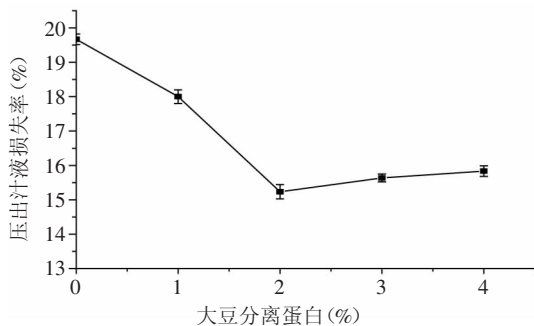


图3 大豆分离蛋白添加量对鸡肉丸压出汁液损失率的影响

Fig.3 Effect of soybean protein isolate amount on expressible moisture of chicken meatball

2.2 响应面优化实验

利用软件Design Expert 8.0，根据Box-Behnken的中心组合实验设计原理，选取玉米淀粉(A)、魔芋胶(B)和大豆分离蛋白(C)三个对鸡肉丸保水性影响显著的因素，采取三因素三水平的响应面实验，结果

见表2。

表2 响应面实验设计与结果

实验号	A	B	C	Y 压出汁液损失率 (%)
1	0	0	0	15.4
2	0	0	0	15.3
3	-1	0	-1	18.5
4	1	1	0	17
5	-1	-1	0	19.3
6	0	1	1	17.5
7	-1	0	1	15.5
8	0	-1	-1	20.5
9	1	0	-1	16.5
10	1	0	1	15
11	0	0	0	15.5
12	0	0	0	15.8
13	0	0	0	15.2
14	1	-1	0	17.5
15	0	1	-1	17.5
16	0	-1	1	18
17	-1	1	0	17

拟合后得到玉米淀粉、魔芋胶和大豆分离蛋白的二次多项式回归模型。通过实验设计和结果得到的方程为： $Y(\%)=15.44-0.54A-0.79B-0.88C+0.45AB+0.38AC+0.63BC+0.13A^2+2.13B^2+0.81C^2$

通过Design Expert 8.0软件对表2数据进行了回归分析，分析结果见表3。

表3 回归模型的方差分析数据

Table 3 Analysis of variance data on regression model

变异来源	自由度	离差平方和	均方	F	p	显著性
模型	9	39.35	4.37	36.68	<0.0001	**
A	1	2.31	2.31	19.39	0.0031	**
B	1	4.96	4.96	41.62	0.0003	**
C	1	6.13	6.13	51.38	0.0002	**
AB	1	0.81	0.81	6.79	0.0351	*
AC	1	0.56	0.56	4.72	0.0664	
BC	1	1.56	1.56	13.11	0.0085	**
A ²	1	0.071	0.071	0.60	0.4650	
B ²	1	19.10	19.10	160.24	<0.0001	**
C ²	1	2.73	2.73	22.89	0.0020	**
残差	7	0.83	2.73			
失拟项	3	0.62	0.12	3.92	0.1102	不显著
纯误差	4	0.21	0.21			
总和	16	40.18				

注：*表示差异显著(p<0.05)；**表示差异极显著(p<0.01)；R²=0.9792。

表3结果表明该回归模型极显著(p<0.0001)，回归模型的决定系数R²=0.9792，校正决定系数R²_{Adj}=0.9525，失拟项p=0.1102，不显著，说明该回归模型与

实验数据拟合程度较高,实验误差小,可以用该模型进行鸡肉丸保水性的分析和预测。回归模型中的一次项均极显著,二次项 B^2 、 C^2 均为极显著,交互项AB和BC显著,表明各影响因素对鸡肉丸保水性的影响并不是简单的线性关系。

2.3 响应曲面的分析与优化

鸡肉丸的压出汁液损失率越低,说明添加剂的保水效果越好,才能有效改善鸡肉丸的品质。根据回归方程制作响应面,考察拟合响应曲面的形状,以压出汁液损失率最小为目标进行优化,分析玉米淀粉、大豆分离蛋白和魔芋胶对鸡肉丸保水性的影响。

多元回归方程的响应面见图4~图6。响应面是响应值对各实验因素所构成的三维空间曲面图,因素对实验结果影响越大,表现为曲面越陡峭。

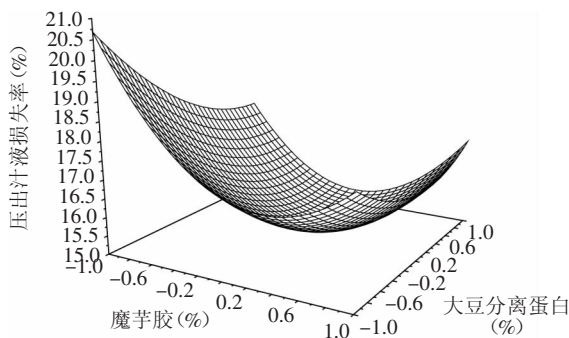


图4 魔芋胶、大豆分离蛋白的响应面

Fig.4 Response surface of konjac gum and soybean protein isolate

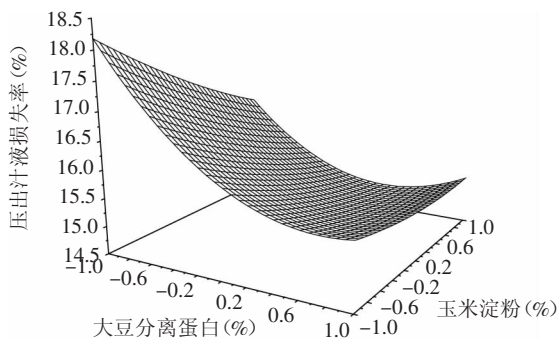


图5 大豆分离蛋白、玉米淀粉的响应面

Fig.5 Response surface of soybean protein isolate and corn starch

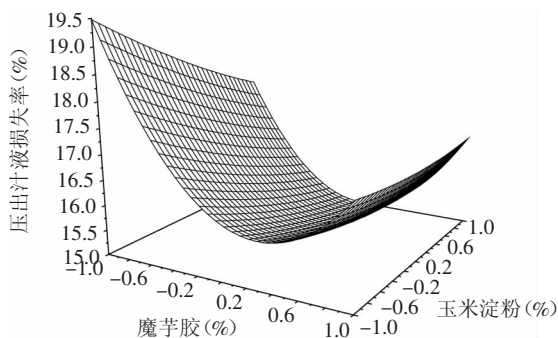


图6 魔芋胶、玉米淀粉的响应面

Fig.6 Response surface of konjac gum and corn starch

由图4~图6可以看出,魔芋胶与玉米淀粉、大豆分离蛋白之间的交互作用显著,而玉米淀粉与大豆分离蛋白之间的交互作用很弱。

由回归模型方差分析及图4可以看出,魔芋胶和大豆分离蛋白对鸡肉丸的压出汁液损失均有显著影响,且魔芋胶的影响较大,两者均呈二次曲线形式。随着魔芋胶添加量的增加,鸡肉丸的保水性呈先减小后增大的变化趋势。魔芋胶与大豆分离蛋白的交互作用对肉制品的持水性产生了一定影响。张福等^[23]研究表明,添加大豆分离蛋白能显著提高肉制品的出品率,减少蒸煮损失,改善口感和风味。丁金^[24]龙等研究发现魔芋胶与大豆分离蛋白复配具有明显的协同增稠作用,二者复配具有较好的胶凝作用。Koo^[24]将魔芋粉与大豆分离蛋白、瘦肉复合制低脂肉糜,实现了魔芋葡甘聚糖与大豆蛋白的复合应用。

由图5可知随着大豆分离蛋白与玉米淀粉添加量的增大,鸡肉丸压出汁液损失率均呈现不断下降的趋势。

由回归模型方差分析及图6可以看出,玉米淀粉和魔芋胶对鸡肉丸保水性也有显著影响,魔芋胶的对压出汁液损失的影响呈二次曲线形式。随着玉米淀粉添加量的增加,鸡肉丸的压出汁液损失显著下降,保水性提高;而魔芋胶对肉丸保水性的影响呈现为先使之减小后使之增大,两个因素的交互作用显著。魔芋胶的主要成分是葡甘聚糖^[25],具有极高的吸水溶胀能力,溶液具有很高的黏度。多糖具有控制淀粉的热力学性质、流变学特性、质构特性、提高保水性以及保持贮藏期内产品质量等功能特性^[26];魔芋胶是一种亲水胶体,研究表明,向淀粉基食品中添加亲水性胶体,经适当比例复配后可达到很好的协效性,可明显控制水分流动^[27];Yoshimura等研究表明^[28],在玉米淀粉中加入魔芋胶能够增加玉米淀粉的黏度。本研究结果也反映出了魔芋胶与玉米淀粉具有一定的协同作用,与上述研究成果一致。

本文以提高鸡肉丸保水性为目的,利用Design Expert 8.0软件获得了生产中添加玉米淀粉、大豆分离蛋白、魔芋胶的最佳配方:玉米淀粉14.85%、魔芋胶2.12%、大豆分离蛋白2.3%,此条件下鸡肉丸的压出汁液损失率理论值为14.97%。校正后最佳配方:玉米淀粉14.9%、魔芋胶2.1%、大豆分离蛋白2.3%。为了检验响应曲面法所得结果的可靠性,采用上述优化提取条件进行模型验证,在此优化条件下重复实验3次,得到鸡肉丸压出汁液损失率的平均值为15.08%,实验值与模型理论值相差0.11%,其相对误差约为0.7%。因此,用响应曲面法得到的优化配方参数准确可靠,具有实用价值。

3 结论

本研究利用实验设计软件Design Expert 8.0,通过二次回归设计得到了鸡肉丸的压出汁液损失率与玉米淀粉、魔芋胶和大豆分离蛋白添加量关系的回归模型,经检验证明该模型合理可靠,能够较好地预测鸡肉丸的压出汁液损失率。在对影响鸡肉丸保水

(下转第236页)

1029.

- [8] 梁连军,陈娜,刘雪松. 葡萄籽多酚大孔树脂纯化过程的近红外光谱快速检测[J]. 分析化学,2012,40(4):626-629.
- [9] 张立华,张元湖,安春艳,等. 石榴皮提取物的大孔树脂纯化及其抗氧化性能[J]. 农业工程学报,2009,25(1):142-147.
- [10] R Keyrouz,D Hauchard,A Darchen. Total phenolic contents, radical scavenging and cyclic voltammetry of Britannic seaweeds[J]. Food Chemistry,2011,126(3):831-836.
- [11] 吕春茂,宋雨涵,孟宪军,等. 大孔树脂纯化寒富苹果多酚工艺优化[J]. 食品工业科技,2012,33(6):300-308.
- [12] VAQUERO M J R, SERRAVALLE L R T, de NADRA M C M, et al. Antioxidant capacity and antibacterial activity of phenolic compounds from argentinean herbs infusions[J]. Food Control,2010,21(5):779-785.
- [13] YAN H L,BO J,TAO Z, et al. Antioxidant and free radical-scavenging activities of chickpea protein hydrolysate[J]. Food

Chemistry,2008,106(2):444-450.

- [14] BRANDWILLIAMS W, CUVELIER M E, BERSET C. Use of a free-radical method to evaluate antioxidant activity[J]. Food Science and Technology - Lebensmittel - Wissenschaft & Technologie,1995,28(1):25-30.
- [15] 张立华,张元湖,安春艳,等. 石榴皮提取物的大孔树脂纯化及其抗氧化性能[J]. 农业工程学报,2009,25(1):142-147.
- [16] 王宗君,廖丹葵. 茶树菇多糖抗氧化活性研究[J]. 食品研究与开发,2010,31(1):53-54.
- [17] Spigno G, Tramelli L, Favari M D D. Effects of extraction time, temperature and solvent on concentration and antioxidant activity of grape marc phenolics[J]. Journal of Food Engineering,2007,81:200-208.
- [18] Benzie I F F, Strain J J. The ferric reducing ability of plasma as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay[J]. Analytical Biochemistry,1996,239:70-76.

(上接第230页)

性的关键因素及其相互作用进行探讨后,得到3种添加剂的优化配方为:玉米淀粉14.9%,魔芋胶2.1%,大豆分离蛋白2.3%,在此条件下,鸡肉丸的压出汁液损失率为15.08%。因此,利用响应面分析方法对鸡肉丸的配方进行优化,可获得最优的工艺配方,从而为进一步的实验研究奠定了基础。

参考文献

- [1] 柳燕霞,赵改名,高晓平,等. 大豆分离蛋白和变性淀粉对猪肉糜保水性的影响[J]. 西北农业学报,2009,18(4):48-51.
- [2] 颜跃弟,闫晓蕾,黄迪宇,等. 四种无磷持水物质对猪肉糜保水性的影响[J]. 肉类工业,2011(11):35-39.
- [3] 王道营,诸永志,徐为民. 复合磷酸盐在肉品加工中的应用[J]. 食品研究与开发,2007,28(10):167-169.
- [4] 黄明发,鲁兴容,刁兵,等. 魔芋胶的功能特性及其在肉制品中的应用[J]. 中国食品添加剂,2012(1):186-190.
- [5] Hsu S. Rheological studies on gelling behavior of soy protein isolates[J]. Food Science,1999,64(1):136-140.
- [6] 张雅媛,顾正彪,洪雁,等. 玉米淀粉与黄原胶复配体系流变和凝胶特性分析[J]. 农业工程学报,2011,27(9):357-262.
- [7] Ann-Charlotte Eliasson. 食品淀粉的结构、功能及应用[M]. 北京:中国轻工业出版社,2009:243-245.
- [8] 赵星宇. 速冻鹿肉丸的研制[D]. 长春:吉林农业大学,2011.

[9] 高艳红. 磷酸盐对速冻鸡肉丸保水性及其功能特性影响的研究[D]. 泰安:山东农业大学,2009.

- [10] 宋艳玲. 魔芋粉可有效改善肉制品的质量[J]. 肉类研究,2008(5):32.
- [11] 李玉珍,林亲录. 大豆分离蛋白在肉制品中的应用研究[J]. 肉类研究,2006(1):26-30.
- [12] 张福,杨艳敏. 大豆蛋白在肉制品中的重要作用[J]. 肉类工业,2005(1):34-36.
- [13] 丁金龙,孙远明,乐学义. 魔芋胶与大豆分离蛋白相互作用研究[J]. 中国粮油报,2003,18(3):65-69.
- [14] Koo B C. Evaluation of konjac blends and soy protein isolate as fat replacements in low-fat bologna[J]. Food Science,2000,65(5):756-763.
- [15] 陈洁,张科,杜金平,等. 魔芋葡甘聚糖及其衍生物对禽肉重组火腿物性的影响[J]. 食品科学,2010,31(13):36-39.
- [16] 梁钦. 魔芋胶对直链淀粉和支链淀粉热力学及质构特性的影响[D]. 合肥:安徽农业大学,2011.
- [17] 张雅媛. 玉米淀粉与亲水性胶体协同性和作用机理的研究[D]. 无锡:江南大学,2012.
- [18] Yoshimura M, Takayab T, Nishinarib K. Effects of xyloglucan on the gelatinization and retrogradation of corn starch as studied by theology and differential scanning calorimetry[J]. Food Hydrocolloids,1999(13):101-111.

欢迎光临我们的网站

www.spgykj.com