

淀粉对罗非鱼鱼糕凝胶特性的影响

曾润华¹, 彭瑶², 钟秋平^{2*}, 张晨芳²

(1. 西双版纳职业技术学院, 云南西双版纳 666100; 2. 海南大学食品学院, 海南海口 570228)

摘要 [目的] 研究淀粉对罗非鱼鱼糕凝胶特性的影响, 为罗非鱼产品的研究与开发提供技术依据。[方法] 以罗非鱼肉为原料制作罗非鱼鱼糕, 以不加淀粉的罗非鱼鱼糕为对照, 研究添加不同种类淀粉、同种淀粉不同含量的罗非鱼鱼糕的凝胶强度、质构、白度和持水性的变化。[结果] 同一添加量的不同淀粉中, 马铃薯淀粉能够显著提高鱼糕的凝胶强度及持水率, 并改善鱼糕的质构特性; 在不同添加量的马铃薯淀粉中, 10% 的添加量能够显著提高鱼糕的凝胶强度及持水率, 改善鱼糕质构特性。但总体来说, 淀粉的添加在一定程度上降低了鱼糕白度。[结论] 不同种类的淀粉及同种淀粉的不同添加量对罗非鱼鱼糕的品质特性影响显著。

关键词 罗非鱼; 鱼糕; 凝胶特性; 淀粉

中图分类号 TS254.4 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)29-0078-03

Effects of Starch on Gelation Properties of *Tilapia mossambica* Kamaboko

ZENG Run-hua¹, PENG Yao², ZHONG Qiu-ping^{2*} et al (1. Xishuangbanna Vocational and Technical College, Xishuangbanna, Yunnan 666100; 2. College of Food, Hainan University, Haikou, Hainan 570228)

Abstract [Objective] To research the effects of starch on the gelation properties of *Tilapia mossambica* kamaboko, and to provide technical base for the research and development of *T. mossambica* products. [Method] With *T. mossambica* as the raw material to prepare kamaboko, we researched the effects of different starch type and contents on the changes of gelation strength, texture, whiteness and water binding capacity. *T. mossambica* kamaboko without adding starch was used as the control. [Result] Under the same dosage of starch, the potato starch could improve the gelation strength, water holding capacity effectively and texture properties. Under different dosages of potato starch, 10% adding amount significantly enhanced the gelation strength and water holding capacity, and improved the texture properties of kamaboko. In general, adding starch reduced the kamaboko whiteness in certain degree. [Conclusion] The various starches and its different dosages significantly influence the quality characteristics of *T. mossambica* kamaboko.

Key words *Tilapia mossambica*; Kamaboko; Gelation property; Starch

罗非鱼又名非洲鲫鱼, 具有耐低氧、摄食性强等特点, 是我国重要的淡水养殖品种之一^[1]。目前, 罗非鱼加工产品的主要形式为鲜鱼片、冻鱼片、冻全鱼, 其加工业远远滞后于养殖业^[2]。因此, 需要开发罗非鱼新产品以满足市场需求。鱼糜及鱼糜制品是全球生产和消费量最大的水产食品之一^[3], 而鱼糕是一种品质上乘的传统性鱼糜制品, 因此, 对罗非鱼鱼糕进行研究与开发具有一定的现实意义。

淀粉是鱼糜制品中使用最广泛的配料之一^[4], 并且淀粉在鱼糜制品生产中常作为填充剂和增稠剂使用。淀粉的添加可有效提高鱼糜制品的结构紧密性, 并使其具有鲜嫩适口、富有弹性等优点, 同时能提高制品在低温冷藏及运输过程中的保水性能, 从而有效改善制品品质^[5]。淀粉的种类及其不同添加量对鱼糜产品品质特性的影响存在明显的差异性。刘鑫等^[6]研究发现, 淀粉的添加可以有效提高鲑鱼糜的凝胶特性, 并且支链淀粉含量较高的薯类淀粉较谷物淀粉效果好。陈海华等^[7-8]研究发现, 淀粉的添加能够显著提高竹夹鱼糜的凝胶特性, 其中小麦淀粉和木薯淀粉的作用效果最好。袁美兰等^[3]研究指出, 红薯淀粉改善草鱼糜凝胶特性的效果较玉米淀粉好, 并且红薯淀粉最适添加量为 7.2%, 而玉米淀粉最适添加量为 10.8%。但是淀粉添加量并不是越多越好, 过多添加淀粉会使鱼糜与淀粉比降低, 从而影响制品品质^[3]。前人虽然有研究淀粉对鱼糜品质的影响, 但鲜见有对罗非鱼鱼糕品质影响的相关报道。因此, 笔者以罗非鱼肉

为主要原料, 研究不同种类的淀粉以及同种淀粉不同添加量对罗非鱼鱼糕凝胶特性的影响, 为罗非鱼产品的研究与开发提供技术依据。

1 材料与方法

1.1 材料 罗非鱼、淀粉、食盐等配料, 购于海口市大润发超市; 氯化钙(分析纯), 广州化学试剂厂; TA. TX Plus 质构仪, 英国 Stable Micro System 公司; CR-10 色差计, 日本柯尼卡美能达公司; Biofuge primo R 离心机, 美国 Thermo Fisher Scientific 公司。

1.2 方法

1.2.1 罗非鱼鱼糕加工流程。 罗非鱼碎肉→解冻→漂洗→脱水→擂溃→成型→蒸煮→冷却→4℃静置过夜→指标测定。

1.2.2 凝胶强度的测定^[9]。将样品切成高 25 mm、直径 25 mm 的圆柱体, 选用探头 PO. 5, 压缩模式, 测前速率 1.00 mm/s, 测试速率 1.10 mm/s, 测后速率 10.00 mm/s。每组取 2 个平行样品, 每个样品测 3 次, 取平均值。

$$\text{凝胶强度}(\text{g} \cdot \text{cm}) = \text{破断强度}(\text{g}) \times \text{凹陷深度}(\text{cm})$$

1.2.3 质构测定。 将样品切成高 25 mm、直径 25 mm 的圆柱体, TPA 模式, 测前速率 1.00 mm/s, 测试速率 1.10 mm/s, 测后速率 1.00 mm/s, 压缩形变 30%。每组取 2 个样品, 每个样品测 3 次, 取平均值。

1.2.4 白度的测定^[10]。将鱼糕切成 5 mm 的薄片, 使用 CR-10 色差计测定其亮度(L^*)、红度(a^*)和黄度(b^*), 每组取 2 个样品, 每个样品测 3 次, 取平均值。白度(W)计算公式如下:

基金项目 海南省产学研一体化专项资金项目(CXY20140026)。
作者简介 曾润华(1966-), 男, 云南西双版纳人, 讲师, 从事食品加工相关研究。* 通讯作者, 教授, 从事食品加工相关研究。
收稿日期 2016-08-10

$$W = 100 - [(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$$

1.2.5 持水率的测定^[11]。将样品切成厚 5 mm 的薄片并称其质量 M_1 , 用滤纸包裹后置于离心管进行离心 20 min (4 000 r/min), 去掉滤纸, 再称样品质量 M_2 。

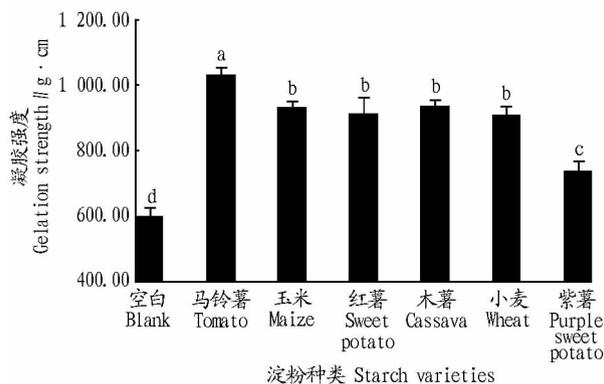
$$\text{持水率}(\%) = (M_1 - M_2) / M_1 \times 100$$

1.2.6 统计分析。所有试验数据均采用 SPSS 17.0 软件进行数据分析, 并用 Dunken 多重比较检验各均值的差异显著性 ($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 淀粉种类对罗非鱼鱼糕凝胶特性的影响

2.1.1 淀粉种类对罗非鱼鱼糕凝胶强度的影响。如图 1 所示, 添加淀粉的鱼糕其凝胶强度明显大于对照组, 而不同种类的淀粉提高鱼糕凝胶强度的效果也存在差异性。一方面可能是由于不同种类的淀粉其颗粒大小不同, 淀粉颗粒越大, 对凝胶结构产生的压力越大, 从而导致凝胶强度越大; 另一方面, 鱼糕凝胶强度的大小与淀粉中直链淀粉和支链淀粉的含量有关^[12-13]。马铃薯淀粉颗粒最大, 且支链淀粉含量较大, 因此, 从图 1 中可以看出, 在添加量相同的条件下, 马铃薯淀粉提高鱼糕凝胶强度的作用效果最为显著。



注: 图中不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著。

Note: Different lowercases indicated significant differences between treatments at 0.05 level.

图 1 淀粉种类对罗非鱼鱼糕凝胶强度的影响

Fig. 1 Effects of starch varieties on gelation strength of *T. mossambica kamaboko*

2.1.2 淀粉种类对罗非鱼鱼糕质构的影响。由图 2 可知, 淀粉的添加均可改善鱼糕的质构特性。与对照组相比较, 添加淀粉后, 鱼糕胶黏性和咀嚼性显著提高, 其中, 马铃薯淀粉最显著, 弹性和回复性略有提高, 而凝聚性并无明显变化。

2.1.3 淀粉种类对罗非鱼鱼糕白度的影响。从图 3 可以看出, 除红薯淀粉外, 其他种类淀粉的添加均使鱼糕白度有所降低。添加薯类淀粉的鱼糕白度相对高于谷物类淀粉, 其中白度最低的是添加小麦淀粉的鱼糕。

2.1.4 淀粉种类对罗非鱼鱼糕持水性的影响。如图 4 所示, 添加不同种类淀粉的鱼糕其持水率均有不同程度地提高。马铃薯淀粉、玉米淀粉及红薯淀粉的添加对提高持水率的作用效果较好, 且三者间并无显著性差异。红薯淀粉、小麦淀粉及紫薯淀粉的添加对持水率的提高影响效果较弱, 其

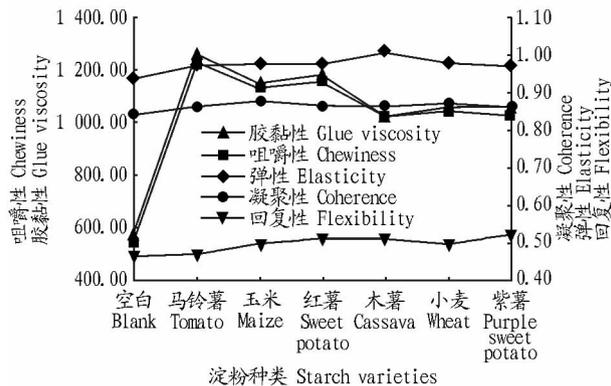
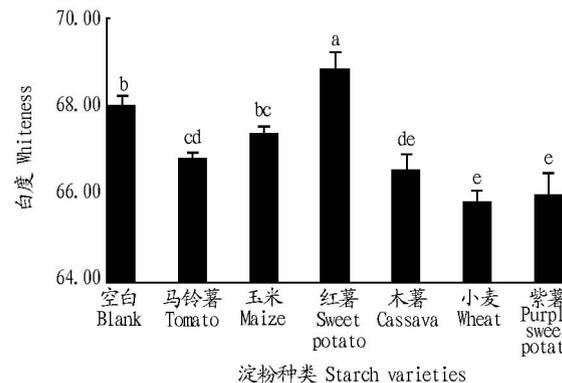


图 2 淀粉种类对罗非鱼鱼糕质构的影响

Fig. 2 Effects of starch varieties on texture characteristics of *T. mossambica kamaboko*



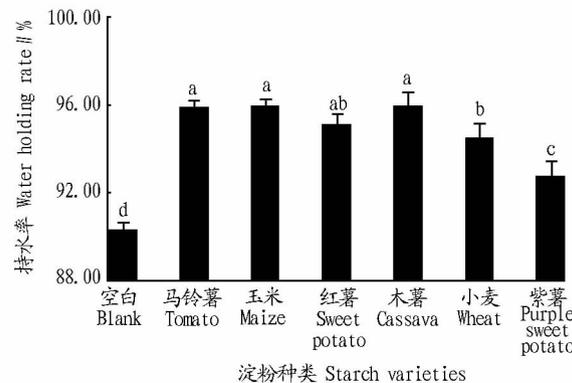
注: 图中不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著。

Note: Different lowercases indicated significant differences between treatments at 0.05 level.

图 3 淀粉种类对罗非鱼鱼糕白度的影响

Fig. 3 Effects of starch varieties on whiteness of *T. mossambica kamaboko*

中紫薯淀粉对鱼糕持水率作用最小。



注: 图中不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著。

Note: Different lowercases indicated significant differences between treatments at 0.05 level.

图 4 淀粉种类对罗非鱼鱼糕持水性的影响

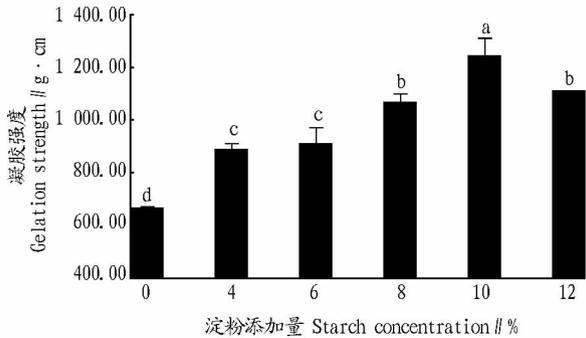
Fig. 4 Effects of starch varieties on water holding capacity of *T. mossambica kamaboko*

2.2 淀粉添加量对罗非鱼鱼糕凝胶特性的影响

2.2.1 淀粉添加量对罗非鱼鱼糕凝胶强度的影响。

选取马

铃薯淀粉为试验对象,研究其不同添加量对罗非鱼鱼糕凝胶特性的影响。由图5可知,鱼糕凝胶强度随淀粉添加量的增加而呈先增后减的趋势,当添加量达10%时,鱼糕凝胶强度达最大值;添加量超过10%时,凝胶强度降低。淀粉在鱼糜中起填充物的作用^[14],淀粉颗粒在吸水膨胀后,在凝胶网络中产生加固作用^[15]。但并不是添加量越多越好,添加量过多导致制品僵硬,在低温储藏过程中制品变脆甚至失水龟裂^[16]。



注:图中不同小写字母表示处理间在0.05水平差异显著。

Note: Different lowercases indicated significant differences between treatments at 0.05 level.

图5 淀粉添加量对罗非鱼鱼糕凝胶强度的影响

Fig.5 Effects of starch concentration on gelatin strength of *T. mossambica kamaboko*

2.2.2 淀粉添加量对罗非鱼鱼糕质构的影响。由图6可知,鱼糕胶黏性及咀嚼性随淀粉添加量的增加而显著增加,当添加量达10%后,二者并无显著变化。随着添加量的增加,回复性先降低后增大。

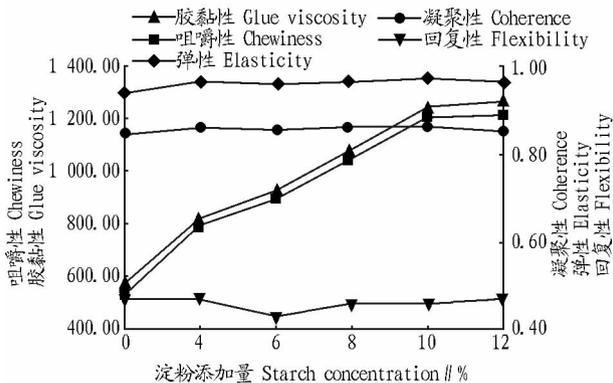
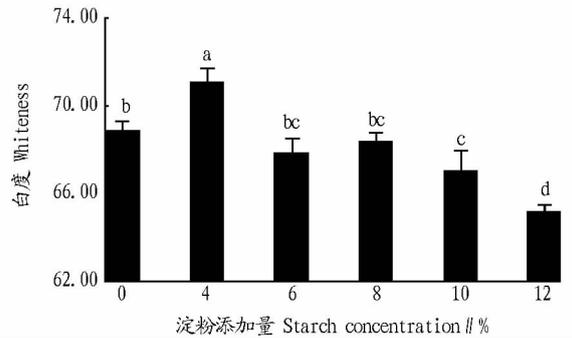


图6 淀粉添加量对罗非鱼鱼糕质构的影响

Fig.6 Effects of starch concentration on texture characteristics of *T. mossambica kamaboko*

2.2.3 淀粉添加量对罗非鱼鱼糕白度的影响。由图7可以看出,鱼糕白度随淀粉添加量的增加而呈先增加后减少的趋势。添加量低于4%时,淀粉的添加能显著提高鱼糕的白度;而添加量高于6%时,鱼糕白度呈下降趋势,但添加量在6%~8%范围内变化并不显著。

2.2.4 淀粉添加量对罗非鱼鱼糕持水性的影响。由图8可知,鱼糕持水率随淀粉添加量的增加而显著增加。淀粉能够吸水膨胀,使鱼糕中的游离水钝化而难以析出^[17]。因此,鱼



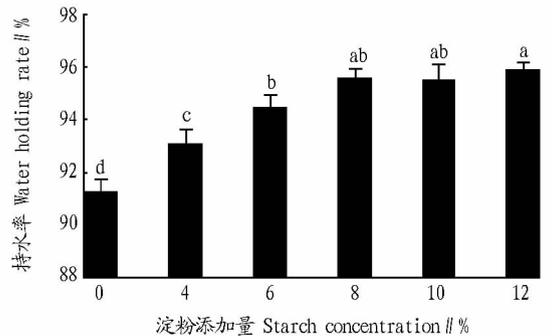
注:图中不同小写字母表示处理间在0.05水平差异显著。

Note: Different lowercases indicated significant differences between treatments at 0.05 level.

图7 淀粉添加量对罗非鱼鱼糕白度的影响

Fig.7 Effects of starch concentration on whiteness of *T. mossambica kamaboko*

糕持水率随淀粉添加量的增加而增加;而当添加量达8%~12%时,鱼糕持水率的增加并不显著。因此,无需添加过多淀粉以提高鱼糕的持水性。



注:图中不同小写字母表示处理间在0.05水平差异显著。

Note: Different lowercases indicated significant differences between treatments at 0.05 level.

图8 淀粉添加量对罗非鱼鱼糕持水性的影响

Fig.8 Effects of starch concentration on water holding capacity of *T. mossambica kamaboko*

3 结论与讨论

该试验得出,不同种类淀粉的添加对罗非鱼鱼糕品质的影响效果不同,同种淀粉的不同添加量对罗非鱼鱼糕品质的影响效果也存在着显著性的差异。鱼糕凝胶强度的大小与淀粉颗粒的大小、直链和支链淀粉含量及淀粉颗粒膨胀力有关^[12,18-19]。与供试的其他淀粉相比,马铃薯淀粉颗粒最大,且支链淀粉含量较多。因此,在添加量相同的条件下,马铃薯淀粉提高鱼糕凝胶强度的作用效果最为显著。添加适量的马铃薯淀粉,因淀粉颗粒吸水膨胀时有光透过而使鱼糕透明,并可钝化鱼糕中的游离水,使其难以析出^[20],从而提高鱼糕白度和持水率。但过量添加马铃薯淀粉在一定程度上会降低罗非鱼鱼糕的白度,这是因为结构松散的淀粉分子在加热过程中吸水膨胀,而部分未吸水膨胀的淀粉颗粒则会引起光线折射,从而降低了鱼糕白度^[20]。另外,当淀粉添加量

(下转第138页)

方差分析结果表明,参试的24个菌株中26ww1具有较强的致病力,对参试的4个品种均具有较好的寄生适合度,其均值明显高于其他菌株且差异达到极显著水平;参试的4个水稻品种中,齐两优918最感病,其次为新Ⅱ优6号,C优德占和Ⅱ优838较抗病。

3 讨论

由于稻曲病是水稻穗部病害,控害的主要方法是根据预测预报的结果进行适时预防。该试验结果表明,水稻稻曲病菌不仅菌株间致病力分化显著,而且菌株与品种互作的特异性明显,因此,有效监测水稻种植区稻曲病菌与当地主栽水稻品种的寄生适合度是降低该病害成灾风险的有效手段。

水稻品种间对稻曲病的抗性差异显著,抗病性品种的选育和推广应用是控害的有效途径。但由于菌株与品种互作的特异性明显,在抗性品种的选育过程中需采集不同地域来源或同一地区不同水稻品种上的菌株进行抗病性试验,以降低菌株与品种的特异互作所带来的病害流行成灾风险。

寄生适合度是衡量稻曲病菌菌株与品种互动的重要指标,目前关于寄生适合度测定方法的研究较多,但尚无具有广泛适用性的统一方法。该研究采用简单的以病穗率、平均穗病粒率和最高穗病粒率为基础的寄生适合度测定方法,意在兼顾稻曲病指和菌株的致病潜力,但该方法仍存在一定的局限性。因此,系统研究稻曲病菌与水稻品种的互动关

系,确定合适的病害危害指标并以此指标为基础研究各病害因素的贡献率,明确各病害因素的危害系数,从而建立切实可行的寄生适合度测定方法,意义重大。

参考文献

- [1] 孔令聪,胡永年,孔令娟,等. 安徽水稻产业现状及发展对策[C]//李增智,姚佐文. 现代农业理论与实践:安徽现代农业博士科技论坛文集. 合肥:安徽大学出版社,2007:60-63.
- [2] 黄珊. 水稻稻曲病研究进展[J]. 福建农业学报,2012,27(4):452-456.
- [3] 陈莉,许娟,丁克坚,等. 药剂对稻曲病菌的毒力测定及复配研究[J]. 植物保护,2012,38(3):159-161.
- [4] 张爱芳,陈雨,王春林,等. 安徽省水稻区试品种(系)对稻曲病的抗性鉴定及评价[J]. 植物保护,2013,39(1):151-153.
- [5] 宛琼,丁克坚,周益林,等. 小麦白粉病菌对温度不同敏感性菌株的寄生适合度研究[J]. 植物病理学报,2012,42(2):186-194.
- [6] 曾士迈,王沛有. 寄生适合度测定方法的初步研究[J]. 北京:农业大学学报,1990(S1):163-169.
- [7] 邢淑莲. 小麦白粉病菌对温度不同敏感性菌株的寄生适合度和HSP70的克隆和表达[D]. 北京:中国农业科学院,2012.
- [8] 王丽梅. 主要因素对小麦全蚀病菌相对适合度的影响[D]. 合肥:安徽农业大学,2012.
- [9] 闫丹丹. 中国小麦主产区抗条锈基因分析及条锈菌新小种寄生适合度研究[D]. 长春:吉林农业大学,2011.
- [10] 郭丽媛,贾慧,曹志艳,等. 玉米大斑病菌有性杂交后代的交配型与寄生适合度分化[J]. 中国农业科学,2013,46(9):4058-4065.
- [11] 陈志谊,聂亚锋,刘永锋. 江苏省水稻品种对稻曲病的抗病性鉴定及病菌致病力分化[J]. 江苏农业学报,2009,25(4):737-741.
- [12] 潘雅姣,樊金娟,付彬英,等. 采用 AFLP 技术分析稻曲病菌的遗传多样性 I:同一块稻田中稻曲病菌的遗传结构[J]. 植物病理学报,2006,36(4):337-341.
- [13] 潘雅姣,樊金娟,付彬英,等. 采用 AFLP 技术分析稻曲病菌的遗传多样性 II:不同田块中稻曲病菌的遗传结构[J]. 植物病理学报,2006,36(5):437-441.
- [14] 潘雅姣,樊金娟,付彬英,等. 采用 AFLP 技术分析稻曲病菌的遗传多样性 III:不同年份中稻曲病菌的遗传结构[J]. 植物病理学报,2006,36(6):537-541.
- [15] 潘雅姣,樊金娟,付彬英,等. 采用 AFLP 技术分析稻曲病菌的遗传多样性 IV:不同地区中稻曲病菌的遗传结构[J]. 植物病理学报,2006,36(7):637-641.
- [16] 潘雅姣,樊金娟,付彬英,等. 采用 AFLP 技术分析稻曲病菌的遗传多样性 V:不同品种中稻曲病菌的遗传结构[J]. 植物病理学报,2006,36(8):737-741.
- [17] 潘雅姣,樊金娟,付彬英,等. 采用 AFLP 技术分析稻曲病菌的遗传多样性 VI:不同地区不同年份中稻曲病菌的遗传结构[J]. 植物病理学报,2006,36(9):837-841.
- [18] 潘雅姣,樊金娟,付彬英,等. 采用 AFLP 技术分析稻曲病菌的遗传多样性 VII:不同地区不同年份不同品种中稻曲病菌的遗传结构[J]. 植物病理学报,2006,36(10):937-941.
- [19] 潘雅姣,樊金娟,付彬英,等. 采用 AFLP 技术分析稻曲病菌的遗传多样性 VIII:不同地区不同年份不同品种不同地区中稻曲病菌的遗传结构[J]. 植物病理学报,2006,36(11):1037-1041.
- [20] 潘雅姣,樊金娟,付彬英,等. 采用 AFLP 技术分析稻曲病菌的遗传多样性 IX:不同地区不同年份不同品种不同地区不同年份中稻曲病菌的遗传结构[J]. 植物病理学报,2006,36(12):1137-1141.
- [21] 潘雅姣,樊金娟,付彬英,等. 采用 AFLP 技术分析稻曲病菌的遗传多样性 X:不同地区不同年份不同品种不同地区不同年份不同地区中稻曲病菌的遗传结构[J]. 植物病理学报,2006,36(13):1237-1241.
- [22] 潘雅姣,樊金娟,付彬英,等. 采用 AFLP 技术分析稻曲病菌的遗传多样性 XI:不同地区不同年份不同品种不同地区不同年份不同地区不同年份中稻曲病菌的遗传结构[J]. 植物病理学报,2006,36(14):1337-1341.
- [23] 潘雅姣,樊金娟,付彬英,等. 采用 AFLP 技术分析稻曲病菌的遗传多样性 XII:不同地区不同年份不同品种不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区中稻曲病菌的遗传结构[J]. 植物病理学报,2006,36(15):1437-1441.
- [24] 潘雅姣,樊金娟,付彬英,等. 采用 AFLP 技术分析稻曲病菌的遗传多样性 XIII:不同地区不同年份不同品种不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份中稻曲病菌的遗传结构[J]. 植物病理学报,2006,36(16):1537-1541.
- [25] 潘雅姣,樊金娟,付彬英,等. 采用 AFLP 技术分析稻曲病菌的遗传多样性 XIV:不同地区不同年份不同品种不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区中稻曲病菌的遗传结构[J]. 植物病理学报,2006,36(17):1637-1641.
- [26] 潘雅姣,樊金娟,付彬英,等. 采用 AFLP 技术分析稻曲病菌的遗传多样性 XV:不同地区不同年份不同品种不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份中稻曲病菌的遗传结构[J]. 植物病理学报,2006,36(18):1737-1741.
- [27] 潘雅姣,樊金娟,付彬英,等. 采用 AFLP 技术分析稻曲病菌的遗传多样性 XVI:不同地区不同年份不同品种不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区中稻曲病菌的遗传结构[J]. 植物病理学报,2006,36(19):1837-1841.
- [28] 潘雅姣,樊金娟,付彬英,等. 采用 AFLP 技术分析稻曲病菌的遗传多样性 XVII:不同地区不同年份不同品种不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份中稻曲病菌的遗传结构[J]. 植物病理学报,2006,36(20):1937-1941.
- [29] 潘雅姣,樊金娟,付彬英,等. 采用 AFLP 技术分析稻曲病菌的遗传多样性 XVIII:不同地区不同年份不同品种不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区中稻曲病菌的遗传结构[J]. 植物病理学报,2006,36(21):2037-2041.
- [30] 潘雅姣,樊金娟,付彬英,等. 采用 AFLP 技术分析稻曲病菌的遗传多样性 XIX:不同地区不同年份不同品种不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份中稻曲病菌的遗传结构[J]. 植物病理学报,2006,36(22):2137-2141.
- [31] 潘雅姣,樊金娟,付彬英,等. 采用 AFLP 技术分析稻曲病菌的遗传多样性 XX:不同地区不同年份不同品种不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区中稻曲病菌的遗传结构[J]. 植物病理学报,2006,36(23):2237-2241.
- [32] 潘雅姣,樊金娟,付彬英,等. 采用 AFLP 技术分析稻曲病菌的遗传多样性 XXI:不同地区不同年份不同品种不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份中稻曲病菌的遗传结构[J]. 植物病理学报,2006,36(24):2337-2341.
- [33] 潘雅姣,樊金娟,付彬英,等. 采用 AFLP 技术分析稻曲病菌的遗传多样性 XXII:不同地区不同年份不同品种不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份中稻曲病菌的遗传结构[J]. 植物病理学报,2006,36(25):2437-2441.
- [34] 潘雅姣,樊金娟,付彬英,等. 采用 AFLP 技术分析稻曲病菌的遗传多样性 XXIII:不同地区不同年份不同品种不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份中稻曲病菌的遗传结构[J]. 植物病理学报,2006,36(26):2537-2541.
- [35] 潘雅姣,樊金娟,付彬英,等. 采用 AFLP 技术分析稻曲病菌的遗传多样性 XXIV:不同地区不同年份不同品种不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份中稻曲病菌的遗传结构[J]. 植物病理学报,2006,36(27):2637-2641.
- [36] 潘雅姣,樊金娟,付彬英,等. 采用 AFLP 技术分析稻曲病菌的遗传多样性 XXV:不同地区不同年份不同品种不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份中稻曲病菌的遗传结构[J]. 植物病理学报,2006,36(28):2737-2741.
- [37] 潘雅姣,樊金娟,付彬英,等. 采用 AFLP 技术分析稻曲病菌的遗传多样性 XXVI:不同地区不同年份不同品种不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份中稻曲病菌的遗传结构[J]. 植物病理学报,2006,36(29):2837-2841.
- [38] 潘雅姣,樊金娟,付彬英,等. 采用 AFLP 技术分析稻曲病菌的遗传多样性 XXVII:不同地区不同年份不同品种不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份中稻曲病菌的遗传结构[J]. 植物病理学报,2006,36(30):2937-2941.
- [39] 潘雅姣,樊金娟,付彬英,等. 采用 AFLP 技术分析稻曲病菌的遗传多样性 XXVIII:不同地区不同年份不同品种不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份中稻曲病菌的遗传结构[J]. 植物病理学报,2006,36(31):3037-3041.
- [40] 潘雅姣,樊金娟,付彬英,等. 采用 AFLP 技术分析稻曲病菌的遗传多样性 XXIX:不同地区不同年份不同品种不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份中稻曲病菌的遗传结构[J]. 植物病理学报,2006,36(32):3137-3141.
- [41] 潘雅姣,樊金娟,付彬英,等. 采用 AFLP 技术分析稻曲病菌的遗传多样性 XXX:不同地区不同年份不同品种不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份不同地区不同年份中稻曲病菌的遗传结构[J]. 植物病理学报,2006,36(33):3237-3241.
- [42] YANG H, PARK J W. Effects of starch properties and thermal-processing conditions on surimi-starch gels[J]. LWT-food science and technology, 1998, 31(4):344-353.
- [43] TESTER R F, MORRISON W R. Swelling and gelatinization of cereal starches. I. Effect of amylopectin, amylose, and lipids[J]. Cereal chemistry, 1990, 67(6):551-557.
- [44] KONG C S, OGAWA H, ISO N. Compression properties of fish-meat gel as affected by gelatinization of added starch[J]. Journal of food science, 1999, 64(2):283-286.
- [45] WU M C, LANIER T C, HAMANN D D. Thermal transitions of admixed starch/fish protein systems during heating[J]. Journal of food science, 1985, 50(1):20-25.
- [46] 李孚杰. 传统鱼糕的工艺和配方优化及防腐保鲜研究[D]. 武汉:华中农业大学,2008.
- [47] TABILO-MUNIZAGA G, BARBOSA-CÁNOVAS G V. Color and textural parameters of pressurized and heat-treated surimi gels as affected by potato starch and egg white[J]. Food research international, 2004, 37(8):767-775.
- [48] SASAKI T, MATSUKI J. Effect of wheat starch structure on swelling power[J]. Cereal chemistry, 1998, 75(4):525-529.
- [49] LIH C Y, TSAI M L, TSENG K H. Effect of amylose content on the rheological property of rice starch[J]. Cereal chemistry, 1996, 73(4):415-420.
- [50] TABILO-MUNIZAGA G, BARBOSA-CÁNOVAS G V. Pressurized and heat-treated surimi gels as affected by potato starch and egg white: Microstructure and water-holding capacity[J]. LWT-food science and technology, 2005, 38(1):47-57.
- [51] YANG H S, WANG Y F. Effects of concentration on nanostructural images and physical properties of gelatin from channel catfish skins[J]. Food hydrocolloids, 2009, 23(3):577-584.

(上接第80页)

过多时,鱼糕被淀粉所取代,并且淀粉膨胀能力降低,从而使鱼糕凝胶强度降低^[21]。

参考文献

- [1] 段振华,尚军,徐松,等. 罗非鱼的热风干燥特性及其主要成分含量变化研究[J]. 食品科学,2006,27(12):479-482.
- [2] 唐小丹. 罗非鱼肉蛋白的分离及其性质研究[D]. 湛江:广东海洋大学,2011.
- [3] 袁美兰,赵利,邹胜,等. 玉米淀粉和红薯淀粉对草鱼鱼糜凝胶性质的影响[J]. 食品科技,2011,36(10):120-123.
- [4] COUSO I, ALVAREZ C, SOLAS M T, et al. Morphology of starch in surimi gels[J]. Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung, 1998, 206(1):38-43.
- [5] 吴涛,冯武,茅林春. 玉米淀粉及氯化钙对草鱼鱼糜凝胶特性的影响[J]. 湖北农业科学,2010,49(3):671-675.
- [6] 刘鑫,薛长湖,刘艺杰,等. 不同淀粉在鲑鱼鱼糜制品中的应用[J]. 食品与发酵工业,2006,32(10):62-65.
- [7] 陈海华,薛长湖. 不同添加物对鲤鱼鱼糜蛋白凝胶品质改良的研究[J]. 食品与发酵工业,2008,34(10):79-84.
- [8] 陈海华,薛长湖. 淀粉对竹荚鱼鱼糜流变性质和凝胶特性的影响[J]. 农业工程学报,2009,25(5):293-298.
- [9] 孙静静. 转谷氨酰胺酶对草鱼鱼糜凝胶性的影响[D]. 杭州:浙江大学,2012.
- [10] BENJAKUL S, VISESSANGUAN W, SRIVILAI C. Gel properties of big eye snapper (*Priacanthus tayenus*) surimi as affected by setting and porcine plasma protein[J]. Journal of food quality, 2001, 24:453-471.
- [11] HERRANZ B, TOVAR C A, SOLO-DE-ZALDÍVAR B, et al. Effect of alkaline on konjac glucomannan gels for use as potential gelling agents in struc-