

文章编号 : 1004 - 7271( 2003 ) 02 - 0158 - 05

## 谷氨酰胺转胺酶在碎小虾仁重组 大虾仁工艺中的应用

洪咏平, 何阳春, 蒋予箭, 陆志鸿, 罗小伟

( 杭州商学院食品、生物和环境工程学院, 浙江 杭州 310035 )

**摘 要** 通过实验对谷氨酰胺转胺酶(TG)及其它粘合剂在碎、小虾仁重组工艺中的应用进行了一定的研究, 筛选出一组最佳的粘合剂组合, 然后利用正交实验和对比实验确定了其最佳配比为: 以虾仁的量为基准参数, 加入 0.4% 的 TG-B, 10% 的鱼糜, 4% 的大豆蛋白, 1% 的  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ 。根据工艺的工业化可行性, 确定的工艺条件为: 原料和添加剂混合搅拌至均匀, 然后在 24℃ 下静置 1h, 随后注模, 并在 90℃ 将其随炉加热 15min, 再出炉冷却开模。

**关键词** 碎小虾仁; 重组; 谷氨酰胺转胺酶; 粘合剂

中图分类号 S985.2 文献标识码: A

## Research on the utilization of transglutaminase in the reconstruction of smashed shrimp

HONG Yong-ping, HE Yang-chun, JIANG Yu-jian, LU Zhi-hong, LUO Xiao-wei

( College of Food, Biology and Environment Engineering, Hangzhou University of Commerce, Hangzhou 310035, China )

**Abstract** Based on experiments, the paper studies the application of transglutaminase and other binding agents to the reconstruction of smashed shrimps, selects the best combination of binding agents, and then determines the best match as the following: using the amount of shrimp as the benchmark parameter, adding 4% of TG-B, 10% of fish paste, 4% of soy bean protein, 1% of  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ . Finally, according to the industrial feasibility of techniques, the paper presents the following technical conditions: well mixing raw materials and additives, keeping it for one hour at the temperature of 24℃, then molding, heating it along with model for 15 minutes at the temperature of 90℃, finally, cooling down and opening the model.

**Key words** smashed shrimp; reconstruction; transglutaminase(TG); binding agents

虾仁是浙江省主要出口创汇水产品之一。在虾仁的加工过程中, 随着完整虾仁的产出, 将会不可避免地出现 10% ~ 15% 的破碎虾仁, 这将带来不少的经济损失, 甚至造成环境污染。因此, 如何快速完善地解决这个问题, 更是显得重要且迫在眉睫。国际上, 日本味之素株式会社对谷氨酰胺转胺酶在水产品粘合剂中的研究已做过大量的工作<sup>[1]</sup>, 而美国北卡罗利纳州立大学食品科学系的 Andonie 等学者使用冷粘合剂对虾仁重组已取得一定效果<sup>[2]</sup>, 但其配方成本价高, 且工艺条件不适合工业化生产。目前, 国

内对于碎、小虾仁重组工艺的研究仍然是空白。因此,通过大量实验和对大量数据进行分析研究,对碎、小虾仁重组大虾仁工艺进行摸索、研究,以寻找最佳方案。

## 1 材料和方法

### 1.1 实验材料与仪器设备

碎、小虾仁:市场采购;TG-B:日本味之素株式会社;鱼糜:舟山渔业公司;物性测定仪,TX-AT2i;英国超技仪器公司;模拟虾仁成型机,MXC-0001;自制;斩拌机,ZD-15;北京裕达机械厂。

### 1.2 工艺流程

原料碎、小虾仁验收——漂洗——盐溶——加粘合剂搅拌——定量注模——加热成型——脱模——单体速冻——包装——成品。

### 1.3 成品质量测定标准

为了衡量成品质量好坏,我们以天然虾仁为对比物,为此进行天然虾仁质量测定实验和感官评定试验。用物性测定仪测出了真虾的各项指标,物性测定仪的参数设定如下:P/5的探头,Speed A-2-2;Distance 30%。重组虾仁的质量以接近天然虾仁为佳。

### 1.4 谷氨酰胺转胺酶及其他粘合剂的筛选

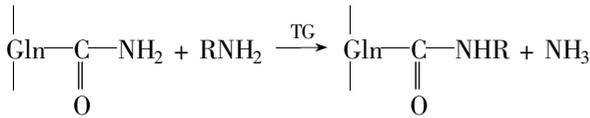
#### 1.4.1 选用原则

虾肉中含有大量的肌球蛋白,所选用的粘合剂要求对动物蛋白有较高粘合效应和耐热性,为可食用的,并符合食品卫生法要求,应符合工业化生产,成本较低。

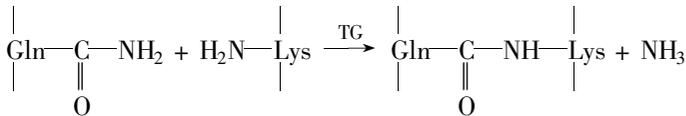
#### 1.4.2 谷氨酰胺转胺酶的作用机理及特点

谷氨酰胺转胺酶(TG)是一种新型食品酶制剂,是催化酰基转移反应的转移酵素。

谷氨酰胺转胺酶可以催化在蛋白质以及肽键中谷氨酰胺残基的 $\gamma$ -羧酰胺基和伯胺之间的氨酰基转移反应<sup>[1]</sup>:



它作为酰基受体与蛋白质中的赖氨酸残基的( $\epsilon$ -氨基作用时,形成分子内以及分子间的 $\epsilon$ -( $\gamma$ -Glu) Lys 交联键。



通过该反应,蛋白质分子发生交联,使制品产生物理变化和粘合性能。这种交联键在一般的非酶催化条件下很难断裂,所以用该酶处理食品组分粘合力强,而且pH稳定性好,热稳定性强,并经急性毒性试验、亚急性毒性试验、变异原性试验等各种安全性试验的确认,使用该酶又是十分安全的<sup>[3,4]</sup>。

#### 1.4.3 其他粘合剂

鱼糜:它富含肌球蛋白,肌肉中的粗丝即由此种蛋白质构成。肌球蛋白系由两条多肽链组成典型的蛋白质四级结构的稳定高弹性体,借助此高弹性体将虾仁中其它组分(水、淀粉、脂肪、其它蛋白质),通过氢键和极性共价键在热变性时凝结为富有弹性的虾仁凝胶<sup>[5]</sup>。经查询资料,对动物蛋白有较高粘合效应和耐热性的粘合剂有卡拉胶、魔芋甘露胶、聚丙烯酸钠、刺槐豆胶、黄原胶<sup>[6-7]</sup>等。

#### 1.4.4 粘合剂的筛选

为从多种粘合剂中筛选出一种适合碎小虾仁重组大虾仁的粘合剂,进行重组效应实验。将谷氨酰胺转胺酶、鱼糜和以上几种粘合剂及这些粘合剂的复配以不同组成和不同配比加入碎小虾仁,确定它们

的重组效应。

## 1.5 最佳加工温度与时间

虾仁的各项指标受许多因素的影响,其中添加剂的含量配比是一个重要因素,而其加工过程中的温度与时间对其风味、口感也有非常大的影响,且加工温度与时间也直接影响到该方案其工业化生产是否可行,故进行此实验,以便找出一种最适静置温度、时间和高温加热的温度、时间。

## 2 结果与讨论

### 2.1 天然虾仁质量测定结果

天然虾仁质量测定实验。测得生、熟虾仁的指标为生虾仁 抗压力 216g,弹性 0.99s/s,咀嚼度 171g;熟虾仁 抗压力 354g,弹性 0.99s/s,咀嚼度 296g。

### 2.2 粘合剂筛选结果

将谷氨酰胺转氨酶、鱼糜及其他粘合剂和复配粘合剂加入到碎、小虾仁中,进行大量重组效应实验,实验结果表明:单独加入 TG-B 或 TG-B 加鱼糜的粘合效果较好,由于进口谷氨酰胺转氨酶的价格昂贵(650元/kg左右),而且该酶一般在 2℃~5℃左右长时间才能充分作用并且效果较好<sup>[1]</sup>,但这样就不适合在模拟虾仁成形机上工业化生产,所以我们考虑将谷氨酰胺转氨酶加鱼糜作为碎、小虾仁粘合剂的基本物料。由于考虑到大豆蛋白经谷氨酰胺转氨酶改性后,其盐溶性、对酶的稳定性、乳化性、乳化稳定性、凝胶性都得到了一定的提高,而磷酸二氢钠则具有良好的持水性,能提高重组虾仁的弹性及咀嚼性<sup>[5]</sup>,故此,我们在配方中另用了这两种添加剂作为辅助物料。

在粘合剂及其它配料既定的同时,由于各种粘合剂用量的不同,会使得重组虾仁的各项指标有所改变,所以我们以其中几种主要的添加物的含量作为因素进行一组正交实验,以确定一组能使得所制得的虾仁各项指标达到最佳效果的配比数据。

#### 2.2.1 正交实验因素的确定

在四种添加物中,磷酸二氢钠主要是起持水作用,而其添加量的多少对虾仁的风味、口感等各项指标影响不大,故此,仅选其余三种作为正交实验的因素。

#### 2.2.2 正交实验水平的确定

(1)TG-B量,考虑到 TG-B 的价格昂贵,添加的量多,会大幅度的提高虾仁生产的成本,故此,在虾仁能粘成型的前提下,应尽量控制 TG-B 的用量。由前面摸索阶段的实验中,可知,添加量在 0.5%时已达到成型的效果,所以,我们将 TG-B 的添加量水平初步确定为 0.3%、0.4%、0.5%。

(2)鱼糜量,鱼糜添加的量过大会对虾仁的风味及口感产生严重的影响,使得鱼味重而虾味少,从而令重组的虾仁失真,因此必须对鱼糜的用量进行严格的控制。从多组实验中我们将鱼糜的水平基本确定为 6%、8%、10%。

(3)大豆蛋白量,大豆蛋白的添加量的多少,将对虾仁的色泽与成型效果有一定的影响,由资料显示<sup>[6]</sup>,应取 5%左右为佳,因此,我们选取 3%、4%、5%作为大豆蛋白的添加量水平。

### 2.3 粘合剂配比实验结果

根据正交实验规则进行正交实验,实验结果如表 1 所示(其中生虾仁为脱模后未煮的虾仁,熟虾仁指脱模后煮过的虾仁)。

对正交实验结果进行数据分析,得出以下结论:影响虾仁主要指标因素的主次关系顺序为: TG-B 量、大豆蛋白量、鱼糜量,最佳配方为: TG-B 0.4%,大豆蛋白 4%,鱼糜 10%,磷酸二氢钠 1%。

从以上的正交实验的分析中,考虑到 TG-B 是影响虾仁的各项指标的最主要因素,因此我们对 TG-B 的含量这一个因素又做了一组实验,对其进行了进一步的分析,以便最终确定 TG-B 添加量。

表 1 正交实验结果

Tab.1 The results of orthogonal experiments

因素水平	TG-B (%)	鱼糜 (%)	大豆蛋白 (%)	空列	生虾仁实验指标			熟虾仁实验指标		
					力(g)	弹性(s/s)	咀嚼性(g)	力(g)	弹性(s/s)	咀嚼性(g)
1	0.3	6	3	1	199.6	1.018	180.62	230.0	0.982	198.99
2	0.3	8	4	2	214.4	1.000	190.34	256.6	0.983	222.65
3	0.3	10	5	3	203.7	0.978	197.49	243.2	0.940	202.86
4	0.4	6	4	3	239.6	1.052	229.01	278.6	0.998	246.86
5	0.4	8	5	1	179.7	0.987	161.35	210.1	0.988	182.60
6	0.4	10	3	2	243.5	0.980	217.94	269.3	0.954	224.72
7	0.5	6	5	2	196.5	0.981	172.00	171.5	1.002	158.00
8	0.5	8	3	3	167.8	1.023	152.88	194.5	0.983	170.74
9	0.5	10	4	1	201.5	0.980	175.89	218.3	0.998	196.21

我们以虾仁 + 10% 鱼糜 + 4% 大豆蛋白 + 1% 磷酸二氢钠, 再分别加入 0.3%、0.4%、0.5%、0.6%、0.8%、1.0%、3.0% 的 TG-B 进行实验, 得到结果如图 1、图 2 所示。

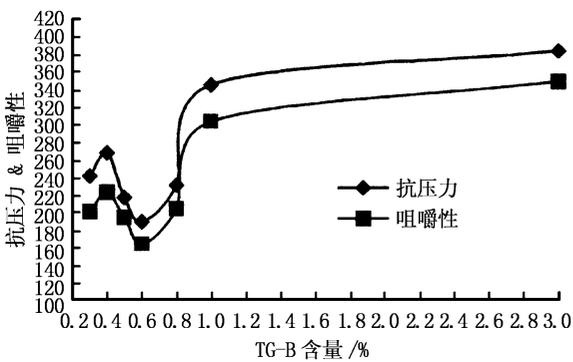


图 1 不同 TG-B 含量虾仁的抗压力和咀嚼性

Fig.1 The force and chewiness of shrimp with different TG-B amounts

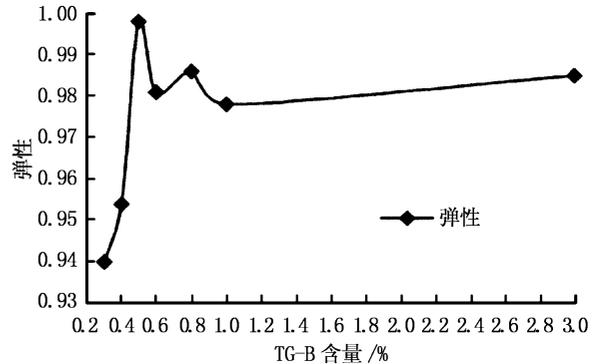


图 2 不同 TG-B 含量虾仁的弹性图

Fig.2 The springiness of shrimp with different TG-B amounts

从图 1 中, 我们可以看到随着 TG-B 量的增加, 抗压力等因素有所上升, 但是相对于添加 0.4% 的 TG-B 的那一组来说, 其上升幅度并非很大, 而 TG-B 量的增大却使成本明显地提高了很多, 所以, 综合考虑并权衡各种关系, 我们认为, 添加 0.4% 的 TG-B 是最合适的。

## 2.4 最佳加工条件实验结果

最佳加工条件实验结果如表 2 所示。

表 2 静置温度与加热温度不同对虾仁指标的影响

Tab.2 The effects of different static temperatures and heating temperatures on the specifications of shrimp

静置温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	静置时间 (min)	加热温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	加热时间 (min)	重组虾仁的物理性能		
				抗压力(g)	弹性(s/s)	咀嚼性(g)
24	30	90	15	226.750	0.998	198.993
24	30	100	15	179.367	1.002	153.723
24	30	110	15	165.876	0.980	133.172
32	30	90	15	207.383	0.983	181.311
32	30	100	15	188.701	1.024	165.542
32	30	110	15	166.518	0.968	133.423

由表 2 分析可知相同静置时间下,以静置温度 24℃、加热温度 90℃ 所得的虾仁效果最好,故此我们选用该温度对静置时间的影响做了进一步的分析,如表 3 所示。

从上表可知静置时间以 60min 为最好,故此,对所得的虾仁的各项指标进行综合考虑,我们从中确定其最佳的加工温度及时间为:24℃ 静置 1h,之后注模以 90℃ 随炉加热 15min。

表 3 静置时间不同对虾仁指标的影响

Tab.3 The effects of different static time on the specifications of shrimp

静置时间 (min)	重组虾仁的物理性能		
	抗压力 (g)	弹性 (s/s)	咀嚼性 (g)
60	270.520	0.998	238.228
90	236.400	0.970	194.881
120	222.800	0.978	192.663

### 3 感官评定试验

#### 3.1 试验方法

将天然虾仁和重组虾仁一起放入煮沸水中煮 3min 后拿出,用感官评定它们的色泽、口感。

#### 3.2 试验结果

天然虾仁和重组虾仁色泽、口感接近(表略)。

### 4 结束语

通过对谷氨酰胺转氨酶及和其他粘合剂的复配在碎、小虾仁重组大虾仁的工艺中的应用的研究,对该工艺的生产可行性及其具体流程进行了分析,得出了一组可行的方案。方案如下:以虾仁(以其量的 2% 的盐,盐溶)量为基准参数,加入 0.4% 的 TG-B,10% 的鱼糜(以其量的 3% 的盐,盐溶),4% 的大豆蛋白,1% 的磷酸二氢钠,混合搅拌至均匀,然后在 24℃(约室温)下静置 1h,随后注模,并以 90℃ 将其随炉加热 15min,最后出炉冷却开模。经实验表明该配方和工艺所得出的虾仁的色泽、外形、口味、抗压力、弹性和咀嚼性等指标都与天然的虾仁比较接近,同时其配方的成本低,工艺条件能适合制品的工业化生产。

#### 参考文献:

- [1] 日本味之素株式会社. TG 的功能概述、应用注释、TG 应用的水产篇[M].
- [2] Andonie H A, Gree D P, Nash J B. Use of Cold-binding agents in the manufacture of restructured shrimp products[C]. IFT Annual Meeting Technical Program Abstracts, 1999. 150.
- [3] 王 森,李 寅,陈 坚. 新型食品酶制剂——微生物来源的谷氨酰胺转氨酶的性能[A]. 2001 亚洲食品配料(中国)展览会学术论文集[C]. 上海. 19-25.
- [4] 常中义,江 波,王 璋. 微生物谷氨酰胺转氨酶的应用进展[J]. 食品科学, 2000(7): 6-8.
- [5] 洪詠平,何阳春,傅玉颖. 碎、小虾仁重组大虾仁工艺初探[J]. 中国水产, 2000(10): 46-47.
- [6] 凌关庭. 食品添加剂手册[M]. 北京:化学工业出版社, 1997.
- [7] 黄来发. 食品增稠剂[M]. 北京:中国轻工业出版社, 2000.