

# 豆粕-多糖接枝物 脂肪替代品的研究

刘燕, 裘爱泳

(江南大学食品学院, 江苏无锡 214036)

**摘要:**以脱脂豆粕为原料,与玉米淀粉通过接枝反应加工成复合物,从而得到成本低、热量低的脂肪替代产品,并成功地用此脂肪替代品替代蛋黄酱中约70%油脂,采用正交实验确定了蛋黄酱乳化液体系的最佳工艺参数。为了验证脂肪替代品的使用安全性,对其进行了急性毒性实验。

**关键词:**脱脂豆粕;接枝反应;脂肪替代品;急性毒性

**Abstract:**Defatted soy flour-starch graft was used as fat replacer. The fat replacer was successfully used in mayonnaise to replace about 60% of the fat. And the optimum parameter of the mayonnaise emulsion system was decided by orthogonal experiments. Acute toxicity experiment was carried in order to confirm the safety of the fat replacer.

**Key words:**defatted soy flour; graft reaction; fat replacer; acute toxicity

中图分类号:TS214 文献标识码:A

文章编号:1002-0306(2006)09-0083-03

脂肪替代品一般分为3类:蛋白质基质脂肪替代品,人工合成类脂肪替代品及碳水化合物型脂肪替代品,这3类各有各的特点。据前人的研究表明,碳水化合物型脂肪替代品和蛋白质脂肪替代品具有食品安全性,但不耐高温,仅可用于低温和常温处理食品,难以作“油炸”等之用,对热、酸、碱等因素较敏感。蛋白质分子中氨基酸侧链的自由氨基与多糖分子还原末端的羰基之间通过 Maillard 反应形成共价复合物,此复合物受环境因素的影响较小(基本不受pH、离子强度、温度等影响),使体系表现出全脂产品、碳水化合物、蛋白质脂肪替代品所没有的特性(热稳定性、耐酸性等)<sup>[1]</sup>。本文用脱脂豆粕与水解玉米淀粉在微波加热条件下发生接枝反应,制备脂肪

替代品。产品在有效地减小脂肪含量的基础上,也使乳化液体系表现出不同于两者单独存在时的功能性,粘度和乳化稳定性等得到了显著的提高。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

脱脂大豆粉 秦皇岛金海食品工业有限公司提供;新鲜鸡蛋取蛋黄,精制植物油 均购于超市;水解玉米淀粉 DE 值为11.0。

南京杰全 NJL08-3 型实验专用微波炉 南京杰全微波设备有限公司;NDJ-8S 型旋转粘度计 上海精密仪器有限公司;高剪切分散乳化机 上海弗鲁克流体机械制造有限公司;LD4-2 离心机 北京医用离心机厂;FREEZE DRY SYSTEM LABCONCO U.S.A.

### 1.2 实验方法

1.2.1 脱脂豆粕-淀粉接枝物制备工艺流程 称取一定量的脱脂豆粕和玉米淀粉( $w:w=1$ ),溶于pH8.0磷酸盐缓冲液中,配成5%的浓度。将溶液在10000r/min下搅拌1min,然后置于微波炉内反应一定时间。反应过程中要加以搅拌,搅拌速度40r/min,反应后的溶液3500r/min离心15min,上清液采用冷冻或喷雾法干燥,从而得到脂肪替代品。

#### 1.2.2 乳化液的制备

1.2.2.1 高脂蛋黄酱的制备 78%油,7%蛋黄,15%水以10000r/min的速度,2min混和均匀。

1.2.2.2 低脂蛋黄酱的制备 脂肪替代品先与一定量的水以10000r/min的速度,1min混和均匀,形成奶油状,然后加入油和蛋黄以10000r/min的速度,2min混和均匀。

1.2.3 乳化液粘度测定<sup>[2]</sup> 按1.2.2方法制得的乳化液,用NDJ-8S型旋转粘度计室温下测定(4号转子,转速12r/min)。

收稿日期:2006-01-23

作者简介:刘燕(1979-),女,在读硕士,主要从事植物蛋白的研究与开发。

1.2.4 乳化液稳定性的测定<sup>[3]</sup> 乳化液稳定性参照 Yasumatsu 等的方法略作改动,将乳化液转移至 10mL 离心管中,以 3500r/min 离心约 15min,乳化液的稳定性以离心后的乳化液层体积比上总体积数计。

1.2.5 豆粕-淀粉接枝物的急性毒性实验 霍恩氏法。

## 2 结果与讨论

### 2.1 豆粕-淀粉接枝物在低脂蛋黄酱中的应用

2.1.1 低脂蛋黄酱脂肪替代度的确定 在高脂蛋黄酱配方中其它配料不变的情况下,减少色拉油的用量后粘度与脂肪去除率的关系如图 1 所示。

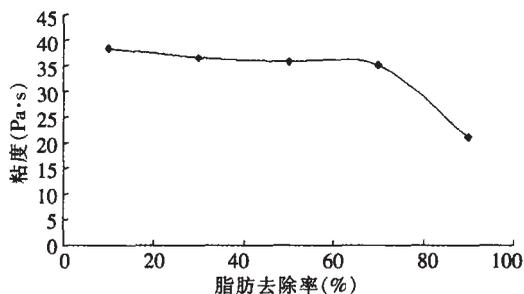


图 1 脂肪去除率与粘度关系曲线

从不同脂肪去除率的粘度变化曲线图 1 可知,脂肪的含量影响蛋黄酱的粘度,脂肪去除率超过 70% 时粘度降低比较明显。根据实验结果确定脂肪替代度为 70% 左右。

2.1.2 乳化剂和水的添加量 如表 1 所示为用接枝物配制的三种不同类型的乳化液,各乳化液粘度比较如图 2 所示。

表 1 接枝物制备的乳化液组成

	接枝物 (%)	油 (%)	蛋黄 (%)	水 (%)	粘度 (Pa·s)
A	11	30	3	56	27.86
B	11	30	7	52	33.47
C	7	30	7	56	30.22
对照	0	78	7	15	21.65

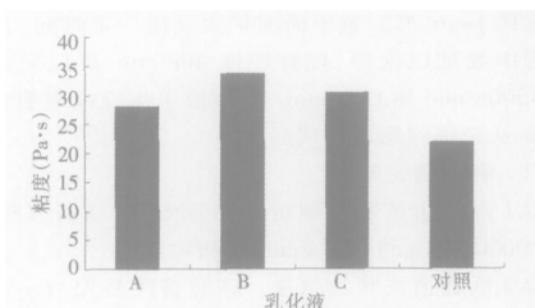


图 2 各类型乳化液的粘度比较

由图 2 可看出,含 7% 蛋黄的乳化液 B 粘度明显高于含 3% 蛋黄的乳化液 A 的粘度,表明一定的蛋黄量在蛋黄酱型体系中的重要性。乳化液 C 的粘度小于乳化液 B,这是因为乳化液 B 水的含量较小,可见

一定的油、水比例对乳化液粘度也有影响。

2.1.3 接枝物脂肪乳化液工艺参数的优化 蛋黄酱是一种水包油型的乳化液,要获得质地均匀的产品,必须具有良好的稳定性能,因此,采用三因素三水平正交实验设计,以乳化液稳定性作为指标值,实验结果如表 3 所示。

表 2 正交实验因素水平表

水平	因素		
	A 油添加量 (%)	B 蛋黄添加量 (%)	C 接枝物:水
1	20	6	1:6
2	30	7	1:8
3	40	8	1:10

表 3 正交实验结果

实验号	A	B	C	稳定性 (%)
1	1	1	1	95.63
2	1	2	2	77.17
3	1	3	3	78.43
4	2	1	2	73.75
5	2	2	3	90.50
6	2	3	1	89.35
7	3	1	3	76.29
8	3	2	1	85.33
9	3	3	2	93.58
k <sub>1</sub>	83.74	81.89	93.24	
k <sub>2</sub>	84.53	84.33	80.94	
k <sub>3</sub>	85.07	87.12	79.17	
R	1.32	5.23	14.07	

由表 3 可以看出,接枝物与水的比例为主要因素,因为蛋黄酱是一种水包油型乳状液,所以油、水的相对含量对其稳定性影响显著,水分含量越少越稳定;蛋黄的添加量次之,因为蛋黄作为乳化剂是一种表面活性剂,通过亲水亲油基作用,降低油、水两相的排斥力,使脂肪均匀分布于水相之中,提高乳化液的稳定性;油添加量对乳化液的稳定性影响趋于平缓,考虑到食品必须有足够的脂肪携带风味物质,否则它们将以一种不自然的形式很快挥发又很快消失,确定油的添加量为 20%,即脂肪替代度为 74.36%。

### 2.2 脱脂豆粕-淀粉接枝物的食品安全性毒理学验证

食品安全性毒理学验证表明,该样品属无毒级。

## 3 结论

在以脱脂豆粕与水解玉米淀粉的接枝物作为脂肪替代品的低脂蛋黄酱体系中,乳化液最佳工艺参数为:油添加量 20%、蛋黄酱添加量 6%、淀粉与水的比例为 1:6。该工艺过程得到乳化液的稳定性为 95.63%。由此可知,蛋白质与多糖之间的相互作用对提高体系的乳化性、稳定性非常重要。但二者在什么条件下和以什么样的比例形成的共价键越

(下转第 87 页)

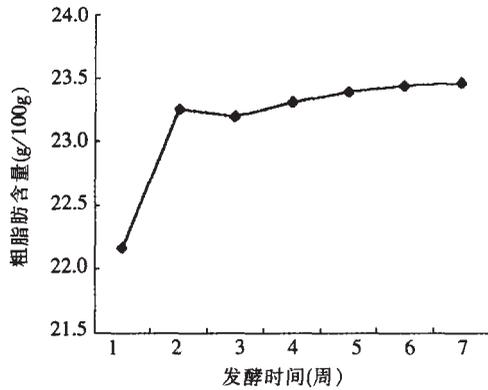


图3 后酵阶段腐乳粗脂肪含量变化

出,游离脂肪酸的含量比较稳定,总体呈现下降趋势。上文已经分析,黄色毛霉产脂肪酶的能力很低,后酵中降解脂肪的能力有限,而乙醇与脂肪酸发生了酯化反应,消耗了脂肪酸,使得含量稍稍下降<sup>[5,6]</sup>。

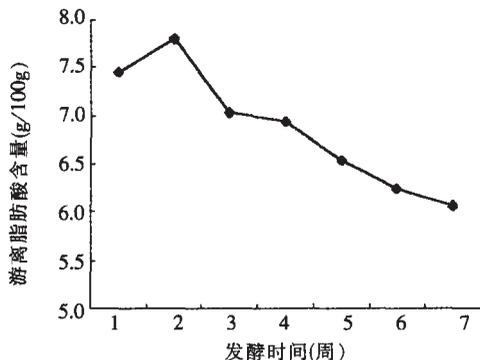


图4 后酵阶段腐乳游离脂肪酸含量

2.2.3 游离氨基酸态氮的含量变化 前酵过程中游离氨基酸态氮的含量如表3所示,在前期培菌阶段,白坯腐乳中的游离氨基酸态氮的含量很少,毛坯中游离氨基态氮的含量显著增大,盐制后腐乳中游离氨基态氮的含量比毛坯腐乳的略有降低,这是因为食盐对蛋白酶具有抑制作用,高浓度的食盐易使酶变性,活力下降,游离氨基态氮含量增长缓慢。

表3 前期培菌阶段游离氨基酸含量变化

样品	游离氨基酸含量(g/100g)
白坯	0.07
毛坯	0.48
盐坯	0.46

后酵阶段中游离氨基酸的含量变化如图5所示

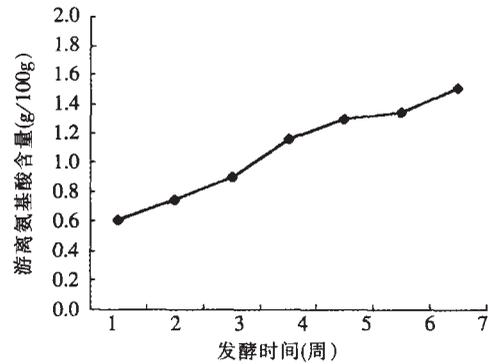


图5 后酵阶段腐乳氨基酸态氮含量

示,氨基酸态氮含量一直在缓慢上升,这是前酵所产生的蛋白酶降解了蛋白质。但是黄色毛霉作为一种低温生长菌,所产酶系应该不是很强,与前人报道相比,氨基酸态氮增长幅度不高。余若黔等曾报道以氨基酸态氮含量作为判断腐乳成熟的依据,当游离氨基酸态氮含量高于1.5%时,即可认为腐乳已经成熟<sup>[9]</sup>。黄色毛霉发酵腐乳七周时可达达到成熟的标准。

### 3 结论

黄色毛霉在15℃以下生长良好,菌丝粗壮,5d左右菌丝生长量达到最大,豆汁培养基液体培养下,菌丝干重达到1.2g/100mL。腐乳后酵7周后,蛋白含量由后酵起始的28.1g/100g缓慢降解到26.1g/100g,脂肪含量先是缓慢增加,后酵四周后稳定到23.5g/100g,游离脂肪酸含量总体上呈降低趋势,达到6.1g/100g,游离氨基酸态氮含量则达到了1.52g/100g,符合腐乳成熟的标准。在东北使用这一菌株生产腐乳,是可行的。

### 参考文献:

- [1] 赵德安.豆腐乳琐谈[J]. 中国酿造,1997(5): 33~34.
- [2] 王瑞芝.中国腐乳酿造[M]. 北京:中国轻工业出版社,1998.
- [3] 黄伟坤.食品检验与分析[M]. 北京:中国轻工业出版社,1994.
- [4] 马勇,韩北忠,王家槐.腐乳生产过程中食盐对蛋白质、脂肪水解的影响[J]. 中国酿造,2002(1):15~18.
- [5] 鲁绯,孙君社.对腐乳后酵过程中一些成分变化的研究[J]. 中国酿造,2003(6): 14~17.
- [6] 余若黔,涂煜,等.腐乳生产后期发酵的化学变化[J]. 华南理工大学学报(自然科学版),2001,29(5): 64~67.

(上接第84页) 多,对乳化性、稳定性贡献更大有待进一步研究。

### 参考文献:

- [1] Matsudomi N, Inoue Y, Nakashina H, et al. Emulsion Stabilization by Maillard-type Covalent Complex of Plasma

Protein with Galactomannan[J]. J Food Sci, 1995, 60: 265.

- [2] 陈克复译.食品流变学及其测量[M]. 北京:中国轻工业出版社,1989.
- [3] Yasunmatsu K, Sawada, et al. Whipping and emulsifying properties of soybean products. Agri[J]. Biol chem, 1972, 36: 719~721.