

用大豆蛋白膜改善预油炸春卷微波加热后的脆性

范大明¹, 陈卫^{1,2}, 赵建新¹, 田丰伟¹, 严青¹, 张灏^{1,2}

(1. 江南大学食品学院, 无锡 214122; 2. 食品科学与安全教育部重点实验室, 无锡 214122)

摘要: 针对预油炸春卷经冷冻、微波加热后因水分外迁造成产品品质下降的问题, 研究了涂布大豆蛋白膜对保持春卷皮脆性的影响。通过对大豆蛋白膜的成型条件及机理的研究, 由单因素与正交实验得出大豆蛋白膜的最佳配方为大豆分离蛋白 40 g/L、甘油 15 g/L、谷氨酰胺转氨酶 1.5 g/L; 应用此涂膜后, 电镜观察显示春卷皮层较未涂膜前致密而平整, 经微波加热后能保持良好的脆性。进一步对涂膜春卷的微波升温特性进行考察, 发现大豆蛋白膜的应用提高了春卷皮对微波的感受能力, 缩小了春卷表皮和馅心之间的温度梯度, 进而可缩短微波复热时间, 对保持微波复热后的脆性有帮助。

关键词: 春卷; 微波; 复热; 脆性; 大豆蛋白膜

中图分类号: TS213.2

文献标识码: B

文章编号: 1002-6819(2007)9-0265-04

范大明, 陈卫, 赵建新, 等. 用大豆蛋白膜改善预油炸春卷微波加热后的脆性[J]. 农业工程学报, 2007, 23(9): 265-268.

Fan Daming, Chen Wei, Zhao Jianxin, et al. Technology to increase the crispness of pre-fried spring-roll by microwave reheating using soy protein isolate film[J]. Transactions of the CSAE, 2007, 23(9): 265-268. (in Chinese with English abstract)

0 引言

微波加热与传统加热方式不同, 特别是对于预油炸食品, 运用微波复热通常难以保持新鲜油炸的脆性, 即所谓的微波“浸湿”现象^[1]。目前国内外解决这个问题的方法主要集中在三类: 一是从可食用涂层着手, 采用薄涂层材料作为微波食品防止水分浸湿的屏障^[2], 如美国开发出一种配料“Ediflex”, 这是一种改性淀粉和甘油基的薄膜成形材料, 可用挤出法成形^[3]; 二是在面糊体系中直接添加可以形成空间网状结构的高直链淀粉、亲水胶体等^[4], 如法国的“Myvacet”是由乙酰甘油一酸酯组成, 具有良好的组织性能^[5]; 三是从包装材料着手, 采用薄涂层材料作为微波食品的包装材料, 如在 PET 薄膜上蒸镀适当厚度的铝层、氧化锡涂布玻璃等技术, 此类材料在微波场中几秒钟内可达到 250℃左右的高温, 可作为第二加热源^[2]。本文以大豆蛋白膜为研究对象, 参考韩兆鹏^[6]、李军等^[7]有关成膜工艺的研究, 考察大豆蛋白膜的成型条件、水分阻隔机理以及涂膜春卷在微波场中的升温特性等, 希望通过大豆蛋白涂膜的应用, 解决预油炸春卷经微波复热后的脆性问题。

1 材料与方法

1.1 实验材料

大豆分离蛋白(黑龙江省三江市食品有限公司); 脱脂大豆粉(山东禹王植物蛋白有限公司); 谷氨酰胺转氨酶(TG)、三羟甲基氨基甲烷(TRIS)(上海国药集团化学试剂有限公司); 其它为分析纯试剂。

1.2 仪器设备

制皮机(台湾安口食品机械股份有限公司); 胶体磨(上海锋立食品机械厂); 和面机(上海锋立食品机械厂); 专用油炸锅(德国巴乔旅馆店业厨房设备有限公司); 离心沉淀机(上海医用分析仪器厂); MWS-8 微波工作站(加拿大 Fiso 公司); 喷雾干燥器(无锡东升喷雾造粒干燥机械厂)。

1.3 实验方法

1.3.1 实验室制备大豆蛋白膜的方法

大豆分离蛋白溶于 Tris-HCl 缓冲溶液(pH 8), 加热至 75℃, 使之完全溶解, 然后冷却至 50℃, 加入甘油、TG, 在 50℃保温 30 min, 冷却至室温, 在洁净的玻璃平板上涂布, 干燥后揭膜, 保存于干燥器中待测^[6,7]。

1.3.2 微波加热温度曲线的测定

选择 5 个大小相近的样品放入微波工作站中, 将温度探针预先放入不同部位, 选取不同加热功率和时间复热, 实时记录样品不同部位温度的变化, 重复 3 次, 取平均值。

1.3.3 电镜的观察

样品 4℃放置, 用 2.5% 的戊二醇进行固定, 用 0.1 mol/L 磷酸缓冲液漂洗数次, 再用 1% 的四氯化锇固定, 0.1 mol/L 磷酸盐缓冲液漂洗数次后, 分别用 30%、50%、70%、90%、100% 乙醇梯度脱水, 醋酸异戊酯过渡, 临界点干燥, 离子溅射, 扫描电镜观察。

1.3.4 春卷的制作工艺

取 1000 g 面粉加入 18 g 盐、1000 mL 水于和面机中搅拌, 到面浆用手拉起能自然下垂即可, 一般为 5~8 min。将打好的面浆倒入胶体磨, 重复 2 次, 室温下静置醒面 30 min。在春卷皮机 154℃制皮。取 10 g 馅, 包制春卷(在喷浆制皮的过程中采用连续喷涂覆膜工艺, 当面浆在滚筒上高温糊化 3 s 后, 用喷嘴将大豆蛋白膜液均匀喷涂在皮层上继续高温成型 5 s)。

在 170℃油中炸 5~6 min, 待春卷呈浅金黄色取出, 冷风冷却后, 春卷经传送带送入-30℃速冻室速冻 5~10 min; 春卷中

收稿日期: 2006-09-06 修订日期: 2007-07-30

基金项目: 科技部农转资金项目(05EFN213200101)

作者简介: 范大明(1983-), 男, 黑龙江齐齐哈尔人, 从事农产品加工与贮藏研究。无锡 江南大学食品学院, 214122。

Email: fandm@sytu.edu.cn

心温度达到- 18℃以下,- 20℃条件下冷冻保存。

1.3.5 产品的感官评定

采用评分检验法^[8],组织 7 名感官评定人员,采用打分的方法评定产品的脆性,脆性指标最高分为 9 分,最低分为 1 分,9 分表示外表酥脆,1 分表示表皮软无脆性。

2 结果与分析

2.1 蛋白质膜成型制备条件的研究

2.1.1 大豆分离蛋白的浓度对成膜性的影响

近年来研究表明,大豆分离蛋白分子结构中存在大量的氢键、疏水键、离子键等作用^[9],其结构的机械特性优于多糖和脂肪膜体系^[10],因此首先考察添加量对成膜性的影响。研究发现大豆分离蛋白含量为 10 g/L 的膜很难形成,只能形成细小片状碎块;含量为 70 g/L 的膜有大块未溶解团状物,致密性不好,内部有气孔,且厚度较大^[4]。浓度在 30~ 50 g/L 之间的薄膜柔软、表面光滑,厚度适中,能够揭取。因此,成膜液中大豆分离蛋白的浓度采用 30~ 50 g/L 较为合适。

表 1 大豆分离蛋白含量对膜性能的影响

Table 1 Effects of soy protein isolate concentration on film properties

浓度/g · L ⁻¹	厚度/mm	成膜性能
10	0.48	无色透明、不能揭取
20	0.51	淡黄色透明、不能揭取
30	0.56	淡黄色透明、能够揭取
40	0.60	黄色透明、能够揭取
50	0.66	黄色透明、能够揭取
60	0.71	黄色不透明、有气孔、能够揭取

2.1.2 增塑剂(甘油)对蛋白膜性能的影响

甘油有很强的微波感受能力,所以采用甘油作为增塑剂^[11]。由表 2 可知,当甘油浓度较低时,膜柔韧性差,较脆,不易揭膜;甘油浓度过高时,膜的吸水性越大,干燥时间过长,影响成膜性。随着甘油含量的增加,薄膜的机械性能发生改变,膜的柔软程度增加,干燥时间加长,并出现返潮现象,其主要原因是成膜液聚合物链分子间的连结和总凝聚力降低,使薄膜易于伸长和玻璃态温度降低。因此,成膜液中甘油用量在 15~ 20 g/L 较为合适。

表 2 甘油含量对成膜性能的影响

Table 2 Effects of glycerin content on film properties

浓度/g · L ⁻¹	成膜性能	返潮现象
10	柔软性差	无
13	柔软性差	无
15	柔软	无
18	柔软	无
20	柔软	无
23	柔软,干燥时间长	有
25	柔软,干燥时间长	有

2.1.3 交联剂(TG)对蛋白膜成膜性能的影响

以谷氨酰胺转胺酶作为交联剂来增强可食用膜的韧性,在相关文献中已有报道^[7,12],故本实验沿用成熟技术,确定本体系

中的最佳添加量。由表 3 可知,加入谷氨酰胺转胺酶(TG)后膜的性能得到明显改善,主要原因是 TG 是一种催化蛋白质分子间或分子内形成 ϵ -(γ -谷氨酰基)赖氨酸共价键的酶,催化酪蛋白、乳球蛋白、肌球蛋白、大豆蛋白等蛋白质的谷氨酰胺残基上的 γ -酰胺基和赖氨酸残基上 ϵ -氨基相连接,使其形成 ϵ -(γ -谷氨酰基)赖氨酸共价键,从而改变蛋白质的结构和功能性质,赋予食品蛋白质特有的质构和口感^[7,12]。由表 3 还可发现 TG 的浓度超过一定值后,并不能使膜的性能得到更大的改善且不易干燥,所以在成膜液中选择 TG 浓度在 1.0~ 2.0 g/L 较为合适。

表 3 TG 用量对成膜性能的影响

Table 3 Effects of transglutaminase content on film properties

TG 浓度/g · L ⁻¹	干燥难易	成膜性	膜的性能
0	易干燥	成膜性差	膜不易揭取
1.0	一般	可以成膜	膜的韧性差
1.5	一般	可以成膜	韧性稍好
2.0	一般	成膜性好	易揭取,韧性好
2.5	较难干燥	成膜性好	易揭取,韧性好

2.1.4 大豆蛋白膜的组成及其成膜条件的优化

在前述实验的基础上,选取大豆分离蛋白、甘油、TG 这 3 个因素,每个因素选 3 个水平进行正交实验,根据膜层的干燥难易、均匀度、粘着性及强度,对组合进行综合评价确定最优的用量配方。

从极差分析可以看出,三个因素的 R 值中,B 的极差最大,A 次之,C 最小。说明甘油是影响膜成型的最主要因素,大豆分离蛋白其次,TG 的影响相对最小。并由此确定最佳的成膜原料配比为 A₂B₁C₂,即:大豆分离蛋白 40 g/L、甘油 15 g/L、TG 1.5 g/L,已列在表 4 中的第 4 个,可以省略进一步的验证实验。

表 4 正交试验设计及结果

Table 4 Design and results of orthogonal experiment

实验号	因素			干燥 难易 (25)	均匀 度 (25)	粘着 性 (25)	强 度 (25)	总分 (100)
	A 大豆分离蛋白 /g · L ⁻¹	B 甘油 /g · L ⁻¹	C TG /g · L ⁻¹					
1	1(30)	1(15)	1(1.0)	20	15	21	17	73
2	1	2(18)	2(1.5)	18	23	18	21	80
3	1	3(20)	3(2.0)	13	17	13	12	55
4	2(40)	1	2	24	26	23	21	94
5	2	2	3	18	21	20	22	81
6	2	3	1	15	20	18	17	70
7	3(50)	1	3	20	17	22	14	73
8	3	2	1	17	20	15	16	68
9	3	3	2	18	16	17	20	71
K ₁	208	240	211					
K ₂	245	229	245					
K ₃	212	196	209					
k ₁	69.3	80	70.3					
k ₂	81.7	76.3	81.7					
k ₃	70.7	65.3	69.7					
R	12.4	14.7	12					
显著性顺序				B> A> C				

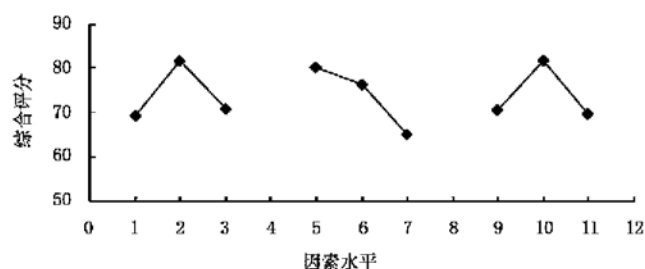


图1 极差分析直观图

Fig. 1 Object chart of the range analysis

表5 试验结果方差分析表

Table 5 Analysis of variance for experiment data

变异来源	SS	df	MS	F	F _α
A	274.889	2	137.444	23.79	F _{0.05} (2, 2) = 19.00
B	349.556	2	174.778	30.25	F _{0.01} (2, 2) = 99.00
C	272.889	2	136.444	23.62	
误差	11.556	2			
总变异	908.889	8			

由表5方差分析结果可以看出,大豆分离蛋白、甘油和TG各水平间的差异显著($P < 0.05$)。

2.2 涂膜后对微波预油炸春卷脆性的影响

在上述实验中,研究了原料对膜体系的影响,现采用连续喷涂覆膜工艺,在面浆高温成型3 s后,控制喷嘴流量将膜液均匀喷涂在春卷皮上,继续高温成型5 s,切割。用涂膜后的春卷皮包制成春卷,经过油炸、冷冻、微波复热后,对产品进行脆性的感官评定见表6。

由表6结果可看出适当涂膜后春卷的脆性得到较大的提高。其中3 mL的涂膜量对微波预油炸春卷的脆性改善最为明显,酥脆程度适口。但涂膜量过多的春卷,主要表现为春卷皮的

粘性增加,并有不同程度的变软,对消费者来说可接受性降低。这可能是大豆蛋白具有一定程度的吸湿性造成的。

表6 涂膜量对微波预油炸春卷脆性的影响

Table 6 Effect of film contents on pre-fried spring-roll crispness by microwave

涂膜量/mL	春卷复热后物理性状	脆性评定
0	皮略有变软,略有弹性	6.5
1.5	皮略有变软,无弹性	8.1
3.0	皮硬而脆,无弹性	9.0
4.5	皮发软,有弹性	7.7
6.0	皮发软,有粘性	6.7

2.3 涂膜春卷微波复热升温曲线

在600 W的功率下测定春卷皮层与馅心的温度变化如图2所示。

在未涂膜春卷的复热过程中,馅心和表皮都是具有一定温度差的,如图2a所示。主要有几方面原因:首先是由于馅心和皮的组成不同而产生的温差,经过油炸的皮层水分活度低,含有的极性分子少,对微波的感受能力较差,所以温度升高得慢,而馅心正好相反;其次是微波加热时,所受微波作用来自各个方向,食品中心部位接受的微波能多,且在较短时间内热量又无法传递到外部,因此,其中心温度会因热量积聚而迅速升高^[13];再次,食品表面在接受微波能生热后,其中的水分会迅速变为水蒸气蒸发而使表面热量部分散失,并且周围的环境温度一般要低于食品表面的温度,因此常会出现相对内部高温的“表面低温现象”,很难形成像传统油炸春卷那样酥脆的口感^[14]。由图2b可以看出,涂大豆蛋白膜后的春卷皮层与馅心的温度差变小,表皮升温明显加快。说明将大豆分离蛋白涂抹在皮层上,还有助于提高皮层的微波感受能力,缩小表面与内部的温度差异^[15],这对预油炸产品的低温快速复热有着很重要的意义。

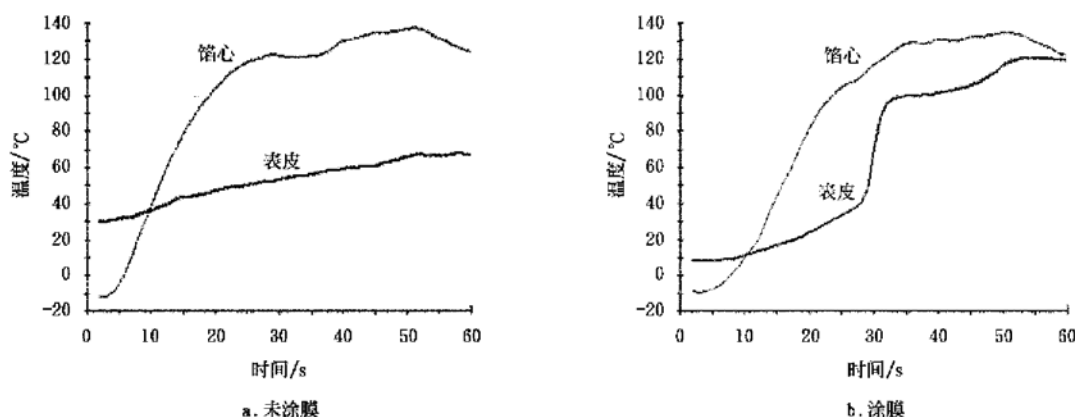


图2 预油炸春卷微波复热的升温曲线

Fig. 2 Temperature raising curves of pre-fried spring-roll by microwave reheating

2.4 电镜观察结果分析

取油炸冷冻后的未涂膜春卷与涂膜春卷的皮层,分别进行电镜观察,结果如图3所示。

由图3可以看出,未涂膜的空白样皮层结构杂乱,断裂严重,

淀粉颗粒不规则膨胀,造成加热后的面团结构孔隙较多,因此可以作为微波复热过程中的水分通道传递水分,造成表面浸湿的现象;而经过涂膜后的皮层形成结构比较致密,空隙较少,表面平整,具有良好的阻滞效果,也有利于脆性的保持。

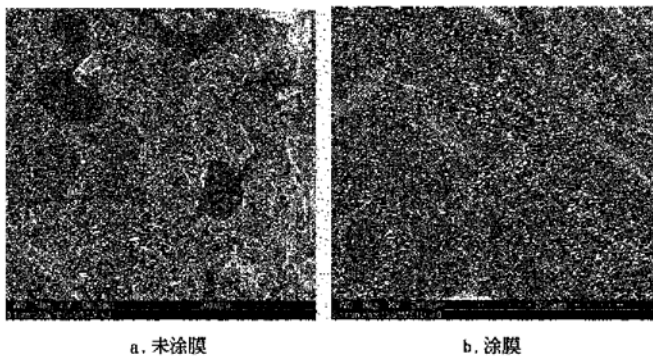


图3 春卷皮层电镜扫描观察

Fig. 3 Structure observation of spring-roll
by Scan Electron Microscopy (SEM)

3 结 语

本实验针对冷冻预油炸春卷微波复热后因脆性丧失而导致产品质量劣变的问题,通过大豆蛋白膜的应用阻止水分迁移以及提高春卷皮对微波的吸收性,缩小春卷表皮和馅心之间的温度梯度,可以较好地保持预油炸春卷经微波加热后的脆性特征。在实验室中用此优化配方即大豆分离蛋白 40 g/L、甘油 15 g/L、谷氨酰胺转氨酶 1.5 g/L 的可食涂层制作春卷,预油炸、冷却包装-25℃冷冻一个月后用微波直接复热,产品仍能保持良好的脆性。此方法和原理同样可以推广到其他预油炸食品,如鸡翅、鸡腿、鱼排等,对开发更多可微波食品具有一定的帮助。

[参 考 文 献]

- [1] Philips S H. Coating: the microwave challenge[J]. Food manufacture, 1991, (7): 22- 23.
- [2] Hadasa Zuckerman, Joseph Miltz. Prediction of dough browning in

the microwave oven from temperatures at the susceptor/product interface[J]. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 1997, 30 (6): 519- 524.

- [3] 徐文达,陈裕东. 食品软包装材料与技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.
- [4] Mallikarjunan P, Chinnan M S. Edible coatings for keep-fat frying of starchy products[J]. Lebensmittel Wissenschaft und-Technologie, 1997, 30(7): 709- 714.
- [5] 原圭志,筱原正美. 适用于微波炉的冷冻油炸食品的制造方法[P]. 日本: JP316205/2002, 2004.
- [6] 韩兆鹏. 可食性大豆分离蛋白膜制备和基础特性分析[J]. 食品科学, 2004, 25(增刊): 19- 20.
- [7] 李 军,胡小松. 转谷氨酰胺酶对可食性大豆蛋白保鲜膜特性的影响[J]. 中国食品学报, 2002, 2(4): 36- 41.
- [8] 朱 红,黄以贞. 食品感官分析入门[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1993.
- [9] 石彦国,任 莉. 大豆制品工艺学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1993.
- [10] Cuq B, Aymard C, Cuq J L, et al. Edible packaging films based on fish myofibrillar proteins: formulation and functional properties [J]. J Food Sci, 1995, 60(6): 1369.
- [11] 杨福馨,吴龙奇. 食品包装食用新材料技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.
- [12] Zhu Y, Rinzema A, Tramper J. Microbial transglutaminase-a review of its production and application to food processing[J]. Appl Microbial Biotech, 1995, 44: 277- 282.
- [13] 高福成,陈 卫. 微波食品[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1999.
- [14] 刘钟栋. 微波技术在食品工业中的应用[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1998.
- [15] 胡卓炎, Liang H H. 微波加热对春卷物理特性的影响[J]. 食品与发酵工业, 2000, 26(6): 15- 18.

Technology to increase the crispness of pre-fried spring-roll by microwave reheating using soy protein isolate film

Fan Daming¹, Chen Wei^{1,2}, Zhao Jianxin¹, Tian Fengwei¹, Yan Qing¹, Zhang Hao^{1,2}

(1. School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China;

2. Key Laboratory of Food Science and Safety (JU), Ministry of Education, Wuxi 214122, China)

Abstract: The mechanism and molding condition of soy protein isolate film were investigated in order to improve the crispness of pre-fried spring-roll after freezing and reheated with microwave, which was strongly affected by the moisture immigration outward. The parameters of soy protein film-forming were studied with single-factor and orthogonal experiments, and the optimized results were soy protein isolate 40 g/L, glycerol 15 g/L and transglutaminase(TG) 1.5 g/L. Observed by Scan Electron Microscopy(SEM), the spring-roll coated with the protein film was revealed to be more smooth, tighter and less interspace compared with its counterpart without film, as well as be more able to resistant against moisture immigration. Furthermore, the temperature profile of film-coated spring-roll in microwave reheating was studied. It show that the film-applying of soy protein isolate can distinctly increase the capacity of microwave-absorbing and shorten the temperature difference between the outer and fillet, which can also save heating time by microwave and lead to good crispness of reheated spring-roll.

Key words: springroll; microwave; reheating; crispness; soy protein isolate film