

亲水胶体对油炸外裹糊鱼块油脂含量及品质的影响

解 丹¹, 陈季旺^{1,2,*}, 曾 恒¹, 夏文水^{1,3}, 王 琦^{1,2}, 熊幼翎^{1,3}

(1. 武汉轻工大学食品科学与工程学院, 湖北 武汉 430023; 2. 农产品加工湖北省协同创新中心, 湖北 武汉 430023;

3. 江南大学食品学院, 江苏 无锡 214122)

摘 要: 通过分析外裹糊中添加瓜尔豆胶、卡拉胶、海藻酸钠、黄原胶和羧甲基纤维素钠(carboxymethylcellulose sodium, CMC-Na)的油炸外裹糊鱼块油脂含量、水分含量、裹糊率以及色度、质构和微观结构, 探讨亲水胶体对油炸外裹糊鱼块品质的影响。结果显示, 与未添加亲水胶体组(外壳油脂含量22.67 g/100 g, 鱼块油脂含量1.58 g/100 g)相比, 添加0.3% (质量分数, 下同) 瓜尔豆胶、卡拉胶、海藻酸钠或0.4%黄原胶、CMC-Na时, 油炸外裹糊鱼块的外壳和鱼块的油脂含量较低, 外壳和鱼块的水分含量及裹糊率较高。其中添加0.4%黄原胶组的减油效果最好(外壳和鱼块的油脂含量分别为17.96、1.01 g/100 g), 且油炸外裹糊鱼块外壳金黄色、酥性值较高、硬度较低, 鱼块的弹性、咀嚼性好; 苏丹红染色幅度较轻, 外壳微观结构紧密, 鱼块无较大气孔形成。

关键词: 亲水胶体; 外裹糊鱼块; 深度油炸; 油脂含量

Effect of Hydrophilic Colloid on the Fat Content and Quality of Fried Battered and Breaded Fish Nuggets

XIE Dan¹, CHEN Jiwang^{1,2,*}, ZENG Heng¹, XIA Wenshui^{1,3}, WANG Qi^{1,2}, XIONG Youling L.^{1,3}

(1. College of Food Science and Engineering, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China;

2. Hubei Collaborative Innovation Center for Processing of Agricultural Products, Wuhan 430023, China;

3. School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: Fat and moisture contents, pick-up rate, color, texture, and microstructure of fried battered and breaded fish nuggets (BBFN) made with batters added with guar gum, carrageenan, sodium alginate, xanthan gum, or carboxymethylcellulose sodium (CMC-Na) were determined to investigate the effect of hydrophilic colloid on the fat content and quality of fried BBFN. The results showed that BBFNs with the addition of 0.3% guar gum, carrageenan, and sodium alginate and 0.4% xanthan gum and CMC-Na in the batter had lower fat content and higher moisture content in the crust and core, and pick-up rate when compared to fried BBFN with no added hydrophilic colloids (22.67 and 1.58 g/100 g fat contents in the crust and core, respectively), and the lowest fat contents of crust and core were observed for fried BBFN (17.96 and 1.01 g/100 g) with the addition of 0.4% xanthan gum and the lowest oil penetration into fried BBFN was also observed among all treatments. Moreover, the quality of fried BBFN with golden crust and better texture in terms of crispness, springiness and chewiness was improved and the structure of the crust was compact and the pores in the core were significantly less after adding 0.4% xanthan gum.

Key words: hydrophilic colloid; battered and breaded fish nuggets; deep-fat frying; fat content

DOI:10.7506/spkx1002-6630-201623008

中图分类号: TS254.4

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630 (2016) 23-0045-06

引文格式:

解丹, 陈季旺, 曾恒, 等. 亲水胶体对油炸外裹糊鱼块油脂含量及品质的影响[J]. 食品科学, 2016, 37(23): 45-50.

DOI:10.7506/spkx1002-6630-201623008. <http://www.spkx.net.cn>

XIE Dan, CHEN Jiwang, ZENG Heng, et al. Effect of hydrophilic colloid on the fat content and quality of fried battered and breaded fish nuggets[J]. Food Science, 2016, 37(23): 45-50. (in Chinese with English abstract) DOI:10.7506/spkx1002-6630-201623008. <http://www.spkx.net.cn>

收稿日期: 2016-01-22

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(31471612); 国家现代农业(大宗淡水鱼)产业技术体系建设专项(CARS-46)

作者简介: 解丹(1992—), 女, 硕士研究生, 研究方向为食品加工与安全。E-mail: 15926310670@163.com

*通信作者: 陈季旺(1970—), 男, 教授, 博士, 研究方向为水产品加工及贮藏工程。E-mail: jiwangchen1970@126.com

外裹糊食品由基质物料和外裹层组成,常见的基质物料有水果、蔬菜、畜禽肉及水产品等。外裹层是黏附在食品外部的一层或者多层可食成分,由裹糊层和面包糠层组成,外裹层结构对油炸产品的吸油量、水分损失以及产品的脆性、色泽、风味和货架期等产生重要的影响^[1-4]。裹糊成分很多,包括小麦粉、淀粉、蛋白质、亲水胶体、纤维素等多种成分^[5]。通过各种成分合理的配比可以提高裹糊的稳定性、黏度及产品脆性,降低产品的油脂含量等^[6-7]。

随着人们生活节奏的加快,油炸外裹糊食品已逐渐被消费者接受。目前市场上的外裹糊配方种类单一,多为面粉和淀粉加水调和而成,油炸外裹糊食品的油脂质量分数较高(30%以上),长期摄取会引起肥胖及心血管疾病,例如冠心病、高血脂症等^[8]。随着食品健康意识的不断增强,消费者逐渐倾向于食用低脂的产品,因此减少饮食中油的摄入量势在必行,低脂油炸外裹糊食品具有广阔的市场前景。

目前,降低油炸食品油脂含量的方法主要有:工艺脱油,包括真空离心脱油和过热蒸汽脱油技术;改进工艺条件,例如减少油炸时间;添加可食性膜^[9]。近年来,亲水胶体对降低油炸食品油脂含量的作用逐渐引起关注。亲水胶体是指能溶于水,并且在一定条件下充分水化,形成黏稠、滑腻或胶冻状液体的大分子物质,又称食品胶、水溶胶^[10]。亲水胶体常被作为可食性膜添加到油炸食品中,可以在食品的表面形成保护膜,阻止氧气、水分以及油脂的进出,降低油炸食品的吸油量^[5]。Sothornvit等^[11]研究裹涂瓜尔豆胶、黄原胶以及炸后离心速率对真空油炸香蕉片吸油量的影响,发现裹涂瓜尔豆胶、黄原胶均能降低真空油炸香蕉片的吸油量,且不影响感官品质。尹茂文等^[12]探讨了羧甲基纤维素钠(carboxymethylcellulose sodium, CMC-Na)和海藻酸钠对猪肉丸油炸后水分含量、脂肪含量、色泽和质构的影响,得出1.0%(质量分数,下同)海藻酸钠阻油效果最好,抑油率达到9.2%。Singthong等^[13]研究了藻朊酸盐、CMC-Na和果胶对油炸香蕉片吸油量以及感官评价的影响,结果表明,3种胶体均能降低油炸香蕉片的吸油量,果胶和CMC-Na降低吸油量的效果更好。尽管国内外学者对裹涂可食性膜影响油炸食品油脂含量方面开展了较多的研究工作,但在外裹糊中添加亲水胶体降低油炸外裹糊鱼块油脂含量,并采用苏丹红染色模拟油脂吸收的系统研究鲜见文献报道。

本实验通过添加5种亲水胶体(瓜尔豆胶、卡拉胶、海藻酸钠、黄原胶、CMC-Na)到油炸外裹糊鱼块的外裹糊中,以油脂含量、水分含量、裹糊率、色度、质构为指标,探讨亲水胶体对油炸外裹糊鱼块油脂含量及品质的影响,筛选能够使油炸外裹糊鱼块油脂含量低、

感官品质良好的亲水胶体种类及添加量,以期为低脂、美味油炸外裹糊鱼制品规模化生产提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

冷冻鲢鱼糜 洪湖市井力水产食品有限公司;中筋小麦粉 武汉太阳行食品有限责任公司;玉米淀粉 山东金城股份有限公司;瓜尔豆胶(HV型,食品级) 山东郓州科技股份有限公司。

卡拉胶(K型,食品级) 青岛聚大洋藻业集团;海藻酸钠(食品级) 青岛明月海藻集团有限公司;黄原胶(BP9270型,食品级) 山东淄博中轩生化公司;CMC-Na(FH6型,食品级) 上海申光食用化学品有限公司;面包糠 无锡金皇花食品有限公司;食盐 湖北盐业集团有限公司;双效泡打粉 安琪酵母股份有限公司;一级大豆油 中粮集团有限公司;苏丹红B 上海亨代劳生物有限公司;无水乙醚(分析纯) 天津市科密欧化学试剂有限公司;无水乙醇(分析纯)、乙酸异戊酯(分析纯) 国药集团化学试剂有限公司。

1.2 仪器与设备

HR7633型食品加工机 珠海经济特区飞利浦家庭电器有限公司;YZ-3032-BC油炸锅 广东友田电器有限公司;CR-10色差计 柯尼卡美能达(中国)投资有限公司;TA.XT2i质构仪(配有P/100和P/5探头) 英国SMS公司;XSP-BM-4C光学显微镜 上海彼爱姆光学仪器制造有限公司;S-3000N型扫描电子显微镜 日本日立公司;WT-1插入式温度计 上海丹美电子科技有限公司。

1.3 方法

1.3.1 鲢鱼块制备工艺

鱼糜→解冻→空斩→盐斩→灌肠→冷冻成型

参考Weng Wuyin等^[14]制备鱼糜制品的方法,将大块鱼糜切成小块称质量,再放入微波炉中按质量解冻。先用斩拌机以1 200 r/min空斩5 min,再添加1%食盐,继续以2 000 r/min斩拌7 min。取出鱼糜,放入灌肠机灌肠封口,放入冰箱冷冻成型,取用时空气解冻后将其切成长度为1.5 cm的小块,肠的直径为2.5 cm。

1.3.2 油炸外裹糊鱼块制作工艺

冷冻鱼糜肠→解冻→切块

↓

调粉混和→搅拌→裹糊→油炸→冷却→成品

外裹糊基本配方(g)^[15]:中筋小麦粉30、玉米淀粉20、泡打粉0.5、食盐1,不同添加量亲水胶体,粉水比12:11(m/V),面包糠适量(添加量以中筋小麦粉与淀粉总量为基准,亲水胶体添加范围均符合GB 2760—2014《食品添加剂使用标准》)。

按配方质量称取外裹糊各组分,置于匀浆机中以2 000 r/min搅拌10 min,制备成均匀的面糊,以备裹糊。鱼块首先称质量,记下质量后将鱼块放入面糊中均匀地裹上面糊,计时10 s,用筷子夹起稍淋15 s,待裹浆不滴落时,再放入面糊中裹糊1次。裹糊后迅速均匀裹上面包糠,并称质量。在油炸锅中倒入大豆油,油温升至170℃初炸40 s后拿出放在漏网中,使油温升至190℃复炸30 s,油炸完成后用笊篱将鱼块捞出,沥油。炸制鱼块时每次投入量为6块,以保证油温不会变化太大,鱼块均能熟透上浮至表面。油炸过程中不断用筷子翻动鱼块,使其受热均匀,炸好后取出放入干燥器中室温冷却30 min。

1.3.3 油脂含量测定

参考GB/T 5009.6—2003《食品中脂肪的测定》,采用索氏抽提法测定油脂含量,将油炸外裹糊鱼块外壳和鱼块用剪刀剪碎,均匀取样约3.00 g,分别测定油脂含量,每个样品测3次,结果取平均值。

1.3.4 水分含量测定

参考GB/T 5009.3—2010《食品中水分的测定》,将油炸外裹糊鱼块外壳和鱼块用剪刀剪碎,均匀取样约2.20 g,分别测定水分含量,每个样品测3次,结果取平均值。

1.3.5 裹糊率测定

参考张令文等^[16]的方法,在外裹糊中分别添加瓜尔豆胶、卡拉胶、海藻酸钠、黄原胶、CMC-Na,每种亲水胶体分别添加0%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%,按照1.3.2节方法步骤操作,炸制外裹糊鱼块,考察亲水胶体种类及添加量对油炸外裹糊鱼块裹糊率的影响,按下式计算裹糊率。

$$\text{裹糊率}/\% = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100$$

式中: m_1 为油炸前外裹糊鱼块总质量/g; m_2 为裹糊前鱼块的质量/g。

1.3.6 表面色度测定

将色差仪预热30 min,测试前先校准。取油炸外裹糊鱼块,采用色差仪分别测定 L^* 、 a^* 、 b^* 值。其中 L^* 表示亮度,取值0~100,值越大,亮度越大; a^* 、 b^* 表示不同色调方向, a^* 为正值呈现红色调, a^* 为负值呈现绿色调, b^* 为正值显示黄色调, b^* 为负值显示蓝色调。测定时将整个油炸外裹糊鱼块放在镜头口进行壳层色度测量,每个样品测3次平行,取平均值。

1.3.7 质构测定

采用质构仪,参照李春红等^[17]的方法并稍作修改。

外壳:将整个油炸外裹糊鱼块放在测试台上,选用P/5探头,参数设置为测前速率1 mm/s;测试速率0.5 mm/s;测后速率1 mm/s;压缩距离10 mm;数据采集速率200 pps;触发类型自动;触发力5 g,记录测试硬度和酥性。

鱼块:将油炸外裹糊鱼块的外壳剥去,内部鱼块切成边长15 mm的正方体,放在测试台上,选用P/100探

头,参数设置为:测前、测试、测后速率均为1 mm/s;压缩距离3 mm;数据采集速率400 pps;触发类型自动;触发力5 g,记录测试弹性和咀嚼性。

1.3.8 苏丹红染色实验

苏丹红B试剂是一种脂溶性染料,不溶于水,可以随炸用油一起发生渗透作用。在油炸锅中加入1.5 L大豆油,然后加入0.75 g苏丹红B试剂,将油加热至60℃,维持4 h,使染料和油充分混合均匀^[18]。将外裹糊鱼块放入苏丹红染色油中油炸,冷却后将鱼块样品剖开,切成薄片,用光学显微镜观察染色结果。

1.3.9 微观结构观察

取油炸外裹糊鱼块样品,从外壳和内部鱼块交界面切出2 mm×2 mm×1 mm大小的薄片,采用CO₂临界点干燥法处理样品,即先用2.5%的戊二醛及pH 7.0的磷酸盐缓冲液(phosphate buffered saline, PBS)固定样品,然后用PBS洗涤,再用梯度乙醇溶液进行脱水处理,最后用无水乙醇和醋酸异戊酯进行置换即可。通过扫描电子显微镜观察,将电子显微镜载物台放入镀金器中进行高温喷碳镀金,设定加速电压为15 kV,扫描样品表面结构,选择200倍放大倍数扫描拍照。

1.4 数据统计分析

每个实验至少重复3次,结果用 $\bar{x} \pm s$ 表示。所有数据应用Excel软件和SPSS软件进行分析和处理,方差分析采用(analysis of variance, ANOVA)过程,显著性分析采用Duncan's检验, $P > 0.05$ 判定为变化不显著, $P < 0.05$ 判定为变化显著。

2 结果与分析

2.1 亲水胶体种类及添加量对油炸外裹糊鱼块裹糊率的影响

表1 亲水胶体种类及添加量对外裹糊鱼块裹糊率的影响
Table 1 Effect of hydrophilic colloid type and amount in the batter on the pick-up value of BBFN

亲水胶体 添加量/%	裹糊率/%				
	瓜尔豆胶	卡拉胶	海藻酸钠	黄原胶	CMC-Na
0.0	28.34±0.43 ^c	28.34±0.43 ^c	28.34±0.43 ^c	28.34±0.43 ^c	28.34±0.43 ^c
0.1	31.33±0.86 ^c	30.94±0.19 ^c	34.41±0.24 ^c	34.80±0.77 ^c	32.39±1.39 ^c
0.2	33.06±0.95 ^b	32.29±1.36 ^b	34.87±0.27 ^c	35.79±0.36 ^c	35.75±0.62 ^b
0.3	37.94±0.58 ^a	32.47±1.69 ^b	36.43±0.46 ^b	40.42±3.22 ^b	38.00±2.36 ^a
0.4	37.93±1.45 ^a	34.86±1.85 ^a	38.71±0.18 ^a	41.81±2.42 ^a	39.24±1.36 ^a
0.5	36.34±0.47 ^a	33.13±1.53 ^a	37.70±0.63 ^a	39.51±2.51 ^b	37.85±1.54 ^b

注: 同列肩标小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$)。表4、5同。

裹糊率是油炸外裹糊食品生产中的一个重要指标,影响产品质量和产率,与外裹糊的黏度有直接关系^[19]。由表1可知,与对照组(未添加亲水胶体组)相比,5种亲水胶体组均能增加外裹糊鱼块的裹糊率,且随着添加量的增加裹糊率呈先增加后减小的趋势。其中,添加0.4%黄原胶时外裹糊鱼块的裹糊率较高,为

(41.81 ± 2.42) %。这是因为黄原胶含有大量的羧基(COO^-)等亲水基团,不仅可以吸附大量的自由水,而且与直链淀粉、支链淀粉在水相中相互作用,形成胶体-淀粉复合物,改变了淀粉黏度^[20]。随着黄原胶添加量的增加,其分子间作用及交联程度增强导致黏度增加,从而使裹糊率增加^[21]。黄原胶添加量为0.5%时,由于黄原胶吸附过多的自由水,外裹糊黏度较高,鱼块上的裹糊层薄,且裹糊不均匀,导致裹糊率减小。

2.2 亲水胶体种类及添加量对油炸外裹糊鱼块油脂和水分含量的影响

在外裹糊中分别添加5种亲水胶体(同2.1节),按照1.3.2节方法操作,炸制外裹糊鱼块,考察亲水胶体种类及添加量对油炸外裹糊鱼块油脂和水分含量的影响,结果见表2、3。

表2 亲水胶体种类及添加量对油炸外裹糊鱼块水分含量的影响
Table 2 Effect of hydrophilic colloid type and amount in the batter on the moisture content of fried BBFN

亲水胶体添加量/%	部位	水分含量/(g/100 g)				
		瓜尔豆胶	卡拉胶	海藻酸钠	黄原胶	CMC-Na
0.0	鱼块	68.87 ± 0.02^c	68.87 ± 0.02^c	68.87 ± 0.02^c	68.87 ± 0.02^c	68.87 ± 0.02^c
	外壳	27.90 ± 1.26^D	27.90 ± 1.26^D	27.90 ± 1.26^D	27.90 ± 1.26^D	27.90 ± 1.26^D
0.1	鱼块	69.71 ± 0.16^b	69.63 ± 0.89^b	69.12 ± 0.79^{bc}	70.71 ± 0.31^b	69.36 ± 0.82^b
	外壳	28.31 ± 0.17^c	28.65 ± 0.70^c	27.56 ± 0.61^D	28.36 ± 0.66^c	28.12 ± 0.23^B
0.2	鱼块	70.13 ± 0.34^{ab}	69.51 ± 0.08^b	68.39 ± 1.65^c	70.85 ± 0.11^b	69.96 ± 0.59^B
	外壳	30.42 ± 0.67^B	29.91 ± 0.13^B	29.74 ± 2.51^C	28.30 ± 0.53^C	28.86 ± 1.31^B
0.3	鱼块	69.77 ± 0.84^a	71.19 ± 1.15^a	68.85 ± 1.62^c	72.56 ± 0.60^a	70.18 ± 0.38^a
	外壳	31.91 ± 0.12^A	30.45 ± 0.16^B	31.80 ± 1.00^A	30.50 ± 1.67^B	30.06 ± 2.37^A
0.4	鱼块	70.95 ± 0.11^a	70.03 ± 0.69^b	69.89 ± 1.12^b	72.30 ± 0.13^a	69.92 ± 1.11^a
	外壳	30.63 ± 0.08^B	31.51 ± 0.04^A	30.54 ± 0.07^{BC}	32.12 ± 1.99^A	30.28 ± 0.21^A
0.5	鱼块	71.62 ± 0.75^a	71.14 ± 1.40^a	71.45 ± 0.20^a	72.18 ± 0.05^a	70.54 ± 1.18^a
	外壳	30.38 ± 0.29^B	30.25 ± 0.26^B	30.11 ± 0.12^{BC}	30.94 ± 1.00^B	29.67 ± 1.37^A

注:同列肩标小写字母不同表示鱼块间差异显著($P < 0.05$),大写字母不同表示外壳间差异显著($P < 0.05$)。表3同。

表3 亲水胶体种类及添加量对油炸外裹糊鱼块油脂含量的影响
Table 3 Effect of hydrophilic colloid type and amount in the batter on the fat content of fried BBFN

亲水胶体添加量/%	部位	油脂含量/(g/100 g)				
		瓜尔豆胶	卡拉胶	海藻酸钠	黄原胶	CMC-Na
0.0	鱼块	1.58 ± 0.18^d	1.58 ± 0.18^d	1.58 ± 0.18^d	1.58 ± 0.18^d	1.58 ± 0.18^d
	外壳	22.67 ± 1.05^A	22.67 ± 1.05^A	22.67 ± 1.05^A	22.67 ± 1.05^A	22.67 ± 1.05^A
0.1	鱼块	1.41 ± 0.07^b	1.57 ± 0.16^d	1.29 ± 0.23^{cd}	1.50 ± 0.24^d	1.48 ± 0.07^b
	外壳	22.01 ± 1.74^A	20.70 ± 0.13^B	21.65 ± 0.47^B	21.47 ± 1.01^B	22.13 ± 1.22^A
0.2	鱼块	1.30 ± 0.06^{cd}	1.45 ± 0.08^b	1.39 ± 0.41^b	1.35 ± 0.15^b	1.30 ± 0.09^b
	外壳	21.40 ± 1.92^B	20.50 ± 0.63^B	21.02 ± 0.08^B	21.11 ± 0.91^B	22.04 ± 1.94^A
0.3	鱼块	1.19 ± 0.10^c	1.35 ± 0.04^c	1.15 ± 0.13^d	1.14 ± 0.16^c	1.26 ± 0.16^b
	外壳	19.61 ± 0.75^D	19.04 ± 1.03^D	19.53 ± 0.04^D	18.10 ± 0.92^D	20.00 ± 0.28^B
0.4	鱼块	1.36 ± 0.22^c	1.50 ± 0.19^b	1.09 ± 0.08^{de}	1.01 ± 0.05^d	1.20 ± 0.28^{bc}
	外壳	20.94 ± 1.04^C	19.76 ± 1.21^C	20.60 ± 1.13^C	17.96 ± 1.36^E	18.97 ± 0.82^C
0.5	鱼块	1.23 ± 0.16^{de}	1.34 ± 0.75^c	1.02 ± 0.14^e	1.10 ± 0.04^c	1.16 ± 0.09^c
	外壳	21.06 ± 0.71^B	19.88 ± 1.00^C	19.90 ± 0.01^D	19.48 ± 0.73^C	20.53 ± 1.35^B

由表2可知,与对照组(亲水胶体添加量为0%,下同)相比,5种亲水胶体组均能提高油炸外裹糊鱼块外壳和鱼块的水分含量。同一种亲水胶体,随着添加量的增加水分含量呈先升高后降低的趋势。在添加0.4%的黄原胶时油炸外裹糊鱼块的外壳和鱼块水分含量较高。由表3可知,与对照组相比,添加0.3%瓜尔豆胶、卡拉胶和海藻酸钠及0.4%黄原胶和CMC-Na时油炸外裹糊鱼块的外壳和鱼块油脂含量较低。5种亲水胶体中添加0.4%黄原胶有较好的减油效果,外壳油脂含量从(22.67 ± 1.05) g/100 g降低到(17.96 ± 1.36) g/100 g,鱼块油脂含量从(1.58 ± 0.18) g/100 g降低到(1.01 ± 0.05) g/100 g。

比较表2、3发现,油炸外裹糊鱼块外壳水分含量较高的实验组,外壳油脂含量相应较低。这是因为黄原胶含有的羧基等亲水基团吸附大量的自由水分子,增强外裹糊的持水性,同时,这些亲水基团与外裹糊中蛋白质相互作用形成复合物,改善外裹糊的面筋网络结构,阻碍了油炸过程中外裹糊鱼块中水分蒸发和油脂渗入^[22]。因此,黄原胶组外壳和鱼块的水分含量较高,油脂含量较低。

根据上述亲水胶体对油炸外裹糊鱼块中油脂含量、水分含量及裹糊率的影响,确定外裹糊中添加黄原胶减少油炸外裹糊鱼块的油脂含量。

2.3 黄原胶添加量对油炸外裹糊鱼块品质的影响
2.3.1 黄原胶添加量对油炸外裹糊鱼块色度的影响

表4 黄原胶添加量对油炸外裹糊鱼块色度的影响
Table 4 Effect of xanthan gum amount in the batter on the color of fried BBFN

黄原胶添加量/%	L^*	a^*	b^*
0.0	58.40 ± 0.78^c	2.90 ± 1.08^a	23.60 ± 2.50^a
0.1	62.10 ± 1.48^b	1.10 ± 0.09^b	21.40 ± 1.04^c
0.2	59.60 ± 3.02^b	1.20 ± 0.19^b	19.90 ± 1.34^d
0.3	61.30 ± 3.13^b	1.20 ± 0.07^b	22.20 ± 0.68^{bc}
0.4	63.30 ± 1.39^a	1.50 ± 0.59^b	22.80 ± 1.51^b
0.5	62.70 ± 1.77^a	0.90 ± 0.71^b	21.80 ± 1.41^{bc}

食品的外观和色泽会直接影响消费者的购买欲望,金黄色是消费者喜欢的油炸外裹糊食品色泽。高温条件下发生美拉德反应和焦糖化反应形成油炸食品的金黄色^[2],油炸外裹糊食品的亮度和黄度值较高,表明它的色泽较好。由表4可知,对照组油炸外裹糊鱼块的 L^* 较低, a^* 、 b^* 均高于黄原胶组,说明未添加黄原胶的油炸外裹糊鱼块色泽亮度低,且偏焦黄色,红度值较高。随着黄原胶添加量的增加,油炸外裹糊鱼块的 L^* 、 a^* 、 b^* 总体呈先上升后下降的趋势,添加0.2%黄原胶时油炸外裹糊鱼块 L^* 稍有降低,且其标准差值相对较大,可能是实验偶然误差所致。黄原胶添加量为0.4%时,油炸外裹糊鱼块具有较好的亮度和金黄色,此时油炸外裹糊鱼块水分含量

高, 美拉德反应的基质浓度低, 因而美拉德反应褐变程度相对较轻^[23], 因此油炸外裹糊鱼块具有良好的色泽。

2.3.2 黄原胶添加量对油炸外裹糊鱼块质构的影响

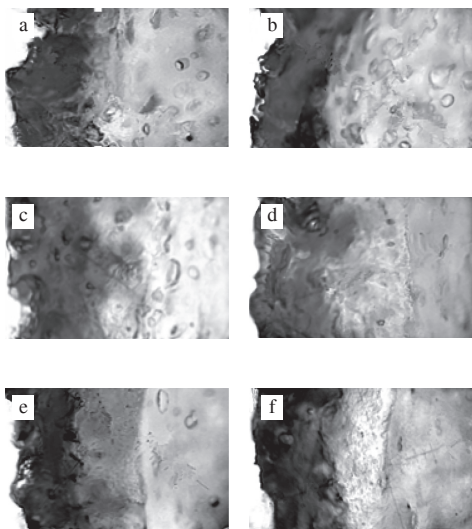
表5 黄原胶添加量对油炸外裹糊鱼块质构的影响

Table 5 Effect of xanthan gum amount in the batter on the texture of fried BBFN

黄原胶添加量/%	外壳		鱼块	
	酥性/g	硬度/g	弹性	咀嚼性/g
0.0	1101.3±20.3 ^d	568.80±25.36 ^a	0.963±0.010 ^b	194.30±15.37 ^d
0.1	1259.0±32.3 ^c	520.20±17.03 ^b	0.974±0.000 ^{ab}	209.10±10.33 ^c
0.2	1330.8±51.5 ^b	423.50±34.93 ^c	0.978±0.000 ^{ab}	216.90±11.62 ^{bc}
0.3	1428.5±67.0 ^a	416.40±21.38 ^c	0.979±0.010 ^{ab}	223.00±9.57 ^b
0.4	1457.5±45.8 ^a	408.30±18.27 ^c	0.985±0.020 ^a	232.20±5.43 ^a
0.5	1442.9±89.9 ^a	417.90±26.70 ^c	0.973±0.030 ^{ab}	211.00±9.60 ^{cd}

油炸外裹糊鱼块要求具有适中的硬度、较好的酥性、内部包裹鱼块柔软而富有弹性并有较好的咀嚼性^[12]。由表5可知, 对照组油炸外裹糊鱼块外壳的硬度值高于黄原胶组, 酥性低于黄原胶组, 黄原胶添加量为0.4%时油炸外裹糊鱼块外壳具有较好的酥性和较低的硬度, 且鱼块的弹性值和咀嚼性较好。说明黄原胶良好的持水性及外裹糊中面筋网络结构的改善阻碍了油炸过程中外裹糊鱼块水分的蒸发和油脂的吸收, 保持了外壳的酥性和鱼块的柔嫩多汁^[20]。

2.3.3 黄原胶添加量对油炸外裹糊鱼块油脂吸收的影响



a~f. 黄原胶添加量分别为0%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%。图2同。

图1 不同黄原胶添加量的油炸外裹糊鱼块截面苏丹红染色图 (×4)

Fig. 1 Sudan red-dyed images of fried BBFN with the addition of xanthan gum in the batter (×4)

由图1可知, 在光学显微镜下观察油炸外裹糊鱼块苏丹红染色, 对照组红色部分分布在外侧, 范围较大, 且有少量染色油通过水分蒸发形成的气孔进入鱼块。黄原胶组红色部分明显比对照组减少, 说明油的吸收主要是在外壳以及外壳和鱼块的交界处。从图1中还可以看

出, 黄原胶添加量为0.1%~0.4%时, 苏丹红染色幅度逐渐变小, 鱼块的气孔明显减少; 黄原胶添加量为0.5%时, 苏丹红染色幅度稍有增加, 说明油脂吸收量增加。其中黄原胶添加量为0.4%时, 油炸外裹糊鱼块裹糊层较厚, 外壳染色幅度最轻, 油脂进入裹糊层的部分最窄。说明随着黄原胶添加量的增加, 黄原胶与淀粉及面筋相互作用增强, 面筋网络结构更紧密, 持水能力增强, 较好地阻止油脂的渗入, 因而油脂吸收最少^[22,24]。当添加量为0.5%时, 外裹糊黏度较高, 裹糊率减小, 油炸过程中水分更容易蒸发, 因此油脂吸收量增加。这与表2中黄原胶添加量对油炸外裹糊鱼块油脂含量分析结果相一致。

2.3.4 黄原胶添加量对油炸外裹糊鱼块微观结构的影响

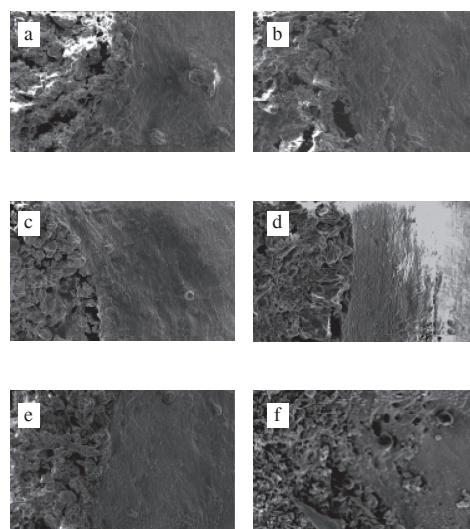


图2 不同黄原胶添加量的油炸外裹糊鱼块微观结构 (×200)

Fig. 2 Scanning electron microscopic structure of fried BBFN with the addition of xanthan gum in the batter (×200)

由图2可知, 对照组油炸外裹糊鱼块外壳结构松散且形成较多气孔, 鱼块表面粗糙, 这是由于油炸过程中水分大量蒸发而形成的^[25]。黄原胶组外壳气孔相对较少, 外壳与鱼块连接处较为紧密, 鱼块表面光滑。这主要是因为黄原胶上的羧基等亲水基团能与淀粉链上羟基及周围水分形成大量氢键, 具有较好的持水能力^[24], 且黄原胶可与淀粉、面筋形成复合物, 使外壳结构紧密。从图2还可以看出, 黄原胶添加量为0.1%~0.4%时, 油炸外裹糊鱼块外壳的气孔明显减少, 鱼块平实而光滑; 黄原胶添加量为0.5%时, 外壳变得粗糙, 且在外壳与鱼块连接处出现少量气孔, 鱼块表面粗糙, 说明此时的油炸外裹糊鱼块水分蒸发量大, 外壳结构较粗糙。其中在外裹糊中添加0.4%黄原胶时, 油炸外裹糊鱼块的外壳结构较为紧密、无气孔形成, 鱼块层紧实而细密, 分布较均匀。这与表2和图1的分析结果相一致。

3 结 论

与对照组比较, 外裹糊中分别添加0.3%瓜尔豆胶、卡拉胶、海藻酸钠或0.4%黄原胶、CMC-Na, 均明显提高了外裹糊鱼块的裹糊率, 降低了油炸外裹糊鱼块外壳和鱼块中的油脂含量。添加0.4%黄原胶裹糊的减油效果最好, 外裹糊鱼块的裹糊率从28.34%增加到41.81%, 油炸外裹糊鱼块外壳和鱼块的油脂含量分别从22.67 g/100 g和1.58 g/100 g降至17.96 g/100 g和1.01 g/100 g; 而且油炸外裹糊鱼块呈金黄色、具有较好的质构特性, 外壳的结构均匀、紧密, 鱼块无较大气孔, 苏丹红染色程度最轻。该研究结果可指导低脂、美味油炸外裹糊鱼块的规模化生产。

参考文献:

- [1] ALBERT Á, VARELA P, SALVADOR A, et al. Improvement of crunchiness of battered fish nuggets[J]. *European Food Research and Technology*, 2009, 228(6): 923-930. DOI:10.1007/s00217-008-1005-9.
- [2] CHEN Suder, CHEN Huihuang, CHAO Yuchien, et al. Effect of batter formula on qualities of deep-fat and microwave fried fish nuggets[J]. *Journal of Food Engineering*, 2009, 95(2): 359-364. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2009.05.016.
- [3] ZIAIIFAR A M, ACHIR N, COURTOIS F, et al. Review of mechanisms, conditions, and factors involved in the oil uptake phenomenon during the deep-fat frying process[J]. *International Journal of Food Science and Technology*, 2008, 43(8): 1410-1423. DOI:10.1111/j.1365-2621.2007.01664.x.
- [4] NASIRI F D, MOHEBBI M, YAZDI F T, et al. Effects of soy and corn flour addition on batter rheology and quality of deep fat-fried shrimp nuggets[J]. *Food and Bioprocess Technology*, 2012, 5(4): 1238-1245. DOI:10.1007/s11947-010-0423-4.
- [5] 潘广坤. 面包虾真空油炸技术研究[D]. 湛江: 广东海洋大学, 2014: 1-2.
- [6] 韩晓银, 张莉莉, 田鑫, 等. 不同成分裹浆的流变学特性及其对裹面虾品质的影响[J]. *食品工业科技*, 2012, 33(18): 135-138.
- [7] MIR B J, ORIA R, SALVADOR M L. Influence of the vacuum break conditions on oil uptake during potato post-frying cooling[J]. *Journal of Food Engineering*, 2009, 95(3): 416-422.
- [8] 韩晓银. 微波预油炸裹粉食品品质改良的研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2013: 3-4.
- [9] 凌俊杰, 王志耕, 程华平, 等. 可食性膜降低油炸鱼块含油量的研究[J]. *食品科学*, 2011, 32(2): 62-65.
- [10] 张国丛, 李美桃, 刘欢, 等. 亲水胶体及其复配胶在肉制品中应用的研究进展[J]. *肉类研究*, 2008(4): 7-9. DOI:10.3969/j.issn.1001-8123.2008.04.005.
- [11] SOTHORNVIT R. Edible coating and post-frying centrifuge step effect on quality of vacuum-fried banana chips[J]. *Journal of Food Engineering*, 2011, 107(3/4): 319-325. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2011.07.010.
- [12] 尹茂文, 宋蕾, 马瑞雪, 等. 涂膜对油炸猪肉丸品质的影响研究[J]. *食品工业科技*, 2015, 36(13): 87-89. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2015.13.009.
- [13] SINGTHONG J, THONGKAEW C. Using hydrocolloids to decrease oil absorption in banana chips[J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2009, 42(7): 1199-1203. DOI:10.1016/j.lwt.2009.02.014.
- [14] WENG Wuyin, ZHENG Wenxiang. Effect of setting temperature on glucono- δ -lactone-induced gelation of silver carp surimi[J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2015: 1528-1534. DOI:10.1002/jsfa.6857.
- [15] 肖佳妍. 低脂油炸外裹糊鱼块的研制及特性[D]. 武汉: 武汉轻工大学, 2015: 15-16.
- [16] 张令文, 杨铭泽, 计红芳, 等. 淀粉对油炸挂糊猪肉片品质的影响[J]. *食品工业科技*, 2013, 34(8): 114-117.
- [17] 李春红, 潘家荣, 张波. 物性测试仪对休闲食品酥脆性的测量[J]. *现代科学仪器*, 2008(6): 59-62.
- [18] ROBERT G B, ANDRAW S M, CHRISTOPHOR S H. Reduction of fat content during frying using dried egg white and fiber solutions[J]. *Lipid Science Technology*, 2013, 115(8): 946-955. DOI:10.1002/ejlt.201200356.
- [19] HSIA H Y, SMITH D M, STEFFE J F. Rheological properties and adhesion characteristics of flour-based batters for chicken nuggets as affected by these hydrocolloids[J]. *Journal of Food Science*, 1992, 57(24): 16-18. DOI:10.1111/j.1365-2621.1992.tb05414.x.
- [20] 万金虎, 陈晓明, 徐学明, 等. 四种亲水胶体对面团特性的影响研究[J]. *中国粮油学报*, 2009, 24(11): 22-25.
- [21] HUEBNER F R, WALL J S. Polysaccharide interactions with wheat proteins and flour dough[J]. *Cereal Chemistry*, 1979, 56(2): 68-73.
- [22] 潘广坤, 吉宏武, 刘书成, 等. 食用胶对深度油炸面包虾品质的影响[J]. *食品工业科技*, 2014, 34(14): 305-310.
- [23] 李林, 卢家炯. 美拉德反应的抑制及消除方法[J]. *广西轻工业*, 2000(4): 16-18.
- [24] 瞿力, 徐梁, 刘志金. 黄原胶延缓面包陈化的研究[J]. *现代面粉工业*, 2010(1): 47-50. DOI:10.3969/j.issn.1674-5280.2010.01.017.
- [25] 翟金玲, 陈季旺, 肖佳妍, 等. 低脂油炸外裹糊鱼块的制备工艺优化[J]. *食品科学*, 2015, 36(20): 1-6. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201520001.