

4种蛋黄酱的流变特性比较研究

杨述, 高昕*, 于甜, 许加超, 付晓婷
(中国海洋大学食品科学与工程学院, 山东 青岛 266003)

摘要: 针对4种蛋黄酱样品(丘比蛋黄酱、丘比蛋黄酱(2005)、丘比香甜味蛋黄酱、丘比千岛酱), 对其进行成分、流变特性(静态流变特性和动态流变特性)及感官评定实验。静态流变测定表明: 蛋黄酱样品呈现出触变性、假塑性; 动态流变测定表明: 蛋黄酱样品显示弱凝胶特性。结果表明: 丘比蛋黄酱的流变学特性、感官特性最优, 丘比蛋黄酱(2005)其次, 丘比香甜味蛋黄酱再次, 丘比千岛酱最差。

关键词: 蛋黄酱; 流变特性; 黏度; 凝胶特性

Comparative Studies on Rheological Properties of Mayonnaise Samples

YANG Shu, GAO Xin*, YU Tian, XU Jia-chao, FU Xiao-ting
(College of Food Science and Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266003, China)

Abstract: Four kinds of mayonnaise samples were tested for their basic chemical composition, rheological properties and sensory characteristics. Static and dynamic rheological tests showed that all investigated mayonnaise samples were thixotropic and pseudoplastic and had weak gel-like properties. According to these results, kewpie mayonnaise had the best rheological and sensory properties followed by kewpie mayonnaise (2005), kewpie sweet mayonnaise and kewpie thousand island mayonnaise.

Key words: mayonnaises; rheological properties; viscosity; gel-like properties

中图分类号: TS264.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2011)15-0121-05

蛋黄酱是蛋黄酱类食品的重要成分, 它可以作为色拉、沙司等的原料或配料。蛋黄酱主要是通过蛋黄的乳化作用, 将油相与水相形成一种稳定的水包油型半固体乳状液。水相一般是由水、盐、糖、醋、多聚糖、添加剂和调味品(主要是芥末)组成^[1]。由于蛋黄酱具有较低的 pH 值和较高的脂肪含量, 因此在很大程度上可以抵抗微生物的破坏, 虽然酵母和霉菌的危害依旧存在, 但是其他微生物却很少在蛋黄酱中被发现^[1-2]。

蛋黄酱是目前世界上使用范围最广的调味料之一, 尽管它的准确起源引起了很大的争议, 但是到目前为止蛋黄酱已经真实存在了几个世纪。早在 1900 年蛋黄酱就应用于商业化生产, 1917 年到 1927 年在美国流行起来, 而从 1987 年到 1990 年在日本的销售量增加了 21%^[2]。

鉴于蛋黄酱在商业化生产中发挥着重要作用, 蛋黄酱的流变性质也已得到了广泛的研究。目前国外对蛋黄酱加工理论、生产工艺、产品特性的研究较为全面和深入, 并且对其流变特性的研究也较多, 但没有对其

流变特性进行全面的的研究。而国内对蛋黄酱生产工艺的研究尚且处于初步发展阶段。本研究以几种市购蛋黄酱为研究对象, 利用流变仪测定流变特征参数(黏度、贮藏模量、损失模量、损失正切、动力学黏度), 同时进行感官评定, 对蛋黄酱的流变特性进行系统全面的研究, 旨在为我国蛋黄酱及其相关产业的发展提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

丘比蛋黄酱(kewpie mayonnaise)、丘比蛋黄酱(kewpie mayonnaise2005)、丘比香甜味蛋黄酱(kewpie sweet mayonnaise)、丘比千岛酱(kewpie thousand island)均购自青岛市佳世客超市, 于 4℃ 冰箱中贮存。

1.2 仪器与设备

MCR101 型流变仪 奥地利安东帕有限公司。

1.3 方法

1.3.1 基本成分测定^[3]

收稿日期: 2010-11-08

基金项目: 教育部新世纪优秀人才支持计划项目(NCET-07-0779); 国家自然科学基金项目(31071631); 山东省科技攻关计划项目(2008GG1005008)

作者简介: 杨述(1984—), 女, 硕士研究生, 研究方向为食品物性学。E-mail: yangyangyangshu@yahoo.com.cn

* 通信作者: 高昕(1968—), 男, 副教授, 博士, 研究方向为水产化学。E-mail: xingao@ouc.edu.cn

水分含量测定采用直接干燥法,粗蛋白含量测定采用凯氏定氮法,粗脂肪含量测定采用氯仿-甲醇法,灰分含量测定采用干法灰化法。

1.3.2 流变特征参数测定

采用MCR101型流变仪,选择直径为50mm、间距为1mm的不锈钢平行板测量系统。

1.3.2.1 静态流变性质测定

触变环的测定:采用两步Steady State Flow程序使剪切速率先从 0s^{-1} 上升到 150s^{-1} ,在 150s^{-1} 保持120s,之后立即以同样的变化速率从 150s^{-1} 下降到 0s^{-1} ,记录整个过程的剪切应力、黏度随剪切速率的变化情况。

温度对黏度(η)的影响:固定剪切速率,在 $4\sim 25^\circ\text{C}$ 下测定黏度随温度的变化。

1.3.2.2 动态流变性质测定

线性黏弹区的确定:测定复合模量 G^* 随振荡应变的变化,复合模量 $G^*(G^*=G'+iG'')$ 恒定的振荡应变区为线性黏弹区。

频率扫描:振荡频率范围为 $0.1\sim 10\text{Hz}$,测定频率扫描过程中贮藏模量 G' 、损失模量 G'' 、损失正切 $\tan\delta$ 、动力学黏度 η' 的变化。

温度扫描:温度扫描范围为 $4\sim 25^\circ\text{C}$,升温速率为 $1^\circ\text{C}/\text{min}$,振荡频率为 5Hz ,测定温度扫描过程中弹性模量 G' 、黏性模量 G'' 的变化。

时间扫描:扫描范围为 $0\sim 30\text{min}$,振荡频率为 5Hz ,测定时间扫描过程中贮藏模量 G' 、损失模量 G'' 的变化。

1.3.3 感官评定

实验邀请6名从事食品研究的专业人员组成评定小组,进行感官评定。为了减少测定误差,采用双盲法进行检验,即对样品进行密码编号(本研究采用3位随机数字),将检验样品随机化。采用9分制^[5-6]对样品进行评定,1为最差,9为最好。评定指标包括:外观、颜色、气味、口感、整体可接受性。

2 结果与分析

2.1 4种蛋黄酱基本成分

由表1可知,水分含量最高的是丘比千岛酱,最低的是丘比蛋黄酱(2005),样品丘比蛋黄酱与丘比香甜味蛋黄酱之间无显著性差异;蛋白质与脂肪含量的顺序相同:丘比蛋黄酱>丘比蛋黄酱(2005)>丘比香甜味蛋黄酱>丘比千岛酱;灰分含量最高的是丘比千岛酱,最低的是丘比香甜味蛋黄酱,样品丘比蛋黄酱与丘比蛋黄酱(2005)之间无显著性差异。

表1 4种蛋黄酱基本成分测定结果($\bar{x}\pm s$, $n=6$)

Table 1 Basic chemical composition of 4 kinds of mayonnaise

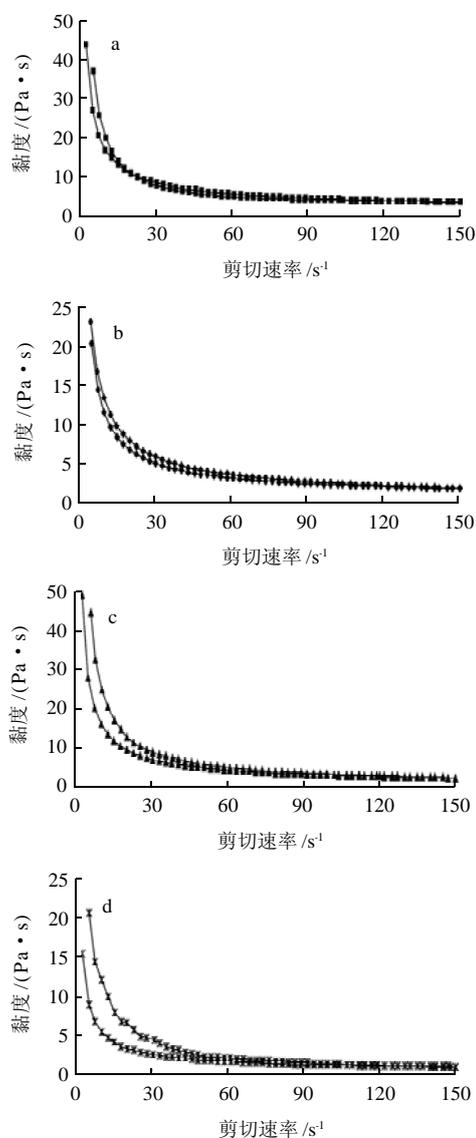
名称	含量/%			
	水分	蛋白质	脂肪	灰分
丘比蛋黄酱	14.95 ± 0.01^b	4.05 ± 0.14^a	70.35 ± 0.25^a	1.88 ± 0.11^b
丘比蛋黄酱(2005)	9.10 ± 0.02^c	2.62 ± 0.12^b	55.73 ± 0.23^b	1.96 ± 0.19^b
丘比香甜味蛋黄酱	14.53 ± 0.03^b	0.87 ± 0.11^c	48.71 ± 0.25^d	1.36 ± 0.01^c
丘比千岛酱	24.82 ± 1.58^a	0.79 ± 0.06^c	43.47 ± 0.18^c	3.05 ± 0.02^a

注:同列小写字母不同表示差异显著($P\leq 0.05$)。下同。

2.2 4种蛋黄酱流变特性

2.2.1 静态流变性质

2.2.1.1 触变性



a.丘比蛋黄酱; b.丘比蛋黄酱(2005); c.丘比香甜味蛋黄酱; d.丘比千岛酱。

图1 4种蛋黄酱的流动曲线

Fig.1 Flow curves of 4 kinds of mayonnaise

由图 1 可知,在整个剪切速率范围内所有的蛋黄酱样品均呈现出触变性以及剪切变稀的假塑性。触变性流体的特征在于:只要让物料静置足够的时间,该流体就能够重建凝胶结构^[8]。触变性越小,对应其停止应力作用后重建粒子间破坏的构造越快,流变学稳定性越高,在生产应用中,意味着其能够阻止沉淀、垂挂等过程^[9]。蛋黄酱样品的触变性大小顺序为:丘比蛋黄酱<丘比蛋黄酱(2005)<丘比香甜味蛋黄酱<丘比千岛酱,说明样品丘比蛋黄酱具有最高的流变学稳定性,样品丘比千岛酱具有最低的流变学稳定性,这可能是与分散相的体积和油滴之间的引力强度以及样品丘比千岛酱中含有的黄瓜、番茄等颗粒状物质有关;同时呈现触变现象的食品口感比较柔和爽口,从表 2 可知,样品丘比香甜味蛋黄酱、丘比千岛酱的口感要优于样品丘比蛋黄酱的口感。蛋黄酱的黏度随着剪切速率的增大而减少,这是因为在蛋黄酱样品中,油滴之间的紧密结合导致形成了三维网状结构粒子聚集体,随着剪切速率的增加,从油滴颗粒中脱出一水层,从而导致引起流动阻力的分子间的相互作用减弱,从而使黏度降低^[6-7]。

2.2.1.2 温度对黏度的影响

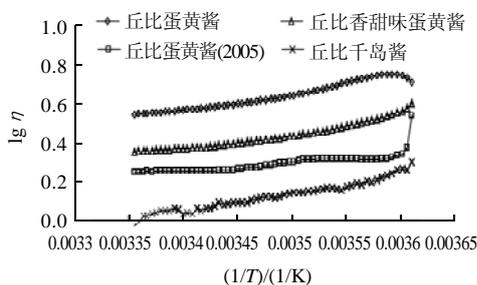


图 2 温度对蛋黄酱黏度的影响

Fig.2 Effect of temperature on the viscosity of 4 kinds of mayonnaise

由图 2 可知,随着温度的升高,蛋黄酱样品的黏度呈现下降趋势,这与之前的报道相一致^[10]。本次实验选用的温度变化范围为 4~25℃,主要是为了模拟贮藏温度和在消费过程中可能发生的温度波动。在相同的温度下,蛋黄酱样品的黏度大小顺序为:丘比蛋黄酱>丘比香甜味蛋黄酱>丘比蛋黄酱(2005)>丘比千岛酱,这主要是与样品中的脂肪和水分含量有关,由表 1 可知,丘比蛋黄酱含有最高的脂肪含量和较低的水分含量,丘比千岛酱含有最低的脂肪含量,而丘比蛋黄酱(2005)在贮藏过程中已经超过了保质期,黏度指标出现降低的趋势。

2.2.2 动态流变性质

2.2.2.1 线性黏弹区的确定

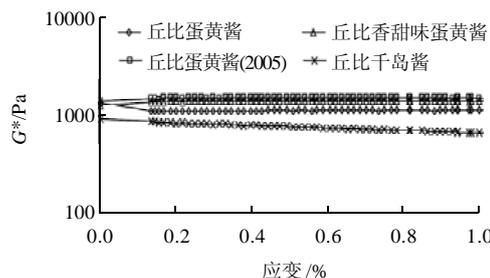
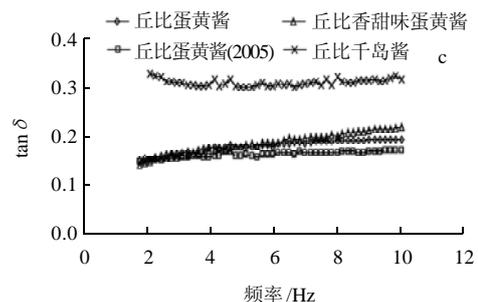
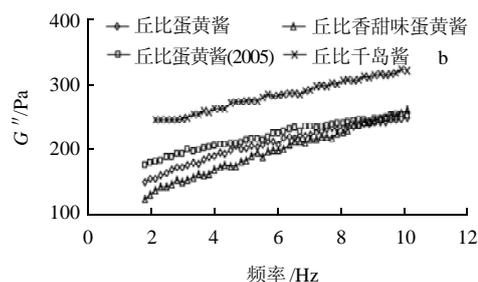
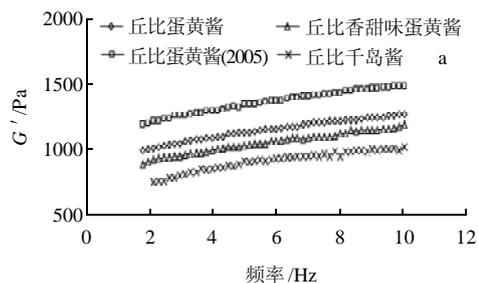


图 3 4 种蛋黄酱的线性黏弹性区域

Fig.3 Linear viscoelasticity region of 4 kinds of mayonnaise

在线性范围内,黏弹性质有一些共同的特征。线性黏弹区是指复合模量 G^* 不随振荡应力或应变发生变化的区域^[11]。由图 3 可知,在振荡应变为 0.2%~1.0% 的范围内,复合模量 G^* 与其呈线性关系。因此,选择 0.5% 的振荡应变作为测定蛋黄酱样品动态流变性质的条件。

2.2.2.2 频率扫描



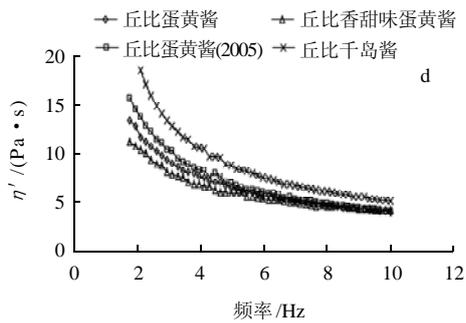


图4 4种蛋黄酱的频率扫描

Fig.4 Frequency scanning of 4 kinds of mayonnaise

由图4可知,贮藏模量反映了材料贮存能量的能力,损失模量反映了材料释放能量的能力,损失正切定义为损失模量与贮藏模量的比率^[12],动力学黏度常常与静态黏度测定结果相符。在整个频率范围内,蛋黄酱样品的 G' 明显大于 G'' ,呈现弱凝胶的特性,是一种典型的敷料剂和乳状液。由图4a可知,在相同的频率下, G' 的大小顺序为:丘比蛋黄酱(2005)>丘比蛋黄酱>丘比香甜味蛋黄酱>丘比千岛酱,与脂肪含量的多少呈现正比例关系,这是由于脂肪含量越高,材料在遭受变形后,能量恢复能力越强,从而具有较高的贮藏模量^[13]。丘比蛋黄酱与丘比蛋黄酱(2005)具有相反的变化趋势,这可能是丘比蛋黄酱(2005)已过期,表面出现明显油析现象的原因^[7]。损失正切($\tan \delta$)对检验样品呈现固体(弹性)或液体(黏性)的特性具有非常直观的作用^[6],由图4c可知,蛋黄酱样品的 $\tan \delta$ 值均小于1。 $\tan \delta$ 值的大小反映了蛋黄酱样品中油径的大小, $\tan \delta$ 值越小,表明油径越小,样品的弱凝胶特性越明显,丘比千岛酱的 $\tan \delta$ 值较大,丘比蛋黄酱、丘比蛋黄酱(2005)、丘比香甜味蛋黄酱的 $\tan \delta$ 值相差不大,均明显低于丘比千岛酱的 $\tan \delta$ 值,因此可以得出,丘比蛋黄酱、丘比蛋黄酱(2005)、丘比香甜味蛋黄酱的弱凝胶特性要高于丘比千岛酱。由图4d可知,随着频率的增大,动力学黏度(η')呈现下降的趋势,这与静态流变学测定结果相符^[14]。

2.2.2.3 温度扫描

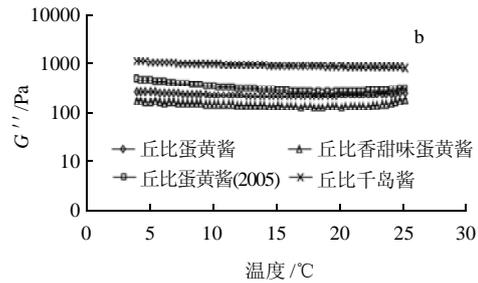
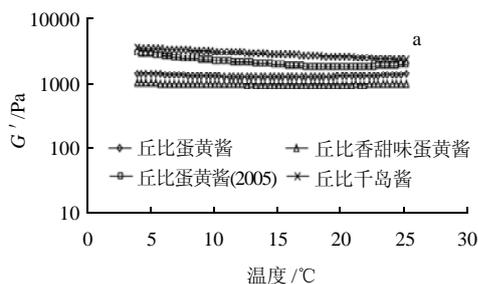


图5 4种蛋黄酱的温度扫描

Fig.5 Temperature scanning of 4 kinds of mayonnaise

由图5可知,随着温度的变化,蛋黄酱的 G' 与 G'' 基本上保持不变,这与静态流变学测定结果相符,表明蛋黄酱样品在由贮藏到消费过程中,仍可以保持良好的品质,不会因为温度的变化影响感官评定的结果。在整个温度扫描范围之内, $G' > G''$,说明蛋黄酱样品弹性成分大于黏性成分,呈现弱凝胶的特性。

2.2.2.4 时间扫描

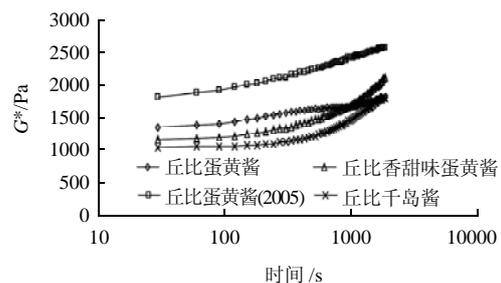


图6 4种蛋黄酱的时间扫描

Fig.6 Time scanning of 4 kinds of mayonnaise

通过时间扫描可以测定蛋黄酱样品的稳定性^[15],由图6可知,复数模量(G^*)在前1000s基本保持不变,1000s之后开始呈现上升趋势,蛋黄酱样品的增长幅度大小顺序为:丘比千岛酱>丘比香甜味蛋黄酱>丘比蛋黄酱(2005)>丘比蛋黄酱。说明随着时间的变化,丘比蛋黄酱呈现出比丘比千岛酱更稳定的特性,这与静态流变学中的触变特性测定结果相符。蛋黄酱样品作为一种浓缩乳状液,它的稳定性主要依赖于蛋白质和多糖聚合物的作用,由表1可知,蛋黄酱样品蛋白质含量的大小顺序为:丘比蛋黄酱>丘比蛋黄酱(2005)>丘比香甜味蛋黄酱>丘比千岛酱,由此可以得出蛋黄酱样品的稳定性大小顺序为:丘比蛋黄酱>丘比蛋黄酱(2005)>丘比香甜味蛋黄酱>丘比千岛酱。

2.3 感官评定

由表2可知,4种蛋黄酱样品的气味、口感、整体可接受性差异不显著,在形态、颜色方面,丘比蛋黄酱、丘比香甜味蛋黄酱与丘比蛋黄酱(2005)、丘比千

岛酱之间具有显著性差异,说明丘比蛋黄酱、丘比香甜蛋黄酱呈现出比丘比蛋黄酱(2005)、丘比千岛酱更优的特性,其中丘比蛋黄酱呈现出比丘比香甜味蛋黄酱更优的特性,丘比香甜味蛋黄酱呈现出比丘比千岛酱更优的特性。

表2 4种蛋黄酱的感官评定结果($\bar{x} \pm s, n=6$)

Table 2 Sensory evaluation of 4 kinds of mayonnaise ($\bar{x} \pm s, n=6$)

名称	形态	颜色	气味	口感	整体可接受性
丘比蛋黄酱	8.40 ± 0.55 ^a	8.60 ± 0.55 ^a	6.80 ± 1.64 ^a	7.00 ± 1.58 ^a	7.00 ± 1.22 ^a
丘比蛋黄酱(2005)	6.40 ± 1.14 ^b	5.80 ± 1.10 ^b	6.00 ± 1.58 ^a	—	—
丘比香甜味蛋黄酱	8.00 ± 1.00 ^a	7.6 ± 1.67 ^{ab}	7.20 ± 1.30 ^a	8.00 ± 1.00 ^a	7.8 ± 1.10 ^a
丘比千岛酱	6.40 ± 1.14 ^b	5.20 ± 1.92 ^b	5.40 ± 1.52 ^a	7.20 ± 0.84 ^a	6.4 ± 0.89 ^a

3 结论

综上所述,4种蛋黄酱样品呈现出触变性、假塑性、弱凝胶的特性。丘比蛋黄酱样品的流变学特性、感官特性最好,丘比蛋黄酱(2005)样品其次,丘比香甜味蛋黄酱样品再次,丘比千岛酱样品最差。

参考文献:

[1] FIALOV J, CHUMCHALOV J, MIKOV K, et al. Effect of food preservatives on the growth of spoilage lactobacilli isolated from mayonnaise-based sauces[J]. Food Control, 2008, 19 (7): 706-713.

[2] DEPREEA J A, SAVAGE G P. Physical and avour stability of mayonnaise [J]. Trends in Food Science and Technology, 2001, 12: 157-163.

[3] 林维宣, 纪淑娟, 马岩松, 等. 食品分析[M]. 北京: 轻工业出版社, 1989: 46-52.

[4] GUILMINEAU F, KULOZIK U. Influence of a thermal treatment on the functionality of hen's egg yolk in mayonnaise[J]. Journal of Food Engineering, 2007, 78: 648-654.

[5] WORRASINCHAI S, SUPHANTHARIKA M, PINJAI S. β -Glucan prepared from spent brewer's yeast as a fat replacer in mayonnaise[J]. Food Hydrocolloids, 2006, 20: 68-78.

[6] LIU H, XU X M, GUO S D. Rheological, texture and sensory properties of low-fat mayonnaise with different fat mimetics[J]. Food Science and Technology, 2007, 40: 946-954.

[7] MUNA S, KIMA Y L, KANG B C G. Development of reduced-fat mayonnaise using 4 α GTase-modified rice starch and xanthan gum[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2009, 44: 400-407.

[8] 李里特. 食品物性学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.

[9] LACA A, SAENZ M C, PAREDES B, et al. Rheological properties, stability and sensory evaluation of low-cholesterol mayonnaises prepared using egg yolk granules as emulsifying agent[J]. Journal of Food Engineering, 2010, 97: 243-252.

[10] GHOUSH M A, SAMHOURI M, AI-HOLY M, et al. Formulation and fuzzy modeling of emulsion stability and viscosity of a gum-protein emulsifier in a model mayonnaise system[J]. Journal of Food Engineering, 2008, 84: 348-357.

[11] 陈海华, 许时婴, 王璋. 亚麻籽胶的流变性质[J]. 无锡轻工大学学报, 2004, 23(1): 30-35.

[12] SANTIPANICHWONG R, SUPHANTHARIKA N. Carotenoids as colorants in reduced-fat mayonnaise containing spent brewer's yeast β -glucan as a fat replacer[J]. Food Hydrocolloids, 2007, 21: 565-574.

[13] MA L, BARBOSA-CANOVAS G V. Rheological characterization of mayonnaise. part II: flow and viscoelastic properties at different oil and xanthan gum concentrations[J]. Journal of Food Engineering, 1995, 25: 409-425.

[14] 代欣欣, 李注生. 食品增稠剂流变学研究综述[J]. 中国食品添加剂, 2007 (4): 138-142.

[15] MULIAWAN E B, HATZIKIRIAKOS S G. Rheology of mozzarella cheese[J]. International Dairy Journal, 2007, 17: 1063-1072.