

β -环糊精、单甘酯和黄原胶在鸡肉糜中的抗淀粉老化特性

张沫, 曹苏文, 杨玉玲*, 游远

(南京财经大学食品科学与工程学院, 江苏省粮油品质控制及深加工技术重点实验室, 江苏 南京 210046)

摘要: 利用流变仪研究了 β -环糊精、单甘酯和黄原胶这3种淀粉抗老化剂在鸡肉糜中的抗老化特性。单因素试验结果表明: 添加质量分数为0.2% β -环糊精抑制淀粉在肉糜中的老化作用效果较好; 随着单甘酯和黄原胶质量分数增加, 鸡肉糜抗淀粉老化的能力均逐渐提高。正交试验结果表明: 当 β -环糊精质量分数0.15%、单甘酯质量分数0.15%和黄原胶质量分数1.5%时, 鸡肉糜抗老化效果最好。影响淀粉老化的因素顺序为黄原胶、单甘酯和 β -环糊精。

关键词: 淀粉; 抗老化; β -环糊精; 单甘酯; 黄原胶

Effect of β -Cyclodextrin, Monoglycerides and Xanthan Gum on the Anti-Staling Property in Chicken Surimi

ZHANG Mo, CAO Su-wen, YANG Yu-ling*, YOU Yuan

(Jiangsu Provincial Key Laboratory of Quality Controls and Further Processing of Grain and Oils, College of Food Science and Engineering, Nanjing University of Finance and Economics, Nanjing 210046, China)

Abstract: The impact of β -cyclodextrin, monoglyceride and xanthan gum on the anti-staling property of chicken surimi was studied using a rheometer. Single factor experiments showed that the addition of 0.2% (*m/m*) β -cyclodextrin had a better effect on the anti-staling property of chicken surimi. When the concentration of monoglyceride and xanthan gum increased gradually, the anti-staling ability of chicken surimi increased. The results of orthogonal array experiments showed that the highest anti-staling property was obtained for chicken surimi with the addition of 0.15% (*m/m*) β -cyclodextrin, 0.15% (*m/m*) monoglyceride and 1.5% (*m/m*) xanthan gum. The anti-staling property of chicken surimi was affected in decreasing order of important by xanthan gum, monoglycerides and β -cyclodextrin.

Key words: starch; anti-staling property; β -cyclodextrin; monoglycerides; xanthan gum

中图分类号: TS201.7

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123 (2014) 02-0001-04

淀粉作为增稠剂、赋形剂、胶凝剂广泛应用于我国的糜类肉制品中。在午餐肉罐头、火腿肠、哈尔滨红肠、热狗、烤肠等糜类肉制品中, 淀粉添加量为2%~20%^[1]。添加了淀粉的肉制品在贮藏期间会发生淀粉的老化现象, 导致产品的硬度持续增加、弹性逐渐下降、脱水收缩等不良后果, 造成肉制品质量下降, 这一直是困扰肉品企业并难以解决的问题。

目前关于单纯淀粉体系老化和抗老化特性的研究报道较多, 已经发现低聚糖、多糖类、乳化剂和酚类物质具有一定的抗老化效果, 这些具有抗老化特性的试剂也可以称为抗老化剂。其中低聚糖如环糊精等具有抗老化效果; 多糖类包括黄原胶、卡拉胶、明胶、亚麻籽胶和

瓜尔胶等; 乳化剂类包括分子蒸馏单甘酯、硬脂酰乳酸钠、硬脂酰乳酸钙等; 茶多酚等酚类具有一定的抗老化特性^[2]。环糊精是由 n 个葡萄糖单元通过 α -1,4-糖苷键连接而成的锥体环状复合物, 具有外亲水内疏水特性^[3-4]。田耀旗等^[5]研究了 β -环糊精抑制淀粉老化的效果优于单甘酯。Weber等^[6]和Lo等^[7]研究了黄原胶可有效地抑制玉米淀粉的老化, 提高淀粉的增稠性和冻融稳定性。朱玲等^[8]研究了黄原胶通过抑制木薯淀粉的老化提高其冻融稳定性。单硬脂酸甘油酯是用量最大的乳化剂, 占所用食品乳化剂用量的70%^[9]。张书光等^[10]研究了添加分子蒸馏单甘酯后马铃薯淀粉糊的流变性、淀粉凝胶的析水性及其硬度的变化, 认为单甘酯能显著降低淀粉凝胶老化过程

收稿日期: 2013-12-24

基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (31071570)

作者简介: 张沫 (1989—), 女, 硕士研究生, 研究方向为大分子功能性质。E-mail: mozhang619@163.com

*通信作者: 杨玉玲 (1964—), 女, 教授, 博士, 研究方向为食品大分子结构和特性。E-mail: yulingy@sina.com

的析水率。其他研究结果得出单甘酯等乳化剂在淀粉体系中主要与直链淀粉相互作用形成淀粉-脂质凝聚体,该凝聚体使淀粉的老化过程减缓,使支链淀粉重结晶晶种源浓度降低,从而延缓淀粉老化整个过程^[11-13]。

黄原胶和单甘酯应用到肉制品中能增加产品的保水性,降低水油渗出率,提高肉制品质量的稳定性^[14-15]。但关于这2种淀粉抗老化剂在糜类肉制品体系中的抗老化特性却没有报道。本实验研究了 β -环糊精、单甘酯和黄原胶对淀粉在鸡肉糜中的抗老化效果,以期在淀粉在肉糜中的抗老化提供一定理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

玉米淀粉 南京海得利口碱厂;鸡胸肉 市购;单甘酯 张家港市中鼎添加剂有限公司;黄原胶 淄博中轩生化有限公司; β -环糊精 国药集团化学试剂有限公司。

1.2 仪器与设备

MCR302型流变仪 奥地利安东帕有限公司;数显恒温水浴锅 国华电器有限公司;AM300L-P实验室电动搅拌机 上海昂尼仪器仪表有限公司。

1.3 方法

1.3.1 鸡肉糜制备

将鸡胸肉剔除结缔组织和脂肪,切成小片,取70.0 g鸡胸肉加入200 mL质量分数0.02%的 Na_3N 溶液,用组织捣碎机1 000 r/min高速捣碎1 min,存放在4℃的冰箱里。

1.3.2 β -环糊精-淀粉-鸡肉糜混合样品制备

精确称取10.0 g玉米淀粉,分别加入0、0.1、0.2 g和0.3 g β -环糊精,各加入80 mL 0.02%的 Na_3N 溶液,再加入20 mL鸡肉糜。用搅拌机边搅拌边加热,待样品至糊化完全,冷却后放入4℃冰箱贮藏,贮藏7 d。

1.3.3 单甘酯-淀粉-鸡肉糜混合样品制备

精确称取10.0 g玉米淀粉,分别加入0、0.10、0.15 g和0.20 g单甘酯,各加入80 mL 0.02%的 Na_3N 溶液,再加入20 mL鸡肉糜。用搅拌机边搅拌边加热,待样品至糊化完全,冷却后放入4℃冰箱贮藏,贮藏7 d。

1.3.4 黄原胶-淀粉-鸡肉糜混合样品的制备

精确称取0、0.5、1.0 g和1.5 g黄原胶,分别加入到80 mL 0.02%的 Na_3N 溶液中,用搅拌机搅拌,使黄原胶在溶液中均匀分散,加入20 mL鸡肉糜,再分别加入10.0 g淀粉,制成黄原胶-淀粉-鸡肉糜混合样品。用搅拌机边搅拌边加热,待样品至糊化完全,冷却后放入4℃冰箱贮藏,贮藏7 d。

1.3.5 3种抗老化剂对淀粉老化特性影响的试验设计

选用 $L_9(3)^4$ 正交表设计3种抗老化剂对淀粉在鸡肉糜(20 mL)中抗老化的影响(表1)。

表1 3种抗老化剂对淀粉在鸡肉糜中抗老化影响的正交试验因素水平表

Table 1 Coded levels for independent variables used in orthogonal array design

水平	A β -环糊精	B单甘酯	C黄原胶
1	0.15	0.125	1.50
2	0.20	0.150	1.75
3	0.25	0.175	2.00

1.3.6 淀粉老化程度的测定

用动态流变仪测定淀粉的长期老化程度。测定条件为:模具为直径50 mm的平板,狭缝间隙1.0 mm,应变5%,频率1 Hz。将4℃的样品放在测试台上,启动程序使平板进入设置间隙,待平板到达指定间隙后,刮掉平板周围多余样品,并在周围加上硅油(防止水分蒸发),加上盖板。启动温度扫描程序,从20℃升温到100℃,升温速率5℃/min^[16-18]。

1.3.7 数据处理

实验重复3次,数据采用统计软件SPSS 19进行分析。

2 结果与分析

2.1 β -环糊精对淀粉在鸡肉糜中老化特性的影响

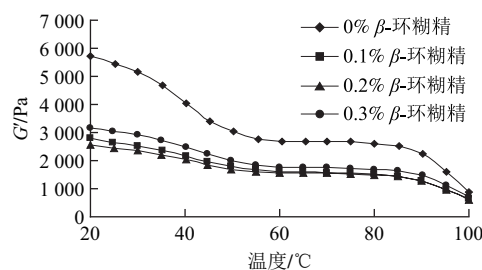


图1 添加 β -环糊精对淀粉样品 G' 的影响

Fig.1 Effect of adding β -cyclodextrin on starch G'

利用流变仪测定淀粉糊的贮能模量变化曲线可以反映淀粉的老化程度, G' 值越大代表淀粉的老化程度越高^[16]。由图1可看出,添加 β -环糊精的样品的 G' 均低于空白样品,说明添加 β -环糊精能降低淀粉在鸡肉糜中的老化。添加0.2% β -环糊精的样品的 G' 最低,其次是0.1% β -环糊精,最后是0.3% β -环糊精,因此初步判断为2% β -环糊精抑制淀粉在鸡肉糜中的老化能力最好。

β -环糊精抑制淀粉老化的机理可能是: β -环糊精外壁的亲水性羟基和直链淀粉的 α -单螺旋外层羟基以氢键作用力结合形成了络合物,从而抑制了游离的直链淀粉快速渗透入支链淀粉结晶区而有序重排,从而抑制了淀粉的老化^[5]。 β -环糊精和直链淀粉结合的同时,内腔的疏水作用还干扰了直链淀粉和脂类的结合,形成了 β -环糊精-脂质-直链淀粉的络合物^[19-20]。

2.2 单甘酯对淀粉在鸡肉糜中老化特性的影响

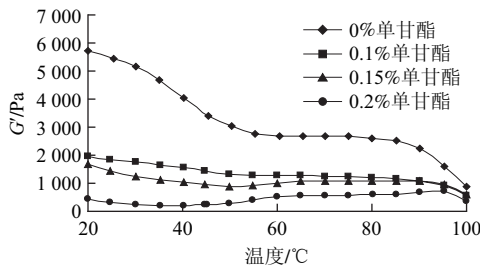


图2 添加单甘酯对淀粉样品 G' 的影响

Fig.2 Effect of adding monoglyceride on starch G'

由图2可知, 添加单甘酯的样品的 G' 均低于空白样品, 说明单甘酯能够降低淀粉在鸡肉糜中的老化程度; 随着单甘酯添加量增加, 淀粉样品的 G' 逐渐降低, 说明单甘酯质量分数在0%~0.2%范围内抑制淀粉在鸡肉糜中的老化能力随单甘酯添加量增加而逐渐增强。张书光等^[10]研究了单甘酯对马铃薯淀粉物化特性的影响, 发现在给定老化时间条件下, 随着单甘酯添加量增加, 析水率依次降低。在含有单甘酯的淀粉糊中, 单甘酯可能会影响淀粉分子链的结构, 单甘酯与直链淀粉形成了不溶于水的配合物, 抑制了水分移动和析出, 因此延缓了淀粉老化^[21]。

2.3 黄原胶对淀粉在鸡肉糜中老化特性的影响

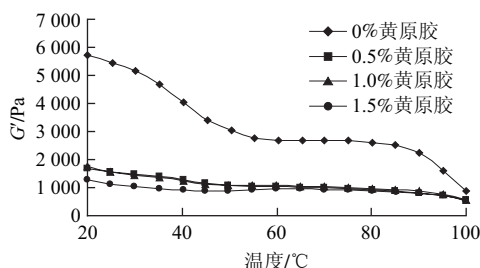


图3 添加黄原胶对淀粉样品 G' 的影响

Fig.3 Effect of adding xanthan gum on starch G'

由图3可知, 添加黄原胶的样品的 G' 低于未添加黄原胶样品的 G' , 说明黄原胶能降低淀粉在鸡肉糜中的老化。添加0.5%和1.0%黄原胶的样品的 G' 曲线基本重合, 说明使用质量分数0.5%和0.1%黄原胶对淀粉在鸡肉糜中的老化效果基本相同, 添加1.5%黄原胶样品的 G' 曲线在相同温度下低于添加0.5%和1.0%黄原胶的样品, 因此1.5%黄原胶对淀粉在鸡肉糜中的抗老化效果最好。

黄原胶能降低淀粉糊的老化的原因可能为黄原胶和淀粉分子间存在着相互作用, 这在一定程度上减少了淀粉分子之间的相互作用, 使得老化程度降低^[22]。另外, 因为黄原胶有较强的亲水性能够与水分子结合^[23], 使得作为增塑剂有助于淀粉分子链迁移的自由水减少, 导致淀粉分子链移动和重排的速度降低, 延缓了淀粉老化。

2.4 3种抗老化剂对淀粉在鸡肉糜中老化特性的正交试验

表2 3种抗老化剂对淀粉在鸡肉糜中老化特性影响的正交试验设计与结果 (20 °C)

Table 2 Orthogonal array design with experimental values of starch G' (20 °C)

试验号	A β -环糊精	B单甘酯	C黄原胶	G'
1	1	1	1	762
2	1	2	2	681
3	1	3	3	757
4	2	1	2	1 880
5	2	2	3	730
6	2	3	1	518
7	3	1	3	1 180
8	3	2	1	552
9	3	3	2	1 260
k_1	733.333	1 274.000	610.667	
k_2	1 042.667	654.333	1 273.667	
k_3	997.333	845.000	889.000	
r	309.334	619.667	663.000	

由表2可知, 在正交试验的9个试验号中, 6号试验条件下淀粉在鸡肉糜中的老化程度最低, 因此6号试验条件下3种抗老化剂配方的抗老化效果最好, 此时试验条件为 β -环糊精质量分数0.20%、单甘酯质量分数0.175%、黄原胶质量分数1.50%。

比较各个因素的 k 值发现, β -环糊精和黄原胶质量分数均为 k_1 , 单甘酯质量分数为 k_2 时淀粉的老化程度最低, 即当 β -环糊精质量分数、单甘酯质量分数和黄原胶质量分数均为1.5%时, 淀粉老化程度为最低, 因此此条件下的抗淀粉老化效果最好。比较各个因素的 r 值可发现, 影响淀粉老化程度的主次因子依次为黄原胶、单甘酯和 β -环糊精。

验证实验证明当 β -环糊精质量分数、单甘酯质量分数和黄原胶质量分数均为1.5%时, 抑制淀粉在鸡肉糜中的老化效果好于6号试验结果。因此确定这3种抗老化剂在鸡肉糜中的抗老化的最佳添加质量分数均为1.5%。

3 结论

β -环糊精、单甘酯和黄原胶在鸡肉糜中均能抑制淀粉的老化; 但3种抗老化剂单独使用时, 0.2% β -环糊精效果最好; 单甘酯和黄原胶的抗老化效果随各自的质量分数增加而增加。当3种抗老化剂同时使用时, β -环糊精质量分数、单甘酯质量分数和黄原胶质量分数均为1.5%时, 抗淀粉老化的效果最好; 影响淀粉老化程度的主次因子依次为黄原胶、单甘酯和 β -环糊精。

参考文献:

- [1] 周光宏. 肉品加工学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2009: 146-149.
- [2] 吴跃, 林亲录, 陈正行, 等. 茶多酚对大米淀粉再生抑制作用的研究[J]. 食品工业科技, 2011, 32(12): 78-84.



- [3] TUFVESSON F, WAHLGREN M, ELIASSON A C. Formation of amylose - lipid complexes and effects of temperature treatment. part 2. Fatty acids[J]. *Starch/Stärke*, 2003, 55(3/4): 138-149.
- [4] LINDNER K, SAENGER W. Crystal and molecular structure of cyclohepta-amylose dodecahydrate[J]. *Carbohydrate Research*, 1982, 99(2): 103-115.
- [5] 田耀旗, 徐学明, 金征宇, 等. β -环糊精抑制淀粉老化初探[J]. *食品科学*, 2008, 29(6): 49-51.
- [6] WEBER F H, CLERICI M T P S, COLLARES - QUEIROZ F P, et al. Interaction of guar and xanthan gums with starch in the gels obtained from normal, waxy and high - amylose corn starches[J]. *Starch/Stärke*, 2009, 61(1): 28-34.
- [7] LO C T, RAMSDEM L. Effects of xanthan and galactomannan on the freeze/thaw properties of starch gels[J]. *Food/Nahrung*, 2000, 44(3): 211-214.
- [8] 朱玲, 顾正彪, 洪雁, 等. 黄原胶对木薯淀粉糊化特性及其糊稳定性的影响[J]. *食品科学*, 2010, 31(9): 99-102.
- [9] 吴满刚, 熊幼翎, 陈洁. 不同淀粉地肌纤维蛋白流变学性质和凝胶持水性的影响[J]. *食品工业科技*, 2010, 31(10): 92-97.
- [10] 张书光, 孟俊祥, 张艳, 等. 单甘酯对马铃薯淀粉物化特性的影响[J]. *食品科学*, 2013, 34(1): 146-149.
- [11] KEETELS C, van VLIET T, JURGENS A, et al. Effects of lipid surfactants on the structure and mechanics of concentrated starch gels and starch bread[J]. *Journal of Cereal Science*, 1996, 24(1): 33-45.
- [12] TANG M C, COPELAND L. Investigation of starch retrogradation using atomic force microscopy[J]. *Carbohydrate Polymers*, 2007, 70(1): 1-7.
- [13] GUDMUNDSSON M, ELIASSON A C. Retrogradation of amylopectin and the effects of amylose and added surfactants/emulsifiers[J]. *Carbohydrate Polymers*, 1990, 13(3): 295-315.
- [14] 程春梅. 淀粉, 大豆蛋白和食用胶在肉品加工中的应用[J]. *肉类工业*, 2008(8): 46-47.
- [15] 何飞燕, 林华. 黄原胶结构, 性能以及在食品加工中的应用[J]. *广西职业技术学院学报*, 2009, 2(5): 1-4.
- [16] 王宏霞. 亚麻籽胶对玉米淀粉糊化和老化特性的影响以及在乳剂肠中的应用[D]. 南京: 南京农业大学, 2010.
- [17] 柴春祥, GUNASEKARAN S. 黄原胶对马铃薯淀粉糊流变特性的影响[J]. *食品工业科技*, 2007, 28(8): 115-118.
- [18] 丁文平, 王月慧, 夏文水. 食品添加剂对大米淀粉流变特性的影响[J]. *食品工业*, 2004, 25(5): 7-9.
- [19] GUNARATNE A, CORKE H. Influence of unmodified and modified cycloheptaamylose (β -cyclodextrin) on transition parameters of amylose-lipid complex and functional properties of starch[J]. *Carbohydrate Polymers*, 2007, 68(2): 226-234.
- [20] DERYCKE V, VANDEPUTTE G E, VERMEYLEN R, et al. Starch gelatinization and amylose-lipid interactions during rice parboiling investigated by temperature resolved wide angle X-ray scattering and differential scanning calorimetry[J]. *Journal of Cereal Science*, 2005, 42(3): 334-343.
- [21] 张岩, 仇宏伟, 栾明川, 等. 单甘酯对马铃薯全粉品质的影响[J]. *莱阳农学院学报*, 2002, 19(1): 75-77.
- [22] PONGSAWATMANIT R, SRIJUNTHONGSIRI S. Influence of xanthan gum on rheological properties and freeze-thaw stability of tapioca starch[J]. *Journal of Food Engineering*, 2008, 88(1): 137-143.
- [23] 张雅媛, 洪雁, 顾正彪, 等. 玉米淀粉与黄原胶复配体系流变和凝胶特性分析[J]. *农业工程学报*, 2011, 27(9): 357-362.