

# 玉米高压糊化淀粉的老化特性和变色性质\*

马成林 左春桢 张守勤 王丽红  
(吉林工业大学)

**提 要** 研究了玉米淀粉高压糊化后的冻融稳定性和色泽变化, 并和热糊化淀粉的老化特性和色泽变化做了比较。高压完全糊化淀粉糊没有与热加工糊化淀粉糊相同的老化现象。同时, 高压不象热加工使玉米淀粉的颜色变黄。

**关键词** 玉米淀粉 老化 变色 高压

## Ageing Behaviour and Colour Change of the Gelatinized Starch Processed by High Pressure (GSHP)

Ma Cheng-lin Zuo Chun-cheng Zhang Shou-qin Wang Li-hong  
(Jilin University of Technology, Changchun)

**Abstract** The stability of freeze after gelatinized and the colour change of GSHP were studied, these properties were compared with the gelatinized starch by heating (GSH). If the starch is entirely gelatinized under high pressure, there will be not ageing phenomenon of GSH. The colour of GSHP is not same as GSH, it does not change to yellow.

**Key words** Maize starch Ageing Colour High pressure

### 1 引 言

淀粉是食品的重要成分, 也是食品生产加工的主要原料。研究食品的高压加工, 必须考虑高压对淀粉老化特性的影响和色泽的变化。玉米淀粉的色泽对食品颜色具有重要的影响<sup>[1]</sup>。因此, 探讨淀粉在高压下的色泽变化, 对于研究高压食品配方和生产加工, 具有比较重要的意义。

淀粉加热糊化后, 转变为 $\alpha$ -淀粉(未糊化的淀粉称 $\beta$ 淀粉), 其消化性增加。但 $\alpha$ 淀粉冷却后会再次变为难以消化的 $\beta$ 淀粉, 此即淀粉的老化。它是一种与糊化现象正好相反的现象。与老化同时发生的现象有: 凝胶化、脱水和水不溶性等<sup>[2]</sup>。在低温下, 淀粉的老化现象更明显。通常将淀粉糊在低温冷冻一段时间后再升温解冻, 若解冻后没有水析出而保持原胶体状态, 称为淀粉糊的冻融稳定性。若经过反复冻融不析出水, 表明淀粉糊的冻融稳定性好, 也

收稿日期: 1996-12-30

\* 吉林省科学技术委员会应用基础研究项目

马成林, 教授, 长春市人民大街142号 吉林工业大学农机工程学院, 130025

即淀粉没有老化现象发生。

## 2 试验材料、试验设备和方法

试验使用的淀粉及高压处理装置见文献[3]。

冻融稳定性的试验方法是:将糊化后的淀粉糊放入 $-10^{\circ}\text{C}$ 的冰箱冷冻24 h后取出自然解冻,解冻后如有水析出则倒入滤纸中,12 h后称重。以弹性、脱水、收缩后的形状等为其测量根据。如果未析出水,则再放入冰箱,再解冻,这样反复冷冻、解冻,直至有水析出为止,冻融的次数即表示了淀粉糊的冻融稳定性。

淀粉色泽的检验方法是:取5 g试样放于玻璃板上,用厚玻璃板刮平压实后观察试样整体的颜色。

## 3 冻融稳定性

表1是压力为700 MPa,淀粉·水=1·2,不同保压时间所得淀粉糊的冻融稳定性。可以看出,保压时间短的1号试样冻融两次后就出水,而2号及3号试样,经4~5次冻融未发生变化,只是由于在反复冷冻、解冻过程中因水分散失而呈蓬松的海棉状。

表1 保压时间对淀粉糊冻融稳定性的影响 (压力700 MPa)

试验序号	保压时间/min	冻融次数及有无析水					
		1	2	3	4	5	6
1	2	无	析水				
2	5	无	无	无	无	发干	
3	10	无	无	无	无	无	发干

未经高压处理而只加热糊化的淀粉糊冻融稳定性较差,试验时只经过一次冻融就析出大量的水,完全失去了原胶体结构。

试验还表明,淀粉糊的冻融稳定性随其糊化程度的提高<sup>(4)</sup>而变好。原因是糊化度越高,淀粉分子的无序状态越强,形成晶体或凝胶的因素越少,从而保持了较好的冻融稳定性。

与淀粉糊老化有关的因素主要有温度、水份和品种等。一般的热糊化淀粉糊保存温度越低越容易发生老化,低于 $0^{\circ}\text{C}$ 老化最快;从冻融稳定性试验可以看出高压糊化后的淀粉糊受温度影响不大。加压完全糊化的淀粉糊没有与热加工淀粉糊相同的老化现象。从热糊化淀粉发生老化的本质可以看出,温度的改变是决定性的因素。加热糊化后的淀粉,当温度降低时,分子的动能减小,在氢键的作用下使部分淀粉分子重新缔合而引起老化。高压使淀粉完全糊化时不涉及温度的改变(试验系统的压力升高引起的温升小于 $2^{\circ}\text{C}$ ,影响可以忽略),所以无老化现象。

其次,热加工糊化的淀粉在水分含量低于10%~15%以下的干燥状态不发生老化,而水份在30%~60%则最易发生老化,如水分再增多则老化又变慢。这是因为浓度越高越易引起分子缔合,而分子为了缔合进行的运动中,也需要少量的水分。食品加工中正是利用了这个特点来制造淀粉食品,如通过高温快速干燥,使水分低于10%时,可使 $\alpha$ -淀粉长期保存,成为方便食品或即食食品(instant food)。此时再加水,可无须加热得到完全糊化的淀

粉。从本研究中高压完全糊化后的玉米淀粉糊水分高达50%，虽经反复冻融无析水现象来看，高压加工方便食品，如高压水煮面等具有广阔的应用前景。

根据热糊化淀粉的研究结果，淀粉的种类不同，老化性能也不同。与薯类淀粉相比，玉米淀粉更易老化，但高压完全糊化的玉米淀粉却不老化，这是明显优于热加工淀粉的特点。

#### 4 变色性质

在一般光线下，干的玉米淀粉是白色的。在高压处理玉米淀粉的过程中，没有观察到色泽变化现象。即使经冻融稳定性试验，水分失散后的海绵状淀粉，也无颜色的变化。同淀粉的热加工相比，这也许是高压食品加工中的一个不足之处。因为淀粉加热到一定温度时，转变为明显的黄褐色。这种颜色不仅刺激食欲，美观，而且重要的是产生食品焦糊香气。一般淀粉的热变色温度范围为190~ 210℃，水浸胀后，淀粉的热变色温度范围有所下降。相比之下，本试验研究压力也许还不够。因为，淀粉的热变色温度远高于其糊化温度；而高压淀粉糊化的压力在600 MPa，那么以热变色温度推算高压淀粉变色压力应该在1 000 MPa 以上。但由于材料科学和超高压密封等一系列技术限制，用于食品高压加工的高压容器达到1 000 MPa 以上目前还很困难。因此，需要探索其它办法来增加高压食品的颜色要求。

#### 5 润胀机理及压力老化特性

前已述及，高压处理完全糊化的淀粉糊冻融稳定性很好，但高压处理未完全糊化的淀粉糊冻融稳定性却与加热糊化的淀粉糊相同。这就提示我们，高压淀粉糊不是不老化，而是存在着与热淀粉糊不同的老化特性。我们把它称之为压力老化特性，即：受压力作用由 $\beta$ 淀粉转化得到的 $\alpha$ 淀粉，在压力释放后再次转化为 $\beta$ 淀粉的特性定义为压力老化特性。

在通常条件下不可压缩的物质在高压条件下会有很高的可压缩性，如水在600 MPa 时，体积减小14.13%。淀粉的糊化一定伴随着润胀，即淀粉颗粒体积增大。这也提示我们，高压条件下淀粉的润胀与加热时的淀粉润胀机理有重大区别，有待今后进一步深入研究。

#### 6 结 论

- 1) 高压完全糊化玉米淀粉没有与热加工糊化淀粉相同的老化现象。
- 2) 压力(< 700 MPa)不能象热加工那样使玉米淀粉变色。
- 3) 高压未完全糊化玉米淀粉存在有类似热加工淀粉的老化现象，我们定义为淀粉的压力老化特性。压力老化特性与压力淀粉润胀机理需进一步研究。

#### 参 考 文 献

- 1 金龙飞 淀粉热变色性质的研究 食品科学, 1993(2): 20~ 21
- 2 R L 惠斯特勒 淀粉的化学与工艺学 北京: 中国食品工业出版社, 1987. 799p
- 3 张守勤, 马成林, 左春桢等 玉米淀粉的微晶结构在加热和高压作用下的变化, 农业工程学报, 1997, 13(1): 168~ 171
- 4 马成林, 左春桢, 张守勤等 高压对玉米淀粉糊化度影响的研究, 农业工程学报, 1997, 13(1): 172~ 176