

文章编号:1671-1513(2011)04-0046-04

# 马铃薯酸解氧化淀粉的加工工艺研究

曹效海, 呼小鹏

(青海大学农牧学院, 青海 西宁 810016)

**摘要:**以马铃薯淀粉为原料,研究酸解氧化淀粉的加工工艺,采用正交试验确定了制备马铃薯酸解氧化淀粉的优化工艺条件.结果表明,在温度为55℃,盐酸浓度为0.5 mol/L,过硫酸铵的质量分数为3.0%,反应时间为50 min的条件下制得的可溶性淀粉的黏度最低,抗凝沉性较好.

**关键词:**马铃薯;酸解;氧化淀粉

**中图分类号:** TS235.2

**文献标志码:** A

变性淀粉研究生产已有100多年历史,近三十年来,得到快速发展,目前已生产了近三千种淀粉衍生物,年产量约300万吨.中国从20世纪80年代开始注意和重视变性淀粉的研究.发展到目前已有一百多种,一些产品出口,如糊精及其他改性淀粉,但与国外相比,出口量及品种差距仍很大.因此,国内变性淀粉的生产和发展前景广阔<sup>[1-2]</sup>.

酸变性淀粉是用酸处理一般淀粉乳使之改性的变性淀粉,属于可溶性淀粉.用酸处理后的淀粉,凝胶性增强,凝胶强度高,冷黏度与热黏度比值增大<sup>[3-5]</sup>.

氧化变性淀粉是用氧化剂处理一般淀粉乳使之改性的变性淀粉.氧化淀粉可使淀粉糊化温度降低,热糊黏度变小而热稳定性增加,产品颜色洁白,糊透明,成膜性好,抗冻融性好,是低黏度高浓度的增稠剂等<sup>[6]</sup>.

酸解氧化淀粉较天然淀粉性能有了很大改进,可以更广泛地应用于食品,医药,纺织,造纸,冶金,石油等领域<sup>[7-8]</sup>.氧化淀粉经过物理和化学改性,黏合剂的初黏力、干燥速度、稳定性等都较普通淀粉黏合剂有了明显的改善,可以满足各类需求.

## 1 材料与工艺

### 1.1 实验材料

#### 1.1.1 原料及辅料

青海省西宁市售马铃薯,过硫酸铵、盐酸.

#### 1.1.2 主要仪器设备

粉碎机、电热鼓风干燥箱、电子天平、水浴锅、Brabender糊化仪、黏度仪.

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 马铃薯酸解氧化变性淀粉的制备方法

工艺简介:

1) 调制淀粉乳:准确称取100 g马铃薯淀粉,置于250 mL烧杯中,搅拌下加入120 mL水,拌匀.

2) 酸解和氧化:在水浴中,使淀粉乳温度升到37~38℃,加入150 mL一定浓度(0.4, 0.5, 0.6 mol/L)的盐酸和一定质量分数(2.0%, 2.5%, 3.0%)的过硫酸铵,继续升温至所需的温度(55, 60, 65℃),反应一定时间(50, 60, 70 min)即可.

3) 中和:用Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>溶液中和残余酸,到pH值6.0左右.

4) 洗涤、脱水、干燥:用水充分稀释至pH值接近7.0为准,再脱水,所得湿变性淀粉干燥,在80℃下烘干,使含水量降至12%以下,粉碎,即制得干变性淀粉.

#### 1.2.2 马铃薯酸解氧化变性淀粉性质的测定

1) 黏度的测定.称取一定量的样品,加入Brabender糊化仪的回转杯中,加入100 mL蒸馏水,配成质量分数为15%的淀粉乳,设置扭矩为700 cm·g,回转杯的转速为250 r/min,淀粉乳从30℃开始升温,以3.0℃/min速度升温至95℃,保温30 min后,以3.0℃/min的速度降温,至50℃,保温30 min,在整

个过程中连续记录淀粉乳或淀粉糊黏度的变化,得到 Brabender 黏度曲线. 以黏度最高时的黏度值作为该淀粉的黏度<sup>[9-10]</sup>.

2) 沉降体积的测定<sup>[11]</sup>. 将 100 mL 质量分数为 1.0% (干基) 的淀粉乳在沸水浴中煮沸 15 min, 将体积调整到初始的 100 mL, 静置 24 h 后, 沉降物所占的体积即为沉降体积.

### 1.2.3 单因素实验

1) 反应时间对淀粉特性的影响实验. 在其他反应条件相同情况下, 用不同的反应时间 (25, 50, 75, 90, 120 min) 制备变性淀粉, 测定其黏度和沉降体积.

2) 盐酸浓度对淀粉特性的影响实验. 在其他反应条件相同情况下, 用不同的盐酸浓度 (0.25, 0.5, 0.75, 1 mol/L) 制备变性淀粉, 测定其黏度和沉降体积.

3) 反应温度对淀粉特性的影响实验. 在其他反应条件相同情况下, 在不同的反应温度 (50, 55, 60, 65 °C) 制备变性淀粉, 测定其黏度和沉降体积.

4) 过硫酸铵的用量对淀粉特性的影响实验. 在其他反应条件相同, 不同的过硫酸铵用量 (0, 1.5%, 2.5%, 3.5%, 4.5%) 的条件下制备变性淀粉, 测定黏度和沉降体积.

### 1.2.4 正交试验设计

采用  $L_9(3^4)$  正交试验设计方案 (表 1), 以淀粉黏度为指标, 确定加工马铃薯酸解氧化变性淀粉的优化反应温度、反应时间、盐酸浓度以及过硫酸铵的添加量 (% , 占淀粉干基).

表 1 正交试验因素水平表  $L_9(3^4)$

Tab. 1 Factors and levels of orthogonal design  $L_9(3^4)$

水平	因素			
	A 反应时间/min	B 反应温度/°C	C 盐酸浓度/ (mol·L <sup>-1</sup> )	D 过硫酸铵质量 分数/%
1	50	55	0.4	2.0
2	60	60	0.5	2.5
3	70	65	0.6	3.0

## 2 结果与分析

### 2.1 反应时间对淀粉特性的影响

不同反应时间对淀粉特性的影响实验结果见图 1、图 2. 从图 1 可以看出, 在其他因素不变的情况下, 随着反应时间的延长, 淀粉的黏度在 50 min 左右下降得很快, 75 min 以后, 黏度值下降缓慢, 继续延长反应时间, 黏度值几乎不再下降. 同时, 从图 2

可以看出, 随着反应时间的延长, 淀粉沉降体积有所增加, 开始增加较快, 而后趋于平缓.

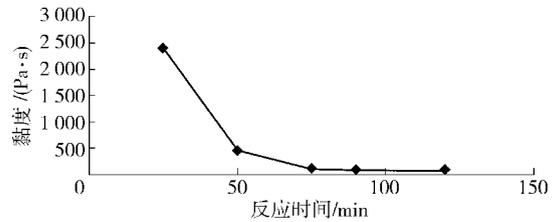


图 1 反应时间对淀粉黏度的影响

Fig. 1 Effect of reaction time on viscosity of starch

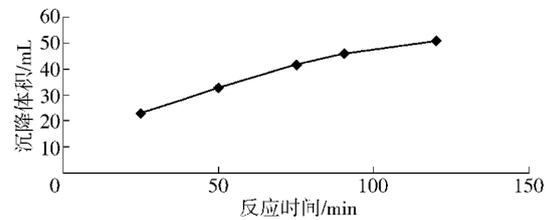


图 2 反应时间对淀粉氧化的影响

Fig. 2 Effect of reaction time on oxidation of starch

### 2.2 盐酸浓度对淀粉特性的影响

盐酸浓度对淀粉黏度和氧化特性的影响, 实验结果见图 3、图 4. 从图 3 可以看出, 在其他因素不变的情况下, 随着盐酸浓度增加, 淀粉的黏度在 0.50 mol/L 左右下降得很快, 当盐酸浓度达到 0.75 mol/L 以后, 继续加大盐酸浓度, 黏度值下降非常缓慢. 同时, 如图 4, 随着盐酸浓度的增加, 淀粉沉降体积有所增加, 且在 0.6 mol/L 左右增加较快.

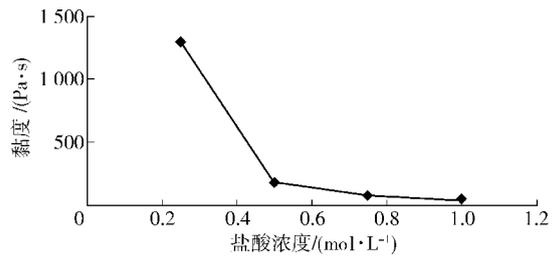


图 3 盐酸浓度对淀粉黏度的影响

Fig. 3 Effect of concentration of hydrochloric acid on viscosity of starch

### 2.3 反应温度对淀粉特性的影响

不同反应温度对淀粉特性影响的实验结果见图 5、图 6. 从图 5 可以看出, 在其他因素不变的情况下, 随着反应温度增加, 淀粉黏度在 50 ~ 60 °C 下降得很快, 当温度达到 60 °C 以后, 继续升高反应温度, 黏度值下降缓慢. 同时, 如图 6, 随着温度的升高, 淀粉沉降体积有所增加, 而且随着温度增高, 沉降体积增加得越快, 这主要是由于过硫酸铵在温度较高

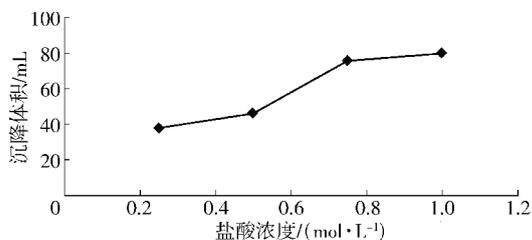


图4 盐酸浓度对淀粉氧化的影响

Fig. 4 Effect of concentration of hydrochloric acid on oxidation of starch

时分解速率加快引起的。

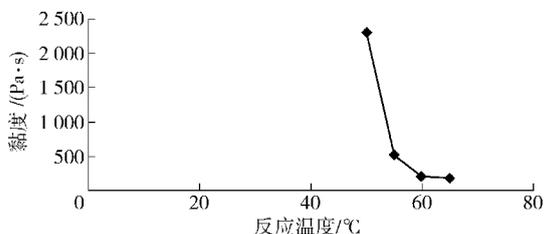


图5 反应温度对淀粉黏度的影响

Fig. 5 Effect of reaction temperature on viscosity of starch

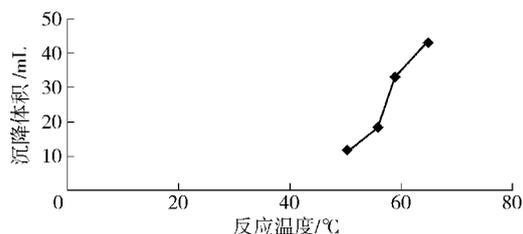


图6 反应温度对淀粉氧化的影响

Fig. 6 Effect of reaction temperature on oxidation of starch

## 2.4 过硫酸铵用量对淀粉特性的影响

图7、图8为不同过硫酸铵用量对淀粉特性影响的结果。从图7可以看出,在其他因素不变的情况下,随着过硫酸铵用量的增加,淀粉的黏度缓慢下降。同时,如图8,随着过硫酸铵用量的增加,淀粉沉降体积呈直线上升。

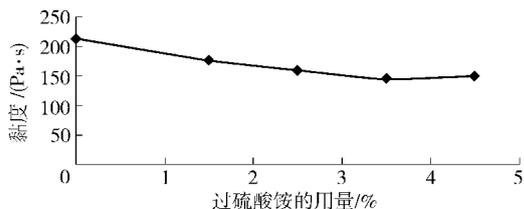


图7 过硫酸铵的用量对淀粉黏度的影响

Fig. 7 Effect of amount of usage about ammonium peroxydisulfate on viscosity of starch

## 2.5 $L_9(3^4)$ 正交试验结果

正交试验结果见表2。通过对表2分析,由极差

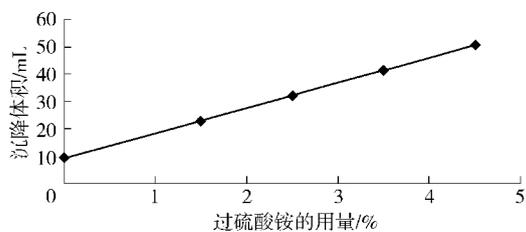


图8 过硫酸铵用量对淀粉氧化的影响

Fig. 8 Effect of amount of usage about ammonium peroxydisulfate on oxidation of starch

表2 正交试验结果

Tab. 2 Result of orthogonal design

编号	A	B	C	D	黏度/(Pa·s)
1	1	1	1	1	1520
2	1	2	2	2	470
3	1	3	3	3	430
4	2	1	2	3	550
5	2	2	3	1	110
6	2	3	1	2	830
7	3	1	3	2	680
8	3	2	1	3	660
9	3	3	2	1	520
$K_1$	806.7	916.7	1003.3	716.7	
$K_2$	496.7	413.3	513.3	660.0	
$K_3$	620.0	593.3	406.7	546.7	
R	310.0	503.4	596.6	170.0	

大小可知,在实验因素的水平范围内,影响马铃薯酸解氧化淀粉黏度的主要因素主次关系为盐酸浓度 > 反应温度 > 反应时间 > 过硫酸铵用量,即盐酸浓度对马铃薯酸解氧化淀粉的黏度影响最大,反应温度和反应时间次之,过硫酸铵的用量对其影响不大。各因素的优选组合为  $A_1B_2C_2D_3$ ,即反应时间为 50 min,反应温度为 55 °C,盐酸浓度为 0.5 mol/L,过硫酸铵的质量分数为 3.0%。

## 3 讨论与结论

### 3.1 讨论

1) 本实验中,氢离子浓度对过硫酸铵在水溶液中的热分解反应有催化作用。当氢离子浓度较大时,过硫酸铵分解较快,能产生较多的活性氧;而活性氧具有强氧化性,可使淀粉糖苷键发生断裂,并能使淀粉分子上的基团发生氧化。因此,理论上,过硫酸铵在酸性条件下能对淀粉起到较好的氧化作用。

2) 在酸转化过程中,酸水解苷键缩短了淀粉链的长度。根据对酸变性过程的玉米淀粉的直链组分及支链组分的检测酸变性颗粒状淀粉研究,证明酸

转化对淀粉颗粒的作用可分为两个阶段,最初迅速水解支链淀粉的非结晶区,接着缓慢地作用于结晶区中的直链和支链两个组分。

### 3) 酸变性对淀粉性质的影响。

**热糊黏度:**淀粉糊的黏度主要与淀粉物质水溶液(连续液相)中的溶胀淀粉粒和淀粉粒碎片悬浮体(不连续凝胶相)有关。酸变性淀粉比原淀粉在热水中的溶解度大,且有较低的热糊黏度,这是由于连续相对不连续相的比例较大之故。冷糊对热糊黏度的比例:胶凝能力和冷糊对热糊黏度之比随着酸液处理时间的减少而增加。这可能是由于无定形结构优先被破坏,或中和盐的数量较高所致。酸变性淀粉的凝胶强度对热糊黏度的比值比原淀粉的大。

**淀粉的酸催化水解作用,**可能发生在分支点和直线上。这样可减少分化度和增加直线段百分率,可能对酸变性淀粉胶凝能力的提高起作用。

**酸变性淀粉还原值:**低于75流度时,还原值基本上与原淀粉相同;超过75流度时,还原值增大。

**渗透压、碘亲合性及膜强度:**直到70流度,酸变性淀粉与碘的亲合性变化不大,而在同样范围内,淀粉的数均聚合度(DPn)从470降至190。由此推测,酸优先作用于支链部分,淀粉的酸变性对抗张强度没有较大影响。

## 3.2 结论

1)以马铃薯淀粉为原料,盐酸为酸解催化剂,过硫酸铵作为氧化剂,可在较短时间里得到黏度较低并具有一定氧化程度的酸解氧化淀粉。在制备过程中,酸解和氧化同时进行,可以缩短反应时间,提高反应效率。

2)利用酸解工艺可以得到质量较好的改性淀

粉。酸解氧化淀粉是一类性质比较特殊的变性淀粉,在一定程度上克服了酸解淀粉的缺陷。

3)通过单因素实验和正交试验,确定了制备马铃薯酸解氧化淀粉的优化工艺条件为,反应时间50 min,反应温度55℃,盐酸浓度0.5 mol/L,过硫酸铵质量分数为3.0%。

## 参考文献:

- [1] 刘亚东,金征宇. 变性淀粉在我国应用研究现状及发展趋势分析[J]. 粮食与油脂, 2005(10):7-10.
- [2] 唐洪波,马冰洁. 乙酰化酸解复合变性淀粉的制备及性能研究[J]. 食品科学, 2007,28(1):47-50.
- [3] 容元平,刘昭明,李克林,等. 酸变性淀粉降解研究[J]. 广西大学学报:自然科学版, 2001,26(4):295-297.
- [4] 陆雪良,殷黎萍. 酸变性微孔淀粉的制备工艺研究[J]. 常熟理工学院学报, 2005,19(6):46-49.
- [5] 张雯,张盛贵,张会翔,等. 马铃薯氧化淀粉的工艺优化[J]. 甘肃农业大学学报,2008,43(4):131-134.
- [6] 李兆丰,顾正彪. 酸解氧化变性淀粉的制备及其性质研究[J]. 食品与发酵工业,2005,21(2):14-17.
- [7] 刘亚伟. 淀粉基食品添加剂[M]. 北京:化学工业出版社,2008.
- [8] 王秀艳,朱文仓,王彪. 氧化淀粉研究的新进展[J]. 粘接, 2004,25(3):35-38.
- [9] 罗勤贵. 变性淀粉的生产与应用现状[J]. 粮食加工, 2006,31(6):50-53.
- [10] 郝晓敏,谷长生,宋文东,等. 酸水解制备变性红薯淀粉的工艺及性质研究[J]. 粮油食品科技,2008,16(2):44-46.
- [11] 王良东,顾正彪. 小麦B淀粉的性质[J]. 无锡轻工大学学报,2003,22(6):5-8.

# Study on Production Technology of Acid-Thinned and Oxidized Potato Starch

CAO Xiao-hai, HU Xiao-peng

(College of Agriculture and Animal Husbandry, Qinghai University, Xining 810016, China)

**Abstract:** The production technology of acid-thinned and oxidized potato starch were studied in this paper. The production conditions were optimized using orthogonal design. The optimum conditions were as follows: temperature of 55℃, hydrochloric acid concentration of 0.5 mol/L, ammonium persulfate of 3.0% and response time of 50 min. The acid-thinned and oxidized potato starch under the conditions showed the minimum viscosity and good anti-precipitability property.

**Key words:** potato; acidolysis; oxidize starch

(责任编辑:叶红波)