

# $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$ 射线辐照处理后马铃薯淀粉糊的流变特性

张 喻<sup>1,2</sup>, 谭兴和<sup>1,2\*</sup>, 熊兴耀<sup>3,4</sup>, 王克勤<sup>5</sup>, 肖森文<sup>6</sup>

(1. 湖南农业大学食品科技学院, 长沙 410128; 2. 食品科学与生物技术湖南省重点实验室, 长沙 410128;  
3. 湖南农业大学园艺园林学院, 长沙 410128; 4. 湖南省作物种质创新与资源利用重点实验室, 长沙 410128;  
5. 湖南省原子能农业应用研究所, 长沙 410125; 6. 湖南龙山金山实业有限责任公司, 龙山 416800)

**摘 要:** 为深入了解辐照处理对淀粉糊流变特性的影响, 采用  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$  射线对马铃薯淀粉进行 0~400 kGy 辐照处理后制成淀粉糊, 使用流变仪研究了不同剂量处理辐照后马铃薯淀粉糊的流变特性。静态流变特性测定结果表明, 不同辐照剂量处理后马铃薯淀粉糊均呈假塑性流体特征, 符合幂定律; 辐照剂量越大, 马铃薯淀粉糊的表观黏度和剪切稀化程度越低, 并逐渐偏近牛顿流体。动态流变特性测定结果表明, 马铃薯淀粉糊的弹性模量峰值及其相应的峰值系统温度和 20℃ 弹性模量均随辐照剂量的增加而降低。研究结果可为辐照处理后淀粉的应用提供基础数据。

**关键词:** 淀粉, 辐照, 流变学, 马铃薯淀粉,  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$  射线, 静态流变, 动态流变

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2010.11.064

中图分类号: S124<sup>+</sup>.1, TS231

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2010)-11-0379-05

张 喻, 谭兴和, 熊兴耀, 等.  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$  射线辐照处理后马铃薯淀粉糊的流变特性[J]. 农业工程学报, 2010, 26(11): 379-383.

Zhang Yu, Tan Xinghe, Xiong Xingyao, et al. Rheological properties of potato starch pastes treated by  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$  radiation[J]. Transactions of the CSAE, 2010, 26(11): 379-383. (in Chinese with English abstract)

## 0 引 言

淀粉是自然界中存在数量仅次于纤维素的一种可再生性资源。淀粉一般是糊化后再使用, 在使用过程中大都要经历输送、搅拌、混合、冷却等操作, 淀粉糊的流变特性如黏度、抗剪切力等, 对这些操作的进行起着关键的作用。通过对淀粉糊流变特性的测定, 可以建立流变模型, 预测淀粉在使用过程中的变化, 并且为工艺及设备的设计提供有关数据, 因此, 研究淀粉糊的流变特性至关重要。国内外学者也对此进行了大量研究工作<sup>[1-4]</sup>。

马铃薯淀粉具有淀粉颗粒大, 糊化温度低, 糊透明等特点, 被广泛应用在食品、医药、纺织、造纸和日用化工等行业, 其产量和用量仅次于玉米淀粉<sup>[5]</sup>。和其他淀粉一样, 马铃薯原淀粉糊化后黏度高, 且淀粉糊易老化、抗剪切能力差、酶解和化学反应活性低等性质上的不足, 使其应用受到一定限制。为拓宽淀粉应用范围, 通过各种方法对淀粉的改性一直是科技工作者的研究热点。 $\gamma$  射线辐照处理作为一种生产变性淀粉的有效方法, 能使淀粉大分子链断裂、聚合度降低, 淀粉糊黏度下降且稳定性增加<sup>[6]</sup>, 辐照处理还能提高淀粉的化学反应活性。武宗文<sup>[7]</sup>将玉米淀粉经过  $\gamma$  射线辐射降解后再进行醚化改性,

其醚化反应活性增加, 醚化效率增大; 所得羧甲基玉米淀粉具有高浓低黏的特征, 在较高固形物含量下仍有良好的流动性, 黏度稳定, 黏结力强。因此, 辐照处理后淀粉可作为生产造纸黏合剂、纺织浆料和标签胶、装饰胶等水基黏合剂的原料。

国外对辐射处理后淀粉的理化性质、结晶结构等研究较多<sup>[8-10]</sup>。国内在这方面研究极少, 研究内容也不够深入。综合国内外文献, 关于辐照处理后淀粉的流变特性鲜见报道。本研究采用 ARES 型高级扩展流变试验系统, 对不同辐照剂量处理后马铃薯淀粉糊的稳态流变性和动态流变特性进行测定, 探讨辐照对马铃薯淀粉糊流变参数的影响规律, 以期对辐照处理后马铃薯淀粉的应用提供基础数据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 主要材料及仪器

马铃薯淀粉(实验室自制, 质量含水分率为 12%); HH-8 数显恒温水浴锅(上海浦东物理光学仪器厂); ARES 型高级扩展流变试验系统(英国 TA 有限公司); BS224S 型电子天平(北京赛多利斯仪器有限公司)。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 淀粉的辐照处理

辐照处理在湖南省原子能农业应用研究所进行, 辐照钴源强度为  $9.99 \times 10^{15}$  Bq。取马铃薯淀粉装入 500 mL 广口瓶中, 共设 5 个处理, 分别为 0 (CK)、50、100、200 和 400 kGy, 剂量率为 1.67 kGy/h, 在自然室温条件下照射, 处理后的样品在常温条件下贮藏备用。

#### 1.2.2 马铃薯淀粉糊的稳态流变特性

准确称取不同剂量辐照处理后的马铃薯淀粉样品,

收稿日期: 2010-01-29 修订日期: 2010-11-14

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2007BAD41B03)

作者简介: 张 喻(1972-), 女, 湖南沅江人, 副教授, 博士, 主要从事农产品加工教学与科研工作。湖南长沙市芙蓉区农大路 1 号 湖南农业大学食品科技学院, 410128。Email: skxzhangyu@163.com

\*通信作者: 谭兴和(1959-), 男, 湖南长沙人, 教授, 博士生导师。湖南长沙市芙蓉区农大路 1 号 湖南农业大学食品科技学院, 410128。

Email: xinghetan@163.com

用蒸馏水配成质量分数为8%的悬浮液,搅拌使之充分分散,然后在沸水浴中加热糊化30 min,冷却至室温后取适量样品放入ARES流变仪测定平台,选择直径为50 mm的平板模具和稳态测试程序,启动流变仪,设置间隙为1 mm,刮去平板外多余淀粉糊,加上盖板,并加入硅油防止水分蒸发。在温度为30℃条件下,剪切速率 $\gamma$ 从0~250 s<sup>-1</sup>递增,测定淀粉糊随剪切速率上升的表观黏度 $\eta$ 和剪切应力 $\tau$ <sup>[11]</sup>。

### 1.2.3 马铃薯淀粉的动态流变特性

由于马铃薯淀粉糊的黏度比其他淀粉高,在文献[12]的基础上稍作改进。称取0.3 g淀粉于8 mL的重蒸水中,在沸水浴中充分预糊化,再加入1.7 g淀粉充分搅拌,在室温静置30 min使水分充分分布均匀,置于校正好的动态流变仪的平台上。选择直径为50 mm的平板模具和振荡测试程序,设置应变2%,角频率5 rad/s。试验步骤如下:从20℃到100℃程序升温使淀粉悬浮体系糊化,然后程序降温到20℃,让凝胶形成,升、降温速度均为5℃/min。考察淀粉糊在升温和降温过程中弹性模量 $G'$ 的变化。升温过程中弹性模量峰值模量记为 $G'_m$ ,此时对应的温度为峰值系统温度 $T'_m$ ,100℃对应的弹性模量记为 $G'_{100}$ ,降温过程中20℃对应的弹性模量记为 $G'_{20}$ 。

## 2 结果与分析

### 2.1 马铃薯淀粉糊的稳态流变行为

#### 2.1.1 不同辐照剂量处理后的马铃薯淀粉糊的流变模型

研究流体的流变性时,根据剪切应力 $\tau$ 和剪切速率 $\gamma$ 的关系,流体可分为牛顿型流体和非牛顿型流体。对非时间依赖性的假塑性流体和胀塑性流体, $\tau$ 与 $\gamma$ 的关系可用幂定律 $\tau=k\gamma^m$ 表示,其中 $k$ 是稠度系数,其数值与流体的稠度或浓度等因素有关, $k$ 愈大,增黏能力愈强。 $m$ 为流动特性指数,其大小表示流体偏离牛顿流体的程度。 $m < 1$ 为假塑性流体, $m=1$ 为牛顿流体, $m > 1$ 为胀塑性流体<sup>[13]</sup>。

不同辐照剂量处理下马铃薯淀粉糊的剪切应力与剪切速率的关系如图1所示。

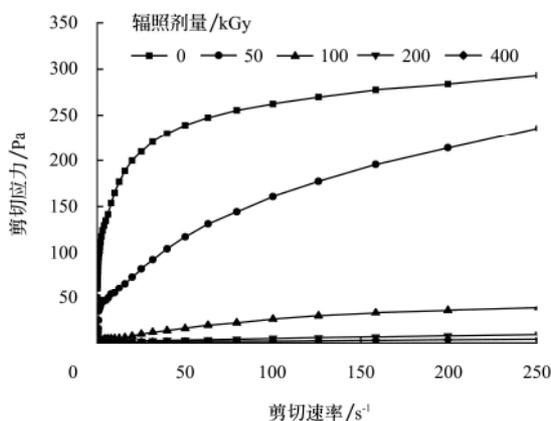


图1 不同辐照剂量处理后马铃薯淀粉糊的流变曲线

Fig.1 Rheological curves of pastes of potato starches treated with different irradiation dose

从图1可看出,不同辐照剂量处理后马铃薯淀粉糊的流变曲线都经过原点,并且不同程度地凸向剪切应力轴,由此可以断定它们均属于非牛顿流体;在试验所选的剪切速率范围内,剪切应力随剪切速率的增大而增大,说明它们具有假塑性流体的特征,遵循幂定律。从图1还可以看出,当剪切速率相同时,马铃薯淀粉糊的剪切应力随辐照剂量的增加而减小。也就是说,要使淀粉糊以同样的方式进行流动,马铃薯原淀粉需要的力最大。

用幂定律 $\tau=k\gamma^m$ 对图1的曲线进行一元非线性回归,得出所有样品的 $k$ 、 $m$ 值及决定系数 $R^2$ ,结果见表1。

表1 辐照处理后马铃薯淀粉糊的流变特征

Table 1 Rheological properties of pastes of potato starches treated with different irradiation dose

辐照剂量/kGy	稠度系数 $k/\text{Pa}\cdot\text{s}^{-m}$	流态指数 $m$	决定系数 $R^2$
0	97.892	0.215	0.984
50	29.311	0.354	0.977
100	1.768	0.467	0.989
200	0.437	0.658	0.992
400	0.053	0.986	0.985

由表1可看出,当辐照剂量在0~400 kGy,剪切速率 $\gamma$ 在0~250 s<sup>-1</sup>时,决定系数 $R^2$ 在0.977~0.992之间,说明方程与曲线有较好的相关性。从表1数据还可以看出:淀粉糊的稠度系数 $k$ 值随着辐照剂量的增加而减小,尤其是辐照剂量不超过100 kGy时,稠度系数 $k$ 值下降很明显,辐照剂量超过100 kGy后下降趋势有所减缓;流态指数 $m$ 随着辐照剂量的增加而增大,且所有淀粉糊的 $m$ 值都小于1,这更好地表明不同辐照剂量处理后马铃薯淀粉糊仍保持假塑性流体特征。经400 kGy辐照剂量处理的马铃薯淀粉的流态指数 $m$ 的值已达0.986,远大于原淀粉的值且接近1,说明辐照处理使马铃薯淀粉糊偏近于牛顿型流体,具有很好的流动性。

#### 2.1.2 辐照剂量对马铃薯淀粉糊表观黏度的影响

淀粉糊具有阻碍流动的特性,这种特性称之为黏性。淀粉糊的黏性只有在流动过程中才能表现出来,其大小是用表观黏度度量的。温度为30℃,质量分数为8%的马铃薯淀粉糊,在剪切速率为1 s<sup>-1</sup>时,表观黏度与辐照剂量的关系如图2所示。

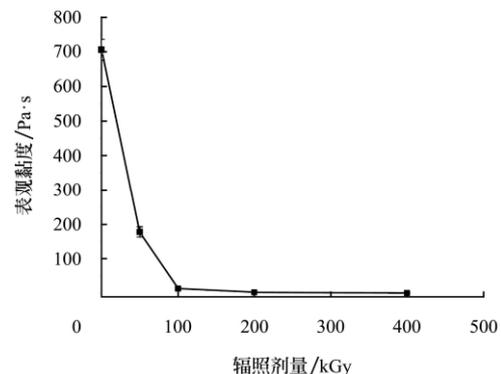


图2 辐照剂量对马铃薯淀粉糊表观黏度的影响

Fig.2 Effect of irradiation dose on apparent viscosity of pastes of irradiated potato starches

从图 2 可知,随着辐照剂量的增加,马铃薯淀粉糊的表观黏度值不断降低,如马铃薯原淀粉糊的表观黏度为 705 Pa·s,经 100 kGy 辐照剂量处理后其表观黏度降为 14 Pa·s;并且淀粉糊的表观黏度在辐照剂量不超过 100 kGy 时下降的速度很快,而辐照剂量超过 100 kGy 后,表观黏度下降非常少。表观黏度值降低是因为辐照引起淀粉分子链断裂,使小分子的数量增加,糊化后对流动产生的黏性阻力减小,导致表观黏度大大降低。当辐照剂量达到一定值后,辐照对淀粉分子链变化的影响不再那么显著,因此表观黏度下降趋势变缓。

### 2.1.3 辐照处理后马铃薯淀粉糊的剪切稀化

剪切稀化是假塑性流体特有的现象,即流体的表观黏度随剪切速率的增加而降低。一般分子柔性越大、相对分子质量越大、分子链越长则剪切稀化现象越明显<sup>[14]</sup>。不同辐照剂量处理下的马铃薯淀粉糊的表观黏度与剪切速率关系如图 3 所示。

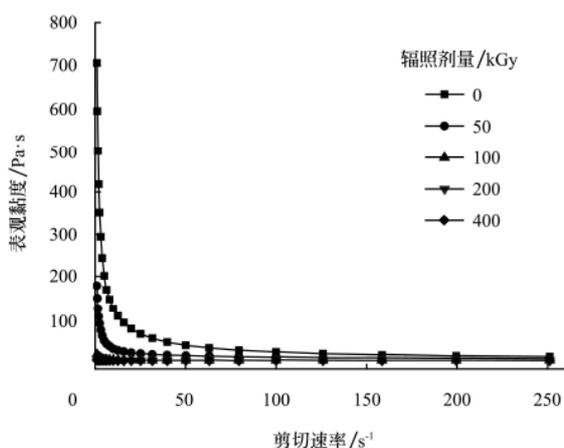


图 3 不同辐照剂量处理后马铃薯淀粉糊的剪切速率与表观黏度关系

Fig.3 Relationship between shear rate and apparent viscosity of the pastes of potato starches treated with different irradiation dose

从图 3 可看出,随着剪切速率增加,经不同辐照剂量处理的马铃薯淀粉糊化后的表观黏度开始时急剧下降,然后逐渐趋向平缓,说明存在剪切稀化现象;辐照剂量对马铃薯淀粉糊剪切稀化的影响规律,与辐照剂量对表观黏度影响规律相同,即随着辐照剂量的增加,剪切稀化现象随之减弱,当辐照剂量达 400 kGy 时,马铃薯淀粉糊的剪切稀化现象几乎不存在。

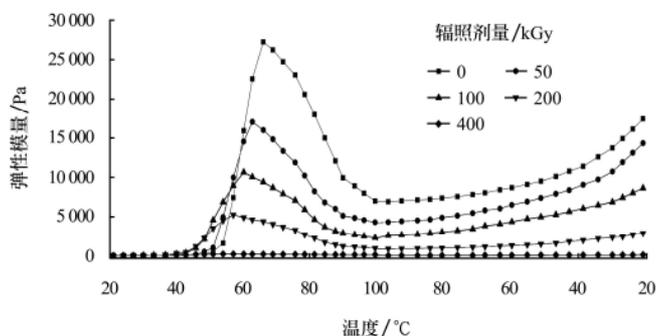
出现剪切稀化现象是由于在淀粉糊中分子链相互缠绕,妨碍淀粉分子的运动,对流动产生很大的黏性阻力。当受到剪切应力作用产生流动时,缠绕的分子链被拉直取向,缠结点减少,流层间的剪切应力减少,从而使表观黏度下降。随着剪切速率的增大,上述取向排列趋于完善,表观黏度也越来越低。当剪切速率增大到某一数值后,淀粉分子来不及取向或已经充分取向,表观黏度就维持在一个常数<sup>[15]</sup>。剪切稀化现象随辐照剂量增加而减弱,可能是由于马铃薯淀粉在辐照的过程中,淀粉结晶结构和分子内氢键遭到破坏,分子结构变得松散,并

伴有降解,使得分子缠结点减少,对流动产生的黏性阻力减小,结果使剪切稀化程度降低。

### 2.2 马铃薯淀粉的动态流变特性

淀粉在实际使用过程中,由于加工条件如温度、压力等的变化,淀粉糊处于动态变化中,因此有必要考察淀粉糊在动态变化过程中的特性。本试验只探讨了以固定的频率给试样施加恒定的力时,温度变化时淀粉糊流变特性的变化情况。

在动态流变特性的测量过程中,弹性模量 ( $G'$ ) 是个很重要的参数。弹性模量表示的是当物质受到力的作用时,物质变形程度。弹性模量越大,物质受力时变形程度小<sup>[16]</sup>。图 4 是不同辐照剂量处理后马铃薯淀粉糊化和冷却凝胶时弹性模量随温度变化曲线,表 2 列出了经不同辐照剂量处理后马铃薯淀粉在升、降温过程中的流变特征参数。



注:图中横坐标表示由 20℃升温至 100℃后,再由 100℃降温至 20℃

图 4 不同辐照剂量处理后马铃薯淀粉糊的弹性模量( $G'$ )随温度变化曲线

Fig.4 Elastic modulus-temperature curve of pastes of potato starches treated with different irradiation dose

从图4可看出:在加热过程中,经不同辐照剂量处理后马铃薯淀粉的弹性模量 $G'$ 随温度的升高而增加,到最大值时继续加热则 $G'$ 开始快速下降。在冷却过程中,体系的 $G'$ 又随温度的降低而持续增大。这是因为在加热过程中,随着淀粉颗粒吸水膨胀,直链淀粉从中渗出并溶解。渗出的直链淀粉可彼此之间或与支链淀粉的分支之间相互缠结,在膨胀的淀粉颗粒外部形成三维网络结构,导致体系 $G'$ 增加。达到峰值( $G'_m$ )后继续加热,会有部分膨胀的淀粉粒破裂,且直链淀粉链的迁移能力增强,凝胶网络中的部分氢键断裂,结构瓦解,导致体系 $G'$ 下降。冷却过程中,直链淀粉分子间通过氢键相互缠绕,同时作为填充物的淀粉颗粒之间的碰撞变缓,淀粉凝胶的网络结构逐步形成,体系 $G'$ 又逐步增大<sup>[11-12]</sup>。

由表 2 可知:随辐照剂量的增加,弹性模量峰值  $G'_m$  和 20℃弹性模量  $G'_{20}$  显著下降,峰值系统温度  $T'_m$  则逐渐降低。这主要是因为辐照过程中马铃薯淀粉颗粒结构被破坏,直链淀粉含量降低<sup>[17]</sup>。因此,在升温过程中形成的三维网络结构强度随辐照剂量的增加而减弱,导致其破裂所需的温度相应降低;冷却过程中其相互间缠绕和交联形成氢键的程度越低,形成的凝胶强度也越小。

表2 不同辐照剂量处理后马铃薯淀粉糊在升温和降温过程中的流变特征参数

Table 2 Rheological characteristic parameters of pastes of potato starches treated with different irradiation dose during heating and cooling process

辐照剂量/ kGy	弹性模量峰值 $G'm/Pa$	峰值系统温度 $T'm/^{\circ}C$	20℃弹性模量 $G'_{20}/Pa$
0	27 250	65.9	17 513
50	17 055	63.1	14 425
100	10 646	59.8	8 717
200	5 237	57.5	2 963
400	197	53.0	182

### 3 结论

1) 静态流变特性测定结果表明: 经不同辐照剂量处理后的马铃薯淀粉糊均呈现假塑性流体特征, 符合幂定律。辐照处理对淀粉糊的流变特性有显著的影响, 辐照剂量越高, 淀粉糊的表观黏度越低, 越偏近牛顿流体, 具有很好的流动性。同时, 经不同辐照剂量处理后的马铃薯淀粉糊均具有剪切稀化性质, 但辐照处理能显著地降低淀粉糊的剪切稀化程度。

2) 动态流变特性测定结果表明: 辐照剂量影响马铃薯淀粉的弹性模量和流变特征参数。马铃薯淀粉的弹性模量、弹性模量峰值及其相应的峰值系统温度和 20℃弹性模量均随辐照剂量的增加而降低。

3) 经辐照处理后淀粉糊的表观黏度降低, 因此, 辐照改性淀粉的特点符合当今纺织浆料高浓度低黏型的发展方向, 在纺织行业中有广阔的应用前景。另外, 如将淀粉的辐照处理与化学改性如醚化、酯化、接枝等相结合, 制得性能更趋完善的低黏度淀粉衍生物, 这也辐照改性淀粉的一个重要的开发应用方向。

#### [参考文献]

- [1] Singh N, Singh J, Sodhi N S. Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources[J]. Food Chemistry, 2003, 81(2): 219-231.
- [2] Chaisawang M, Suphantharika M. Pasting and rheological properties of native and anionic tapioca starches as modified by guar gum and xanthan gum[J]. Food Hydrocolloids, 2006, 20(5): 641-649.
- [3] 王清章, 邱承光, 彭光华, 等. 莲藕粉糊的流变特性实验研究[J]. 农业工程学报, 2002, 18(4): 116-119.  
Wang Qingzhang, Qiu Chengguang, Peng Guanghua, et al. Experimental studies on rheological properties of lotus root powder paste[J]. Transactions of the CSAE, 2002, 18(4): 116-119. (in Chinese with English abstract)
- [4] 张伏, 付三玲, 佟金, 等. 玉米淀粉糊的流变学特性分析[J]. 农业工程学报, 2008, 24(9): 294-297.  
Zhang Fu, Fu Sanling, Tong Jin, et al. Rheological properties of maize starch pastes[J]. Transactions of the CSAE, 2008, 24(9): 294-297. (in Chinese with English abstract)
- [5] 于天峰, 夏平. 马铃薯淀粉特性及其利用研究[J]. 中国农学通报, 2005, 21(1): 55-58.

Yu Tianfeng, Xia Ping. Characteristic and use of potato starch[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2005, 21(1): 55-58. (in Chinese with English abstract)

- [6] Yu Y, Wang J. Effect of  $\gamma$ -ray irradiation on starch granule structure and physicochemical properties of rice[J]. Food Research International, 2007, 40(2): 297-303.
- [7] 武宗文. 淀粉复合变性及浆纱应用性能研究[D]. 上海: 东华大学, 2006.  
Wu Zongwen. Multiple Modification on Starch and Application in Sizing[D]. Shanghai: Donghua University, 2006. (in Chinese with English abstract)
- [8] Cieřla K, Eliasson A C. Influence of gamma radiation on potato starch gelatinization studied by differential scanning calorimetry[J]. Rad Phys Chem, 2002, 64(2): 137-148.
- [9] Abu J O, Duodu K G, Minnaar A. Effect of  $\gamma$ -irradiation on some physicochemical and thermal properties of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) starch[J]. Food Chemistry, 2006, 95(3): 386-393.
- [10] Chung H J, Liu Q. Effect of gamma irradiation on molecular structure and physico-chemical properties of corn starch[J]. Journal of Food Science, 2009, 74(5): 353-361.
- [11] 谭洪卓, 谷文英, 刘敦华, 等. 甘薯淀粉糊的流变特性[J]. 食品科学, 2007, 28(1): 58-63.  
Tan Hongzhuo, Gu Wenying, Liu Dunhua, et al. Rheological properties of sweet potato starch paste[J]. Food Science, 2004, 81(2): 267-274. (in Chinese with English abstract)
- [12] 朱帆, 徐广文, 丁文平. 表观直链淀粉含量对小麦淀粉凝胶流变特性影响的研究[J]. 食品科学, 2008, 29(2): 43-47.  
Zhu Fan, Xu Guangwen, Ding Wenping. Research on effects of apparent amylose content on rheological properties of wheat starch gelatins[J]. Food Science, 2008, 29(2): 43-47. (in Chinese with English abstract)
- [13] 黄祖强, 童张法, 黎铨海, 等. 机械活化对木薯淀粉的溶解度及流变学特性的影响[J]. 高校化学工程学报, 2006, 20(3): 449-454.  
Huang Zuqiang, Tong Zhangfa, Li Xuanhai, et al. Effects of mechanical activation on cold-water-solubility and rheological properties of cassava starch[J]. Journal of Chemical Engineering of Chinese Universities, 2006, 20(3): 449-454. (in Chinese with English abstract)
- [14] 吴唯, 徐种德, 周达飞. 反应性聚丙烯/三元乙丙橡胶共混物的流变性能研究[J]. 现代化工, 2000, 20(7): 33-36.  
Wu Wei, Xu Zhongde, Zhou Dafei. Study on rheological properties of reactive PP/EPDM blends[J]. Modern Chemical Industry, 2000, 20(7): 33-36. (in Chinese with English abstract)
- [15] 李坚斌, 李琳, 陈玲, 等. 超声波处理下马铃薯淀粉糊的流变学特性[J]. 华南理工大学学报: 自然科学版, 2006, 34(3): 90-94.  
Li Jianbin, Li Lin, Chen Ling, et al. Rheological properties of potato starch paste treated by ultrasonic[J]. Journal of South China University of Technology: Natural Science Edition, 2006, 34(3): 90-94. (in Chinese with English abstract)
- [16] 柴春祥, Sundaram Gunasekaran. 4种马铃薯淀粉糊流变特

性的研究[J]. 食品与发酵工业, 2007, 33(5): 76—79.  
Chai Chunxiang, Sundaram Gunasekaran. Rheological properties of four starch paste of potato[J]. Food and Fermentation Industries, 2007, 33(5): 76—79. (in Chinese with English abstract)

[17] 张喻. 马铃薯淀粉  $\gamma$ -射线辐照效应研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2010.  
Zhang Yu. Study on Effects of  $\gamma$ -ray Radiation on Potato Starch[D]. Changsha: Hunan Agricultural University, 2010. (in Chinese with English abstract)

## Rheological properties of potato starch pastes treated by $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$ radiation

Zhang Yu<sup>1,2</sup>, Tan Xinghe<sup>1,2\*</sup>, Xiong Xingyao<sup>3,4</sup>, Wang Keqin<sup>5</sup>, Xiao Senwen<sup>6</sup>

(1. Food Science and Technology College, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China;

2. Key Laboratory for Food Science and Biotechnology of Hunan Province, Changsha 410128, China;

3. Horticultural and Landscape College, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China;

4. Key Laboratory for Corp Germplasm Innovation and Utilization of Hunan Provinc, Changsha 410128, Chinae;

5. Hunan Institute of Atomic Energy Application in Agriculture, Changsha 410125, China;

6. Hunan Longshan Jinshan Industrial Co. Ltd, Longshan 416800, China)

**Abstract:** In order to study the effects of  $\gamma$ -ray radiation on rheological properties of starch paste, potato starches were treated by  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$  irradiation with different irradiation dose (0–400 kGy) and their pastes were prepared. By adopting rheometer, the rheological properties of the pastes of potato starch after treated with different irradiation dose were investigated. The static rheological properties investigation revealed that the pastes of potato starches after treated with different irradiation dose showed a phenomenon of so-called pseudo-plastic fluid characteristics and this was consistent with power law. The higher the irradiation dose, the lower the apparent viscosity and share-thinning nature, and it gradually performed similar like Newtonian fluids. The determination of dynamic rheological properties indicated that the elastic modulus, the maximum elastic modulus, the temperature in correspondence to the maximum elastic modulus and the elastic modulus at 20°C decreased with the increase of irradiation dose. The research results will provide theoretical data for application of potato starch treated by  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$  irradiation.

**Key words:** starch, irradiation, rheology, potato starch,  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$  irradiation, static rheology, dynamic rheology