

质构仪测定淀粉糊糊丝长度的方法

黄悦雄¹, 刘振翔², 黄立新¹

(1.华南理工大学食品与生物工程学院, 广东 广州 510640;

2.天津顶峰淀粉开发有限公司, 天津 300457)

摘 要: 本文研究用质构仪测定淀粉糊糊丝长度的方法, 采用拉伸测试模式以探头提拉淀粉糊, 测定糊丝的拉伸特性曲线, 得出拉力与时间距离的关系图, 分析糊丝的形成和断裂过程, 可以从拉伸特性曲线的变化判断计算糊丝的长度。该方法具有很好的实验重现性和准确性, 还能从谱图获取有关糊丝提升和断裂的速率, 以及淀粉糊的粘附性等信息, 可以从不同于以往的方面来测定认识(变性)淀粉的性质。

关键词: 淀粉糊; 糊丝; 长度; 测定

A Method of the Length of the Thread of Starch Paste Measured with Texture Analyzer

HUANG Yue-xiong¹, LIU Zhen-xiang², HUANG Li-xin¹

(1.College of Food and Biotechnology, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China;

2.Tianjin Tingfeng Starch Development Co. Ltd., Tianjin 300457, China)

收稿日期: 2004-02-03

基金项目: 广东省自然科学基金资助项目(000452)

作者简介: 黄悦雄(1977-), 硕士, 从事碳水化合物材料理论与应用技术研究。

3.3 综合分析脱酰胺改性对大米蛋白的功能性质和营养性质的影响, 结合本研究 I 中的工艺参数优化, 可以取以下优化参数: 功能性质如果主要考虑溶解度和起泡性可取盐酸浓度 0.3N, 大米蛋白含量为 2.5%, 反应时间 3h, 反应温度 95℃; 主要考虑乳化性可取盐酸浓度 0.3N, 大米蛋白含量为 7.5%, 反应时间 4h, 反应温度 75℃。

参考文献:

- [1] Owen R Fennema. 食品化学[M]. 王璋, 许时婴, 江波, 等译. 北京: 中国轻工业出版社, 2003. 302-346.
- [2] Popineau Y, Bollecker S, Thebaudin J Y. Caracté risation biochimique et fonctionnelle des proté ines du gluten dé samidé es partiellement en conditions mé nagé es[J]. Sci Aliments, 1988, (8): 411-490.
- [3] Chavan V D, Mckenzie D B, Shahidi F. Functional Properties of Protein Isolates From Beach Pea[J]. Food Chem, 2001, 74: 177-187.
- [4] 华欲飞. 醇法大豆浓缩蛋白的物理改性[D]. 无锡轻工业学院博士学位论文, 1993.
- [5] Bera M B, Mukherjee. Solubility, Emulsifying and Foaming Properties of Rice Bran Protein Concentrates[J]. J Food Sci, 1989, 54(1): 142-145.
- [6] Naotoshi Matsudomi et al. Conformation and surface properties of deamidated gluten[J]. Agric Biol Chem, 1982, 46(6): 1583-1586.
- [7] Hall G. M. Methods of testing protein functionality[M]. London: Blackie Academic and Professional, 1996.
- [8] 王文高. 早籼稻及碎米转化为低过敏性蛋白和缓释淀粉的研究——低过敏性大米蛋白质的研究[J]. 江南大学硕士学位论文, 2002.
- [9] Sosulski F W, Humbert E S. Functional properties of rape-seed flours, concentrates and isolates[J]. J Food Sci, 1976, 46: 1349-1353.
- [10] A Kato, K Komatsu, K Fujimoto, et al. Relationship between surface functional properties and flexibility of proteins detected by protease susceptibility[J]. 1985, 33: 931-934.
- [11] Cherry J P, McWatters K H. Protein Functionality in Food [C]. A C S Symposium Series 147, Ed. by Cherry, J.P. American Chemical Society. Washington, DC.
- [12] Beery K E, et al. Proceedings of the world congress on vegetable protein utilization[M]. Ed. by Applewhite, T H, 1989.
- [13] FAO/WHO. Protein quality evaluation, report of a joint FAO/WHO expert consultation[M]. FAO Food Nutr, 51; FAO, Geneva, 1991. 23-24.

Abstract: A method of measuring the length of thread of starch paste with texture analyzer was introduced. According to the mechanism on the formation and breakage of thread of starch paste, as the probe moves up with the mode of tension from the starch paste, the texture analyzer induces a tensile curve on the relation of Force and Time/Distance, hence the length of thread of starch paste can be figured out. This method has good repeatability and accuracy, also produces the information of the rupture and pull velocity of the thread and the adhesive property of starch paste, so better specified properties of starch and modified starch can be understood quite differently from the former.

Key words: starch paste; thread of starch paste; length; measure

中图分类号: TS237

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2005)03-0083-04

淀粉的许多工业和食品的应用都是基于淀粉糊的性质, 淀粉乳经加热膨胀和糊化, 体系结构性质发生了质的改变, 其中糊粘度、凝沉性、抗剪切性以及流变特性等都是淀粉糊性质的重要方面, 淀粉糊的粘韧性亦是其中的一项。用一木片放入淀粉糊中, 取出, 糊丝长, 不断, 粘韧性高。相反, 取出, 糊丝短, 粘韧性低。一般用糊丝的长短表示糊粘韧性的高低。不同品种淀粉的糊具有不同的粘韧、糊丝性^[1]。淀粉糊的这种性质对其应用有较大的影响, 用来生产预糊化淀粉的原淀粉, 当预糊化淀粉用于鳗鱼饲料或糖类食品等等不同用途时, 对其糊粘韧性的要求是不同的^[2,3]。淀粉变性后, 其糊丝的长短也会发生变化, 如玉米淀粉经磷酸酯化后糊丝变长, 淀粉交联处理一般会使其糊丝变短^[3,4]。在调味料、果酱等食品应用中, 其外观稠度、倾注流动性都与所用的变性淀粉的糊丝特性有关^[4]。

日本高桥等专家通过钢球与淀粉糊接触组成一组环形的回流电路, 用继电器驱动钢球以一定速度垂直上升产生糊丝, 当糊丝拉断时, 电流被切断, 钢球亦会停止提升, 则球提升的距离即为糊丝的长度^[5]。国内到目前为止, 还没有见到该类商品化的检测仪器, 以及提出测定淀粉糊糊丝长度的方法, 基本上是感官评价淀粉糊丝的长短, 例如玉米、高粱和小麦等淀粉糊是短糊, 马铃薯、木薯和糯玉米等淀粉糊是长糊^[1]。质构仪在测定食品组织结构等方面具有许多的功能, 本文研究了用质构仪测定淀粉糊糊丝长度的方法, 采用拉伸测试模式以探头提拉淀粉糊, 从拉伸特性曲线的变化判断计算糊丝的长度。该方法具有很好的实验重现性和准确性, 可以作为测定淀粉糊以及其它糊状产品糊丝长度的标准方法, 从中能够了解糊其它更多的性质, 开拓了质构仪的又一种新用途。

1 材料与方法

1.1 材料

国产、进口木薯淀粉、玉米淀粉、糯玉米淀粉、马铃薯淀粉和变性淀粉样品(N33、CH20、W20、W98)由天津顶峰淀粉开发有限公司提供, 赤小豆淀粉、莲子淀粉和粉葛淀粉为自制。

1.2 方法

1.2.1 仪器 英国 SMS 公司 TA·XT2i/5 质构仪

1.2.2 仪器参数

测试模式: 拉伸测定模式(返回起始点)。

测试前速度: 0.1mm/s; 测试速度: 8.0mm/s; 测试后速度: 8.0mm/s。

测试距离: 70mm(应大于淀粉糊的糊丝长度)。

触发力: 3.0g。

探头: P45。

1.2.2 测定过程

启动仪器探头和电脑测定程序, 将探头浸入浓度 3.0%(w/w)的淀粉糊中, 探头在糊液内部感应的力在小于设定的触发力 3.0g 之时, 以 0.1mm/s 的速度上升, 到达液面位置, 由于淀粉糊的表面张力和粘滞力超过设定的触发力, 探头开始以设定测试的速度 8.0mm/s 提升, 带起糊液, 达到最高测试距离, 探头又以 8.0mm/s 的速度返回起始点, 又可以重复进行第二次的测定。同时质构仪分析测定出相应的力和时间或距离的关系曲线。

2 结果与讨论

2.1 淀粉糊丝长度的确定方法

淀粉糊由于大分子的结构性质具有一定的粘性, 与其他材质接触时, 可表现出粘滞的效应。图 1 为国产(左)、进口(右)木薯淀粉糊的拉丝照片, 所示的过程非常清楚, 当筷子浸入淀粉糊, 以一定的速率提起, 由于淀粉糊的粘性及其内聚力使得糊也被筷子带起(如图 1.a); 到达一定高度后, 被带起的糊液重力开始大于粘性与内聚力的共同作用力, 淀粉糊液往下流动, 糊丝变得越来越细到最后断掉, 不同的淀粉和变性淀粉表现出不一样的特性。

质构仪的拉伸测试模式可以用来模拟测定上述淀粉糊的糊丝特性, 将探头浸入淀粉糊液, 以一固定的速率上升而将淀粉糊带起, 质构仪测定糊液被提起的拉伸力(精确度 0.1g 力)与时间距离的关系。用 1.2 的方法, 质构仪测定的进口木薯淀粉糊糊丝拉伸特性曲线如图 2 所示, 反映探头提拉、下降整个过程感应到的力(F)与时间(T)或距离的关系。

质构仪探头以设定的测试速度带着淀粉糊从起始点 A 点提升, 开始随着探头的上升, 质构仪(感应)测定到的拉力不断增加, 到达一定高度时, 为图 2 中的 P 点,

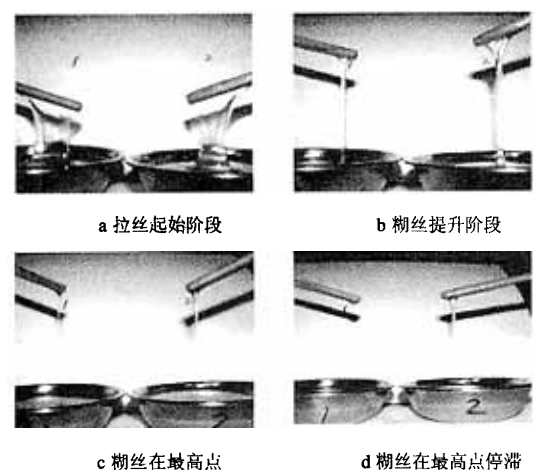


图1 国产(左)、进口(右)木薯淀粉糊拉丝情形图
Fig.1 Phenomena of starch paste threads (Left: domestic cassava starch; Right: oversea cassava starch)

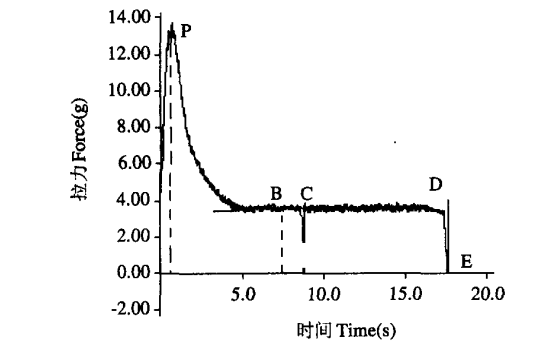


图2 进口木薯淀粉糊丝的拉伸曲线
Fig.2 Texture curve of oversea cassava starch paste threads

其值最大(称为最大感应值)。探头继续提升,由于淀粉糊的重力作用,提升上去的淀粉糊也开始往下流,糊丝逐渐变细,则探头感应到的拉力变小。当淀粉糊丝被拉断的时刻,就没有了淀粉糊丝体之间的粘结力,质构仪只感应到粘附于探头上的那部分淀粉糊的重量。在这一点(糊丝的断裂点,以B点表示)之后,探头还将继续上升到设定的最高点C(测试距离),然后探头才开始下降,到达淀粉糊液面D点时,在这整个过程中,质构仪都是只感应到粘附于探头上的那部分淀粉糊的重量,是一恒定值(称为保留感应值)。因此,在图2的拉伸曲线中,随着时间T的增加,BCD段表现为垂直于Y轴的水平线段,而PB段则表现为F值和斜率绝对值不断变小的曲线。当糊丝被拉断的时刻,表现为图2的拉伸曲线由PB曲线段转变成BCD直线水平段的点,反映保留感应值的BCD水平线与PB这段曲线的交点,是PB曲线段上斜率变为零的点,用B表示,为糊丝被拉断的点,图2中的B'为其所对应的时间,因此,糊丝长度L为B'(sec.)与探头测试速度(8.0mm/s)的乘积(注:质构仪的数据软件也可以把X轴以距离L表示,但

X轴向左,不同常规,不如图2的方式易看易分析)。最后,探头继续下降浸入淀粉糊,重新回归原有(设定)的位置E点,进入下一次的测定状态,可方便地进行重复测定。

2.2 糊丝长度测定的重现性实验

按照1.2的仪器和方法,对国产、进口木薯淀粉、赤小豆、莲子、糯玉米等等淀粉样品,进行了5次重复性的测定,兹举赤小豆淀粉糊5次拉丝曲线的重叠图,如图3所示,其余样品略。

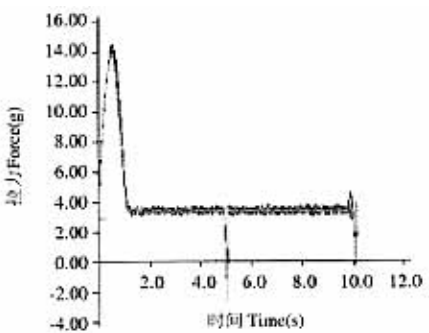


图3 赤小豆淀粉糊5次拉伸曲线重叠图
Fig.3 Texture curves of Adzuki bean starch paste threads(5 times)

由图3可见,重复性实验测得的5条糊丝拉伸曲线具有很好的重叠性,特别在APB曲线段,几乎完全重叠。按照2.1淀粉糊丝长度的确定计算办法,测定和误差分析的结果列于表2。

表2 淀粉样品的糊丝长度及其误差分析						
Table 2 The lengths of starch paste threads and error analysis						
淀粉	国产木薯	进口木薯	赤小豆	莲子	糯玉米	N33
糊丝长度(mm)	33.6	54.4	14.4	14.6	18.8	6.4
标准偏差(mm)	0.56	0.64	0.22	0.19	0.23	0.08
相对误差(%)	1.7	1.2	1.5	1.3	1.2	1.3

因此,从淀粉糊丝拉伸曲线的测试图的重叠效果,以及糊丝长度的误差分析结果可见,该方法应用于淀粉糊糊丝长度的测定具有良好的重现性和准确性。用同样方法测定的玉米、马铃薯等等其它(变性)淀粉的糊丝长度的结果(5次测定平均值)列于表3,若干样品的糊丝拉伸曲线见图3。从测定的结果可以划分,木薯、马铃薯淀粉为长糊,玉米、赤小豆、莲子和所实验的变性淀粉属于短糊,糯玉米和粉葛淀粉属于中短糊,它们之间的定量区别很明显。

表3 其它淀粉样品的糊丝长度			
Table 3 The lengths of other starch paste threads			
淀粉	糊丝长度(mm)	淀粉	糊丝长度(mm)
玉米	8.8	CH20	10.4
马铃薯	48.8	W20	14.4
粉葛	20.0	W98	12.0

2.3 糊丝拉伸曲线的其它信息

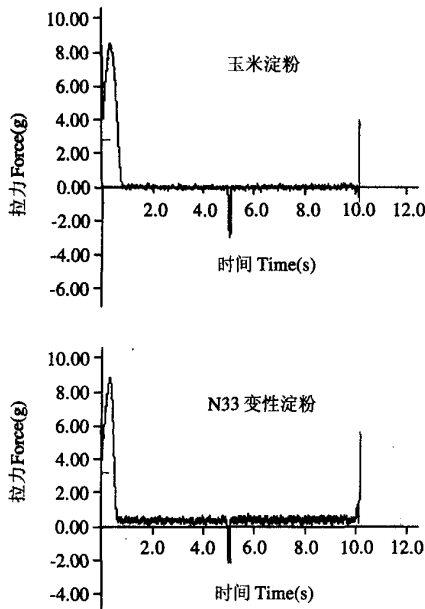


图4 质构仪法测定的其它淀粉糊的拉伸曲线
Fig.4 Texture curves of other starch paste threads(left:corn starch;Right:N33 modified starch)

2.3.1 淀粉糊的粘性

由曲线可见不同的淀粉糊，质构仪测定得到的最大感应值和断糊后的保留感应值不同，结果如表4所示。

表4 淀粉糊最大感应值与保留感应值
Table 4 The maximal induce and reserve values of starch pastes

淀粉	最大感应值 (g)	保留感应值 (g)	淀粉	最大感应值 (g)	保留感应值 (g)
进口木薯	13.7	3.4	粉葛	12.8	4.2
国产木薯	10.6	0.9	莲子	10.0	2.0
马铃薯	13.8	1.8	N33	8.0	0.5
玉米	8.4	0.2	CH20	8.0	0.4
糯玉米	12.8	3.6	W20	10.2	1.8
赤小豆	14.4	3.6	W98	8.6	0.8

最大感应值是探头提拉淀粉糊上升过程出现的最大力，提拉粘结的淀粉糊越多，其值越大；保留感应值是探头提拉的淀粉糊糊丝断裂后，仍然感应的力或重量，为粘附于探头的剩余的淀粉糊，粘附得糊越多，其值就越大。从表2、3、4的实验结果可见，最大感应值较小的样品(小于9.0g)，都是属于短糊系列。另外，如国产和进口木薯淀粉糊的最大感应值和保留感应值相差甚大，两者的Brabender峰值粘度却比较接近；进口木薯淀粉和赤小豆淀粉的最大感应值和保留感应值都比较接近，但它们的糊丝长度却相差很大，因此，淀粉糊的最大感应值和保留感应值的大小，与其结构和其它性质、应用的相关关系或规律都有待进一步探究。

2.3.2 糊丝拉伸力的增加速率

质构仪探头突破触发力开始以8.0mm/s的速度提拉淀

粉糊上升时，感应的力为克服糊液面的表面张力和淀粉糊内部之间的粘结作用力，随着提拉淀粉糊的增多而增大，但提升到P点高度时，达到最大值，不同的淀粉糊样品达到最大值的速率的计算结果(A点到P点)，如表5所示。从表5所见，除赤小豆淀粉和CH20的样品比较异常外，其它淀粉样品糊的AP段的增加速率都比较接近。

表5 糊丝拉伸力的增加速率
Table 5 The increase velocity of starch paste threads in the maximal pull strength

淀粉	速率(g/s)	淀粉	速率(g/s)	淀粉	速率(g/s)
进口木薯	13.34	糯玉米	14.57	N33	13.22
国产木薯	13.77	赤小豆	17.53	CH20	12.29
马铃薯	15.01	粉葛	14.54	W20	15.07
玉米	14.90	莲子	13.10	W98	14.37

2.3.3 糊丝的断裂速率

由淀粉糊的糊丝拉伸曲线可见，PB段的曲线质构仪感应到的拉力是下降的，但不同淀粉糊的下降趋势非常不一样，用P、B两点的斜率表示糊向下流动，即断裂的速率，为负值。不同淀粉糊的糊丝断裂速率不同，结果列于表6。

表6 淀粉糊的糊丝断裂速率
Table 6 The slope values of fracture starch paste threads

淀粉糊	速率(g/s)	淀粉糊	速率(g/s)	淀粉糊	速率(g/s)
进口木薯	-1.67	糯玉米	-6.86	N33	-28.40
国产木薯	-3.99	赤小豆	-13.29	CH20	-10.27
马铃薯	-1.99	粉葛	-6.16	W20	-11.75
玉米	-18.19	莲子	-8.65	W98	-13.20

斜率绝对值越大表明淀粉糊液往下流动的速度越快，糊丝越容易被拉断，糊丝的长度一般较小。木薯、马铃薯淀粉糊糊丝断裂的速率小，为长糊。

3 结 论

质构仪可以用来测定不同种类的(变性)淀粉糊的糊丝长度，具有理想的测试重现性和准确性。测试得到的糊丝拉伸曲线还能够直观地分析淀粉糊糊丝的拉力增加和断裂速率，以及糊的粘附性质，反映淀粉糊的其它多种性质。

参考文献:

[1] 张力田. 变性淀粉[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 1992. 12-16.
[2] 常宗明, 何贤用, 吴加根. 提高鳊鱼饲料用预糊化淀粉质量的探讨[J]. 饲料工业, 2000, 21(7): 15-16.
[3] 盛建国. 修饰预糊化木薯淀粉性能的研究[J]. 食品科学, 2002, 23(3): 29-31.
[4] O.B. 沃兹堡. 变性淀粉的性能与应用[M]. 沈言行, 周永元, 译. 北京: 纺织工业出版社, 1989. 57-61, 255-266.
[5] 二国二郎. 淀粉科学手册[M]. 王薇青, 高寿青, 陈希浩, 等译校. 北京: 中国轻工业出版社, 1990. 302-303.