

快速粘度分析仪——食品和造纸工业的质量控制仪器

Rodney I. Booth, Mark L. Bason and Jennifer M.C. Dang
Newport Scientific, 1/2 Apollo St., Warriewood NSW 2102, Australia

摘要

快速粘度分析仪（RVA）是一种广泛应用于评价淀粉和淀粉制品的旋转式蒸煮粘度计。在淀粉工业中已经使用 RVA 研发出许多检测淀粉的新方法。这些方法适用于各种不同类型的淀粉，其结果显示了很好地区别性和重复性。实验结果具有 NIST 可追溯性单位并且该方法能自动将误差和人工成本降到最低。结合新的硬件和软件，这些方法可以在淀粉生产中很好控制产品质量，并能在产品交易时提供可普遍接受的产品质量说明书。

关键词：淀粉 质量 方法 粘度 RVA

简介

快速粘度分析仪（RVA）是旋转式蒸煮粘度计，并可以调整剪切力，尤其适用于淀粉和谷物工业。由于具有测试速度快，操作简单，过程模拟，计算机化和 NIST 可追溯性的结果等特点，RVA 已经被越来越多地淀粉制造商和淀粉使用者用来做质量控制的工具。一些国际标准方法都确定使用 RVA 检测，包括《美国谷物化学家协会》（AACC 方法 22-08, 61-20 和 76-20），《国际谷物科学与技术》（ICC 方法 161 和 162），和《澳大利亚皇家化学协会》（RACI 方法 05-05 和 06-05）。

淀粉的差异性很大程度上决定了它们的应用范围。淀粉的深入应用就伴随着需要相关的测试方法来支持。鉴定淀粉的质量品质是由其目标性应用决定的。淀粉的糊化粘度以及耐热，耐冷，耐剪切力和耐酸性都是反映淀粉质量的重要参数。

马铃薯淀粉

RVA 的淀粉通用糊化方法是一个简单且快速的实验，13 分钟就可以得到实验结果。一般来说，比较重要的参数有糊化温度，峰值粘度，保持强度，最终粘度，衰减值和回生值（图 1A）。此方法适用于测试原淀粉的质量品质，具有很好的可区别性和重复性。因此 RVA 可作为区别不同批次淀粉质量的监控工具。

马铃薯淀粉的特点是颗粒大并且在糊化过程中形成非常高的峰值粘度，随后粘度快速下降。马铃薯淀粉的这些品质和谷物淀粉有明显区别并且比根类淀粉如木薯更明显。峰值粘度的高低能灵敏地反映出淀粉颗粒的质量好坏，受损淀粉的峰值粘度就会下降（图 1B）。

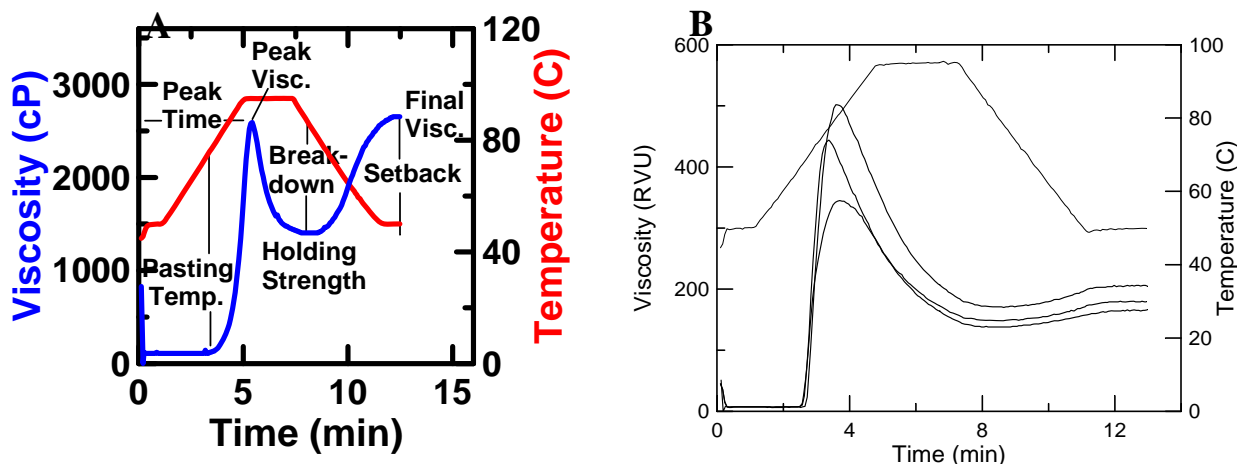


图 1. RVA 标准糊化曲线显示了测量参数 (A) 和三种马铃薯淀粉的比较 (B)。

变性淀粉

淀粉质量是由淀粉的特殊应用的适宜性决定的。随着淀粉应用范围的不断提高 (表 1)，没有一个单一的方法可以最适合于评价各种变性淀粉的糊化品质。基于这一点，工业上已经使用 RVA 研发出各种各样适合于不同类型淀粉的测试方法。

Newport Scientific 和 Foss 北美, A.E.Staley 公司合作已经用 RVA 研发出适合测试不同类型淀粉的共用方法。这些方法已经发布在使商业淀粉检测程序合理化的应用上。

表 1. 玉米淀粉种类, 品质和普通应用

淀粉类型	品质	应用
普通原淀粉	糊化温度 62-72°C, 中等峰值粘度, 强凝胶, 耐剪切和耐酸性差, 糊丝短, 不透明, 易脱水收缩。	食品增稠剂, 如布丁, 肉汤, 调味料, 宠物食品, 纸张成形, 衣料盖胶剂。
糯性原淀粉	糊化温度 63-72°C, 峰值粘度高, 弱凝胶, 耐剪切和耐酸性差, 糊丝长, 透明。	食品增稠剂。
取代淀粉	↑ 冷冻/解冻稳定性, 水持力, 峰值粘度, 透明。 ↓ 倒退, 糊化温度。	冷冻食品, 填充物, 乳化剂, 包装材料, 纸张和纺织的成形剂, 衣料覆盖物, 粘合剂。
交联淀粉	↑ 耐热, 耐酸和耐剪切 ↓ 粘度, 水合速度, 糊稳定性, 倒退	酸性食品, 热填充物, 防腐剂, 钻探泥浆, 外科手套, 印刷糊
氧化淀粉	↑ 白度, 透明 ↓ 粘度, 糊化温度, 细菌数, 倒退	纸张施胶, 洗衣, 粘合剂, 药片, 嗜热罐头, 成形
酸水解低粘度淀粉	↑ 透明, 强凝胶, 膜形成剂, 水持力, 可溶性, 保湿剂, 甜味剂 ↓ 粘度, 粘合物	糖果, 焙烤制品的馅, 凝胶产品, 肉制品, 调味品, 乳品, 果汁, 酱, 载香物, 甜品, 汤, 纸张成形剂。
糊精化淀粉	↑ 可溶性, 膜形成剂, DE, 胶合剂, 保湿剂, 调色剂。	甜味剂, 混合剂, 粘合剂

	↓粘度	
预糊化淀粉	↑水合速度, 不透明性 ↓溶胀温度, 光滑	微波食品, 焙烤制品, 干酱, 色拉酱, 糖果, 肉汤, 酱, 汤, 饮料

研发这些方法的目的是首先将实验测试条件尽可能和淀粉加工过程联系起来, 并在相应的实验测试条件下反映出不同质量样品的区别。并且将仪器间的重复性最优化, 实验时间和人工成本降到最小, 将培训的复杂化降到最小, 提供 NIST 可追溯性实验结果, 而且能自动收集、储存和分析数据。

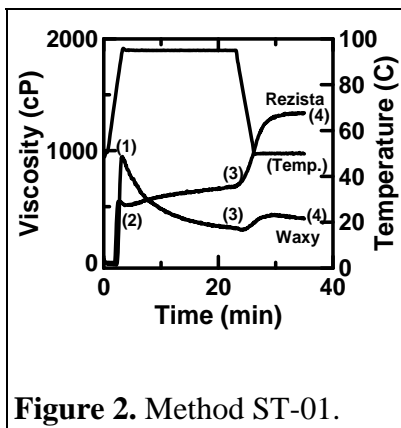


Figure 2. Method ST-01.

食用糯性淀粉: 方法 ST-01 适用于未变性, 取代和交联的糯性玉米淀粉, 这类淀粉广泛应用于食品增稠剂和稳定剂。让淀粉在高温搅拌下保持 20 分钟便能使交联淀粉颗粒充分溶胀并反映出淀粉糊的稳定性。未变性淀粉和交联淀粉的差异在图 2 中明显显示出来。取代淀粉的糊化温度偏低, 通常, 取代淀粉的糊化温度可作为监控该淀粉变性程度的指标, 同时反映了该淀粉的最终质量。

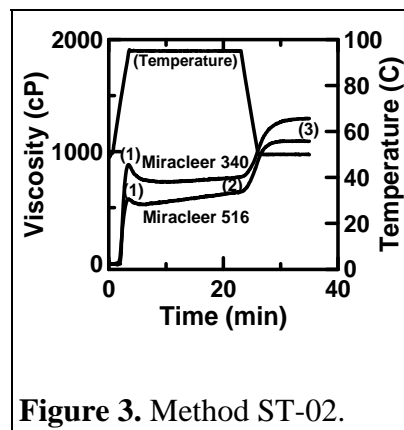


Figure 3. Method ST-02.

食用普通淀粉: 方法 ST-06 适用于未变性的普通淀粉, 方法 ST-02 适用于取代和交联普通淀粉。这些淀粉广泛应用于食品增稠剂, 稳定剂, 澄清剂。方法 ST-06 是一种使用高温 (98°C) 条件来帮助直链淀粉糊化。方法 ST-02 和方法 ST-01 的搅拌速度一样, 在高温 (95°C) 保持 20 分钟, 让淀粉充分溶胀并反映出这类变性淀粉的稳定性

(图 3)。其中, 95°C 结束点和开始点的粘度差值直接反映出交联淀粉的交联程度, 该粘度差值越大说明淀粉的交联程度越高。同时, 最终粘度也是该淀粉品质的重要指标, 交联程度越高说明淀粉

的最终粘度越低, 因此可根据淀粉的具体应用而生产出不同粘度范围的淀粉。因此 RVA 是非常实用的变性淀粉研发和品控的工具。

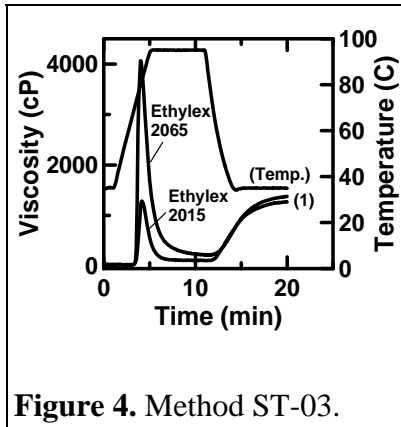


Figure 4. Method ST-03.

乙酰化淀粉:方法 ST-03 适用于乙酰化取代淀粉淀粉, 这类淀粉广泛应用于食品, 纸张成形和施胶。一般来说, 原淀粉糊在低温情况下会有水分析出 (尤其是普通玉米), 从而影响食品的胶体结构, 乙酰化淀粉就是为了阻碍这种现象而在原淀粉中引入乙酰基, 羟烷基等。这类变性淀粉在低温下稳定性好, 因此低温储藏和冷冻的食品中。在用 RVA 检测该淀粉品质时, 为了清楚反映该淀粉在低温下的稳定性, 就将测试方法的最终温度由 50°C 下降到 35°C。峰值粘度越低说明乙酰化的程度越高(图 4)。

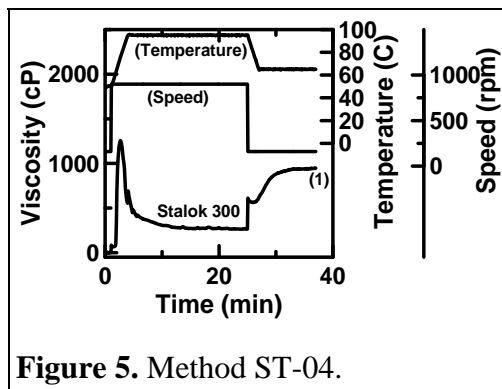


Figure 5. Method ST-04.

阳离子淀粉:阳离子淀粉, 和酸水解淀粉一样, 广泛应用于纸张湿胶, 纸张成形。RVA 在检测该淀粉时, 应用 900rpm 的高转速的目的是模拟了这类淀粉的商业加工过程。最终粘度反映了这类淀粉的质量指数。

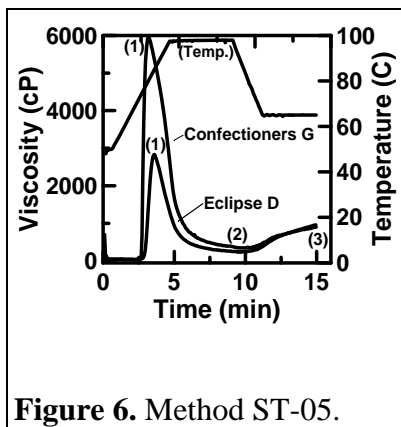


Figure 6. Method ST-05.

酸水解淀粉:该淀粉是在低于原淀粉的糊化温度下用硫酸或盐酸将淀粉在一定程度上水解, 粘度降低。这些水解主要发生在支链淀粉上, 因此淀粉中的直链淀粉含量相对提高, 凝胶性变强。冷却生成高强度的凝胶, 适用于高浓度使用, 如制造软糖等。根据这类淀粉的品质 (凝胶性强), 将方法 ST-05 的最终粘度为 65°C 可迅速稳定粘度并将回生作用降到最小 (图 6)。峰值粘度和最终粘度反映了淀粉的酸水解程度, 峰值粘度越低说明酸水解程度越高, 最终粘度越高说明酸水解程度越高。

所有方法都使用具有 NIST 可追溯性单位厘泊 (1 厘泊=1mPa.s) 来表示粘度。这些方法相对快速, 自动化程度高, 操作简单并且仪器软件可自动分析结果。样品前处理简单, 减少人工成本和实验的复杂性。

这些在不同仪器间都具有很好的重复性（表 2）。由 AOAC 指导的协作试验更深入的评价了这些方法。

表 2.使用 RVA 方法得到的精密度统计，检测最终粘度。

方法	ST-01	ST-02	ST-03	ST-04	ST-05	ST-06
仪器数量	2	3	3	3	3	2
测量数量	12	15	18	15	20	30
平均粘度 (cP)	1199	1160	1114	793	612	2102
C. of V. (%)	1.9	2.9	4.2	3.1	4.5	2.4

RVA 已经发现一些品控应用和贸易中的质量说明书。在淀粉生产中，通过得到更多快速和可靠的结果而给淀粉变性提供更好的控制。为了销售这些产品，这些方法都提供了可追溯性和更可靠的说明书，减少混淆和争论。

由于 RVA 的测试速度快，检测方法灵活，可根据实际情况编制出各种适合不同品质变性淀粉的测试方法，从而灵敏的控制淀粉质量。因此，使用 RVA 作为淀粉生产中研发和品控的检测工具会让你的淀粉品质更具市场竞争力。