宁波材料所在纤维素水解变糖技术研究中取得新进展

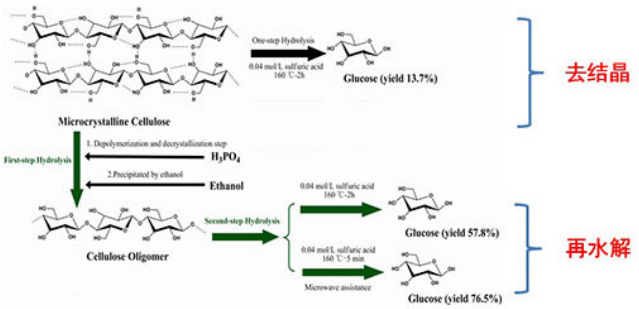

图1. 纤维素的“两步法”水解策略与实效

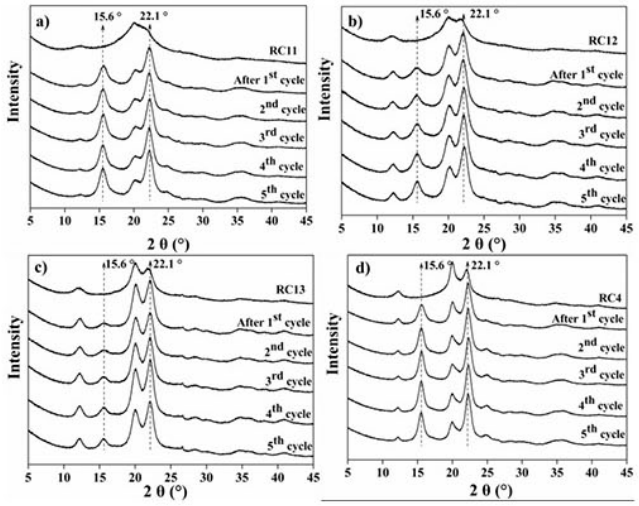

图2. 再生纤维素在多次水解中的再次结晶

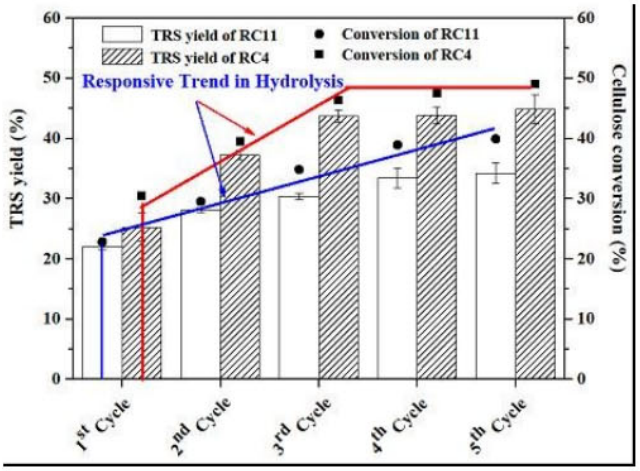

图3. 再生纤维素在多次水解中转化率及糖产量的变化趋势

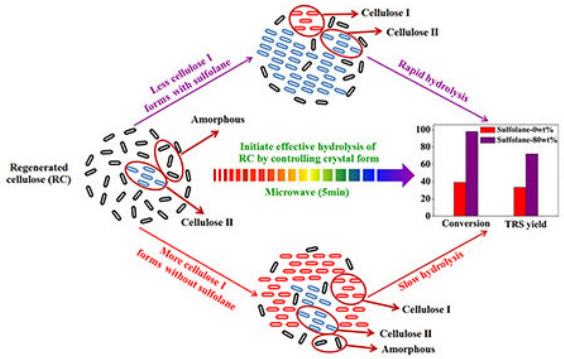

图4. 再生纤维素再次结晶的引导调控及水解促进

随着化石资源的日益枯竭和环境问题的日趋严重，寻求用于高性能且绿色环保高分子材料设计制备的可再生原料已刻不容
缓。生物质高
分子是由植物通过光合作用
转化而来，是地球上重要的可再生资源，每年产量约1.5
$\times 10^{12}$
吨。将该类资源
在高分子材料技术领域作为原料
，可实现材料制作、使用、废弃全生命周期内的CO_2
“零排放”，对缓解温室效应有很好的作用，是原料绿色化的最佳选择，具有重要意义。纤维素是生物质中最基本、最主要、最重要的组成部分，依据其结构特征，如能运用水解将其转化为葡萄糖，并以此为基点用于生物基平台化合物及生物基高分子材料的设计、制备与合成，将为切实实现可再生生物质高分子在材料领域的有效利用提供可行性的技术途径。

围绕实用性的纤维素转化变糖技术研发，中国科学院宁波材料技术与工程研究所生物基高分子材料团队在研究员朱锦和副研究员那海宁的带领下，设计构建了包含“去结晶、再水解”的两步法纤维素水解策略，并通过在该策略中融入微波，在相对温和条件下成功实现了纤维素的快速高效水解变糖。纤维素水解转化率超过90%，葡萄糖产率最高达到76.5%。相比于传统的一步法同类技术，葡萄糖的转化效率得到了明显提升（如图1所示）。

立足于“两步法”水解纤维素技术策略展现出的技术能力与实效，生物基高分子材料技术团队开始在纤维素水解技术领域组建并试点小型工程化技术。在技术实施过程中，对纤维素化学分子结构水解响应性的深入研究，进一步明确证实了有效打破纤维素高度有序的结晶结构对促进其实现快速高效水解的巨大作用。不仅如此，还发现尽管在“去结晶”步骤中明显降低纤维素的结晶度，但将所得低结晶度再生纤维素继续水解时，其非晶部分却极易在水解过程中发生再次结晶，这一现象会极大地阻碍水解的继续进行（见图2&图3）。

针对这一问题，生物基高分子材料技术团队在近期致力于利用微波和助催化剂环丁砜的协同作用，在水解过程中成功实现了对低结晶度再生纤维素再次结晶的引导调控，由此实现了再生纤维素的快速高效水解。详细的研究表明，再生纤维素的再次结晶在水解过程中得到了充分调控，纤维素I型结晶结构得到明显抑制。随着微波辅助水解体系中环丁砜含量的增加，I型结构纤维素的比例逐渐减少，再生纤维素再次结晶的抑制程度与纤维素的水解效率也逐渐增强。当环丁砜用量达到80wt%时，完全抑制了纤维素I型结晶结构的形成，促使再生纤维素的水解转化率达到98.0%，还原糖产率高达71.9%。该项研究的深入开展，不仅证实了调控再生纤维素再次结晶对促进其水解的关键作用，同时为再生纤维素的快速有效水解提供了可行性的技术思路和技术方法。

这项研究的逐步推进，不仅丰富了纤维素快速水解变糖关键的科学理论与技术，更是为全面构建行之有效的纤维素水解变糖工程化技术奠定重要的基础。

该项工作得到了国家自然科学基金（21274160和21304104）、宁波自然科学基金（2015A610054）、宁波高分子材料重点实验室（2010A22001）和宁波创新团队（2015B11003）的支持，相关研究成果发表在美国化学会杂志ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 2016, 4(3): 1507-1511及Bioresource Technology, 2015, 19: 229-233 & 2014, 167: 69-73 & 2013, 137: 106-110。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/91690.html