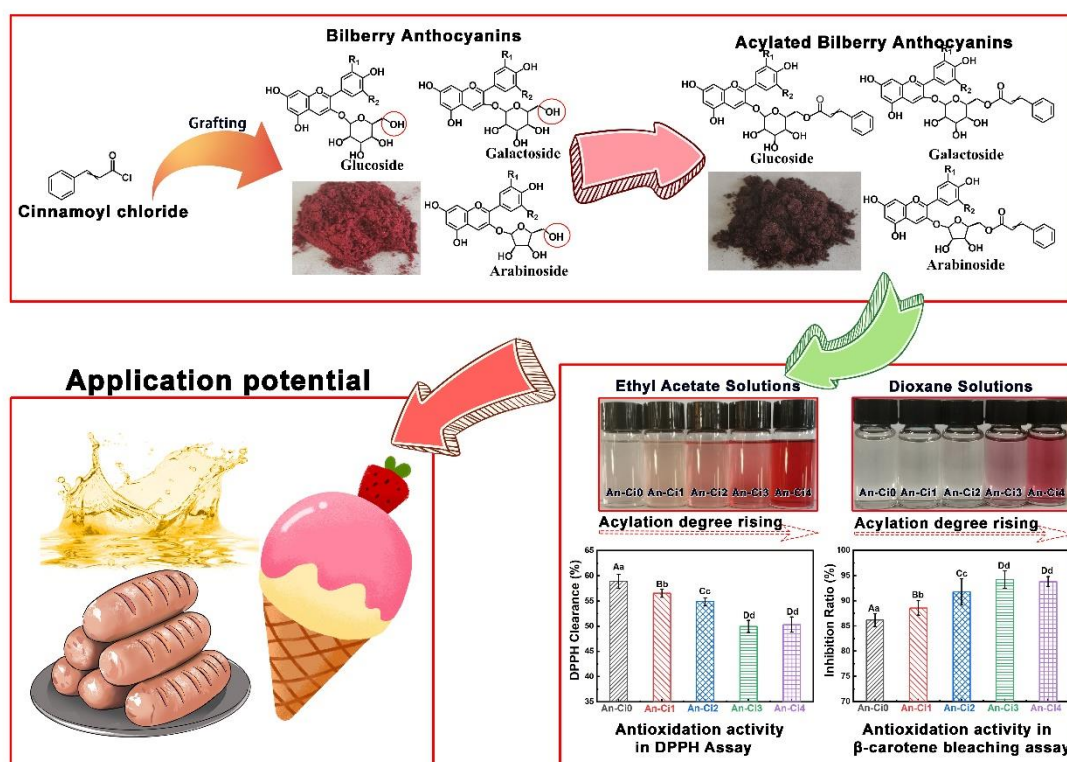


## 武汉轻工大学蔡杰与闽南师范大学费鹏合作：肉桂酸酰化法制备脂溶性槲橘花色苷研究

2020年6月武汉轻工大学蔡杰、闽南师范大学费鹏在国际期刊《Journal of Agricultural and Food Chemistry》（农业类一区）上在线发表题为“Preparation of Lipid-Soluble Bilberry Anthocyanins through Acylation with Cinnamic Acids and Their Antioxidation Activities”的研究性论文。



## 研究背景

花色苷作为一种天然抗氧化剂和多酚色素，已成为食品添加剂研究的热点。全球大约有27科73属的被子植物含有一定量的花色苷。作为一种抗氧化活性较好的天然色素，花色苷经常被用作葡萄酒、食品饮料、果酱、糕点和糖果的着色剂，以改善颜色、风味、保质期和健康特性。但花色苷的脂溶性差，不利于应用在某些高脂食品，如冰淇淋、肉制品、油炸制品和食用油。现有研究表明，肉桂酸具有很强的疏水性，对多酚色素的脂溶性和热稳定性都有一定程度的提高。而在本

研究中，研究人员在花色苷分子上控制引入肉桂酸，有效改善其脂溶性，同时使其具备良好的抗氧化作用。通过肉桂酸与花色苷的分子相互作用方法，将极大地增强天然多酚色素作为一种新型食品添加剂的作用，扩大其应用范围。

## 研究方法

研究人员以 4-二甲氨基吡啶 (DMAP) 为亲核催化剂，采用固态酰化反应法将肉桂酸接枝花色苷分子上，制备了不同酰化度的酰基化槲橘花色苷。通过傅里叶变换红外光谱、X-射线衍射、X-射线光电子能谱和  $^1\text{H}$  核磁共振能谱对制备的产物进行测试表征，解析接枝位点、分析反应机理。并通过 DPPH 清除实验和  $\beta$ -胡萝卜素漂白实验，评价肉桂酸酰化的槲橘花色苷抗氧化活性。

## 研究结果与讨论

研究人员通过肉桂酸酰化法制备脂溶性槲橘花色苷，其 AD 值 (酰化度) 最高达到 6.61%。采用傅里叶变换红外光谱、X-射线衍射、X-射线光电子能谱和  $^1\text{H}$  核磁共振能谱进行测试表征，其实验结果表明：通过酯基化反应，肉桂酸有效地接枝在糖苷和半乳糖苷的 6-OH 和阿拉伯糖苷的 5-OH 上，使酰化花色苷的亲脂基团增加，脂溶性显著增强，且酰化度越高，脂溶性越强。槲橘花色苷经过肉桂酸酰化后，对 DPPH 的清除率降低，而在  $\beta$ -胡萝卜素漂白试验中，酰化花色苷的漂白抑制率比天然槲橘花色苷强。这可能是由于在 DPPH 试验及  $\beta$ -胡萝卜素漂白试验中，花色苷的抗氧化机理不同导致的。在 DPPH 清除试验中，花色苷主要作为供电子基起到抗氧化作用，槲橘花色苷的酰化反应破坏了部分抗氧化基团，导致其 DPPH 清除率降低。而在  $\beta$ -胡萝卜素漂白试验是在一个乳化体系中进行的，油酸在加热过程中氧化产生的自由基使  $\beta$ -胡萝卜素被漂白，该体系的抗氧化作用主要体现在抑制油酸氧化产生自由基。天然花色苷是一种是水溶性色素，不易直接抑制油酸氧化。经肉桂酸接枝后，其脂溶性大大增强，肉桂酰基将花色苷中抗氧化基团拉向油脂的氧化界面，使其更容易抑制油脂的氧化，从而提高其对  $\beta$ -胡萝卜素的漂白抑制率。

## 基金项目

中国科协“青年人才托举工程”项目 (No.2018QNRC001);

湖北省“楚天学者计划”;

农产品加工与转化湖北省重点实验室 (武汉轻工大学) 开放课题 (No.2018HBSQGDKFB01);

福建省自然科学基金 (No.2019J05109);

漳州市自然科学基金 (No.ZZ2019J22);

国家级大学生创新创业训练计划项目 (No. 201910402024、201910402076)。

## 参考文献

<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jafc.0c01912>

## 创新性/应用前景

研究团队针对花色苷的脂溶性差,不利于应用在油脂的保存和调色的问题,以 DMAP 为亲核催化剂,采用固态反应法制备了不同酰化度的酰基化槲橘花色苷,其脂溶性显著提高。在抗氧化活性方面,酰基化槲橘花色苷对 DPPH 的清除能力较差,但在对  $\beta$ -胡萝卜素漂白实验中对胡萝卜素的漂白抑制率优于天然槲橘花色苷。且酰化度越高,花色苷的 DPPH 清除率越低, $\beta$ -胡萝卜素漂白抑制率越高,表明花色苷酰化后更有利于抑制油脂的氧化。该研究将肉桂酸接枝到花色苷上,制备了一种脂溶性的花色苷,为花色苷作为一种天然色素在高脂食品,如冰激凌、肉制品、油炸制品和食用油中的应用。

## 专家简介



蔡杰，博士，武汉轻工大学食品科学与工程学院副教授，硕士研究生导师。入选中国科协“青年人才托举工程”项目和湖北省“楚天学者计划”，任产业技术与健康中国创新平台联盟常务理事。长期致力于食品科学及其交叉领域的科研和高新技术研发工作，特别是在食品碳水化合物结构与功能特性及食品新材料方面有较为深入的研究。主持/参与国家自然科学基金、湖北省自然科学基金、武汉轻工大学杰出青年基金等项目 20 余项。在 *Journal of Materials Chemistry A*, *ACS Applied Materials & Interfaces*, *Carbohydrate Polymers*, *Food Chemistry* 等期刊上发表论文 50 余篇（SCI 收录 37 篇），申请国家发明专利 20 余项，参与制定行业标准 2 项。



费鹏，博士、讲师，毕业于华中农业大学食品科学专业，从事于天然高分子多糖（主要纤维素、果胶、淀粉）的高值化开发与利用。目前主要工作是以天然多糖及生物活性物质为原料，进行改性与复配，开发包括保鲜膜、食用色素、乳化剂及保鲜剂等，用于果蔬的货架期的提升以及饮料、果冻等口感与性能的改善。

近五年发表论文 30 余篇，其中以第一作者或通讯作者被 Journal of Agricultural and Food Chemistry, LWT-Food Science and Technology, International Journal of Biological Macromolecules 等 SCI 刊源期刊收录 12 篇，主持省级科研项目 2 项。