

# 类胡萝卜素加氧酶

June 2005 Molecule of the Month by David Goodsell

译者：陈 蕾（烟草所）

宋成秀（果树所）

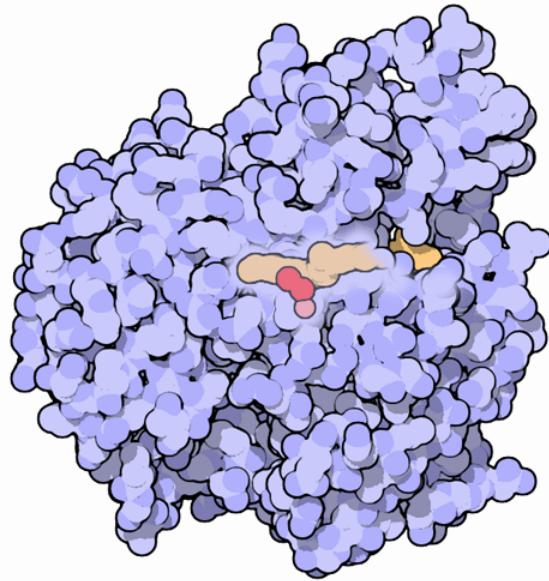
关键词： $\beta$ -胡萝卜素、胡萝卜素裂解双加氧酶、视黄醛、维生素 A

## 类胡萝卜素加氧酶

“不吃胡萝卜你就会失明！”大多数人的童年都有这样的警告。出于生化原因，我们眼睛的吸收光色素需要视黄醛、维生素 A 来合成。不行的是，我们的细胞不能自主合成这些物质，所以我们必须在饮食中获得它们。我们通常通过两种不同的方式来满足每日的维生素 A 摄入量。视黄醛可以通过摄入肉类获得，或者通过摄入可以转化成视黄醛的物质。由此，我们引入对胡萝卜的介绍，由于胡萝卜富含  $\beta$ -胡萝卜素，在动物体细胞内内， $\beta$ -胡萝卜素裂解为两分子视黄醛。

## 多样的类胡萝卜素

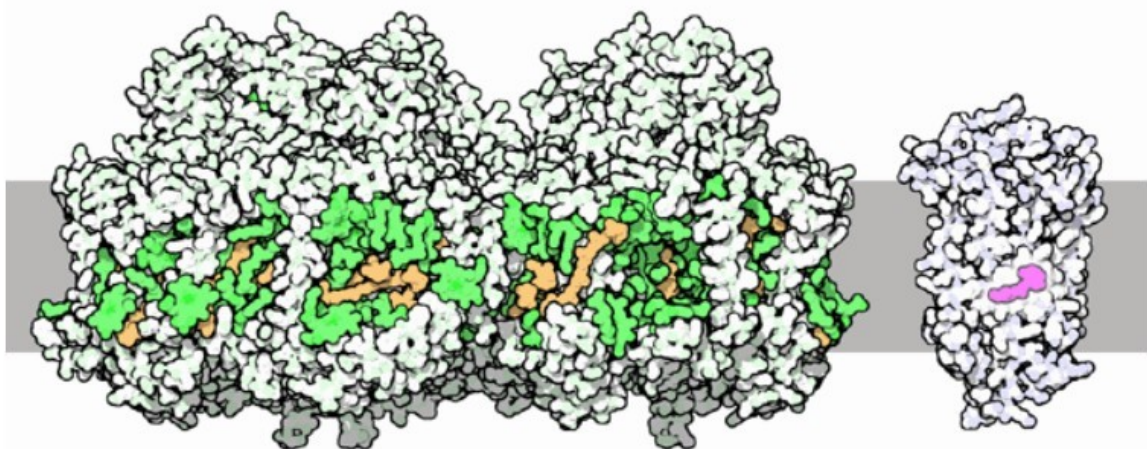
胡萝卜鲜亮的颜色以及许多蔬菜的橘色、黄色都是由于含有类胡萝卜素比如  $\beta$ -胡萝卜素的原因。类胡萝卜素是高度不饱和化合物（多烯），含有一系列共轭双键和甲基支链，这些分子结合吸收光（类胡萝卜素吸收光范围在 OD303-505 之间）并发出类胡萝卜素特有的黄色。目前，在不同的植物中发现了数以百计的这种分子，它们存在于有颜色的花、叶、果实甚至根。类胡萝卜素作为食物中的成分对人是有益的，在植物细胞中，类胡萝卜素除了帮助叶绿素分子在光合作用中吸收光、转移能量外，同时还具有保护细胞免受由于过量光照产生激态单电子键氧分子的伤害。我们的视网膜含有类胡萝卜素，如叶黄素，可以保护眼睛免受过量光照的影响，类胡萝卜素也具有抗氧化的作用，通过排除分子氧的形成反应，清除活性氧，避免活性氧对人体内分子机制的破坏。



## 类胡萝卜素的裂解

类胡萝卜素为其他许多化合物的合成提供了起始原料。在植物中，类胡萝卜素可以裂解，一方面可以作激素发挥作用，另一方面也可以形成许多具有挥发性气味的化合物。在人体细胞内，可以将类胡萝卜素分解成维生素 A 或视黄醛，视黄酮用于构建视觉色素作为控制组织细胞的生长与分化的信号分子。胡萝卜素的裂解的反应是由类胡萝卜素加氧酶催化的。

## 类胡萝卜素裂解过程

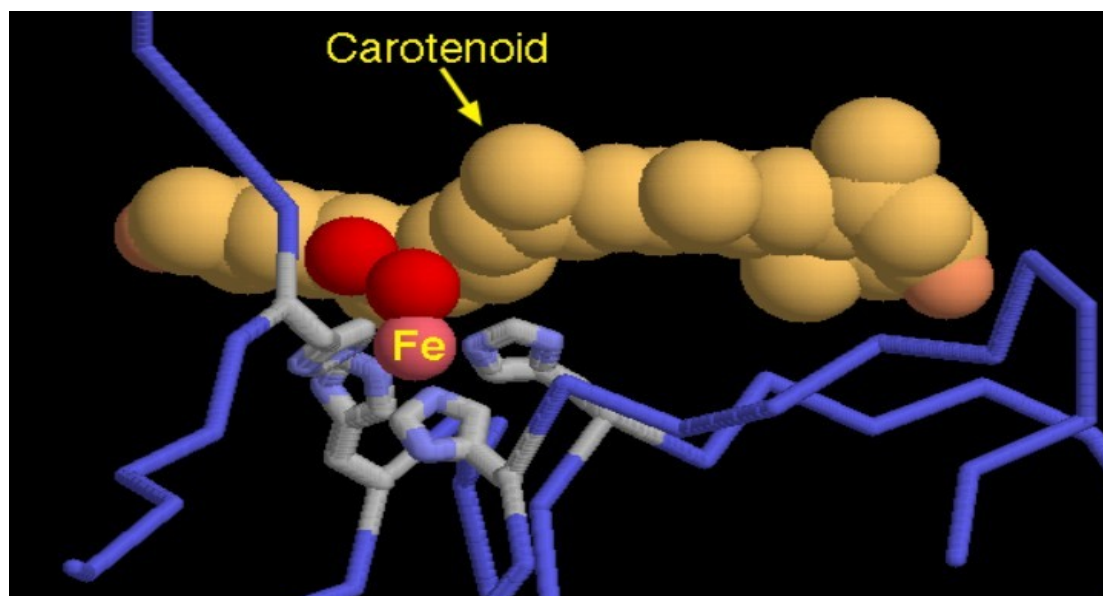


类胡萝卜素加氧酶通过与氧气结合将类胡萝卜素分子裂解为两部分。铁离子在反应中

起到催化作用，将氧气定位在适当的位置并进行裂解反应。这里显示的是来自蓝细菌酶（来自 PDB 2biw）。它可以断裂各种类胡萝卜素链接在一起的中心位置。人体内的酶破坏  $\beta$ -胡萝卜素中心位置形成两个分子进而形成视黄醛。

## 胡萝卜素和视黄醛

在 PDB 可以看到类胡萝卜素和其产物在几种结构中起作用。许多  $\beta$ -胡萝卜素的分子的在光合系统中可以捕捉光进行光合作用。左边的是所示的是来自蓝细菌光合系统 I 反应（来自 PDB 1jb0）。可以看到一些  $\beta$ -胡萝卜素分子存在于光敏蛋白中（所示橙色）。视黄醛是  $\beta$ -胡萝卜素的一部分，可以在感光蛋白找到，如视紫红质，右边所示 PDB1 f88。视黄醛（所示紫色）位于在蛋白质内部连接赖氨酸。



## 探索结构

如图是类胡萝卜素加氧酶的第一个结构，揭示这一系列酶重要作用机制。图片所示是一个活性部位的特写镜头。图中所示的类胡萝卜素（橙色）链接一个铁原子（粉红色）。两个水分子（红色的球体），当裂解反应进行时氧气被固定在特定位置。注意，铁原子被四个组氨酸所定位（这张照片是使用 RasMol 创建。您可以创建类似的插图点击加入代码，选择其中一个选项观察视图结构）。

## 参考文献

G. Giuliano, S. Al-Babili and J. von Lintig (2003) Carotenoid oxygenases: cleave it or leave it. *Trends in Plant Science* 8, 145-149.

G. E. Bartley and P. A. Scolnik (1995) Plant carotenoids: pigments for photoprotection, visual attraction, and human health. *The Plant Cell* 7, 1027-1038.