

•科普•

doi: 10.3866/PKU.DXHX201912066

www.dxhx.pku.edu.cn

化学亲情篇——烯烃

秦珊, 沈珍, 陈建成*

南京大学化学化工学院, 南京 210046

摘要: 通过三个关于碳碳双键的故事, 主人公小西和家人在一系列对话中讨论了有机化学中平面的碳碳双键在三种烯烃中的结构以及它们在生活中的应用。分别讲述了最基本的乙烯作为一种植物激素对生活的改善; 反式或顺式不饱和脂肪酸对人体健康的影响; 通过 11-顺视黄醛在视紫红质中的快速顺反异构来进行光检测。

关键词: 乙烯; 反式脂肪酸; 11-顺视黄醛; 顺反异构

中图分类号: G64; O6

The Chemistry Family Talks: Alkenes

Shan Qin, Zhen Shen, Kin Shing Chan *

School of Chemistry and Chemical Engineering, Nanjing University, Nanjing 210046, P. R. China.

Abstract: Through three stories about carbon-carbon double bonds, the series of dialogues between the protagonist Xiaoxi and her family members discuss the three structures and real life applications of alkenes containing the planar carbon-carbon double bond, namely the most basic ethene as a plant hormone, the health effect of *cis* or *trans*-unsaturated fatty acids, and the light sensing via the fast conversion of 11-*cis*-retinal *cis-trans* in rhodopsin.

Key Words: Ethene; *trans* Fat; 11-*cis*-Retinal; *cis-trans* Isomerism

1 乙烯

小西是一名大二的学生, 春节回到家, 小西和妈妈一起去市场上购买年货, 路过水果摊, 看见有一些青色的香蕉放在箱子里, 觉得很好奇, 为什么没熟的水果也直接摘下来了。

待妈妈选好水果, 小西问出了心中的疑惑, 妈妈想了会儿说: “如果是待水果成熟透了再摘下来的话, 在运输过程中, 水果就会不容易保存, 容易烂掉。这样运输成本就高了, 我们老百姓就买不到这样价格实惠的水果了。”

紧接着妈妈又补充道: “通常我们买到青色香蕉会把它和已经成熟了的香蕉放在一起, 这样没过几天, 这些香蕉就都能吃了。这些方子可是我们老祖宗流传下来的。苏轼还为此在《格物粗谈·果品》中写道: ‘红柿摘下未熟, 每篮用木瓜三枚放入, 得气即发, 并无涩味。’ ”

得到了妈妈的一些指引, 小西激动地和妈妈说: “得气即发, 这种气体是乙烯(图 1)! 因为香蕉成熟后会挥发出乙烯, 还未成熟的水果放在香蕉附近, 就很容易被催熟了。而且这还是天然的催化剂, 无毒无害, 绿色环保呢!”

收稿: 2019-12-23; 录用: 2020-01-06; 网络发表: 2020-02-18

*通讯作者, Email: kschan@nju.edu.cn

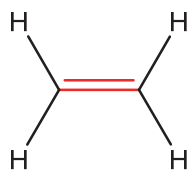


图 1 乙烯

妈妈同样也很惊喜地转过头来看着小西，眼中满是赞赏，说道：“原来是这样，原来是乙烯帮助了我们！”

小西又补充道：“而且为了使运输过程方便，果农们将未成熟的水果摘下，在运输过程中还会放置喷洒了高锰酸钾一类的乙烯去除剂，以使这些水果挥发出的一点点乙烯都能被捕获到，并且及时清除，为水果的运输保驾护航！”

妈妈一脸疑惑，高锰酸钾？似乎这名词让妈妈疑惑不解。

小西思考了下，向上张开了自己的双臂，双腿也横向打开，旋转着侧向奔向了妈妈。“看，我就是乙烯，你是高锰酸钾，我是一个平面结构，有两只手两只脚，只能在平面内伸缩振动；还有一个碳碳双键组成了我的小肚子，它不能轻易地转圈。我在自由奔跑的时候，撞到了你，你很容易就攻击我的肚子，我的肚子受伤了，很疼，在一阵剧烈的疼痛中，我变成了无毒无害的二氧化碳。这时候我就不能催熟水果，水果就更容易完整保存了。”

看完小西生动精彩的演示，妈妈的眉头舒展开来，连连称赞：“非常了不起！你这可是知其然知其所以然了！那水果店里的催熟剂都是乙烯吗？乙烯不是气体吗？”

“水果店一般不直接使用乙烯，但水果店里采用的都是植物激素类似物，如乙烯利。虽然说它的名字里也有乙烯，这个物质本身却没有乙烯那样容易受伤的小肚子。但它溶于水后，随着 pH 的升高，水解释放出乙烯，就可以用来催熟了。”

“原来是这样，那以后家里的成熟水果要单独放，而且还要及时处理，要不然自己坏掉的同时还影响了其他的水果呢。”妈妈笑着对小西说。

2 顽固的反式脂肪

买完年货回到家，妈妈准备先做一份黄油饼干。从冰箱里拿出黄油，待软化后，切下所需的用量。在切的时候，小西很是好奇，问：“为什么做饼干要用这些固体的黄油呢？不能用家里的植物油吗？”

妈妈一边打匀黄油，一边回答小西的问题：“用这些黄油做出来的饼干香喷喷的，而且这些黄油还便于储存，不易于变质呢！方便得很。用植物油也可以，但是较之黄油饼干略微逊色一些。不过我听说黄油里面含有的都是些饱和脂肪，不宜多吃呢。”

小西点点头，环视了一圈厨房，回想起自己在大学有机化学中所学的内容，家里的液态菜籽油是植物油中的一种，含有的都是不饱和脂肪，而且还是顺式的不饱和脂肪；而黄油含有的饱和脂肪使得它在常温下可以是固体。随着脂肪中碳碳双键的增加，不饱和度增加。但是给植物油中部分碳碳双键加氢，能增添食物酥脆口感，易于长期保存，这一方法在 20 世纪初期被广泛利用。之后却引发了一系列的食品健康问题，原因就是绿色无害、天然有机的催熟剂乙烯分别在自己的左手右脚、右手右脚延长了碳链(图 2)。

在妈妈将揉好的面团放进冰箱里冷藏的时候，小西走到妈妈面前，对妈妈说：“还有不能多吃的就是反式脂肪了，这种脂肪我们人体可代谢不了呢。”

妈妈又感到疑惑了，“哦？反式脂肪我听过，电视食用油广告上都会强调不含反式脂肪。但是什么是反式呢？”

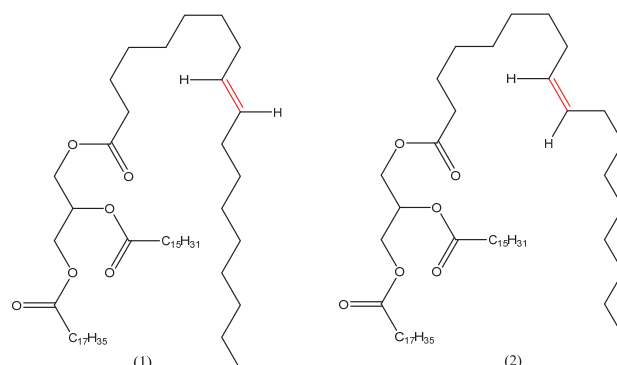


图2 反式脂肪(1)及顺式脂肪(2)

小西活动活动筋骨，又摆出了今早在回家的路上摆出的那副螃蟹走路的姿势，不同的是，小西左手拿了一根葱，右脚旁边摆了一个水壶，还在左右摇晃。小西边做动作边解释说：“妈妈你看，我还是今天早上的乙烯，所不同的是，我的双手双脚不再是相同的啦，我的左手和右脚都变得很长很长，他们都是较长的碳链，我还是在摆动，但是我的左手和右脚也只能是在对角线上，就像牛郎和织女一样，隔着银河，而不能拥抱对方。这就是反式。这种脂肪在我们的人体内可是不受欢迎的存在，它会提高我们罹患冠状动脉心脏病的几率，因为它令低密度脂蛋白上升，高密度脂蛋白下降；而我们的肝脏也不能代谢反式脂肪，这也是高血脂、脂肪肝形成的重要原因。就像打仗一样，敌方来势汹汹，而我们的将士却不知道有敌人来进攻，就会受到伤害。但是顺式脂肪就不同了。你看！”说着，小西把左手的大葱转移到了右手，又继续说道：“这样我就是一个顺式脂肪分子了，我就是植物油中的主要成分，我可是人体健康的好帮手！”

妈妈惊叹：“哇，这个反式脂肪和顺式脂肪就是左右手的位置不一样，对我们的健康居然还是黑白两面呢！那在我们人体内怎么不直接把左手上的大葱转移到右手上去呢？”

小西撇撇嘴，放下手中的大葱，略带忧伤地说：“但是现在，我们现有的科学技术还是很难将反式脂肪转换成顺式脂肪，所以反式脂肪在我们体内就很顽强地以反式结构存在，甚至连我们肠道内的菌群也无法进行这个转化。我们只能尽量避免食用它。”

妈妈马上发表意见：“那我们以后坚决拒绝反式脂肪！从源头开始！”

这时小西又赶紧补充道：“虽说反式脂肪都很难转变成顺式脂肪，我们拒绝人造反式脂肪。但是像天然反式脂肪酸异油酸就可以像 ω -3多元不饱和脂肪酸一样降低动脉硬化和心脏病的发病率，而这种异油酸是可以从奶和乳酪品中获得的天然 ω -7反式脂肪酸^[1]，这就是反式脂肪酸界的明星！在我们人体内，细胞会把异油酸转化成一种共轭亚油酸^[2,3]。而一些致癌物的活性可以被共轭亚油酸抑制^[4]。还要补充一点，过年了，炸小丸子一类的高温油炸也可能会产生一些反式脂肪酸哦，所以我们日常生活中会接触到它的呢。”

原来如此，在看完小西的演示后，妈妈点点头，以后要尽量避免经常食用高温油炸的食物，炸后的油也要经常换。把这些记下了，妈妈满意地继续做自己的黄油小饼干了。

3 光敏感的 11-顺视黄醛

到了晚上，一家人围坐在一起吃年夜饭。餐桌上摆放着一盘胡萝卜丝，爸爸用筷子扒了扒后，对着妈妈说：“怎么这胡萝卜又放这么多的油，我们的生活要少油少盐才健康啊！”

妈妈也毫不示弱，对着爸爸说：“我在菜谱上就是看见说炒胡萝卜要多放油的。小西，你来说看，胡萝卜是不是应该要多放油来炒才好吃，而且颜色也好看。”

这时，坐在一旁看着爸爸妈妈拌嘴的小西也卷入了这场“风波”。小西扶扶眼镜，说：“爸爸说的有道理，少油少盐更健康。但是妈妈说的也有道理，胡萝卜就是要多放油。”

爸爸糊涂了，怎么这个胡萝卜就是例外呢？

小西继续解释道：“胡萝卜里有胡萝卜素，这可是我们体内维生素 A 合成的前体，但是胡萝卜素是脂溶性物质，放的油多了，就能把它溶解出来，要不然胡萝卜在我们的消化道里走了一圈，胡萝卜素都还来不及吸收呢，当然油也是不能过多的。”

爸爸恍然大悟，赶紧向妈妈道歉。而后爸爸又问：“那这个维生素 A 在我们体内能做些什么呢？”

小西放下碗筷，思索了一番之后说：“维生素 A 在体内转变成 11-顺视黄醛^[5]。这种物质位于我们的视网膜感光细胞视紫红质中，这可是我们能看见胡萝卜这么鲜艳颜色的前提。然后在光照的情况下，11-顺视黄醛异构成为全反视黄醛。这一系列的转变使得光信号能够转变成电信号，就能被我们的大脑识别分辨了。”

妈妈听到后提出了疑问：“为什么又是顺和反？不是说反式在体内很难转变成顺式吗？”

“反式脂肪在体内是很难转变成顺式脂肪的，但是这个 11-顺视黄醛在我们人体内发挥作用却是非常依赖于反式、顺式之间的转换(图 3)。”边说着，小西又拿起了桌上摆着的饮料瓶，放在自己的右手上，右脚边又摆上了一个桶，“因为这个饮料瓶和这个桶对于我的身体来说太长了，所以这个 11-顺视黄醛中碳链的延伸遇到了我的身体，就会转弯，从我的右手转弯到我的右脚。”此时小西向右略弯身体，又继续补充道：“但是我接触到了光，我的腰就能奇迹般地转弯 180°，这时我右手上的饮料瓶就相当于转移到我的左手上，和我右脚边的桶处于对角线的位置，这时 11-顺视黄醛就转变成了全反视黄醛，这个结构延伸到我的身体处就不用转弯很大幅度，而直接延伸到我的脚处，这时，这个结构就从之前的弯曲变成稍显直链的结构，就像多米诺骨牌一样，引发了后续的一系列变化。”

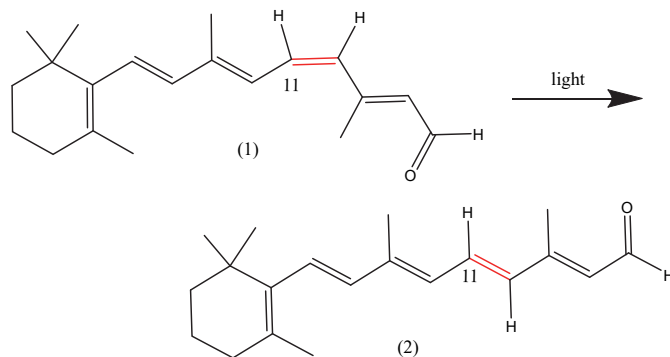


图 3 11-顺视黄醛(1)和全反视黄醛(2)

妈妈像个好奇宝宝一样，又提问：“那为什么你不能自己进行顺式、反式的转变呢？”

“这个就像我的腰不能在我的作用下转弯 180°，现在这种状态是我最舒适的状态，这就涉及到碳碳双键结构了。今天我们遇到的‘催熟剂’也好，遇到的反式脂肪酸也罢，还有今天晚上谈到的 11-顺视黄醛都有这个碳碳双键。也就是说，我的身体，它是一个平面结构，要是想让它转弯 180°，就像要将我拦腰截断一样，才能成功。这其中需要消耗能量。对于我而言就是我生命的能量被消耗了。”

妈妈大幅度地点头：“哦，这个碳碳双键可太神奇了！它的变来变去对我们的生活影响太大了！”

爸爸又略显焦急地问：“那 11-顺视黄醛变成全反视黄醛后，还能变回来吗？要不然我们是不是看不见了啊？”

小西笑笑，安抚爸爸道：“全反视黄醛在没有光照的情况下，也就是在暗处还会转变成 11-顺视黄醛。但是在这些转换过程中部分 11-顺视黄醛会损耗，所以需要我们在体外补充胡萝卜素来使得我们

体内的 11-顺视黄醛含量达到动态平衡^[5]。因此我们不能挑食。这个 11-视黄醛对一个光子就能有反应了，它对弱光非常地敏感，对我们在黑夜中视物有非常大的帮助，要是我们缺了它，我们就容易患上夜盲症。多可怕啊！”

爸爸鼓起掌来：“小西，你真棒！能将这些知识活学活用，真是我们的生活小助手！”

妈妈也说：“是啊小西，家里有你真棒。你已经能够帮我们更好地生活了！”

说完，大家又继续享用这一顿美味的年夜饭，生活有了小西的化学知识后变得更加有趣和健康。

4 结语

是夜，小西看着窗外的烟花，幸福地想：是啊，碳碳双键在生活中的应用也太美妙了，不仅能改善我们的生活，还能增进我们一家人的温暖亲情。

参 考 文 献

- [1] Bowerman, S. Now There Are Good Trans Fats? Los Angeles Times. 2008-05-19.
- [2] Bauman, D. *cis*-9, *trans*-11 CLA - A Potent Anticarcinogen Found in Milk Fat. [2007-01-15].
https://web.archive.org/web/20060907102559/http://www.ansci.cornell.edu/bauman/human_health/index.htm.
- [3] Banni, S.; Angioni, E.; Murru, E.; Carta G.; Melis, M.P.; Bauman, D.; Dong, Y.; Ip, C. *Nutr. Cancer* **2001**, *41* (1-2), 91.
- [4] Lock, A. L.; Corl, B. A.; Barbano, D.M.; Bauman, D.; Ip, C. *J. Nutr.* **2004**, *134* (10), 2698.
- [5] 视紫红质的光化学反应. [2019-12-13]. https://amuseum.cdsm.cn/AMuseum/perceptive/page_3_eye/page_3_2b-6.htm.