

## 梨果同行

马雅慧<sup>1,2</sup>, 吕雷阳<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> 中国人民大学化学与生命资源学院, 北京, 100872

<sup>2</sup> 中央民族大学生命与环境科学学院, 北京, 100081

**摘要:** 当我们谈及水果时, 脑海中往往会浮现出梨的形象。或许是因为其丰富的种类, 又或许是因为其诱人的口感。看似我们对梨十分了解, 但事实果真如此吗? 今天, 让我们跟随小菜和小明的步伐, 一同深入梨的世界, 探索我们是否真的了解这种美味的水果吧。

**关键词:** 水果; 梨; 维生素C; 药食同源; 科普

**中图分类号:** G64; O6

## Pears on the Journey of Fruits

Yahui Ma<sup>1,2</sup>, Leiyang Lv<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> School of Chemistry and Life Resources, Renmin University of China, Beijing 100872, China.

<sup>2</sup> The College of Life and Environment Sciences, Minzu University of China, Beijing 100081, China.

**Abstract:** When discussing fruits, the image of pears often comes to mind. Perhaps it's due to their rich variety or their tempting taste. While we may think we know a lot about pears, do we really? Today, let's follow the footsteps of Xiao Lai and Xiao Ming as they delve into the world of pears, exploring whether we truly understand this delightful fruit.

**Key Words:** Fruits; Pears; Vitamin C; Homology of medicine and food; Popularization of Science

### 1 引言

“让你平时多吃点水果, 增强一下身体免疫力, 你就是不听, 这下可好, 着凉咳嗽了吧。”房门外时不时传来妈妈数落的声音。

“来来来, 快趁热把这梨汤喝了, 你能好受点。”

“哎呀, 我不要, 我不喜欢喝梨汤, 我不喝。”小明一边咳嗽, 一边坚定地拒绝道。

“你看看你这孩子, 老不听话。水果能增强你自身的免疫力啊, 你自己体质好了, 就少生病了。来来来, 听话把这梨汤喝了, 发发汗, 然后好好睡一觉, 第二天起来就会好多了。”妈妈坚持道。

最终在妈妈的坚持下, 小明喝下了自己并不喜欢的梨汤, 并在这份不舒适中开始了一场足以改变他对水果看法的神奇旅行……

### 2 序章

咚咚咚, “醒醒, 醒醒, 别睡啦, 旅程马上就要开始啦, 别睡了, 别睡了。”

小明一睁眼就看到一颗梨伸手在自己的头上敲来敲去企图唤醒自己。

收稿: 2024-04-07; 录用: 2024-05-23; 网络发表: 2024-09-05

\*通讯作者, Email: lvleiyang2020@ruc.edu.cn

基金资助: 中国人民大学“123”金课建设项目和教学改革项目

“哎呀呀，别敲了，你是谁啊，干嘛把我敲醒啊。”

“如你所见，我是一颗梨，品种呢是来自山东的莱阳梨，所以你可以叫我小菜……”

“打住，我并不好奇你是什么梨，来自哪里等等。我只想知道这是哪儿，你要干嘛，你刚刚说的旅程又是什么？”

“放心，我没有恶意，由于你对‘水果对身体有益’持有怀疑观点，间接开启了异世界的大门，而这里是一个水果的世界，在这里你可以从方方面面了解一种水果以此来打破你对水果的认知偏见。至于我嘛，就是你此次了解之旅的搭档，接下来我们会在彼此的陪伴之下一同踏上一条深入了解某种水果的旅程，旅程结束后希望可以打破你对于水果的认知偏见。”小菜认真地说道。

“我对水果没有认知偏见啊，水果就只是水果嘛，又不是药，怎么可能会有治病的功效呢？”小明说道。

“你说的对也不对，水果确实不是药，也没有药那么神奇的功效，但水果却是一个许多生物活性成分的复合体，你要知道有很多的药物前体都是从水果的活性成分中得到启发的。说一千道一万都不如自己亲身体会来得印象深刻啊，来吧，和我一起踏上这段神秘的旅程吧。”说着小菜就拉着小明来到了这段旅程的出发点。只见面前是一座高高的大门，门上有梨、苹果、葡萄、香蕉等数十种水果的标志，看的小明一头雾水。

“这些水果标志是什么意思啊？”小明问道。

“这些啊，是你要做出的第一个选择，水果种类有很多，总不可能各个都带你了解一遍吧，只能选一个你最感兴趣的为代表啦。现在就做出你的第一个选择吧。”小菜一脸期待地说道。

小明看了看小菜一脸期待的样子，又想起了睡前被妈妈逼着喝下的那碗梨汤，鬼使神差地就按下了梨的选择标志，在还一脸茫然的时候就被一股巨大的能量吸入了门中，再一睁眼就又是一番不同的景象。

### 3 梨园

“哇~~~好多梨啊，还都是活着的能走能跑能跳的梨哎，好神奇哦！”小明一睁眼就被眼前晃动的梨吓了一跳，不禁发出如此感叹，丝毫没有刚刚面对莱阳梨时的镇定。

没错，小明来到了一个完全属于梨的世界。

“淡定淡定，这是梨的世界，当然都是梨了，不然你还指望能看见人啊！”小菜淡定地说道。

“你看你这话说的，怎么没有人啊，我不就是嘛！”小明反驳道。

“你确定你现在的样子还是人嘛，要不你自己低头好好看看。”小菜指着小明道。

小明低头才发现，自己变成了一颗梨，一颗睡前被妈妈逼着喝下的雪花梨。此刻小明的内心顿时一阵惊愕，还不等小明反应过来，小菜就拉着小明开始热情地介绍起了小明这素未谋面的故乡。

“好啦，别惊讶了，等旅程结束了，你还是能回到原来的世界的！我来给你简要介绍一下梨的相关知识吧。梨，是我们最为被大众所熟知的一个名字，而‘快果’和‘玉乳’也是我们的名字，很久以前的人们就是这么叫我们的。虽然现在我们梨看似只是一种便宜普通的水果，但我们早在三千年多前就出现在历史的书页之中了，这一点在《诗经》《秦风》中就有记载哦，因此我们也有‘百果之王’的美称<sup>[1]</sup>。经过长时间的发展，我们梨也由起初零星几个品种演变成了现在这样庞大的家族。刚刚走过去散发出阵阵香味的是库尔勒香梨，那边那个头小身子大的是旅顺洋梨，那个精致小巧的是南果梨，那个红红圆圆的是红肖梨，那个白白胖胖的是和你一样的雪花梨，而那个个头高大威猛的就是和我一样的莱阳梨啦<sup>[2]</sup>。”小菜兴奋地介绍道。

说话间，小明就在小菜的带领下走到了一家医馆的门口，抬眼望去，只见一位眉须尽白的老人模样的雪花梨手拿一本药书正在细细端详，直到小菜和小明站在医馆柜台面前都未曾发觉。见状，小菜只好出声提醒老者二梨的存在。

“雪花梨爷爷，今天又在看什么医书啊？”

“是小菜啊，我今天看的是《本草纲目》，今天怎么有空过来我这里啊，你是有什么不舒服吗？”  
 “我没有不舒服，我有一个朋友对梨的认识不怎么清晰，所以我今天带他来深入了解了解。”  
 “这样啊，现在这么求知若渴的梨已经不多喽。”在雪花梨爷爷的声声感叹中，小明被小菜带入了一个让他震惊满满的世界中。

## 4 梨中的活性成分

“终于来到这里啦！”小菜兴奋地说道。

“这是哪儿啊，你为什么这么兴奋啊？”小明疑惑道。

“这里是能真正让你看清楚我们梨在人体中是怎么发挥作用的地方。来吧，和我一起开始这场刺激的冒险吧！”说着，小明就和小菜一起进入了这个冒险之地。

### 4.1 石细胞

一睁眼，小明就看到一个个圆滚滚的小石头样的东西，一个接一个的从眼前跑过，期间还听到前方传来“兄弟们，冲呀！”“今天一定要把所有的滞留物清理干净！”的声音，这一番打仗般的场景不禁让小明顿感疑惑。

“它们是石细胞，也就是每次你们吃梨的时候吃到的那个硬硬的颗粒物，是每个梨中不可或缺的一部分。它们是薄壁细胞细胞壁加厚过程中，由木质素积累而形成的。”小菜解释道。

“石细胞我知道，但木质素又是什么啊？”小明不禁发出疑问。

“木质素是一种结构复杂的多酚类聚合物(图1)，主要是由三种苯基丙烷类单体通过无规则交联聚合而成，其中有松柏醇(G)、介子醇(S)、香豆醇(H)三种结构单元。”小菜解释道。

“哦~~~这样啊，那刚刚它们说的‘把滞留物都清理干净’之类的是什么意思啊？”小明继续问道。

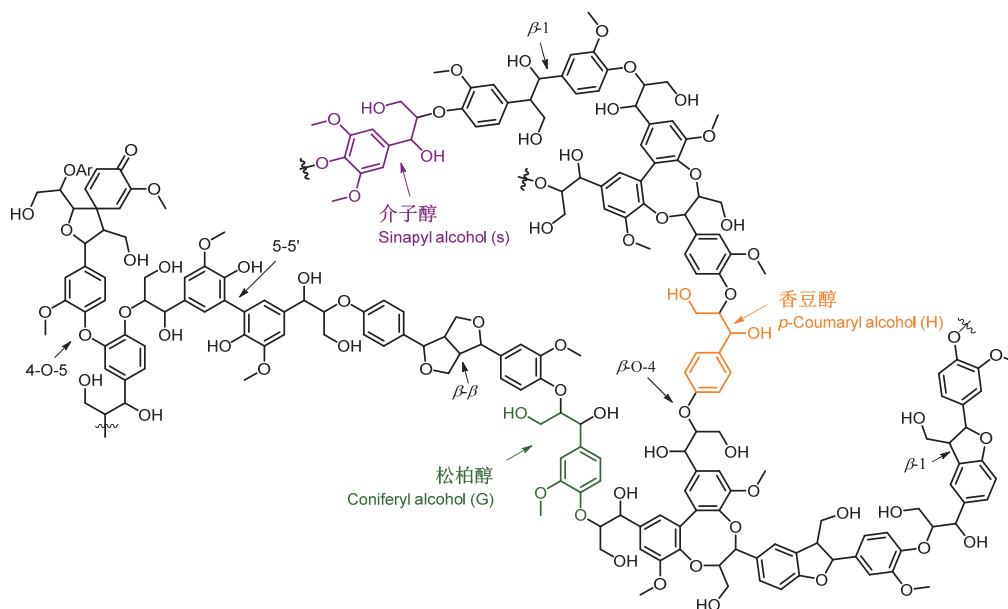


图1 木质素的代表性结构

“这个啊，这是因为石细胞和木质素都是不可溶的，是无法被人体消化吸收的。但是它们却有助于促进肠胃蠕动，加速体内废物的排除。同时还可以与人体内过多的胆汁酸结合，从而有效地降低血液中胆固醇的水平<sup>[3]</sup>。”小菜解释道。

在小菜的解释下，小明就看到石细胞一个接一个地冲上前去，一下一下地将堵塞通道的滞留物

全部带出体外。刹那间，眼前一片光明，还不等小明感叹神奇之时，耳边就传来了小菜催促前行的声音，“好啦好啦，别看了，快走吧，接下来有你忙的呢。”

## 4.2 糖和酸

“对了，你平常为什么不喜欢吃水果啊？”小菜边走边问道。

“其实也没什么特别的原因，就是有的时候吃到的是甜的，但有的时候吃到的又是酸的，跟开盲盒似的，我不喜欢这种感觉。”小明解释道。

“这样啊，那你知道为什么即使是同一种水果，口味也会相差这么多吗？”小菜问道。

“这我还真不知道，为什么？”小明问道。

“这是因为在水果的成长过程中，体内的糖酸比例是不一样的，因此才会有即使是同一种水果但口味却有时相差很大的现象。以我们梨为例，我们体内就含有蔗糖、果糖、葡萄糖以及山梨糖醇等多种糖类，其中主要的二糖成分是蔗糖，主要的单糖成分是果糖。此外，我们还含有苹果酸、柠檬酸、琥珀酸、莽草酸、酒石酸、奎宁酸、乳酸和富马酸等多种有机酸，这其中以苹果酸为主，柠檬酸次之<sup>[4]</sup>。你看光是糖和酸的种类就有这么多，更别说随机的组合和含量的差异会有多少种不同的排列组合了。例如，南果梨的果糖含量比较高，为 $78.58 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ，蔗糖含量为 $6.72 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ，苹果酸含量为 $3.6 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ，柠檬酸含量为 $2.84 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 。远近闻名的库尔勒香梨果糖含量为 $64.93 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ，蔗糖含量为 $3.89 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ，苹果酸含量为 $3.42 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ，柠檬酸含量为 $1.86 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 。再来看鸭梨，其果糖含量为 $41.13 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ，蔗糖含量为 $4.93 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ，而苹果酸含量为 $1.05 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ，柠檬酸含量为 $1.94 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 。每一颗梨都是自然界精心调配的杰作，其糖酸的种类和含量都是有差异的<sup>[5]</sup>，因此你吃到的每一个梨都是这多种不同排列组合中独一无二的那一个。对你们来说这只是口味的差异，但对我们而言却是我们相较于彼此独特的区别。”

小明正聚精会神地听着小菜讲述时，就看到了一群不速之客拦住了两梨前行的路。

“停停停，你们是哪里来的，没听说前面已经封锁不让通行了吗？”

“什么啊，那它们为什么能过去？”小明问道。

“它们…它们…它们和你们不一样，总之你们就是不能过去。”拦路者支支吾吾道。

这一番云里雾里的交流让小明疑惑不已，好在有小菜在一旁及时解释。

“拦着我们的是结肠癌细胞<sup>[6]</sup>，而刚刚过去的则是我刚刚和你说的有机酸的主要组成部分苹果酸。”小菜解释道。

“苹果酸？那为什么苹果酸能过去，我们不能啊。”小明继续问道

“你应该知道目前为止很多癌症还是一大无法攻克的医学难题吧，现在对于癌症的治疗大多都是采取放疗或化疗的手段，这虽然可以达到抑制癌细胞增殖的目的，但同时也会对机体其他正常的细胞造成无法逆转的严重损伤。苹果酸之所以能过去是因为有研究表明，苹果酸中的异戊二烯基链对癌细胞的增殖有一定的抑制作用<sup>[7]</sup>，因此它们并不会用牺牲自己的方式去拦住能够抑制自己的苹果酸。”小菜解释道。

“原来如此啊，既然苹果酸可以抑制癌细胞的增殖，那岂不是每天多多地吃水果就可以治疗癌症了啊。”小明惊喜地问道。

“你的想法太理想了，虽然现在有研究表明苹果酸是有这样的活性，但是这一切的准确机制都还在探索之中，发现离真正用于病症治疗还有很长的路要走。与此同时，水果中虽然有苹果酸，但含量远没有达到可以直接治疗疾病的程度。”小菜说道。

小菜的一番话顿时让小明像霜打了的茄子一般低下了头。

“好啦，别再多想了，虽然你的想法现在看来很不现实，但是说不定哪一天真的可以实现呢。咱们还是想想怎么解决眼下的难题吧。”小菜安慰道。

“那好吧，可是就算知道了苹果酸对它们有抑制作用又有什么用啊，我们也不是苹果酸啊，要怎么过去啊？”小明疑惑道。

“虽然我们不是苹果酸，但我们富含苹果酸啊，你看看你的背包里有什么吧。”小菜说道。

说着，小明就打开自己背了一路的背包，这时小明才发现原来自己的背包中有这么多奇奇怪怪的东西。

“哇~~~好多东西啊，这些都是什么啊，好多啊！”小明感叹道。

“这些都是我们梨体内的活性分子啊(图2)，你看这里不就有苹果酸嘛，有了苹果酸我们就不能顺利过去了嘛。”小菜说道。

说话间，小明就拿出来了背包中的苹果酸分子，和小菜一梨一个，在拦着它们的癌细胞面前大摇大摆地走了过去，小明转头看见癌细胞想拦又不敢拦的样子不禁笑出声来，接着又加快脚步追上前方的小菜，一同前往未知的下一站。

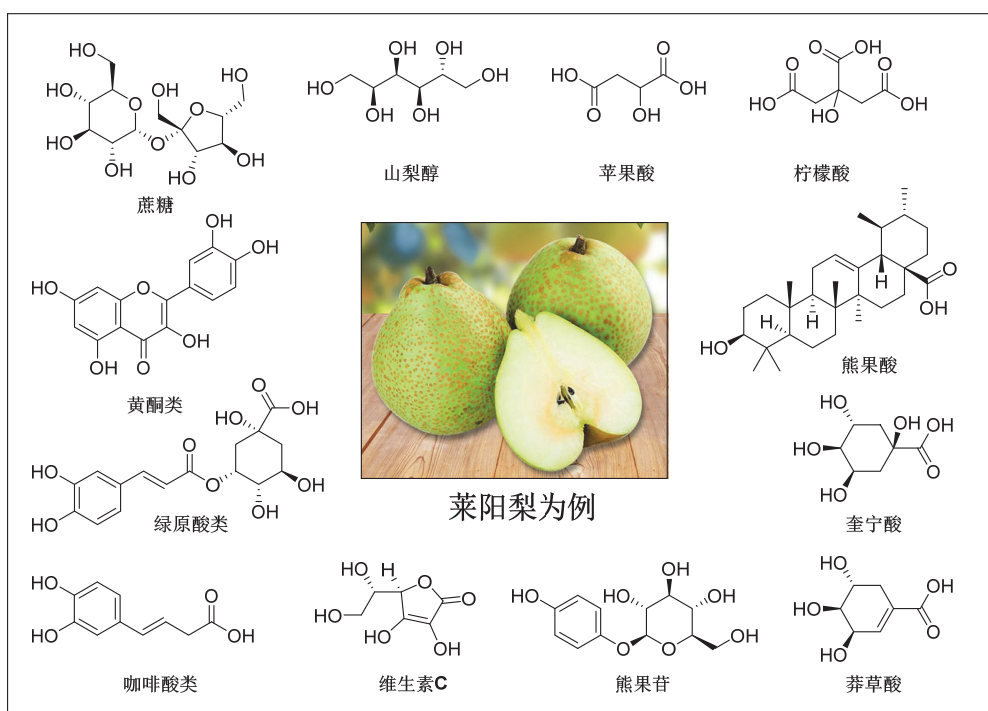


图2 梨中的化学成分

### 4.3 酚类物质

“不要过来啊，我不要变黑，我不要变黑……”

小菜和小明在这一声声呼救声中停下了脚步，发现这声音竟是从头顶的皮肤传来的。小菜和小明抬头看到小黑点们在这抗拒声中一个接一个地冲向皮肤，它们好像没有听到皮肤的拒绝一样并没有停下来迹象。

“你怎么了啊，这些小黑点为什么要冲向你啊？”小明抬头问道。

“它们是黑色素，是让我变黑的东西，我不想变黑，你们能不能帮帮我啊，我不想变黑。”皮肤哭诉道。

“啊？我们怎么帮它啊？”小明转头问小菜。

“它倒是问对人了，你看看背包里闪着白光的分子，它就能帮忙解决这个问题哦。”

还不等小菜说完，小明就拿起包中闪着白光的分子直直地向小黑点们扔去，结果发现并没有多大作用，而且一部分在途中就消失了白光，对此小明疑惑不已。

“为什么啊，怎么没用啊？”小明问道。

“我话还没说完呢，你就行动了。你直接对着那些小黑点是没多大用的，你得对着它们的生产源头才行啊。”小菜指了指远处忙得热火朝天的黑素细胞和酪氨酸酶。

听完之后，小明才将火力对准了远方的黑素细胞和酪氨酸酶，一顿猛烈的攻击后头顶传来了皮肤的感激之声。

“谢谢你们啊，这下我终于不用变黑了！”皮肤感激地说道。

“原来要对准黑素细胞啊，可是这是为什么啊？还有刚刚我丢出去的那些又是什么啊？而且为什么有的会在途中就不亮了啊？”结束战争后小明才反应过来自己好像什么都不知道的样子。

“刚刚你丢出去的是熊果苷(图3)，又名熊果素，化学名称叫对二苯酚葡萄糖苷，是我们梨中最为丰富的酚类物质<sup>[8]</sup>，也是一种市面上常见的增白剂，有较好的美白和抗氧化作用。其实刚刚你真正攻击成功的对象不是黑素细胞而是酪氨酸酶。因为熊果苷是一种酪氨酸酶抑制剂，能够直接与酪氨酸酶结合占据原本的结合位点，从而直接阻断黑色素的形成。虽然熊果苷也有淡化黑色素的能力，但是淡化远没有直接阻断源头来得有用<sup>[9]</sup>。这也是为什么会有多吃梨可以美白的说法，而且梨皮中的熊果苷含量比果肉中更多哦。至于刚刚为什么有些在途中就不亮了是因为有些熊果苷在途中转化为了氢醌<sup>[10]</sup>……”小菜说道。

“是因为转化为氢醌就没有用了是吗？”小明问道。

“倒也不是这么说，氢醌又名对二苯酚，相较于熊果苷而言氢醌甚至有更好的美白效果，但是氢醌毒性大、刺激性强，长期接触会有一些的致癌风险。因此即使氢醌也有较好的美白效果但却仍然无法顶替熊果苷在美白界的地位<sup>[10]</sup>。”小菜继续解释道。

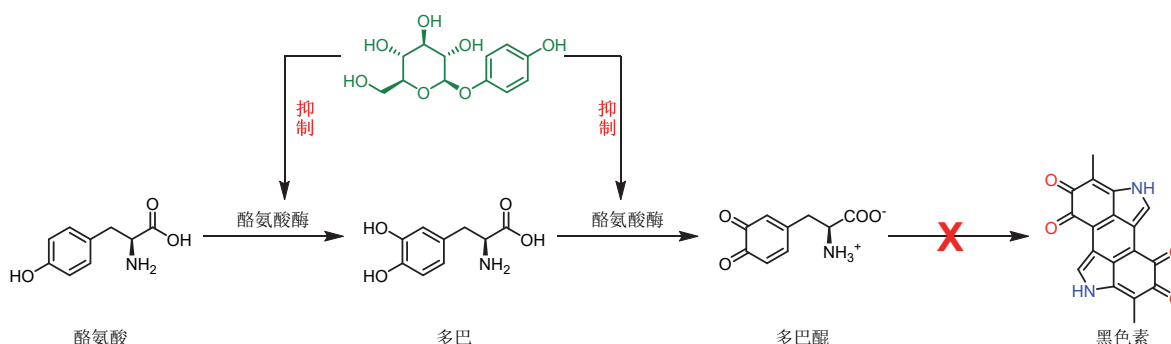


图3 熊果苷抑制黑色素形成

“原来如此啊，那除了熊果苷以外，还有什么其他的酚类物质吗？”小明问道。

“当然有啦，除了熊果苷以外，我们梨中第二类较为丰富的酚类物质是绿原酸，是由咖啡酸和奎宁酸缩合在一起的酚羧酸，是植物细胞通过莽草酸途径合成的一种苯丙素类物质<sup>[11]</sup>。如果说熊果苷被大众所熟知是由于其在美白方面的独特优势的话，那绿原酸就刚好相反，绿原酸可谓是一名多方面开花的全能选手，在抗菌、抗炎、抗氧化、抗病毒等多方面均有良好的作用，且在许多植物中都含量较高。你转头看看身后是什么。”小菜说道。

小明一转头就看到一群细菌和病毒朝自己袭来，顿时大惊失色。

“我的妈呀，这怎么办啊。”小明问小菜道。

“别那么紧张，你将绿原酸丢出去试试。”小菜安慰道。

见状小明赶忙从背包中抓起绿原酸分子就直接丢了出去，不消片刻就看到细菌和病毒连连后退不敢向前的样子。

“好神奇啊，绿原酸这么厉害啊！”小明感叹道。

“神奇吧，绿原酸可以直接破坏细菌表面的细胞膜，使细菌直接失去表面的细胞保护屏障而丧失

活性，同时也可以抑制病毒的蛋白表达从而达到抑制病毒繁衍增生的目的<sup>[11]</sup>。所以在你生病的时候你妈妈让你喝点梨汤确实是会有一定帮助的，日常生活中多吃点梨也确实能帮助抵御疾病哦。好啦，眼前的问题也已经解决啦，我们继续上路吧。”小菜说道。

“小菜，熊果昔和绿原酸这么厉害，那它们在梨中的含量有多少啊？是所有梨都一样吗？”小明边走边问道。

“尽管酚类物质的功能很强大，但它们在梨中的含量却相对有限，且不同种类的梨中酚类物质的含量也是不一样的。比如，雪花梨和南果梨的总酚类物质就显著高于砀山酥梨，而且随着生长的变化，酚类物质的含量也会发生变化。以鸭梨为例，幼果的熊果昔含量为 $9.92 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1} \text{ FW}$  (FW即湿重)，绿原酸含量为 $3.72 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1} \text{ FW}$ 。而当鸭梨成熟时，这些数值会显著减少，熊果昔含量降至 $0.4 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1} \text{ FW}$ ，绿原酸含量降至 $0.226 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1} \text{ FW}$ <sup>[12]</sup>。”小菜解释道。

“你觉得酚类物质在梨的哪个部分最多，哪个部位最少呢？”小菜问道。

“我觉得果肉中最多，好多人都不吃果皮的，果皮中应该最少吧？”小明回答道。

“恰恰相反，果皮中酚类物质的含量远高于果肉中哦<sup>[12]</sup>。”小菜笑着说道。

“啊~~~这样啊，那岂不是每次吃梨都把精华的东西丢掉了啊！”小明边走边惋惜道。

#### 4.4 三萜类

“咳咳咳，你们这么厉害，能不能也帮帮我们啊。”

“咦，你们是谁啊？你们又在哪儿啊？”小明问道。

“我们是心脏和肝脏，你们再往前走走就能看见我们了。咳咳咳……”

小明和小菜在这一声声的咳嗽声中终于来到了心脏和肝脏的面前，不料却看到这样一番景象……

“你们怎么了啊，你们看起来好虚弱啊。”小明问道。

“我们受伤了，我们的主人平常非常喜欢喝酒和吃一些高油高脂的食物，导致肝脏现在代谢负担加重，而我也因为炎症因子导致的过度反应产生了心肌损伤，咳咳咳……刚刚看到你们不仅帮助了皮肤，还击退了不少细菌和病毒，咳咳咳……所以能不能也帮帮我们啊……”心脏说道。

“可是我们要怎样才能帮到你们呢？绿原酸刚刚已经被我用完了啊。”小明问道。

“不用担心，没了绿原酸，我们还有熊果酸。你将熊果酸拿出来递给心脏和肝脏看看有没有帮助吧。”小菜说道。

听了小菜的說法，小明赶忙从包中拿出熊果酸递给了心脏和肝脏，果不其然真有效果。

“谢谢你们，我们感觉舒服多了，我们果然没有看错你们啊。”心脏和肝脏感谢道。

“不用谢，能帮到你们我们也很开心！”小明和小菜说道。

“熊果酸也好厉害哦(图4)，听名字和之前的熊果昔好像，它们是一类分子吗？”小明问道。

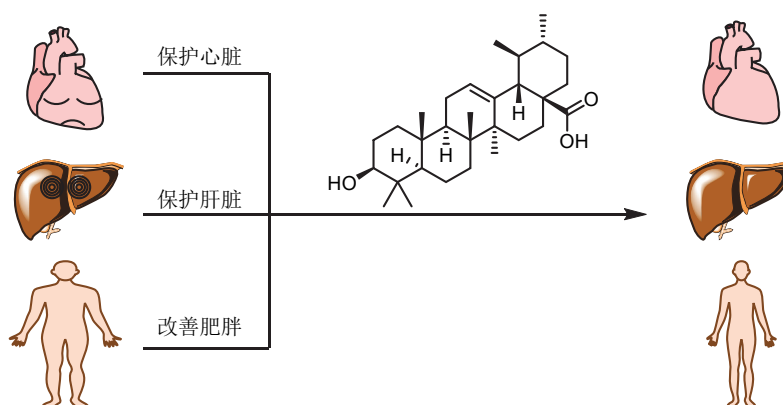


图4 熊果酸作用

“熊果酸虽然和熊果苷名字很像，但却不是同一类分子，熊果酸又名乌索酸，是一类天然的非萜类化合物，多以游离或糖苷的形式存在于植物体内，也是我们梨体内最主要的非萜类成分之一<sup>[13]</sup>。熊果酸之所以能够对心脏和肝脏起到保护作用是因为熊果酸能够通过增强机体抗氧化系统和减轻炎症反应等途径有效地减轻一些不良习惯对心脏和肝脏的损伤<sup>[14]</sup>。因此在酒后或食用高油高盐食物后吃梨对身体有益也是有一定的科学依据的。”小菜解释道。

“怪不得每次吃完薯条汉堡后妈妈总是会给我拿来一颗梨，原来是想帮我减轻一下身体的代谢负担啊。那除此之外，熊果酸还有什么别的本领吗？”小明继续问道。

“你可算问对了，除此之外熊果酸有改善糖酯代谢紊乱的能力。众所周知糖酯代谢紊乱是引起糖尿病、高血脂等代谢相关疾病的病因之一，而熊果酸作为一种天然的非萜羧酸类化合物就具有改善糖酯代谢紊乱的作用，从侧面来说熊果酸也有助于改善肥胖<sup>[14]</sup>，因此即使是在减脂期也可以毫无负担地吃梨啦。和酚类物质一样，果皮中的熊果酸含量也是远高于果肉的。以红色西洋梨——拉达那为例，其果皮中熊果酸含量为 $2558.7 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1} \text{DM}$  (DM即干重)，果肉中熊果酸含量仅有 $155.4 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1} \text{DM}$ <sup>[15]</sup>。再比如莱阳梨，果皮中的熊果酸含量为 $339.6 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1} \text{DM}$ ，果肉中的熊果酸含量为 $38.6 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1} \text{DM}$ <sup>[16]</sup>。虽然莱阳梨果皮与果肉中熊果酸含量差异小于西洋梨，但仍旧是果皮含量远高于果肉含量。”小菜继续解释道。

#### 4.5 黄酮类

“这就是所有的活性分子了吗？可是我看背包里还有好多长得很像的分子啊。”小明问道。

“当然不是所有啦，还记得我之前和你说过梨虽然是一种普通的水果，但也是一个巨大的活性分子集合体。我们梨中还含有少量的黄酮类化合物，是一类低分子量的多酚类化合物，就是你刚刚看到的长得很像的分子。”小菜说道。

“我知道黄酮，好多抗生素都是黄酮类化合物。”小明说道。

“没错，黄酮类化合物具有抑制病原微生物生长的作用。根据化学结构来分，黄酮类化合物可以分为黄酮、黄酮醇、黄烷酮、黄烷醇、异黄酮、花青素等(图5)，这是一个非常庞大且广泛存在于自然界中的一类化合物。黄酮类化合物不仅种类多功效也是只多不少，例如抗炎、抗肿瘤、抗病毒、抗菌、抗氧化等等<sup>[17]</sup>。”小菜解释道。

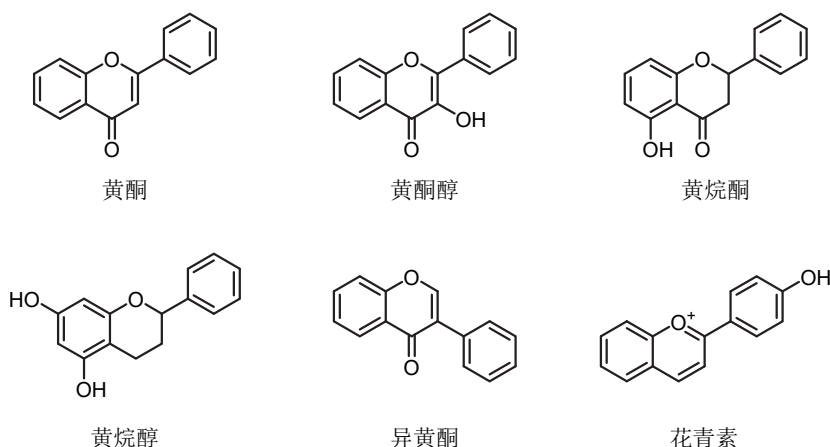


图5 黄酮化合物种类

“感觉和之前的一些分子的作用好像哦，像之前的绿原酸就有抗菌、抗病毒的作用，苹果酸就有抗肿瘤的作用，那黄酮类化合物和它们的作用机制都是一样的吗？”小明继续问道。

“不错，黄酮类化合物确实和之前的分子有相同的功效，要知道并不是每一种分子都有特定的功效，其实很多分子的功效都是同一种，就像感冒并不只有一种药可以治好一样，结果虽然一样但作

用机制却可能有所差异。以抗菌为例，黄酮类化合物的抗菌机制就包括两个方面，一个是直接抑制细菌生长，是通过改变细胞膜的通透性引起细胞质损伤、抑制核酸合成、抑制能量代谢等，另一个则是间接抑制细菌生长，是通过抑制相关信号通路的表达，从而抑制促炎细胞因子的释放，调节T细胞分化以及促炎免疫细胞的激活和浸润等。与绿原酸直接破坏细菌表面细胞膜的抗菌机制就有所差异<sup>[17]</sup>。”小菜解释道。

“途径不同但结果相同，这不就是所谓的殊途同归嘛。”小明说道。

“是啊，条条大路通罗马嘛。”小菜附和道。

“黄酮类的分子种类这么多，那它们在梨中的含量是不是也特别多啊？”小明问道。

“虽然黄酮类分子的种类很多，但是它们含量却并不太多。例如，雪花梨果肉中黄酮类物质含量为144.4 mg RE/kg (RE即芦丁酸当量，RE/kg是黄酮类含量的表示单位)，圆黄梨果肉中黄酮类物质含量为68.2 mg RE/kg，而且不同的部位含量也是不一样的哦，和之前的活性成分一样，黄酮类物质在果皮中的含量也是远高于在果肉中的含量的<sup>[18]</sup>。所以说啊，果皮才是精华所在呀！”小菜说道。

#### 4.6 维生素C

“我们很快也就要到达我们本站的罗马了，平常父母劝你多吃水果的时候是不是会经常说水果可以补充维C啊？”小菜问道。

“你怎么知道啊，我妈妈就老说让我多吃水果，多补充点维C，这对我的身体有好处之类的。”小明说道。

“你妈妈这么说是有一定道理的。维生素C，又名抗坏血酸，是一种人体无法自身合成但又至关重要的微量物质。它需要经由饮食才可获取，在血液和细胞内以还原型抗坏血酸的形式存在。维生素C具有多种功效，包括预防坏血病、加速伤口愈合以及增强机体的抗氧化能力。所以说多补充点维C确实会对你的身体有好处。以皇冠梨为例，每100 g中就含有3.6 mg的维生素C<sup>[19]</sup>。”小菜解释道。

“原来是这样啊！那为什么我还老是听妈妈说补充维C还能补充胶原蛋白呢，是维C能直接变成胶原蛋白吗？”小明问道。

“维C并不能直接变成胶原蛋白，但却可以帮助形成胶原蛋白。羟脯氨酸是胶原蛋白特有的一种成分，对于胶原蛋白的折叠和三级结构的维系都有重要作用，在胶原蛋白合成过程中，脯氨酸等残基会在脯氨酸羟化酶的作用下发生羟基化，而维生素C就是维持脯氨酸羟化酶的必要辅因子(图6)，能够促进组织胶原蛋白的生成，帮助修复衰老和受损的肌肤，而缺乏维生素C相应地就会出现胶原蛋白合成障碍，严重时还可能出现血肿和瘀斑<sup>[20]</sup>，所以说要好好吃水果哦！”小菜解释道。

“嗯嗯，我知道了，以后我会好好吃水果的。”小明说道。

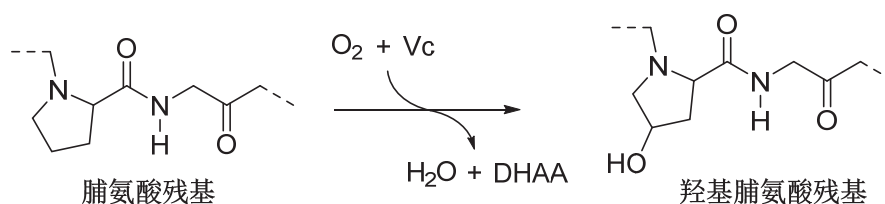


图6 维生素C协助脯氨酸羟基化过程

## 5 结语

“好啦，今天这一段奇奇怪怪的旅程已经走到终点了。罗马已到，希望这一次的经历能够让你对我们梨乃至所有水果有新的认知和看法。再见了，我的人类朋友！”小菜说道。

小明也在小菜的告别中结束了这个奇怪但又很有意义的梦……

在漫漫的历史长河中，梨作为一种拥有千年培育历史的水果，至今在人们的生活中仍具有重要的意义。或许是因为它的味美多汁，或许是因为它的药用价值，亦或是因为它复杂却有益的营养成

分。普普通通的一棵梨，在时间的长河中带着人们不断地打开一扇又一扇神秘的大门，从古时发现改变种植方式可以改善口感，到今日发现许多对人体有益的天然产物，一颗普通的梨仍旧在带领人们不断探索未知领域。

### 参 考 文 献

- [1] 梨哥说梨梨史源流三千年\_驯化. [2024-04-06]. [https://www.sohu.com/a/398021566\\_766539](https://www.sohu.com/a/398021566_766539)
- [2] 中国十大名梨：哪里的梨最好吃最有名. [2024-04-06]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1729831388370393902&wfr=spider&for=pc>
- [3] Zacherl, C.; Eisner, P.; Engel, K. H. *Food Chem.* **2011**, *126*, 423.
- [4] Sun, H. L.; Wang, X. Q.; Cao, X. Y.; Liu, Ch.; Liu, S. Q.; Lyu, D. G.; Du, G. D. *J. Food. Meas. Charact.* **2021**, *15*, 1509.
- [5] 姚改芳, 张绍铃, 吴俊, 曹玉芬, 刘军, 韩凯, 杨志军. *南京农业大学学报*, **2011**, *34* (5), 25.
- [6] 赵慧芳, 李琳琳, 关振霆, 谭俊珍, 张帅. *中国药理学通报*, **2023**, *39* (10), 1999.
- [7] Hong, S. Y.; Lansky, E.; Kang, S. S.; Yang, M. H. *BMC Complement. Med. Ther.* **2021**, *21*, 1.
- [8] Cho, J. Y.; Lee, S. H.; Kim, E. H.; Yun, H. R.; Jeong, H. Y.; Lee, Y. G.; Kim, W. S.; Moon, J. H. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **2015**, *79*, 1.
- [9] 刘晓婷, 王鑫璇. *食品与发酵工业*, **2022**, *48* (2), 309.
- [10] 乔亚森, 袁莹莹, 董亚蕾, 黄传峰, 王海燕. *分析实验室*, **2023**, *42* (8), 1056.
- [11] 王庆华, 杜婷婷, 张智慧, 季鸣, 胡海宇, 陈晓光. *药学学报*, **2020**, *55* (10), 2273.
- [12] 关晔晴, 裴颖, 安景舒, 关军锋. *保鲜与加工*, **2019**, *19* (5), 191.
- [13] 田春风, 郭宇帆, 商佳琪, 李凯, 包艳. *中国食品卫生杂志*, **2022**, *34* (6), 1361.
- [14] 肖淼, 吴梦颖, 刘凯会, 程鑫颖, 赵文, 周良付. *食品安全质量检测学报*, **2023**, *14* (19), 179.
- [15] Kolniak-Ostek, J. *Food Chem.* **2016**, *203*, 491.
- [16] Li, X.; Wang, T.; Zhou, B.; Gao, W.; Cao, J.; Huang, L. *Food Chem.* **2014**, *152*, 531.
- [17] 王健, 张珍珍, 梅秀珍, 徐业芬, 冯志新. *江苏农业科学*, **2023**, *51* (1), 1.
- [18] 安景舒, 关晔晴, 程玉豆, 牟德华, 关军锋. *保鲜与加工*, **2020**, *20* (3), 162.
- [19] 张馨媛, 井乐刚. *哈尔滨师范大学自然科学学报*, **2022**, *38* (2), 68.
- [20] 苏桂琪, 黄和林, 蒋娜, 刘茜茜, 何云骅, 余想远, 陶毅明. *世界最新医学*, **2019**, *8* (19), 120.