

重庆市科委科技计划（科普类）资助项目

李远蓉 主编

石沛 胡建莹 副主编



舌尖上的化学

SHEJIAN SHANG
DE HUAXUE



酸溜溜 甜蜜蜜 苦涩涩
美食“素颜” 美食“瘦身”

.....
感受化学在美食中的神奇



化学工业出版社

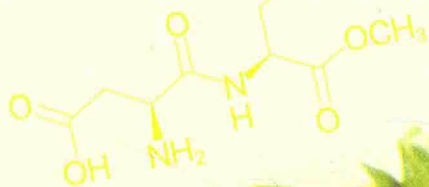
重庆市科委科技计划（科普类）资助项目

李远蓉 主编

石沛 胡建莹 副主编

舌尖上的化学

SHEJIAN SHANG
DE HUAXUE



化学工业出版社

北京

本书通过“品化学之味”、“观化学之色”、“感化学之态”，从化学的视角揭秘美食中色、香、味、态背后的科学道理，让读者在阅读中感受化学在美食中的神奇，进而领略化学的魅力。
本书适合小学高年级学生、中学生及广大科普爱好者参考阅读。

图书在版编目（CIP）数据

舌尖上的化学 / 李远蓉主编. — 北京：化学工业出版社，2015.7
ISBN 978-7-122-23801-6

I. ①舌… II. ①李… III. ①化学-基本知识 IV. ①06

中国版本图书馆CIP数据核字（2015）第088040号

责任编辑：曾照华
责任校对：宋 玮

文字编辑：王 琳
装帧设计：史利平

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011）
印 装：北京画中画印刷有限公司
710mm×1000mm 1/16 印张7 $\frac{1}{2}$ 字数138千字 2016年2月北京第1版第1次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899
网 址：<http://www.cip.com.cn>
凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：32.00元

版权所有 违者必究

前言

曾任美国化学会会长的著名化学家 R·布里斯罗在撰写的《化学的今天和明天》一书中,响亮地提出:化学是一门中心的、实用的和创造性的科学。书中有一段这样写道:“从早晨开始,我们从用化学产品建造的住宅和公寓中醒来,部分家具是用化学工业生产的现代材料制作的。我们用化学家们设计的肥皂和牙膏,穿上合成纤维和合成染料制成的衣着,即使天然的纤维(如羊毛或棉花)也是经化学品处理、上色来改进它们的性质。为了安全起见,我们的食品被包装起来、冷藏起来,并曾经用肥料、除草剂和农药使之成长。家畜用兽医药来防病,维生素类可以加到食品中或制成片剂后服用。甚至我们购买的天然食品,诸如牛奶,都必须经过化学检验来保证质量……”的确,我们的日常生活品中,很难找出一一种不是依靠化学或者不是在化学家的帮助下创造出来的物品。

但是近几年,环境污染、食品安全等问题屡屡被推上风口浪尖,由于缺乏相关的科学知识,加上一些媒体的误导,致使公众认为都是化学惹的祸,进而谈“化”色变,片面地认为只要是“化学”的就是危险的,是对人体有害的,进而远离、拒绝,甚至反感化学。

人人都享受着化学的成果,但人们却误解、害怕化学。作为从事化学教育工作的一员,深感有义务和责任展示化学的真善美,让公众了解、赞赏、感激化学。本书从化学的视角揭秘美食中色、香、味、态背后的科学道理。美味诱人的食物,尤其是富有地域文化和民族特色的美食,与蕴含其中的化学知识相映成趣,让读者在阅读中感受化学在美食中的神奇,进而领略化学的魅力。

本书可作为中学生学习化学的参考书、化学教师教学的参考资料,高等院校化学教育专业学生的参考书,也可作为面向公众的科普图书。

本书为加拿大人文社会科学研究项目《中加教师教育和学校教育互惠学习》成果。

本书的编写人员(按汉语拼音为序):陈名瑞、胡建莹、黎莉、卢文兴、李远蓉、马坤鹤、任伟、石沛、史利锋、王相宜、姚伦全。李远蓉、石沛、胡建莹负责全书的统稿。在此感谢他们为本书付出的心力。

由于编者的水平有限,书中难免存在缺陷与不足,望广大读者批评指正。

编者

2015年4月

目 录

1 品化学之味

- 1.1 酸溜溜 /2
- 1.2 甜蜜蜜 /13
- 1.3 苦涩涩 /25
- 1.4 火辣辣 /39
- 1.5 麻酥酥 /49
- 1.6 鲜美美 /54
- 1.7 咸滋滋 /60

2 观化学之色

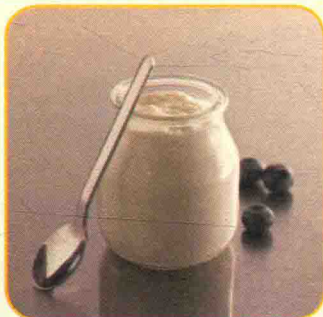
- 2.1 美食“素颜”——天然色素 /68
- 2.2 美食“新颜”——人工色素 /80

3 感化学之态

- 3.1 美食“瘦身”——凝固剂 /88
- 3.2 美食“增肥”——膨松剂 /98
- 3.3 美食“抗衰老”的秘密——防腐剂 /107

1 品化学之味





大家好,我是化学小博士!



此典故是哪个成语的由来呢?

1.1 酸溜溜

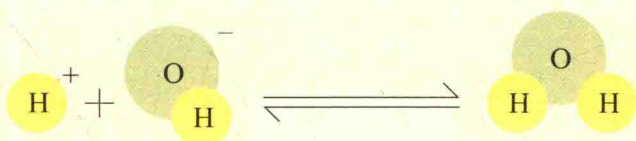
《三国演义》中记载了这样一个故事：曹操率兵攻打张绣。当时正值暑热，军队长途跋涉，又没有水，士兵又渴又累，几乎都走不动了。曹操情急生智，撒谎对将士们说：“前面有一大片梅林，到了那里我们就可以吃梅子解渴了！”将士们一听有梅子吃，嘴里就生出了口水，也就觉得不那么渴了。于是振作精神继续前行，很快到达了目的地。

梅子，是我国特产的一种小水果，已有 3000 多年的种植历史。梅子含有丰富的有机酸，如酒石酸、单宁酸、苹果酸等，所以味道很酸。吃梅子可以生津止渴、清暑解热。既然梅子的酸有如此大的“魔力”，接下来，我们就跟随化学小博士走进“酸酸的”世界吧！

什么是酸?

在生活中,我们常常能品尝到酸酸的食物,比如醋、柠檬、青苹果、杨梅、泡菜、酸奶……因此,人们常认为有酸味的物质就是酸。但是,判断一个物质是不是酸,并不是用品尝味道的方法来试验的,这样做是很危险的,因为并不是所有的酸都能品尝,还有很多酸性物质有强腐蚀性,是不能食用的。

在化学的世界里,“酸”是在水中离解出的阳离子全部为氢离子的化合物,而“碱”是在水中离解出的阴离子全部为氢氧根离子的化合物。二者一见面,就会“水火不容”——结合成水。



生活中,人们常用 pH 值来反映酸碱度。pH 值通常在 0 ~ 14 之间。数字越小,氢离子浓度越高,酸性就越强。

食物中的酸不仅有产生酸味的功能,还能起到防腐的作用。除此之外,它还能产生清凉的味道。在饮料世界里,碳酸饮料占据了巨大的版图。

知识营养贴

什么是 pH 值?

在化学上,我们把酸中氢离子(H^+)浓度取对数,该对数的相反数就是 pH 值。pH 试纸只能大体测出液体的酸碱度,若要精确计算 pH 值,则需要取氢离子浓度对数的相反数。公式如下: $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$ 。



我们平时吃柠檬、苹果的时候感觉到酸酸的,那它们是酸性食物吗?

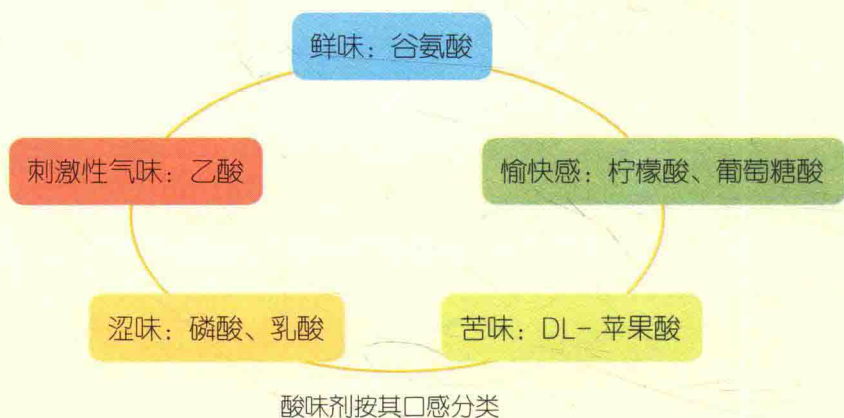
答案:不是。因为判断食物的酸碱性,不是根据人们的味觉,也不是根据食物溶于水中的化学性质,而是根据食物进入人体后所生成的最终代谢物的酸碱性而定。例如,酸性食物有肉、蛋、鱼、动物脂肪和植物油、米饭、面食、糖类甜食等;碱性食物有蔬菜、茶叶、水果(高糖水果除外)、豆制品、牛奶等。

酸味是怎么产生的呢？

首先是呈味物质溶液刺激口腔内的味感受体——味蕾，然后通过一个收集和传递信息的神经感觉系统传导到大脑的味觉中枢，最后通过大脑的综合神经中枢系统的分析，从而产生味感。

酸味剂——丰富酸溜口感

食物呈酸味是因为里面含有酸味剂。酸味剂是以赋予食品酸味为主要目的的食品添加剂，一般具有防腐效用，又有助于溶解纤维素及钙、磷等物质，帮助消化，增加营养。酸味剂按其口感不同分类如下：



酸味剂分为有机酸和无机酸。食品中天然存在的酸主要是有机酸，如柠檬酸、酒石酸、苹果酸和乳酸等，目前作为酸味剂使用的主要也是这些有机酸。无机酸主要是磷酸，其风味不如有机酸好，应用较少。

下面我们就一起来分析一下常见的几种酸味剂吧！

酸中“高手”之柠檬酸



柠檬

说到柠檬酸，自然就想到了柠檬。柠檬又称柠果、洋柠檬、益母果等。因其味极酸，孕妇最喜食，故称益母果或益母子。柠檬中含有丰富的柠檬酸，因此被誉为“柠檬酸仓库”。除柠檬以外，柑橘、青柠也含有较多的柠檬酸。

孕妇喜食酸的秘密

医学研究证明：妇女怀孕以后，胎盘会分泌绒毛促性腺激素。这种激素会抑制胃酸分泌，从而导致恶心、呕吐。孕妇食酸可以刺激胃分泌胃液，增强食欲，缓解恶心、呕吐。同时，大多酸味食品富含维生素 C，而且能促使钙、铁的吸收，满足母体和胎儿营养需要。所以，孕妇常常喜欢吃酸的食物。

柠檬酸（又名枸橼酸）是一种重要的有机弱酸，因其温和爽快的酸味，普遍用于各种饮料、葡萄酒、罐头果汁、乳制品等食品的制造，如美味可口的柠檬奶昔、柠檬酸奶蛋糕、柠檬鸡等美食。在所有有机酸的市场中，柠檬酸市场占有率在 70% 以上，到目前还没有一种可以取代柠檬酸的酸味剂。



柠檬酸糖果

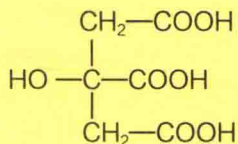


柠檬鸡

知识营养贴

柠檬酸

柠檬酸在化学世界中被称为 2-羟基丙烷-1,2,3-三酸，分子式为 $C_6H_8O_7$ 。柠檬酸有强酸味，其酸味圆润，爽快可口，入嘴即达最高酸感，后味时间短。柠檬酸由于味感快而短，使用中多与苹果酸合用，在强调酸味方面很有效果，其结构式如下。



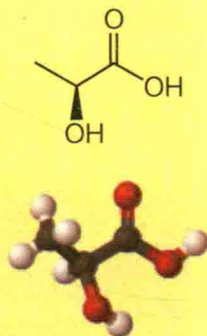
酸中美味之乳酸

为什么叫乳酸呢？因为这种酸最初是在酸牛乳中发现的，所以叫乳酸。说到乳酸，脑海中浮现最多的就是爽口而有营养的乳酸饮料。但是我们却小看它了，乳酸作为酸味剂，它还有广泛的用途呢！例如，乳酸可作为清凉饮料、乳饮料等的酸味料；利用乳酸发酵制成的泡菜、腌菜，不仅有调味的作用，还有防止杂菌繁殖的作用。

知识营养贴

乳酸

乳酸又称 α -羟基丙酸，分子式为 $C_3H_5O_3$ 。酸味稍强于柠檬酸，对人体组织没有害处。乳酸有两种光学异构体，分为 L 型和 D 型，其中 L 型天然存在于人体之中，人体可以代谢吸收。人们大量运动之后肌肉酸痛，就是因为乳酸堆积在肌肉中。乳酸结构式如右图所示。



泡菜中的酸味是怎么产生的呢？



四川泡菜



酸菜鱼

在空气中经常有许多微生物，像流浪汉一样到处流浪。其中，有一个叫乳酸菌，另一个叫酵母菌，当它们一旦降落到泡菜缸里，就会定居下来。当泡菜缸中盐水的浓度降低到 3% ~ 4% 时，就正对乳酸菌的“胃口”，乳酸菌就会大量地繁殖起来。乳酸菌在生长过程中会使一部分糖类物质转变成乳酸，酵母菌也会使蔬菜中的一些糖类分解成乳酸和醋酸，所以泡菜吃起来是酸溜溜的。

泡菜中的那股酸味，在保护菜中的维生素 C 这一点上，还有不小的功劳。

原来，维生素 C 有股“怪脾气”：它在碱性溶液中，最容易遭到破坏。因此，人们在煮食物时千万不要放碱。它在中性溶液中也都不太稳定，唯有在酸性条件下，它

却变得相当稳定。例如，番茄煮熟以后，虽然高温已破坏了部分维生素 C，但是番茄相比其他煮熟后的食物而言还能有很多维生素 C，这是因为番茄中含有不少有机酸。

酸中无机酸之磷酸

磷酸，又称正磷酸，化学式为 H_3PO_4 ，是一种常见的无机酸，不易挥发，不易分解，几乎没有氧化性，其酸味较酒石酸和柠檬酸强烈。在非果味汽水中，用磷酸作酸味剂，可以和叶、根、坚果或草味的香气有较好的混合。特别是在可乐型汽水中，磷酸可提供一种独特的酸味，而且可以和可乐型香精很好地混合。添加的磷酸不仅让食品具有刺激味及酸味，而且因其廉价，在工业制造过程中可大量地生产。



非果味汽水

酸中奇葩之醋酸

醋是生活中常见的酸味调味品的代表。传统的醋是用粮食发酵酿制的，如高粱、大米等，主要由淀粉组成。在淀粉酶的作用下，淀粉被水解成糖。在另一些酶的作用下，糖被转化成酒精（乙醇）。再有一些酶，可以把酒精氧化成醋酸。其大致的化学变化过程如下：



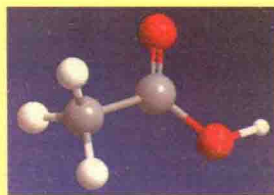
除了粮食，各种果汁也可以用来做醋。果汁中的碳水化合物多数是糖，甚至不用水解，发酵起来更加方便。在实际的发酵中，除了“目标细菌”，还有“杂细菌”。即使同一种细菌，也会产生多种酶。所以，在发酵过程中，其实是很多种转化在同时发生。不同的原料和不同的生化反应，会产生不同的产物。不同“秘方”的发酵工艺，其实就是使用不同的原料与菌种，在不同的控制条件下得到不同的发酵产物。而这些不同的发酵产物，就构成了形形色色的“特产”。

不管哪种醋，其核心的成分都是醋酸，而其他的有机酸、氨基酸、多肽等，是每一种醋“风味”的来源。在酿制醋中，醋酸在各种有机酸中能够成为“董事长”，但并非一统天下，柠檬酸等也会为酸味做出贡献。

知识营养贴

醋酸

醋酸是乙酸的俗称，这是因为其是食醋的主要成分。它是具有刺激性气味的有机酸，其分子式为 CH_3COOH ，分子结构如右图所示。



老陈醋



白醋

1. 醋家族

(1) 老陈醋

山西老陈醋乃醋族之首，有人说它有着精美的质量，只要拧开瓶盖，那香酸浓郁的气息就立即扑鼻飘来；若滴入碗里打一个圈，它便均匀地粘在碗口，无论是热烹还是凉调，吃在嘴里酸醇香烈，余味无穷。老陈醋中一般含有 5% 以上的醋酸。老陈醋在经过长时间的醋化的过程中，诸多微生物发生了复杂的生物化学变化，这也给醋带来了特殊的风味。老陈醋在经过阳光的蒸发和冬日的捞冰后，其体积会变为原来的一半左右，因而老陈醋实际上是一种浓缩了的醋。

(2) 白醋

白醋是醋家族中比较单纯的一员，其成分除了 3% ~ 5% 醋酸和水之外，不含或极少含其他成分。白醋常常是以蒸馏过的酒发酵制成，或直接用食品级别的醋酸兑制。白醋无色透明、味道单纯，是烹制本色彩肴和浅色菜肴的酸味调料。

另外，白醋还可作为厨房中餐具、蔬果、鱼类和肉类的清洁液，安全、卫生、无毒，可以算是厨房中的多用品，颇受西方国家人民的欢迎。餐具等形成的垢主要以硫酸钙和碳酸钙为主，还有少量的氧化硅、氧化镁等。因此，用白醋洗涤的原理为：



活学活用

给水壶洗洗澡吧!

生活中我们发现, 用久的水壶中常常会“长”出些可恶的水垢来, 让人觉得非常不舒服! 这可怎么办呢? 我们是否也可以给水壶洗洗澡, 让它变得干干净净、洁白如新呢?

准备材料: 白醋、“长”水垢的水壶

实验步骤:

1. 取少量食醋, 加入有水垢的水壶里。
2. 缓慢摇动水壶, 使水垢与醋酸充分接触。
3. 浸泡一段时间, 再用水清洗即可。

实验结果: 你看到水壶焕然一新了吗? 但是为什么你在洗液里看不到水垢残留物呢?



“长”水垢的水壶

(3) 果醋

世界上用来生产食醋的原料, 除了大米、高粱等富含淀粉的粮食外, 还可以用水果来酿造。比如, 采用葡萄、山楂、桑葚、苹果等的果汁作为生产原料, 可酿制成不同风味的果醋。目前国际上流行的果醋主要有以下几种。

苹果醋

顾名思义多是以苹果的果汁为原料而制成的, 以美国产的苹果醋为最多。苹果汁先经酒精发酵, 然后再经醋酸发酵, 从而制成苹果醋。在国外, 苹果醋已广泛应用于烹制菜肴, 尤其是在菜肴的颜色较深的情况下使用, 它可使菜肴的颜色变得鲜艳光亮。

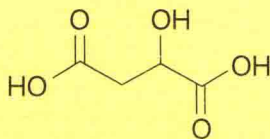


苹果醋

知识营养贴

苹果酸

苹果酸, 又名 2-羟基丁二酸, 分子结构中有 D-苹果酸、L-苹果酸和其混合物 DL-苹果酸三种。自然界中最常见的是 L-苹果酸, 广泛存在于山楂、苹果和葡萄果实的浆汁中, 其口感接近天然果汁, 并具有天然香味。苹果酸的分子结构式如右图所示。



葡萄醋

葡萄醋的原料主要是葡萄酒以及葡萄果汁、葡萄香味剂等。在烹制菜肴时添加这种葡萄醋，对菜肴有一定的提鲜作用，效果比使用其他食醋更为理想。此外，在欧美的一些国家中，还有向葡萄醋中添加少量的大蒜或五香料或两者同时添加而形成的葡萄醋。经过这种配置后的葡萄醋主要是用于色拉的调味以及制作沙司和辣酱油。

果醋是在我国传统酿醋的基础上，采用新型的原材料，应用先进工艺加工出来的具有更好口味、更优品质和更新形态的饮品。据研究，人体每天需要摄取50毫升到60毫升的醋以平衡体液，但是一般的食醋（老陈醋、白醋）并不适合直接饮用，因此果醋饮料恰恰弥补了这种不足。

喝果醋真的能减肥吗？

果醋的确有一定的减肥效果。它的减肥机理一是可以延长食物在胃中的滞留时间即胃排空时间，这样可以有效地缓和餐后血糖值的波动，从而减少胰岛素的释放，进而减少脂肪的合成与贮存，同时抑制脂肪的分解氧化；二是可以降低血脂，包括降低血清总胆固醇、甘油三酯、低密度脂蛋白等功效。但是上述这些减肥作用并不像很多商家所宣传的那么神奇。就如同茶多酚可以减肥、咖啡因可以减肥，但是我们会发现那些成天喝茶、喝咖啡的人中大胖子比比皆是。所以，合理的饮食和适当的运动才是减肥的最佳方法哦！

2. 醋的保健作用

（1）抗菌、杀菌、防治感冒

在醋厂工作的人很少感冒，经过研究发现，这与他们长期接触食醋有很大的关系。挥发在醋酸厂空气中的醋酸使感冒病毒难以生存，故醋厂工人不易感冒。因此，在日常生活中，如遇感冒流行，不妨用食醋熏蒸。其方法是取醋适量（每立方米2毫升到10毫升），用1倍到2倍水稀释，以文火加热熏蒸。

（2）中老年人保健作用

日本科学家发现，醋除了可以防劳疾、除多汗、增强免疫功能之外，还对癌症病人的康复有着积极的意义。经过一段时间的“醋疗”后，很多人的高血压降下来了，心绞痛缓解了，便秘消失了，面色红润了，身体也有劲了。

（3）女士美容作用

喝醋不仅可以降血压，还有减肥、美容、养颜等功效，因此经常饮用苹果醋既能保持皮肤健康，又可保持体型健美。这主要是因为食醋中的醋酸、乳酸、氨

基酸、甘油和醛类等化合物对人的皮肤有柔和的刺激作用，能使血管扩张，加快皮肤血液循环，使皮肤光润、细嫩，减少皱纹。

(4) 对儿童的营养作用

醋中含有丰富的有机酸，具有软化植物纤维和促进糖代谢的作用，它能溶解动物食品中的骨质，促进钙、磷的吸收。例如，果醋饮料不仅能达到一般饮料的良好口感与解渴的作用，更能达到对儿童有益的营养作用。

(5) 消除疲劳作用

运动员需要不断摄入各种动物性食物，使体内环境呈现酸性，然后再最大限度地激发肌体能量，从而完成训练项目。在训练过程中体内会产生大量的乳酸，消除疲劳最好的方法是饮用果醋饮料来补充碱性物质，尽快使肌体达到酸碱平衡。

(6) 解酒作用

醋能解酒，主要是因为喝醋后乙醇在胃里滞留的时间较长，不会被人体迅速吸收，使得乙醇在血液中的最高浓度值低，而且达到峰值也慢。

知识营养贴

哪些人不宜吃醋

正在服用西药者不宜吃醋；服“解表发汗”的中药时不宜吃醋；胃溃疡和胃酸过多患者不宜吃醋；对醋过敏者及低血压者应忌用；老年人在骨折治疗和康复期间应避免吃醋。



糖醋排骨



老醋花生

山西人的“醋意”生活

中国的饮食讲究色、香、味俱全，并以味为重，即“酸、甜、苦、辣、咸”五味俱全。食酸口味在中国许多地区非常盛行，山西陈醋、四川泡菜、东北酸菜

等堪称中国酸食文化的典型。

俗话说“南甜北咸东辣西酸”，这是对各地不同的饮食口味而言的。山西是醋的故乡，“西酸”就是指山西人喜爱食醋。在山西，可以说是无醋不成餐。烧菜时，掌勺的会在菜里放上醋；开餐时，服务员会给每位食客递上一小碟醋；酒菜过后是主食，醋壶又会递上来，人人都自己给主食内放醋。食客可以发现，菜单上的菜品不少与醋有关，如老醋花生、醋熘白菜、酸汤莜面、酸辣土豆丝等，不胜枚举。



山西人为什么喜欢吃醋呢？

山西人之所以爱吃醋，是与其地形、气候等密不可分的。从地形上来看，山西地处黄土高原，气候干燥，水土碱性较大，然而醋中的酸正好能中和碱性，这样一来，就可以维持身体的酸碱平衡，有利于身体健康了。除此之外，山西人喜爱面食，面食呈碱性，相对难消化，吃醋能增加身体胃液酸度，有助于面食的消化吸收。

另外，山西是产煤胜地，人们取暖、烧火做饭多用煤炭，然而大量煤炭燃烧将产生大量的碳氧化合物，威胁着人们的健康，而醋酸具有解除煤气的作用，因此，多吃醋就可以减轻燃煤废气的威胁。

山西以其独特的地理气候优势，大量种植高粱、大麦、豌豆等作物，这些都是酿造优质醋的原料。

参考文献

- [1] <http://songshuhui.net/archives/82219>
- [2] 陈育民. 孕妇喜食酸性食物之谜 [J]. 婚育与健康, 1998, (1): 49
- [3] 毛宇扬. 国际流行的时尚食醋 [J]. 食品与健康, 2002, (11): 18
- [4] 刘珂. 浅谈我国食醋的功能及发展趋势 [J]. 中国调味品, 2010, 6 (35): 32-34
- [5] 尹晓雁. 苹果醋饮料的保健作用 [J]. 农产品加工, 2006, (3): 20
- [6] 张炜. 山西人为什么爱吃醋 [J]. 观察与思考, 2011, (9): 58