

“病从口入”——浅谈几种常见食物中的毒性化学物质

于天洋, 魏颢*

西北大学化学与材料科学学院, 化学国家级实验教学示范中心, 西安 710127

摘要: 借助拟人化的手法, 深入浅出地探讨了日常食物如菜豆、马铃薯以及黄花菜中所潜藏的毒性物质及其相关化学性质。同时, 也介绍了这些化学物质在其他领域的应用, 以及如何正确处理这些食物的方法。旨在通过本文让读者更加全面地了解生活中无处不在的化学知识, 提升他们运用这些知识预防食物中毒的能力, 并激发更多人对化学的兴趣和探索欲望。

关键词: 食物中毒; 有机化合物; 科普

中图分类号: G64; O6

“Illness Enters through the Mouth”: A Brief Overview of Toxic Chemical Substances in Common Foods

Tianyang Yu, Hao Wei*

National Chemistry Experimental Teaching Demonstration Center, College of Chemistry and Materials Science, Northwest University, Xi'an 710127, China.

Abstract: This paper uses an accessible and engaging approach to explore the toxic substances and their related chemical properties found in everyday foods such as beans, potatoes, and *Hemerocallis citrina* *Baroni*. It also discusses the applications of these toxic compounds in other fields, as well as practical methods for safely handling these foods. The aim of this article is to provide readers with a broader understanding of the pervasive role of chemistry in daily life, enhance their ability to prevent food poisoning by applying this knowledge, and inspire greater interest in chemistry and scientific exploration.

Key Words: Food poisoning; Organic compounds; Popularization of science

“‘病从口入’一词出自三国时期的《口铭》一文中, 这个成语告诫我们, 为保持身体的健康必须谨慎对待入口的食物。但是, 在现代生活中, 食物中毒事件仍时有发生。那么, 在常见的食物中都有哪些毒性成分呢? 这些毒性成分的具体化学性质如何? 在其他领域是否有利用价值? 如何预防食物中毒? 本期节目将一一为您解答这些问题, 并逐渐揭开这些毒性化学物质的神秘面纱!” 电视里正在播放关于食物中毒的科普节目。”

听着关于食物中毒的知识, 我们的主人公小花陷入了沉思, “食物中毒的本质是什么? 日常生活中我们如何避免中毒呢?” 带着这些思考, 小花进入了梦乡。

在一片氤氲之地, 小花看到了前面有一老者, 正在向小花招手, 便走了过去。

“小花你好, 这次旅途由我作为向导, 带你了解常见食物中毒性物质的化学知识。” 老者说道。

1 菜豆中的毒性物质

老者手一挥，面前出现了一个盘子，放着一些菜豆，其色泽嫩绿，看着甚是鲜美。

“首先我们介绍菜豆^[1]，菜豆(*Phaseolus vulgaris*)是日常生活中常见的一种食物，又名芸豆、四季豆。菜豆富含蛋白质、维生素、膳食纤维、矿物质(钙、磷、铁、锌、硒)等营养成分，具有降糖、降脂、抗氧化等作用，因而广受人们喜爱。菜豆的嫩荚及种子可以作为鲜菜被烹饪，也可以加工成为腌菜或是晒干再食用。”老者介绍道。

“但是，老爷爷，我在新闻上经常看到菜豆导致的食物中毒，这又是怎么回事呢？”小花问道。

“是的，在日常生活中，如果烹饪方法不当，使得菜豆中的毒素没有完全分解的话，就会引起人体恶心、呕吐、腹痛等中毒反应。”老者说道。

“那引起菜豆中毒的化学物质是什么呢？如何才能避免菜豆中毒呢？”小花问道。

“这个，让他们自己告诉你吧。”此时两个光点从菜豆中飘出，“我是皂苷”“我是植物凝集素”“我们是菜豆中主要的毒性物质(图1)^[1]！”

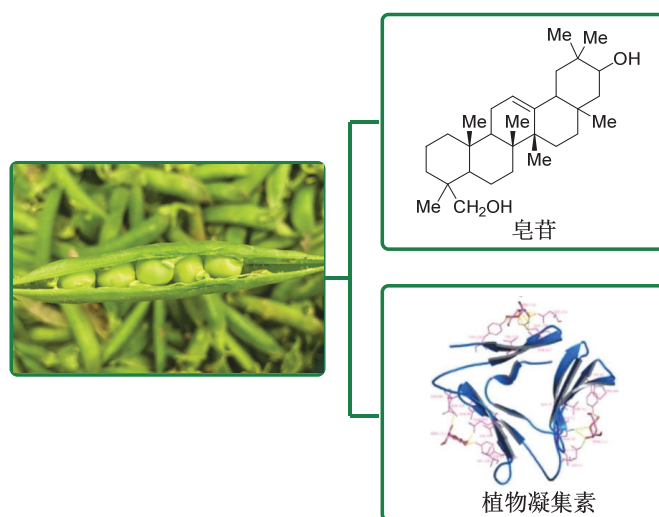


图1 菜豆中的毒性物质

1.1 皂苷

“小花，我是菜豆中的皂苷(*Saponin*)^[1]，我存在于很多豆科植物中，从化学结构上来看，我属于三萜类化合物(见图2)，我们大多为无色、白色无定形粉末，具有吸湿性，一般可溶于水，难溶于丙酮、石油醚、苯、乙醚等亲脂性溶剂。据研究，我的半数致死量值(LD₅₀)是4.5 g·kg⁻¹(表1)^[2]，当我进入人体后，会引发消化道黏膜上皮细胞的强烈的致敏反应，促使表层黏膜发炎，出血，同时我还可以抑制消化系统中蛋白酶的活性，降低蛋白质的吸收与消化效率，从而引起人体恶心、呕吐、腹痛等中毒症状。”皂苷说道。

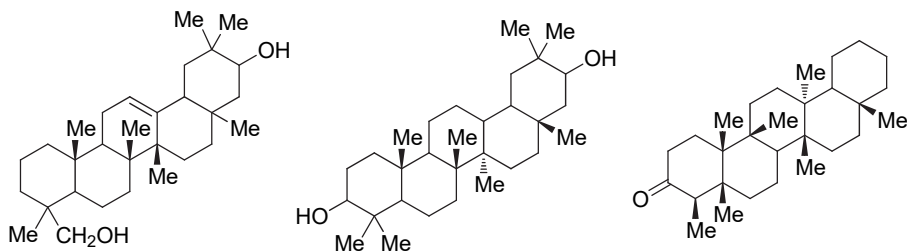


图2 几种豆类植物中皂苷的化学结构

表1 菜豆毒性成分介绍

名称	皂苷	植物凝集素
英文名	<i>Saponin</i>	<i>Phytohaemagglutinin</i>
性状	无色、白色无定形粉末	粉末
中毒症状	恶心, 呕吐, 腹痛	强烈呕吐
中毒剂量(LD ₅₀)	约4.5 g·kg ⁻¹ (大鼠经口)	501–617 mg·kg ⁻¹ (小鼠经口)
食物脱毒方法	水为媒介烹饪菜豆, 加热至少12 min以上 油为媒介烹饪菜豆, 加热至少8 min以上	

“但是, 随着科学家们对皂苷的研究逐渐加深, 渐渐发现了我们对于人类的益处^[1], 如大豆皂苷具有抗癌、降血脂、降血糖、抗动脉粥样硬化、抗氧化、免疫调节等作用; 而菜豆皂苷具有比维生素C更强的抗氧化作用, 对几种常见的细菌, 如大肠杆菌、枯草芽孢菌等均有抑制作用。你看, 只要使用得当, 我们也可以造福人类。但是在烹饪时最好还是将我们除去, 这样才能避免食物中毒。”皂苷补充道。

1.2 植物凝集素

“我是菜豆中的植物凝集素(*Phytohaemagglutinin*)^[1], 是来源于植物组织的小分子, 属于一类非免疫来源的蛋白质, 著名的蓖麻毒素(*Ricin*)是我的亲戚。我主要分布于菜豆的种子以及叶片中。在进入人体后, 我可以引起细胞强烈凝血, 从而引发人体强烈呕吐, 严重的还可以引起人体过敏性休克以及免疫系统紊乱(表1), 据研究, 我的半数致死量值(LD₅₀)是501–617 mg·kg⁻¹(表1)^[3], 所以在食用菜豆之前, 请一定把我除去。”菜豆凝集素说。

“那么, 你在日常生活中还有别的用途么?”小花问道。

“当然有了, 据科学家们研究^[4], 在农业生产领域中, 我们凝集素对多种害虫、真菌、植物病原细菌和病毒等具有很好的抑制作用, 并且具有对环境无污染的优点; 在医疗领域, 我对特定肿瘤细胞可以进行靶向识别, 以及对肿瘤细胞的信号调节、分裂、免疫防御、细胞凋亡和迁移等生物学行为都有重要的调控作用, 因此, 我们凝集素还可以用于癌症的治疗。可以看到, 只要应用得当, 我们也是很有用的!”菜豆凝集素说。

1.3 预防食用菜豆中毒方法

“那么, 老爷爷, 如何烹饪菜豆才能够避免中毒呢?”小花问道。

“对于这个问题, 已经有科学家做了实验^[5]。实验表明, 当使用水做加热媒介时, 水煮时间在12 min以上; 或者使用油为加热媒介时, 加热8 min以上, 就可以破坏生菜豆中大部分的毒性物质(表1)。”老者说道。

“有人喜欢菜豆脆嫩的口感, 特意减少烹饪时间, 这样可以么?”小花问道。

“这样是不行的, 这样会使毒性物质不能完全分解。”老者说。

“以后吃豆角时一定要多加热一会儿。”小花暗暗地想。

2 马铃薯中的毒性物质

老者手一挥, 盘中的菜豆变成了马铃薯(*Solanum tuberosum* L.), 但与正常马铃薯不同的是, 其表面长着一一些嫩芽, 看上去还有几分可爱。

“小花, 马铃薯是日常生活中常见的食物, 含有多种维生素和无机盐, 但是, 如果马铃薯发芽了, 你觉得还能食用么?”

“这个我知道, 从小家人就告诉我, 发芽的土豆不能吃的。”小花说道。

“那你知道这是为什么吗?”老者笑着问道。

“这个我不太清楚了。”小花挠挠头说道。

“让它自己告诉你吧。”老者将手指了一下马铃薯，一个光点飞出，有声音从其中传来。

2.1 龙葵素

“我是龙葵素(*Solanine*)^[6]，是一类存在于茄科植物马铃薯中的甾体类生物碱，我们这类生物碱主要是由以茄啉(*Solanidine*)为糖苷配基所构成的6种不同的糖苷生物碱所组成，其中， α -茄碱(α -*Solanine*)和 α -卡茄碱(α -*Chaconine*)是主要的组成部分(图3)，占马铃薯总糖苷生物碱的95%。在保存良好的成熟马铃薯中，我们龙葵素的含量一般是7-10 mg·g⁻¹，这时食用马铃薯对人体是安全的，但是，如果保存不当，我们的含量就会迅速上升，当含量超过20 mg·kg⁻¹时，人食用后就会中毒。据研究，我的半数致死量值(LD₅₀)是590 mg·kg⁻¹(表2)^[6]，当大量的龙葵素进入人体后，可以抑制胆碱酯酶活性，从而引起急性的脑水肿、内脏水肿及肠胃炎，症状较轻者会有头晕，呕吐等症状，较重者会因呼吸麻痹而死亡^[7]，所以在食用马铃薯时，请一定要注意是否发芽，我并不想伤害人们。”龙葵素说道。

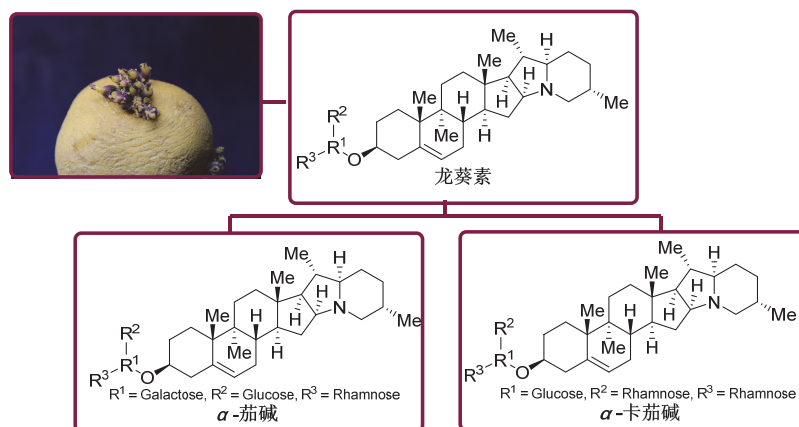


图3 发芽的马铃薯与龙葵素

表2 马铃薯毒性成分介绍

名称	龙葵素
英文名	<i>Solanine</i>
性状	白色粉末
中毒症状	耳鸣、呕吐、头晕、畏光、恶心、腹痛
中毒剂量(LD ₅₀)	590 mg·kg ⁻¹ (大鼠经口)
食物脱毒方法	马铃薯少量发芽，可削去表皮，用清水浸泡，可去除部分毒素；对于发芽过多马铃薯，不要食用

“那你们在其他领域还有别的用途么？”小花问道。

“有的，研究表明^[8]，龙葵素在医疗领域有着很高的应用价值，我们可以抑制癌细胞的增殖，有望用于白血病、肝癌、肺癌等的治疗；我们还具有消炎作用，可用于膝关节创伤性滑膜炎的治疗；一些研究指出，我们对高血压、糖尿病也有着一定的治疗作用，我相信，随着研究的深入，龙葵素越来越多的用途将会一一被发现。”龙葵素兴奋地说道。

2.2 预防马铃薯中毒方法

“老爷爷，那在日常生活中如何避免食用马铃薯中毒呢？”小花问道。

“据科学家们研究^[9]，随着储存时间的增长，土豆表皮颜色会逐渐变深，龙葵素含量也会逐渐

增大,这时,通过削皮能够去掉大部分龙葵素;在烹制之前,用清水浸泡也可以去掉一部分龙葵素;研究表明,不同的烹饪方法对于马铃薯中龙葵素的含量也有一定的影响,如蒸制土豆可以使龙葵素含量下降20%,烤土豆则会使龙葵素含量上升。当然,如果观察到马铃薯已经发芽,最好不要食用,从根源上断绝龙葵素中毒(表2)。”老者说道。

“老爷爷,那我们如何抑制马铃薯发芽呢?”小花问道。

“在农业生产中,对于大量马铃薯的储存,可以使用一些如 α -萘乙酸甲酯、 α -萘甲基甲醚(图4)等化学药品^[10],他们可以抑制马铃薯的发芽。如果在家中的话,须将马铃薯存放在阴凉、干燥、避光的地方,这样可以避免马铃薯发芽,从而延长马铃薯的保存期限。”老者说道。

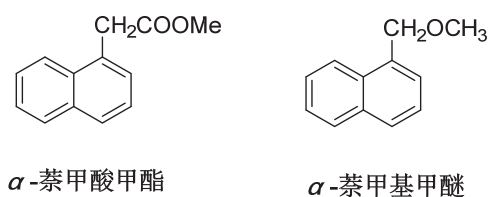


图4 马铃薯发芽抑制剂

“以后吃马铃薯前一定要注意有没有发芽啊。”小花暗道。

3 黄花菜中的毒性物质

“小花,你可认识这个?”老者指向远方,只见远方是一片花海,黄色的花朵镶嵌于翠绿的茎秆之上,花瓣细长且微微卷曲,散发着淡淡的清香。

“老爷爷,这个是黄花菜对吧?”小花回答道。

“是的,这便是我们熟知的黄花菜^[11](学名: *Hemerocallis citrina Baroni*),亦称金针菜,在我国拥有着悠久的栽培历史,不仅是餐桌上的佳肴,也是药食同源的宝贵资源,是‘四大素山珍’之一。古籍医典中早有记载,黄花菜性味甘凉,能清利湿热、解郁除烦、凉血解毒,对于改善小便短赤、黄疸、疮痍肿痛及胸膈烦热等症状有显著疗效。随着现代分析化学技术的发展,科学家们发现黄花菜富含多种生物活性成分,如多酚、蒽醌、萜类化合物、生物碱及甾体皂苷等。此外,黄花菜还是钙、铁、钾、镁、锌等矿物质的良好来源,同时含有丰富的碳水化合物、蛋白质、糖类以及人体必需的氨基酸,可以为人体提供全面的营养支持^[11]。”老者说道。

“但是,我在新闻上看到,有人在食用新鲜的黄花菜后出现了食物中毒的症状,这又是怎么回事呢?”小花问道。

“这个问题,让他自己来回答吧。”这时从黄花菜中飞出一个光点,有声音从里面传来。

“我是秋水仙碱(图5),我是黄花菜中的主要毒性物质。”

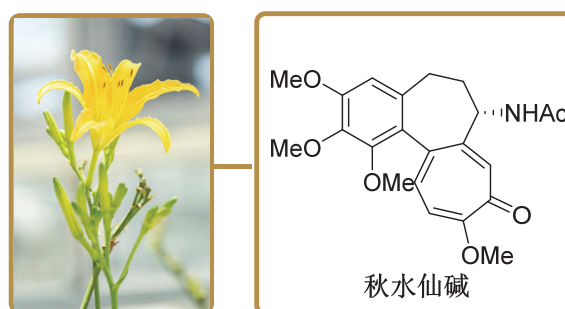


图5 黄花菜与秋水仙碱

3.1 秋水仙碱

“你好小花，我是秋水仙碱(*Colchicine*)^[12]，最初是在秋水仙中被发现，并依此得名，从化学性质上来看，我是一种天然生物碱，具有多种生物活性，在水中以及有机溶剂中都有一定的溶解性；从结构上来看，我属于卓酚酮环类化合物，在紫外光的照射下容易发生光化学反应，衍生为缩环或者拓环产物。据研究，我的半数致死量值(LD₅₀)是5.886 mg·kg⁻¹(表3)^[13]，如果人们食用了没有得到正确处理的新鲜黄花菜，我就会进入人体内，在肝脏内经历脱乙酰基作用后，我会转化为毒性增强的二秋水仙碱，随后，在肝肠循环过程中，这种物质会反复刺激胃肠道的黏膜，从而引发恶心、呕吐、腹部剧烈疼痛等典型的胃肠道不适症状，还可能对肝肾功能造成损害；此外，我还具有极强的心脏毒性，中毒严重者可能因心律失常而失去生命。”秋水仙碱解释道

“你刚才说你具有多种生物活性，那么你的这些特质有没有实用价值呢？”小花问道。

“有的，研究表明，在医疗领域，我有着多种用途^[12]，我可用于痛风性关节炎、胰腺炎、肝炎的治疗，对心血管系统也有一定的保护作用；近期研究还发现，我对新冠病毒感染(COVID-19)也有一定的治疗效果，可以显著降低患者的病死率。除此之外，我还具有抑制细胞有丝分裂的能力，可以用于抑制癌细胞增殖，从而发挥抗癌作用。”秋水仙碱说道。

表3 黄花菜毒性成分介绍

名称	秋水仙碱
英文名	<i>Colchicine</i>
性状	黄色粉末
中毒症状	恶心、呕吐、腹部剧烈疼痛
中毒剂量(LD ₅₀)	5.886 mg·kg ⁻¹ (小鼠经口)
食物脱毒方法	新鲜黄花菜在烫熟后，用清水浸泡2 h以上，才可烹饪

3.2 预防黄花菜中毒的方法

“老爷爷，既然黄花菜营养丰富，那怎么处理黄花菜才能避免中毒呢？”小花问道。

“在食用新鲜的黄花菜时，最好先用开水烫熟后，再用冷水浸泡2小时以上才可捞出进行炒制食用(表3)，这是利用了秋水仙碱在水中可以溶解的性质^[14]。在烹制过程中也要彻底做熟，不可为了追求口感而减少烹饪时间；需要说明的是，干黄花菜是由鲜黄花菜经蒸、煮、日晒风干而制成，在加工过程中有毒物质已遭到破坏，因此食用干黄花菜更加安全。”老人说道。

“老爷爷，我以后吃黄花菜时会注意这些的。”小花说道。

4 结语

“经过了这趟旅程，小花你现在对日常食物中的毒性化学物质有没有新的看法？”老人问道。

“我发现，毒性化学物质引起的食物中毒尤为隐蔽和危险，因此在日常生活中，我们应提高食品安全意识，尽量避免食用可能含有有害化学物质的食品，在食用生的食物之前，应充分清洗并用合适的方法进行烹饪；在购买食品时，应选择正规厂家生产的、符合国家标准食品。只有这样，我们才能保障自己和家人的健康。但是，这些有毒的化学物质，因其特殊的生物活性，在医疗领域又可以大放异彩，只要使用得当，也可以变为救人的良药，我们还需要继续研究，相信在未来一定会有更多的药物被发现出来！”小花说道。

“很好！看来你的确从这趟旅途中学到了很多知识，也希望你们年轻人可以在未来不断揭示食物中各种化学物质所具有的功能，不断地发现新的成果！”老人欣慰地说道。

参 考 文 献

- [1] 涂建飞. 菜豆荚中化学成分研究[硕士学位论文]. 长春: 吉林农业大学, 2013.
- [2] 胡绍海, 胡卫军, 杨新文, 李清明. 中国油脂, **1998**, *23* (4), 47.
- [3] 李笑梅. 食品科学, **2009**, *30* (19), 283.
- [4] 蔡茜茜, 李巧玲, 刘舒云, 汪少芸. 食品科学技术学报, **2013**, *31* (6), 51.
- [5] 陈志杰. 天津农林科技, **2022**, No. 4, 8.
- [6] 董晓茹. 龙葵素及莨菪烷类生物碱的中毒、检测及评价研究[硕士学位论文]. 苏州: 苏州大学, 2013.
- [7] 刘洋, 任丹丹, 史晓梅, 谢云峰, 杨悠悠, 苏营轩. 食品安全质量检测学报, **2022**, *13* (17), 5604.
- [8] 韩宪富, 黄委委, 刘俊鹏, 潘盛强, 李宁, 罗慧英. 中国药理学通报, **2022**, *38* (10), 1462.
- [9] 许荣华, 朱莉, 刘学磊. 华中师范大学学报(自然科学版), **2018**, *52* (4), 508.
- [10] 刘宝芬. 山西化工, **1987**, No. 2, 50.
- [11] 李歆. 黄花菜中秋水仙碱和黄酮的提取纯化及功能活性研究[硕士学位论文]. 成都: 西华大学, 2023.
- [12] 刘建文, 任嘉佳, 兰家琴, 龚云麒, 刘军锋. 亚太传统医药, **2024**, *20* (11), 225.
- [13] 林彦妮. 利用斑马鱼胚胎评价秋水仙碱的毒性及其机制研究[硕士学位论文]. 南宁: 广西医科大学, 2014.
- [14] 正鑫. 植物医生, **2016**, *29* (12), 79.