

# 《齐民要术》中古代农业融入 中学化学教学的资源挖掘

福建师范大学化学与材料学院 350007 黄 玥 黄紫洋\*

北魏时期农学家贾思勰所著的《齐民要术》被誉为“中国古代农业百科全书”,是中国现存最早最完整保存下来的古代农学名著,全书共10卷92篇,系统地总结了我国劳动人民从上古到北魏时期在农、渔、林、牧、副业的生产生活经验,反映了当时的农业科学技术和生物化学技术。其中所记载的方法在一定程度上反映了当时的化学技术灵活运用于实际,例如酿醋工艺、土壤肥料、粗盐提纯技术等均与日常生活息息相关。

本文通过剖析《齐民要术》挖掘和解读其所蕴含的化学原理,并与中学化学课程教学相融合,作为课堂教学素材和试题情境依托,力求让学生学习化学知识的同时感悟古籍的魅力,将对其的感性认识转换为理性认识,让学生感受到从生活中学化学,在生活中用化学,落实化学学科核心素养。

## 一、《齐民要术》的教育价值

### 1. 借助传统古籍为情景素材,增强文化自信

《齐民要术》在农业科技中有着巨大的成就,其所记载的技术工艺与化学知识紧密联系,将其融入中学教学中具有趣味性和人文性。以传统技艺为依托进行科学探究,学生在教师的引导下能自主思考问题,利用所学知识分析和解决问题,从而有助于学生形成科学探究思维,培养学生将知识运用于实际的能力。对传统技艺中的化学原理进行探究,让化学知识的科学性和人文性双线并行,使学生对化学的认识更具象、更立体,实现隐性教育与显性教育的统筹发展,同时增强文化自信和爱国情怀。

### 2. 尊重自然规律,培育科学探究精神

《齐民要术》中提到“顺天时,量地利,则用力少而成功多;任情返道,劳而无获”,即在进行农业生产的时候,以尊重自然规律为前提来

“尽人力”。在化学教学中融入生态文明教育,能让学生在感悟古人科学技术和提升人文素养的同时,树立与自然和谐共生和绿色化学的观念。

《齐民要术》成书于北魏时期,无法运用现代科学技术来指导生产生活,但其中蕴含着严谨的科学探究精神。贾思勰认为“智如禹汤,不如尝更”,在阅读大量农业古籍和收集民间农谣之后,亲身参与实际耕作,验证其效果后才写入书中。同时他主张革新进取,对先秦时代以来在农业上取得的成果表达了高度的肯定。科学实践是知行合一的创新实践。在中学生的自身发展中,科学实践和创新意识起着至关重要的作用,借助古籍中记载的技艺为依托,学生在无形之中感受到古人的科技成就,加强自身创造思维的培养。

### 3. 培养辩证思维,落实学科核心素养

《齐民要术》强调从辩证法的角度看待问题。例如,在耕种时认为“凡秋耕欲深,春夏欲浅”;不同种物的播种时节不同,对土壤的要求也不同等等。这是中国劳动人民用勤劳和智慧在长期的生产实践中总结出的依据实际情况进行具体分析的辩证方法和科学经验。将辩证法融入教学过程中,使科学与哲学同频共振,更好地启发学生探究性思维,有助于形成正确的认识论和方法论,落实学科核心素养。

## 二、素材使用参考与试题编制

### 1. 土壤肥料

【素材1】《齐民要术·黍稷》：“凡黍稷田,新开荒为上,大豆底为次,谷底为下”。《齐民要术·种瓜》：“良田小豆底佳,黍底次之”。

该素材记载的是在土壤养分不足时可以通过种植豆类植物来提升土壤肥力。现代科学研究发现,豆类植物在生长过程中除了从土壤中汲取养

分,其根部还会向土壤释放根系分泌物来活化和固定土壤养分,其成分主要有糖类、有机酸、氨基酸、酚类等次代谢产物和其他代谢产物。根系分泌物能使豆类植物形成更大的根瘤分泌出含氮物质,同时残留的根系也可以增加土壤的氮元素。有机酸和酚类可以改善根系酸碱环境,与土壤中的金属离子结合形成络合物,提高土壤中可溶性的磷化合物,如豆类植物中含有大量的柠檬酸(结构式如图 1 所示),柠檬酸盐会与土壤中的  $\text{Ca}^{2+}$  进行配合,使得 P 从 Ca-P 复合物中释放出来。土壤中若含有过量的金属离子会对植物产生毒害作用。豆类植物产生的根系分泌物与金属离子竞争氧化物和粘粒表面上的吸附位点,降低这些物质对金属离子的吸附作用,如柠檬酸、草酸、乳酸和酒石酸等可被铁的氧化物吸附,在一定程度上抑制植物对重金属离子的吸收。根系分泌物与金属离子形成的配位化合物可以提高土壤对金属离子的吸附能力,如  $\text{Al}^{3+}$  会溶解在酸性土壤中从而损害植物根部,抑制根部汲取养分,根系分泌物中的酚类会与有机酸中的羧基发生去质子反应,解去土壤中的铝毒,加强 Al-有机阴离子复合物的稳定性。图 2 为柠檬酸盐与钙离子的配合物,图 3 为柠檬酸发生去质子反应后与  $\text{Al}^{3+}$  整合的过程。

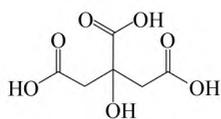


图 1

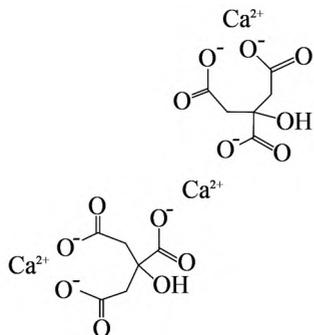


图 2

**【素材使用参考】**在上述过程中主要涉及自然固氮、配位键的形成、配合物在农业中的应用等

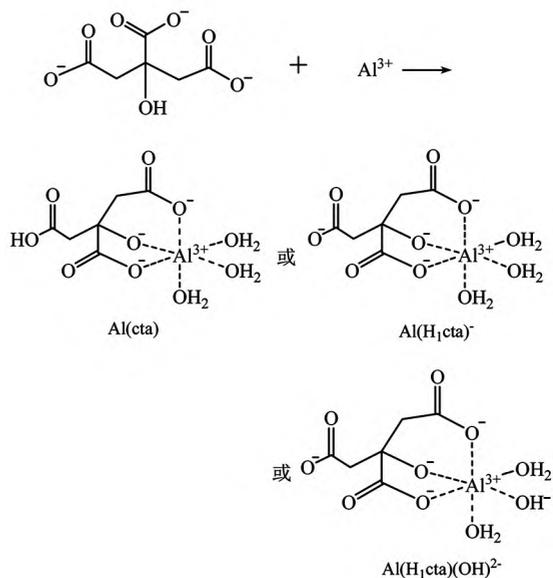


图 3

化学知识。在对高中化学“肥料”授课时,以“种豆肥田”为情境导入,提出“植物生长需要哪些元素?”“古人是如何提高土壤中的营养物质的?”“植物是如何将空气中游离的  $\text{N}_2$  转化成化合态的氮?”“那么人工可以通过什么样的手段进行转换呢?”等一系列问题,调动学生学习积极性,发散思维探讨人工固氮的方式,培养学生科学探究精神。将当前市面上所用化肥与古人用种植豆类植物提升土壤肥力这两种方法进行比较,分析两者的优缺点,总结出化肥的成分,让学生思考化肥的正确使用。学生联系生物学知识,思考植物生长所需元素,贯彻土壤资源保护的理念,打破学科间隔阂,帮助学生构建知识体系,培养学生运用所学知识解决实际问题的能力,同时实现文化素养的提高和生态文明理念的树立。

在进行高中化学“配合物”的教学时,以“古籍中记载种植豆类改善土壤理化性质”这一素材导入,学生联想到先前所学的自然固氮知识,顺势提出土壤中含有过多的重金属会对植物体产生毒害作用,种植豆类植物后,其根系分泌物有助于改善土壤理化性质,并向学生提供根系分泌物的主要成分,提出“我们接触过的有机酸有哪些?”“它会发生哪些反应?”“根系分泌物是如何改善土壤性质的?”等问题,让学生从先前所学的有机物知

识入手,进行知识迁移,鼓励学生从化学视角分析、解决问题。当学生考虑到根系分泌物会与金属反应时,再提供柠檬酸发生去质子反应后与  $\text{Al}^{3+}$  螯合的化学方程式,让学生分析并总结所生成物质的结构特征,引出配位键的形成条件和配合物的组成结构。其次,豆类植物不仅减轻重金属对植物体的毒害,还能向土壤补充植物体所需养分磷元素,教师给出柠檬酸盐会与土壤含有的钙磷复合物中的  $\text{Ca}^{2+}$  反应生成的配合物结构式,进一步归纳总结配合物的特征与性质。最后,联系柠檬酸根与  $\text{Ca}^{2+}$  能形成难解离的可溶性络合物,可降低血液中  $\text{Ca}^{2+}$  浓度,因此在血液检测中被用作体外抗凝药。帮助学生养成结构决定性质,性质决定用途的意识,培养从生活中学化学,在生活中用化学的理念。

【试题编制1】《齐民要术·黍稷》:“凡黍稷田,新开荒为上,大豆底为次,谷底为下”。《齐民要术·种瓜》:“良田小豆底佳,黍底次之”。该素材记载的是古人开荒新地前采用种植豆类植物来使土壤变得肥沃。其原理为豆类植物释放的根系分泌物中的有机酸和酚类等物质与土壤中的金属元素发生络合反应,其中柠檬酸与  $\text{Ca}^{2+}$  的反应如图4所示。

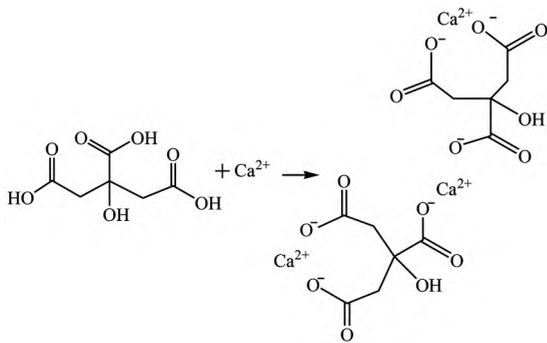


图4

- (1) 柠檬酸所含有的官能团名称为\_\_\_\_\_。
- (2) 柠檬酸可以发生的反应有\_\_\_\_\_(填序号)。
  - a. 取代反应
  - b. 加成反应
  - c. 还原反应
  - d. 氧化反应
  - e. 消去反应
- (3) 柠檬酸钙的核磁共振氢谱有\_\_\_\_\_组峰,峰面积之比为\_\_\_\_\_。

(4) 柠檬酸还能去除铝毒,生成的配合物可能为\_\_\_\_\_(写出一种)。

答案:(1) 羟基、羧基;(2) a、d;

(3) 3;3:2:1

(4) (略,从图3三种生成物中选一种即可)

## 2. 播种前种子处理

【素材2】《齐民要术·种谷》中记载:无马骨,亦可用雪汁。雪汁者,五谷之精也,使稼耐旱。常以冬藏雪汁,器盛,埋于地中。治种如此,则收常倍。

该素材记载的是古人认为雪水为五谷之精,当用雪水对种子进行前处理时,会使农作物收成增加一倍。近代科学证明,雪水中的重水含量比普通水少1/4,重水是氢的同位素氘(D)元素和氧元素组成的水,为无色透明液体,熔点、沸点、密度和黏度较高。重水会抑制细胞分裂从而抑制生物体的生长发育。雪水还会吸收空气中的  $\text{N}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{CO}_2$  等,在溶化过程中转化成肥料渗入土壤中,有利于植被的生长。

【素材使用参考】在高中化学“同位素”的教学过程中,以“用雪水处理种子可提高发芽率”为情境导入,引导学生思考“为什么雪水能提高种子发芽率,它和普通的水有什么区别呢”并给出雪水中重水的化学式,让学生与  $\text{H}_2\text{O}$  进行对比分析两者的差异,再给出氘的质子数和质量数,制造认知冲突,再引出重水是由氢的同位素氘(D)和氧原子组成的水这一概念,让学生总结同位素在结构上的特征,随后再进行同位素用途的延伸拓展:重水抑制细胞分裂,可运用于肿瘤治疗等。在分析过程中让学生掌握结构决定性质,性质决定用途的一般方法。教学不应只局限于课本中的内容,应与实际相联系,体会学科价值。

【试题编制2】《齐民要术·种谷》中记载:无马骨,亦可用雪汁。雪汁者,五谷之精也,使稼耐旱。常以冬藏雪汁,器盛,埋于地中。治种如此,则收常倍。雪水中的重水( $\text{D}_2\text{O}$ )含量比普通水低,而重水会抑制细胞分裂从而抑制植物生长。下列说法正确的是( )。

- A. 用重水处理种子会抑制其发芽
- B. 重水的中子数为12

- C.  $H_2O$  与  $D_2O$  互为同素异形体  
D. 重水由氢原子和氧原子组成

答案: A

### 3. 粗盐提纯技术

【素材 3】造常满盐法: 以不津瓮, 受十石者一口, 置庭中石上。以白盐满之。以甘水沃之; 令上恒有游水。须用时, 挹取, 煎即成盐。还以甘水添之; 取一升, 添一升。日曝之, 热盛, 还即成盐, 永不穷尽。风尘阴雨, 则盖; 天晴净, 还仰。若用黄盐咸水者, 盐水则苦, 是以必须白盐甘水。

造花盐、印盐法: 五六月中, 旱时, 取水二斗, 以盐一斗投入水中, 令消尽, 又以盐投之。水极咸, 则盐不负消融。易器淘治沙汰之。澄去垢土, 泻清汁于净器中。盐滓甚白, 不废常用; 又一石还得八斗汁, 亦无多损。好日无风尘时, 日中曝令成盐。浮, 即接取, 便是“花盐”; 厚薄光泽似钟乳。久不接取, 即成“印盐”; 大如豆, 正四方, 千百相似。成印辄沉, 漉取之。花、印二盐, 白如珂雪, 其味又美。

该素材记载的是粗盐提纯技术, 常满盐法是先容器内装满粗盐之后往里加水配制成过饱和溶液后, 取上层清液进行蒸发获得精制食盐; 花盐、印盐法则是先将粗盐溶解于水中, 不断加盐直至配制成饱和溶液不再溶解后, 撇去浮沉, 再过滤掉杂质, 之后采用蒸发结晶获得精制食盐。两者都是根据  $NaCl$  的溶解度受温度的影响不大选择加热溶剂得到  $NaCl$  晶体。两者主要的差别有 3 点, 一为配制饱和溶液的方法不同: 常满盐法是先制得过饱和溶液, 然后在每次使用后补充溶剂, 提高溶解度, 而花盐、印盐则是直接先配制成不饱和溶液, 再往里加溶质, 配制成饱和溶液; 二为加热方式的不同, 常满盐法采用煎煮法成盐, 而花盐、印盐法则是通过日光曝晒来成盐; 三为是否除杂, 常满盐法并没有对粗盐中所含的杂质进行过多处理, 而花盐、印盐法则有通过撇去上层浮沉和过滤下层沙土进行除杂。虽然当时社会生产技术无法从科学层面指导生产生活, 但古人通过不断实践, 所使用的两种古法制盐都映射出当时人们对饱和溶液与不饱和溶液之间的转换和结晶操作理论的掌握程度不亚于几千年后的当代人。

【素材使用参考】在义务教育课程标准中, “粗盐中难溶性杂质的去除” 为学生必做实验, 要求学生能根据物质的溶解性, 设计粗盐提纯的方案。将化学史融入“粗盐提纯”实验, 以真实情境为背景, 生动、直观地让学生体会化学学科魅力, 拓宽学生知识视野, 增强学生学习动机, 又富有启发性。在进行初三化学下册中“结晶”一节的教学时, 可以古人 2 种制法为先行组织者, 让学生分析 2 种制法的步骤, 进一步巩固先前所学饱和溶液与不饱和溶液之间的转换方式, 之后提问 2 种制法的异同之处, 引导学生得出两者都是提高温度把溶剂蒸发, 再结合先前所学  $NaCl$  的溶解度受温度影响不大这一知识点, 让学生通过证据推理得出可使用蒸发溶剂得到结晶, 随后提问“溶解度受温度影响大的溶质应该如何得到结晶呢?” 有效串联多个知识点, 构建知识网络, 学生能将物质性质灵活运用于实践中。最后, 根据要获得精制食盐这一实验目的来评估两种制法, 并让学生发散思维对古法制盐提出改进措施, 在此基础上让学生自主设计出提纯方案并动手实验。不仅能培养学生根据实验目的自主设计实验的能力, 还能激起学生对化学实验的兴趣, 进一步提高学生在实验设计中的严谨性、科学性。

【试题编制】北魏农学家贾思勰在其所著的《齐民要术》中关于粗盐提纯技术记载到: 造花盐、印盐法: 五六月中, 旱时, 取水二斗, 以盐一斗投入水中, 令消尽, 又以盐投之。水极咸, 则盐不负消融。易器淘治沙汰之。澄去垢土, 泻清汁于净器中。盐滓甚白, 不废常用; 又一石还得八斗汁, 亦无多损。好日无风尘时, 日中曝令成盐。下列说法错误的是( )。

- A. 花盐、印盐的制取方法为冷却结晶法  
B. “盐不负消融”说明此时为饱和溶液  
C. 粗盐提纯中蒸发皿有大量固体出现时就可停止加热  
D. “澄”是指过滤操作, 目的是去除粗盐溶液中的不溶物

答案: A

\* 通讯作者: E-mail: zyhuang@fjnu.edu.cn  
(收稿日期: 2023-09-05)