056 苹果的“氧化”——果实保鲜的化学

项目	内容
任务名称	苹果的“氧化”——果实保鲜的化学
对应分册	《苹果》
核心探究	酶促褐变、食品化学、保鲜技术
对应主题	生命健康
呼应课标	科学课程“物质的变化与化学反应”——化学变化与日常生活；“生命系统的构成层次”——生物体的结构与功能；小学学段：能基于对身边现象的观察和体验，提出可探究的科学问题；能运用分析、比较、概括等科学思维方法得出初步结论
关注能力	实验设计与操作、变量控制、化学理解
价值观引领	日常生活中处处有科学——观察、提问、实验是科学探究的起点。
适用年级	4-6 年级
建议课时	4-5 课时

一、探究导入

切开一个苹果，放在桌面上。过一会儿，原本洁白或淡黄的果肉，慢慢变成了褐色——从边缘开始，像生锈一样向中心蔓延。这就是苹果的“氧化”，一种在日常生活中随处可见的化学变化。苹果切开后为什么会变色？这种变色是“坏掉”了，还是“只是不好看”？柠檬汁为什么能让苹果不变色？我们能不能找到一种“最有效的防变色方法”？

今天我们就从苹果的变色出发，一起探究：切开的苹果为什么会变色？如何阻止它变色？

二、探究目标

1. 认识酶促褐变反应的原理，理解氧气在化学变化中的作用

2. 学习设计对比实验与控制变量的方法，提升实验设计与数据分析的科学探究能力

3. 理解日常生活中处处有科学，培养从日常现象中发现科学问题的探究精神

三、探究准备

1. **材料用具**：新鲜苹果 2-3 个、小刀、不同处理液（柠檬汁、盐水、糖水、清水）、保鲜膜、密封袋、白纸（用于观察颜色变化）、记录本、色卡（自制）

2. **场地**：教室实验台

3. **安全提醒**：使用小刀需在教师指导下进行；不食用实验样品；实验后洗手；处理液浓度适中（柠檬汁可用新鲜柠檬挤取）

四、探究过程

（一）提出问题

切开的苹果为什么变褐色？如何防止苹果变色？不同处理方法的效果有什么区别?

（二）作出假设

苹果变色是多酚氧化酶催化酚类物质氧化的结果——酶促褐变。隔绝氧气、降低温度、抑制酶活性（如柠檬汁中的酸性物质）可以延缓变色。不同方法的防变色效果不同——酸性和抗氧化处理效果最好。

（三）设计并实施探究方案

活动 1：苹果切面的变色过程观察

将苹果切成大小相近的四块，其中一块暴露在空气中，观察并记录不同时间的颜色变化：

时间	切面颜色（描述或色卡编号）	变色程度（0-5 级）	观察到的其他变化
刚切开			
5 分钟后			
15 分钟后			
30 分钟后			
60 分钟后			

活动 2：不同处理方法防变色效果对比实验

变量控制：苹果品种、切块大小、处理时间保持一致

将苹果切成大小相近的薄片，分别用不同溶液浸泡 2 分钟后取出，观察并比较变色情况：

处理方法	处理原理	30 分钟后 变色程度	60 分钟后 变色程度	120 分钟后 变色程度
清水浸泡 (对照组)	无处理			
柠檬汁浸泡	酸性抑制酶活性			
盐水浸泡	抑制酶活性			
糖水浸泡	隔绝氧气			
保鲜膜包裹 (不浸泡)	隔绝氧气			

活动 3：温度对苹果变色的影响探究

取三片苹果，分别放置在常温、冰箱冷藏（4℃）和暖气旁（30℃）的环境中，观察变色速度：

温度条件	开始变色时间	完全变色时间	变色速度	最终颜色
室温（约 25°C）				
冷藏（4°C）				
高温（30°C）				

（四）搜集证据整理结果

1. 苹果切面在空气中放置后，颜色逐渐从浅色变为褐色，变色速度先快后慢，最终呈稳定褐色。

2. 柠檬汁处理的效果最好，苹果基本不变色；保鲜膜包裹效果也很明显；盐水和糖水有一定效果但不如柠檬汁；清水浸泡几乎无效。苹果的“氧化”需要氧气和酶的参与——隔绝氧气或抑制酶活性都可以延缓变色。

3. 温度越高，变色越快；温度越低，变色越慢。苹果放置在冰箱中，褐变明显延迟——低温抑制了酶的活性，也减缓了化学反应的速率。

（五）得出结论

苹果的“氧化”是一种酶促褐变反应——酚类物质+氧气→多酚氧化酶催化→褐色物质。这个反应需要三个条件：酚类物质（苹果中天然存在）、氧气（空气中的 O_2 ）、多酚氧化酶（苹果细胞中的酶）。破坏其中任何一个条件，就能阻止或延缓变色。酶的活性受温度、pH 值和氧气浓度的影响，这正是我们设计防变色方法的依据。

五、成果制作

制作《苹果的氧化》科普展板：

1. 苹果切面变色过程对比图

2. 不同防变色方法效果对比表

3. 酶促褐变反应示意图（酚类+氧气→酶催化→褐色物质）

4. “厨房里的科学”小贴士（如何保存切开的苹果）

六、交流反思

5. 苹果的褐变是“坏掉了”还是“只是不好看”？变褐色的苹果还能吃吗？

6. 柠檬汁为什么能防止苹果变色？加醋也能达到同样的效果吗？为什么？

7. 香蕉、土豆切开后也会变色，它们的变色原理和苹果一样吗？为什么有的水果切开后不变色？

七、科学与文化融合

苹果在多种文化中具有象征意义——在西方文化中，苹果是智慧之果，是“一天一苹果，医生远离我”的健康理念的载体；在中国文化中，苹果谐音“平”，寓意平安，是节日送礼的吉祥果。但古人吃苹果时，从未追问过那个被切开后慢慢变褐色的果肉里发生了什么。他们用盐水和蜂蜜涂抹切面，用经验延长保鲜时间——他们看见了结果，却不知道机制。今天我们知道，苹果的变色是一场酶促褐变反应——酚类物质、氧气和多酚氧化酶三者缺一不可，而阻止变色的每一步操作，都是在切断这个链条上的某一环。

八、探究感悟

苹果切开后变色，不是因为“坏了”——它只是在进行一场酶促褐变反应。切开苹果时，细胞被破坏，多酚氧化酶与酚类物质相遇，在氧气的作用下，生成了褐色物质。当我们用柠檬汁涂抹苹果切面，酸性环境让酶失去了活性，褐变被抑制。用保鲜膜包裹，隔绝了氧气，反应也被中断。酶的活性、氧气的供应、温度的高低，共同决定了褐变的快慢。每一种防变色方法，都是在切断这个反应链条上的一个环节——隔绝氧气、降低温度、抑制酶活性。切开的苹果不会永远洁白，但我们可以通过与酶和氧气的博弈，为它争取更多时间。

《真实的大自然·苹果》分册用高清摄影图片完整呈现了苹果切面从洁白到褐变的渐进过程，以及不同防变色方法的对比效果。透过真实的镜头，我们得以看见：一场日常的变色背后，是一套完整的化学机制——而阻止它的方法，就藏在我们的厨房里。

注：本探究任务对标《义务教育阶段科学教育“做中学”领航行动指南》核心

精神。学生可以根据自己的兴趣与身边的资源参考本课题制定个性化的探究课题，用跨学科项目制的学习方式进行整合。