038 莲花的“自洁效应”——荷叶效应的科学原理

项目	内容
任务名称	莲花的“自洁效应”——荷叶效应的科学原理
对应分册	《莲花》
核心探究	荷叶表面的微纳结构与自洁功能、“结构与功能相适应”的生物学原理
对应主题	生态环境
呼应课标	科学课程“生命系统的构成层次”——生物体的结构层次与功能；“生物与环境的相互关系”——生物对环境的适应；小学学段：能通过观察、比较与分析，发现并描述不同种类物体的特征；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	对比实验与微观观察、科学探究与材料科学理解
价值观引领	一朵花既承受着科学的审视，也承载着千年的凝视——科学与人文不是对立的，只是用不同的语言讲述同一个故事。
适用年级	5-7 年级
建议课时	4-5 课时

一、探究导入

盛夏的池塘，荷叶田田，莲花盛开。你注意过吗？荷叶上总是滚动着晶莹剔透的水珠，像一颗颗珍珠般滚来滚去，却从不浸湿叶片。一朵洁白的莲花从淤泥中亭亭而出，花瓣上不沾染一丝泥垢。“出淤泥而不染，濯清涟而不妖”——周敦颐《爱莲说》中的这十四个字，不仅是一种品格赞美，更是一个科学谜题。

北宋理学家周敦颐在《爱莲说》中赋予莲花“君子”的品格——从淤泥中生长却不被污染，在清水中洗涤却不妖媚。他看到的不仅是莲花的表象，更是它的精神。而今天我们知道：“出淤泥而不染”的背后，隐藏着一个生物学和材料学的奇迹——荷叶效应。今天我们就从莲花的“自洁”出发，一起探究：莲花是如何保持洁净的？

二、探究目标

1. 认识荷叶表面的微纳结构与自洁功能，理解“结构与功能相适应”的生物学原理

2. 学习对比实验与微观观察的方法，提升科学探究与材料科学理解的能力

3. 理解中国古人的品格赋予与今天的科学发现在莲叶上交汇，涵养文化自信与科学精神

三、探究准备

1. **材料用具**：新鲜荷叶、其他叶片（如白菜叶、梧桐叶、睡莲叶）、滴管、水、泥土（模拟污染物）、放大镜（或手机微距镜头）、记录本、绘图工具

2. **场地**：教室实验台（有水源）

3. **安全提醒**：采集荷叶时注意安全（不靠近深水区）；使用滴管时避免弄湿衣物；实验后及时清理桌面

四、探究过程

（一）提出问题

莲花为什么“出淤泥而不染”？荷叶表面有什么特殊结构？水滴在荷叶表面为什么不会浸湿叶片？

（二）作出假设

荷叶表面具有特殊的微纳米结构和蜡质层，共同造就了超疏水性——水珠在荷叶表面呈球状滚动，滚动时带走污物。荷叶表面的微纳结构使水珠无法渗透叶片，从而实现“自洁”效果。

（三）设计并实施探究方案

活动 1：荷叶表面的观察——水珠形态对比实验

变量控制：水滴大小、滴落高度保持一致

1. 将荷叶平铺在桌面上（正面朝上）

2. 用滴管将水滴在不同叶片表面（荷叶、白菜叶、梧桐叶），观察水滴的形态

3. 记录并绘图：

叶片种类	水滴形态	水滴是否滚动	滚动后叶片是否湿润	水滴是否带走污物（撒少量泥土测试）
荷叶				
白菜叶				
梧桐叶				

我们发现：荷叶上的水滴呈完美的球形，轻轻一吹就能滚动，滚动后叶片完全不湿润；其他叶片上的水滴呈扁平状，不易滚动，叶片会被浸湿。在撒了泥土

的叶片上，荷叶上的水珠滚动时带走了泥土，荷叶恢复了干净；其他叶片则被泥土和水粘住，无法“自洁”。

活动 2：荷叶表面的微观结构探索

用放大镜或手机微距镜头观察荷叶表面的微观结构：

观察项目	记录内容
荷叶表面是否光滑	□光滑 □粗糙（有肉眼可见的微小突起）
水滴在表面能否自由滚动	□能 □不能
表面是否有光泽（蜡质层）	□有 □无
其他叶片表面对比	

我们发现：荷叶表面看起来光滑，但在放大镜下能看到微小的突起结构——这就是“荷叶效应”的秘密。这些微小的突起使水珠只能接触叶面的极少部分，无法浸润叶片。附着在叶面上的污物与水珠的接触面积更大，所以更容易被滚动的水珠带走。

活动 3：莲花的“出淤泥而不染”探究

实地观察莲花的生长环境，记录荷花与荷叶在泥水中的状态：

观察项目	记录内容
莲花根茎的生长位置	
荷叶是否挺出水面	
荷花花瓣表面是否有水珠	
荷花从泥水中长出后是否带泥	
莲花花瓣被水淋湿后的状态	

我们发现：莲花的根茎扎在泥水中，但长出水面的荷叶和花瓣上却不沾染泥垢。花瓣表面同样具有疏水性，水珠在花瓣上也会形成球形，滚动时带走污物。这正是“出淤泥而不染”的科学基础。

活动 4：荷叶效应在人类生活中的应用探究

查阅资料，了解荷叶效应的仿生应用：

应用领域	具体应用	原理
建筑材料	自清洁外墙涂料	
纺织品	防水防污服装	
汽车制造	自清洁车漆	
玻璃制造	自清洁玻璃	

我们发现：人类从荷叶效应当中获得灵感，开发了自清洁涂料、防水织物、自洁玻璃等产品。这些产品的原理都是通过模仿荷叶表面的微纳结构和蜡质层，实现“水珠滚动带走污物”的效果。人类向自然学习的一个典范——古人“出淤泥

而不染”的文化感悟，与今人“荷叶效应”的科学发现，在莲叶上交汇。

（四）搜集证据整理结果

1. 荷叶上的水滴呈球形、不浸润叶片、能带走污物——这种“自洁”现象的科学原理是荷叶表面的微纳米突起结构和蜡质层的协同作用。

2. 荷叶表面的微纳结构使水珠只能接触叶面的极少部分，接触角大于 150°，形成超疏水表面，使水珠无法浸润叶片。

3. “出淤泥而不染”不仅是一种文化意象，也是一种真实的生物学现象。莲花的叶片和花瓣表面都具有疏水性，使其能从泥水中挺出而不沾染污垢。

4. 荷叶效应的仿生应用涉及建筑、纺织、汽车、玻璃等多个领域，是人类“向自然学习”的成功范例。

（五）得出结论

莲花的“自洁效应”是自然界中“结构决定功能”的精典范例——荷叶表面的微纳米突起加蜡质层的协同作用，使其形成超疏水表面，水珠滚动时带走污物，实现了“自洁”。中国古人用“出淤泥而不染”赞美莲花的品格，现代科学揭示了这个品格背后的自然原理。科学与文化，在莲叶上交汇。

五、成果制作

制作《莲花的自洁效应》科普展板：

1. 荷叶表面微纳结构示意图（标注突起、蜡质层、水滴接触角）

2. 不同叶片表面水珠形态对比图

3. 荷叶效应的仿生应用展示

4. “出淤泥而不染”的科学与文化板块

六、交流反思

1. 周敦颐在《爱莲说》中写道：“出淤泥而不染，濯清涟而不妖。”他把莲花比作“君子”，赋予了莲花道德的意义。今天我们知道，莲花之所以“不染”，是因为荷叶表面的微纳结构和蜡质层。古人的道德想象和今人的科学发现，哪个更“真实”？“真实”有几个版本？

2. 荷叶效应的微纳米结构能让水珠滚动并带走污物，但效果会受环境因素

影响（如油污污染后失去自洁能力）。科学家如何解决这个问题？如果污染物是油性的，荷叶还能自洁吗？

3. 人类已经从荷叶效应中获得了许多科技灵感。你认为还有哪些自然现象可能隐藏着“黑科技”等待人类发现？为什么？

七、科学与文化融合

北宋理学家周敦颐在《爱莲说》中赋予莲花“君子”的品格——“出淤泥而不染，濯清涟而不妖”。他看到的不仅是莲花的表象，更是它的精神：在污浊的环境中保持洁净，在清澈的水中不显妖媚。周敦颐的“不染”是道德修辞，他赋予莲花一种人格理想——无论环境如何，都应保持内心的纯净。

而今天，扫描电子显微镜揭开了这个“品格”背后的秘密：荷叶表面的微纳米突起和蜡质层，使水珠呈球形滚动，带走污物。不是道德，不是精神，是物理和化学。微米级的突起、纳米级的蜡质晶体、150°以上的水接触角——这些就是“不染”的全部真相。但真正的真相是：古人的道德赋予和今人的科学发现，共同构成了我们对莲花的完整理解。没有科学，我们不知道它如何自洁；没有文化，我们不知道它为何被仰望。

八、探究感悟

莲花是中国的“君子之花”。周敦颐赋予它“出淤泥而不染”的品格，千年间成为中国人精神世界的象征。而今天，扫描电子显微镜揭开了这个“品格”背后的秘密——不是道德，不是精神，是物理和化学。

微米级的突起、纳米级的蜡质晶体、150°以上的水接触角——这些就是“不染”的全部真相。但真正的真相是：古人的道德赋予和今人的科学发现，共同构成了我们对莲花的完整理解。没有科学，我们不知道它如何自洁；没有文化，我们不知道它为何被仰望。科学与人文不是对立的，它们只是用不同的语言，讲述着同一个故事。

《真实的大自然·莲花》分册用高清摄影图片完整呈现了荷叶表面微纳结构的高倍放大图像，以及水滴在荷叶表面滚动的连续过程。1:1 真实比例的拉页展示了荷叶的形态、莲花的绽放姿态、莲藕的横截面孔洞结构。透过真实的镜头，我们得以看见：一朵花既承受着科学的审视，也承载着千年的凝视——中国古人的品格赋予与今天的科学发现，在莲叶上交汇成一份关于“为何不染”的完整回答，让科学有了温度，让人文有了重量。

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。