044 仙人掌的“储水术”——沙漠植物的生存智慧

项目	内容
任务名称	仙人掌的“储水术”——沙漠植物的生存智慧
对应分册	《仙人掌》
核心探究	仙人掌的旱生结构与水分适应机制、植物对极端环境的适应策略
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”——生物对极端环境的适应与生存策略；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	水分测量与结构观察、科学实验与适应分析
价值观引领	真正的适应不是战胜环境，而是找到一种与环境共存的方式——仙人掌用自己全部的身体，完成了这种共存。
适用年级	4-6 年级
建议课时	4-5 课时

一、探究导入

在干旱的沙漠里，水分极度稀缺，一年也下不了几场雨。大多数植物无法在这里生存——但仙人掌却活得很好。它的茎又肥又厚，表面长满了尖刺，却能在几乎滴水不下的环境中开出绚丽的花朵。仙人掌的每一处结构——肥厚的茎、退化的叶（刺）、发达的根系、表面的蜡质层——都是为“节水”而设计的。在墨西哥，仙人掌是民族精神的象征，出现在国徽上。仙人掌是如何在沙漠中生存的？它的“储水术”到底有多厉害？今天我们就从仙人掌的结构出发，一起探究：仙人掌是如何在沙漠中生存的？

二、探究目标

1. 认识仙人掌的旱生结构与水分适应机制，理解植物对极端环境的适应策略

2. 学习水分测量与结构观察的方法，提升科学实验与适应分析的能力

3. 理解在最恶劣的环境中也能找到生存之道——适应力是最强大的能力，培养坚韧与适应力的价值观

三、探究准备

1. **材料用具**：仙人掌盆栽（1-2 盆）、直尺、放大镜、记录本、电子秤、喷

壶、透明塑料袋（用于蒸腾实验）、清水（不同浇水间隔测试用）、绘图工具、A3 白纸

2. **场地**：教室窗台（光照充足处）或阳台

3. **安全提醒**：仙人掌有刺，操作时戴手套；浇水量要适中，避免积水烂根；使用刀具（如需切取）需在教师指导下进行

四、探究过程

（一）提出问题

仙人掌如何在沙漠中生存？它的茎为什么那么肥厚？刺有什么作用？

（二）作出假设

仙人掌的肥厚茎是“储水器官”——褶皱结构允许体积变化，在雨季吸水膨胀、旱季失水收缩；刺是退化的叶片，减少水分蒸发、防御动物啃食；发达的浅层根系在罕见降雨时迅速吸水；表面的蜡质层减少水分流失。

（三）设计并实施探究方案

活动 1：仙人掌的形态结构观察

观察仙人掌盆栽（如仙人球或掌状仙人掌），用放大镜仔细观察：

观察项目	记录内容
茎的形状	
茎的颜色	
茎的表面质地	
刺的数量与分布	
刺的硬度与形状	
是否有毛状刺（细小的绒毛）	
是否有棱（纵向沟槽）	

我们发现：仙人掌的茎肥厚多汁，表面覆盖着蜡质层。刺从茎上的“刺座”长出，分布均匀。有些仙人掌有明显的纵向棱，棱数固定——当茎储满水时棱变饱满；水分减少时棱变浅——这种结构使茎能像手风琴一样伸缩。

活动 2：仙人掌的储水能力实验

变量控制：仙人掌大小、环境条件保持一致

1. 称量一盆仙人掌的初始重量（盆栽整体重量），记录为初始值

2. 给仙人掌浇足水（直至盆底有水流出），放置于阳光下，不再次浇水

3. 每隔 3 天称量一次（同一时间），持续 3-4 周，观察重量变化：

观察时间	盆栽总重量（g）	与初始重量的差值（g）	茎的饱满程度（目测）
初始（浇水后）		0	
第 3 天			
第 6 天			
第 9 天			
第 12 天			
第 15 天			
第 21 天			

我们发现：仙人掌在浇足水后，重量缓慢下降，但下降速度很慢——比普通植物慢得多。茎的饱满程度随水分减少而变化——浇水后饱满、有光泽，缺水后变软、有褶皱。这说明仙人掌确实能高效储存水分并在干旱时缓慢利用。

活动 3：仙人掌刺的功能探究

变量控制：使用相同的材料，模拟不同“叶片结构”的防蒸发效果

仙人掌的“刺”是它的叶片。我们用不同的材料模拟“叶片”的形态，放在阳光下观察失水速度的差异：

模拟对象	材料	3 天后水量变化（初始相同水量）	说明
仙人掌刺（极小表面积）	窄口瓶		
普通叶片（大表面积）	敞口杯		
蜡质层	蜡封		

我们发现：仙人掌的刺表面积极小，几乎不蒸腾失水，而普通叶片会快速失水。刺的存在使仙人掌在干旱环境中能够最大限度地减少水分散失。仙人掌的刺还起到保护作用——沙漠动物在干旱时会啃食多汁的植物茎，而密集的尖刺让它们望而却步。

（四）搜集证据整理结果

1. 仙人掌的形态特征表明：茎是储水器官，刺是退化叶，蜡质层是保护层，棱结构允许体积变化——每一个部分都服务于“节水+储水”的生存需求。

2. 储水能力实验表明：仙人掌浇足水后能保持水分数周甚至数月，而普通植物在相同条件下几天就会萎蔫。在干旱时，仙人掌可以依靠体内储存的水分维持生命活动数周。

3. 刺的功能实验表明：刺的表面积极小，几乎不蒸腾失水，同时还具有防御功能，防止沙漠动物啃食多汁的茎。

4. 仙人掌的根系：浅层根系在降水时迅速吸水，深层根系在干旱时寻找地下水——两种根系互补配合。

（五）得出结论

仙人掌的每一处结构都是为“节水+储水”而设计的：茎储水、刺防蒸发、蜡质层防水流失、棱结构允许体积伸缩、浅层根快速吸水、深层根寻找地下水。仙人掌不是“战胜”了沙漠——它只是不与沙漠对抗，而是在漫长的演化中把自己重新打磨成一套适合沙漠生存的系统。

五、成果制作

制作《仙人掌的储水术》科普展板：

1. 仙人掌结构图（标注茎、刺、蜡质层、棱、根）

2. 储水能力实验数据表

3. 不同植物失水速度对比图（模拟实验）

4. 墨西哥国徽上的仙人掌与民族文化板块

六、交流反思

1. 仙人掌的刺是退化叶片，它为了减少水分蒸发，放弃了“叶”这个器官。放弃某种功能，有时是为了保全另一种更重要的功能。在人类生活中，有没有类似的“舍弃”比“获取”更重要的例子？

2. 仙人掌的茎在雨季吸水膨胀，旱季收缩变皱。它用“身体形态的变化”来应对环境变化。如果你能用身体形态变化来应对不同“季节”的压力，你会怎么设计自己的“伸缩机制”？

3. 仙人掌在墨西哥国徽上象征着“在恶劣环境中顽强生长”。在你的成长过程中，有没有“像仙人掌一样”的时刻？

七、科学与文化融合

在墨西哥，仙人掌是民族精神的象征，出现在国徽上：一只雄鹰叼着一条蛇站在仙人掌上——这源于阿兹特克人的古老传说，仙人掌被视为“在恶劣环境中

依然挺立”的象征。阿兹特克人看见仙人掌在干旱的墨西哥高原上顽强生存，便将它作为部落的图腾，赋予其“坚韧”与“守护”的含义。他们用仙人掌标记家园，却不知道它为什么能在几乎不下雨的地方活下来。

今天我们知道，仙人掌的每一根刺都是退化的叶——为了减少蒸腾，它放弃了叶片；它的茎代替叶进行光合作用，表面覆盖蜡质层防止水分流失，棱状结构使它能在雨季吸水膨胀、旱季收缩保水——整套系统为极旱环境做了全面优化。阿兹特克人看见的是“坚韧”的象征，我们看见的是一套完整的旱生结构。

八、探究感悟

仙人掌没有选择对抗沙漠——它选择了“适应”沙漠。它放弃了叶子，把光合作用的任务交给了茎；放弃了宽大的表面积，换来了密集的尖刺和厚厚的蜡层；放弃了快速生长，换来了在极端环境中缓慢而稳定的生存。它用亿万年时间重新设计了自己，把每一个器官都改造成节水装置，在几乎不可能存活的沙漠中找到了自己的位置。墨西哥国徽上的仙人掌，不仅仅是一个国家的象征，也是一种哲学——在最恶劣的条件下，依然可以生长。

《真实的大自然·仙人掌》分册用高清摄影图片完整呈现了仙人掌的形态特征——从刺座的精细结构到茎的棱状纹理，从花朵盛开的瞬间到果实的成熟过程。透过真实的镜头，我们得以看见：在沙漠中，最谦卑的形态往往藏着最强大的生命力。

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。