011 蜜蜂与花朵——协同进化的千年之约

项目	内容
任务名称	蜜蜂与花朵——协同进化的千年之约
对应分册	《蜜蜂》《蝴蝶》《苹果》《番茄》《牵牛花》《莲花》《玫瑰》
核心探究	传粉生物学、协同进化、动植物互惠关系、花与传粉者的形态匹配
对应主题	生态环境
呼应课标	科学课程“生物与环境的相互关系”——生物之间的互惠共生与协同进化；“生命的延续与进化”——生物的繁殖与传粉策略；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；初中学段：能运用分析综合、推理论证等科学思维方法处理信息
关注能力	行为观察与统计分析、形态匹配分析、科学记录与推理能力
价值观引领	蜜蜂与花的关系是自然演化中“合作大于竞争”的范本——最持久的成功往往不是争夺，而是协作。
适用年级	4-7 年级
建议课时	4-6 课时

一、探究导入

花朵为什么有颜色、香味和花蜜？蜜蜂为什么在花丛中忙忙碌碌？这两个问题看似独立，实则指向同一个答案：蜜蜂和花朵，在亿万年的演化中互相塑造了对方。花朵不是“为了好看”才长出鲜艳的颜色——它是在“告诉”蜜蜂：这里有花蜜，来我这里传粉。蜜蜂也不是“为了采蜜”而到处飞舞——它是在为花朵传递花粉，完成植物的繁殖。

蜜蜂的口器长度必须与花冠深度匹配。深花冠的花需要长口器的蜜蜂才能吸到花蜜，短口器的蜜蜂只能访问浅花冠的花。这种“匹配”不是巧合，而是数千万年协同演化的结果。花朵与传粉者之间，到底是谁在适应谁？

今天我们就从蜜蜂和花朵的关系出发，一起探究：花朵为什么有颜色和香味？蜜蜂和花朵之间，谁“塑造”了谁？

二、探究目标

1. 认识传粉生物学与协同进化的基本概念，理解动植物互惠关系的生态意义

2. 学习行为观察与统计分析的方法，提升科学记录与推理能力

3. 理解蜜蜂与花之间“相互塑造”的演化关系，感悟合作与互惠的生态智慧

三、探究准备

1. **材料用具**：计时器、记录本、放大镜、不同颜色的卡纸（模拟不同花色的吸引力）、小碟子（放置糖水模拟花蜜）、不同长度的吸管（模拟不同口器长度）、不同深度的容器（模拟花冠深度）、相机（拍照记录）

2. **场地**：校园花坛或公园（有正在开花的植物）

3. **安全提醒**：观察时保持安全距离，不干扰蜜蜂；过敏体质学生佩戴防护装备；不在阴雨天进行

四、探究过程

（一）提出问题

花朵为什么有颜色、香味和花蜜？蜜蜂如何“选择”花朵？蜜蜂和花朵之间，谁“塑造”了谁？

（二）作出假设

花朵的特征（颜色、形状、气味、蜜腺）是吸引传粉者的适应——蜜蜂的视觉和采食行为驱动了花朵特征的演化。蜜蜂与花朵是“协同进化”的关系——花朵变得更“吸引”蜜蜂，蜜蜂变得更“善于”采蜜和传粉。花冠深度与传粉者口器长度之间存在精确匹配，这种匹配减少了花粉浪费，提高了传粉效率。

（三）设计并实施探究方案

活动 1：不同花朵上蜜蜂访问频率的观察

在晴天（9:00-11:00），选择 3-4 种不同颜色的开花植物，分别观察并记录蜜蜂的访问频率和停留时间：

花朵颜色	植物名称	10 分钟内蜜蜂访问次数	平均单次停留时间（秒）	花朵形状（管状/开放）	花冠深度（约）
红色					
黄色					
蓝色/紫色					
白色					

我们发现：蜜蜂对不同颜色的花偏好不同。黄色和蓝色/紫色的花吸引了更多蜜蜂，红色花相对较少。蜜蜂的视觉系统与人类不同——它能看见紫外光，红

色在它们眼中可能偏暗或偏紫。蜜蜂对花朵的访问不是随机的，而是有明确偏好的。

活动 2：蜜蜂访花偏好与花色关系的统计分析

在观察的基础上，统计一天中不同时段蜜蜂对不同花色的访问数据：

时间	访问红色花的次数	访问黄色花的次数	访问紫色花的次数	访问白色花的次数
8:00-9:00				
9:00-10:00				
10:00-11:00				
11:00-12:00				

我们发现：蜜蜂的访花活动在上午较为集中，中午高温时段减少。不同花色的吸引力在不同时段略有差异，但偏好趋势一致。蜜蜂的“偏好”可能演化成了花朵“趋同”的方向——即那些被蜜蜂更常访问的花朵，其花色特征更容易在后代中扩散和延续。

活动 3：蜜蜂口器与花冠深度的匹配实验

变量控制：用不同长度的吸管模拟不同蜜蜂的口器长度，用不同深度的容器模拟不同花冠深度

1. 准备三种“蜜蜂”：短口器蜜蜂 (吸管长 2cm)、中口器蜜蜂 (吸管长 4cm)、长口器蜜蜂（吸管长 6cm）

2. 准备三种“花朵”：浅花冠（杯深 1.5cm)、中花冠（杯深 3.5cm)、深花冠（杯深 5.5cm)，杯中放入糖水模拟花蜜

3. 用对应吸管“吸食”糖水，记录哪些组合能够成功吸取：

花冠深度	短口器（2cm）	中口器（4cm）	长口器（6cm）
浅花冠（1.5cm）			
中花冠（3.5cm）			
深花冠（5.5cm）			

我们发现：长口器蜜蜂能够吸食深花冠花朵的花蜜，短口器蜜蜂无法够到深花冠底部。浅花冠花朵则对各种口器都“开放”。深花冠为长口器蜜蜂提供了“专属花蜜”，浅花冠则是“公共食堂”。这种“锁定效应”使特定传粉者成为特定花朵的“专属传粉者”，减少了花粉在不同物种之间的浪费。

活动 4：蜜蜂如何“发现”花朵——气味与视觉信号的配合

在距离蜂巢（或蜂群活动区域）不同距离处放置糖水碟子（模拟花蜜），观察蜜蜂如何“找到”糖水：

实验设置	蜜蜂到达时间 (分钟)	到达蜜蜂数量	是否通过“跳舞”传递信息

实验设置	蜜蜂到达时间 (分钟)	到达蜜蜂数量	是否通过“跳舞”传递信息
距蜂巢 5m，有颜色标记			
距蜂巢 10m，无颜色标记			
距蜂巢 20m，有气味引诱			

我们发现：蜜蜂通过视觉（颜色、形状）和嗅觉（气味）共同定位花朵。距离越近，发现越快；有颜色或气味标记的更容易被蜜蜂找到。远距离的花朵依靠气味吸引蜜蜂，近距离的花朵依靠颜色吸引蜜蜂。这种协同作用说明花朵为了吸引蜜蜂，已经演化出了一整套“可见+可嗅”的信号系统。

（四）搜集证据整理结果

1. 蜜蜂对不同花色的访问频率存在显著差异。黄色和紫色花的访问频率最高，红色花访问频率最低——这与蜜蜂的视觉系统特征有关。蜜蜂能看到紫外光，而红色在它们眼中偏暗。

2. 蜜蜂通过视觉（颜色、形状）和嗅觉（气味）双重信号发现和选择花朵。不同植物通过不同的“广告策略”吸引蜜蜂。深花冠的花通常气味更浓，浅花冠的花则更依赖颜色。

3. 蜜蜂口器长度与花冠深度的匹配实验表明：长口器蜜蜂只能访问深花冠花朵，短口器蜜蜂可访问浅花冠但无法吸食深花冠花蜜。这种“锁定效应”使特定蜜蜂成为特定花朵的“专属传粉者”，减少了花粉浪费。

4. 蜜蜂的访花行为受到时间、温度、花色、花型、蜜量等多种因素的影响。这些因素共同驱动了花朵的演化方向——花朵的颜色、形状、气味都在传粉者的选择压力下不断优化。

5. 蜜蜂与花朵的关系是互利共生的典范：蜜蜂从花朵获得食物（花蜜和花粉），花朵通过蜜蜂完成传粉、实现繁殖。没有蜜蜂，许多植物将无法结出果实。

（五）得出结论

蜜蜂与花朵的关系是协同进化的典范——花朵为蜜蜂提供花蜜和花粉作为“报酬”，蜜蜂为花朵完成传粉作为“服务”。花朵的颜色、形状、气味、花蜜的分泌节律，都是被蜜蜂“选择”的结果；蜜蜂的身体结构、视觉系统、采食行为，也是被花朵“塑造”的结果。花冠深度与传粉者口器长度的精确匹配，是数千万年协同演化的精妙产物。蜜蜂不是“采蜜者”——它是自然界的“签约员工”，而花朵是它最大的“雇主”。

五、成果制作

制作《蜜蜂与花朵》科普展板：

1. 蜜蜂访花行为示意图（标注口器、花粉篮、花粉沾附位置）

2. 不同花色访问频率统计图（柱状图）

3. 蜜蜂口器与花冠深度匹配实验示意图

4. 蜜蜂与花朵协同进化时间线

5. “没有蜜蜂的世界”警示板块——展示依赖蜜蜂传粉的常见农作物

六、交流反思

1. 唐代诗人罗隐在《蜂》中问“采得百花成蜜后，为谁辛苦为谁甜”——如果蜜蜂能回答，它会说“为了花粉”还是“为了蜂蜜”？一只蜜蜂的劳动，究竟是在为谁服务？它知道自己正在“传粉”吗？

2. 如果世界上所有蜜蜂突然消失了，三分之一的植物将无法结果。这些植物会灭绝吗？还是会有其他传粉者（如蝴蝶、甲虫）接管蜜蜂的“工作”？为什么不同传粉者之间不能完全替代？

3. 蜜蜂与花朵已经协同演化了数千万年。你认为这种演化关系更像“合作”还是更像“互相利用”？这两种理解对生态保护的启示有什么不同？

4. 在实验中，长口器蜜蜂无法吸食浅花冠的花蜜吗？实际上它可以，但浅花冠的花对长口器蜜蜂来说“太容易”了，它不需要伸进口器就能吸到花蜜——这意味着它不会在吸食过程中触碰花药和柱头，传粉效率反而更低。那么，从花朵的角度看，它更“欢迎”哪种传粉者？为什么？

七、科学与文化融合

唐代诗人罗隐在《蜂》中写道：“采得百花成蜜后，为谁辛苦为谁甜？”他看到的是一只忙碌的蜜蜂、一滴滴甘甜的蜂蜜，他为蜜蜂的辛劳感到不平，觉得蜜蜂的劳动成果被人类占有了。他不知道的是——如果没有花朵，蜜蜂将无蜜可采；如果没有蜜蜂，三分之一的开花植物将无法结果。蜜蜂的“辛苦”不是为人类服务的，它是在为一个比人类更古老的“契约”工作——它和花朵之间的协约，早在人类出现之前就已经写好了。

事实上，罗隐看到的蜜蜂采蜜场景，本身就是一场持续了数千万年的“共同演化”的结果。花朵为了吸引蜜蜂，演化出了鲜艳的颜色、诱人的香气和甜美的花蜜；蜜蜂为了更高效地采蜜，演化出了特定的口器长度、视觉系统和采食行为。蜜蜂身上沾满花粉的绒毛，花朵为蜜蜂准备的“降落平台”——这些都是协同进化

的证据。罗隐的诗句从人的角度发问，而我们今天知道：蜜蜂与花朵的关系，不是“索取”，而是一场互惠的协作。每一只采蜜的蜜蜂，都在无意中完成着花朵繁殖的“使命”；每一朵盛开的花，都在为蜜蜂准备一顿“报酬丰盛的大餐”。

八、探究感悟

蜜蜂与花朵的关系，是地球上最古老的“契约”之一。它写在基因里，表现在行为中，在每一朵花上、每一只蜜蜂的身体上都能找到证据。蜜蜂不是“为谁辛苦”地在飞，它只是按照自己的基因设定飞行——它需要花蜜中的糖分来维持蜂巢的运作，而花朵则用甜味“雇佣”了它。蜜蜂与花的互惠关系是自然演化中“合作大于竞争”的范本——它们各自都不是为了对方而存在，但在漫长的相处中，彼此都成了对方不可或缺的部分。

当我们把目光从一朵花、一只蜜蜂放大到整个生态系统的尺度时，会发现这种“合作”关系塑造了地球上三分之一的植物和数百万种昆虫的命运。蜜蜂和花朵证明了，在自然界中，最持久的成功往往不是争夺，而是协作。而在人类的世界里，这个道理同样适用——那些最持久的关系，往往也是双方都能从中获益的关系。

《真实的大自然·蜜蜂》和《真实的大自然·蝴蝶》分册用高清摄影图片完整呈现了蜜蜂访花、传粉的完整过程，以及不同花朵为吸引传粉者而演化出的形态特征。透过真实的镜头，我们得以看见：最甜蜜的合作，往往不需要语言——它只需要一朵花、一只蜜蜂和一次刚刚好的相遇。而这场相遇，已经在地球上持续了数千万年。

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。