

让生物科学史走进实验室

——以“生长素的发现”实验探究为例

何莉燕 (江苏省常州市西夏墅中学 常州 213135)

摘要 让科学史教学走进实验室,通过实验操作,让学生用胚芽鞘对植物向光性进行由现象上升到本质的探究体验,并实现对教材实验的改进和补充。在实践中,学生的思维不断得到启迪,质疑精神和创造能力不断得到发展,有效地促进了学生生物学学科核心素养的提升。

关键词 生物科学史 向光性 实验教学 核心素养

1 教材分析与设计思路

生长素的发现过程是生物科学史上非常经典的实验,在以往关于“生长素的发现”教学过程中,教师大多采用课件演示科学家相关实验过程,学生的思维活动经常会被教材中科学家的设计思路所局限,缺乏自我思考和理性的再创造,更不易体会到探究成功的喜悦。因而笔者尝试启发引导学生发现和提出问题,作出假设,演绎推理,以小组合作活动形式完成相应的实验设计方案并预测实验结果,然后让学生走进实验室,通过真正动手操作实践还原科学史,成为知识的发现者、研究者和探寻者,从而得出结论。学生在悟、做、评、拓实验的过程中,既可以发现新问题从而改进实验操作,实现实验的改进和创新,又可以感悟科学探究实验的一般方法和实验设计原则,形成严谨的科学态度以及合作创新的科学精神。

2 教学准备

教材中达尔文选用的实验材料是金丝雀躑草,但这种材料在我们周边不常见,选择何种植物的胚芽鞘比较理想呢?学生自带常见的水稻、小麦和玉米种子,通过培养比较发现:水稻胚芽鞘非常短小(图1),大部分长到1 cm左右时真叶即长出;小麦胚芽鞘细长难以进行后续相关实验操作(图2);玉米胚芽鞘比较粗壮(图3),便于进行相关实验处理,是较为理想的实验材料。

为了研究选择起始长度多长的玉米胚芽鞘适合进行实验,学生还观察了玉米胚芽鞘从萌发至真叶长出

的蜕变。

(基金项目:江苏省中小学教学研究室立项课题“初中生物微课资源系统应用的研究”,No. 2015JK11-L109)

的过程,通过观察和统计实验数据得出:应尽量选择1 cm左右长度的胚芽鞘,观察时间控制在24 h左右,实验效果较好。

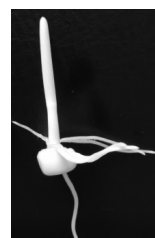
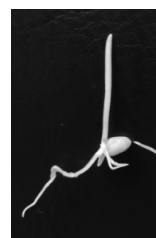
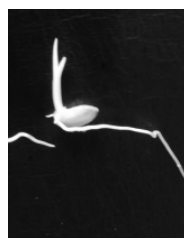


图1 水稻胚芽鞘 图2 小麦胚芽鞘 图3 玉米胚芽鞘

在培养玉米胚芽鞘时,学生发现随意放置的玉米种子萌发的胚芽鞘成弯曲状态容易造成材料浪费,如何改进呢?为了使胚芽鞘保持直立萌发,学生采用两种方案:方案1用棉花包裹,这种方案尽管胚芽鞘能直立生长,但包裹的过程非常耗时;方案2用水果包装网拉伸成可以容纳玉米粒插入的小孔,将玉米种子进行水培,这种方案相对较省时简便。

3 教学实施过程

3.1 着手实验设计,预期实验结果 通过对植物向光性现象的观察分析,学生发现引起向光性的外界因素是单侧光刺激。单侧光究竟是不是引起植物向光性的外因?它是怎么影响植物弯向光源生长的?植物向光性的内因是什么呢?一连串问题激发了学生的探究欲望,学生纷纷围绕相关问题作出假设,并以小组为单位展开合作探究实验方案的设计,此时教师应善于引导

主要参考文献

- [1] 邢菊芳. 微课助力于初中生物复习课堂的实践与反思[J]. 中小学实验与装备, 2018(2): 59-60.
- [2] 许德勇. 主题式教学在高三地理复习中的应用——以农业专题为例[J]. 中学地理教学参考, 2018(11): 53-55.
- [3] 林英. 问题引领, 构建高三一轮复习高效课堂——以“细胞膜的结构和功能”为例[J]. 生物学教学, 2019, 44(12): 19-21. ◇



© 电子资源

学生对自变量的确定和对于对照的分析,演绎推理出可能的实验结果,鼓励他们尝试通过一系列探究实验追寻向光性的原因。

3.2 动手系列探究,追寻知识本质 具体包括7个探究活动:

3.2.1 探究1:玉米胚芽鞘向光性的外因 将玉米胚芽鞘分组放在单侧光、全光、黑暗下分别培养24h,实验现象显示只有单侧光照射下玉米胚芽鞘弯向光源生长,因而引起植物向光性的外因确实是受单侧光刺激。

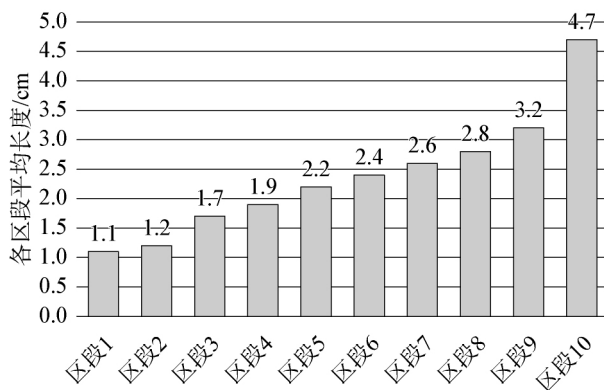


图4 画1mm等距离刻度线后胚芽鞘生长情况和数据处理结果

方案2是用丙烯颜料对玉米胚芽鞘进行涂色,黑暗下培养24h后,胚芽鞘的尖端颜色几乎没有变化。因此,其生长部位在尖端以下。除了能观察到胚芽鞘具有纵向生长,同时还能观察到有横向生长,在单侧光照射下,学生能更直观地观察到背光侧生长速度大于向光一侧。

除了宏观水平上定性和定量分析,学生还尝试从微观细胞水平对纵切后的背光侧和向光侧细胞进行了观察,学生发现背光侧细胞长度大于向光侧细胞长度。

以上设计方案结果都表明玉米胚芽鞘弯曲生长的部位是在尖端下面一段,接着学生又提出疑惑:尖端起什么作用呢?与其下面一段的弯曲生长有什么关系?

3.2.3 探究3:胚芽鞘向光性与尖端的关系 将长势相似的胚芽鞘分成两组,一组保留尖端,一组切去尖端,实验中学生发现新问题:切去部分尖端的胚芽鞘在单侧光照射下仍能向光弯曲生长,那么尖端位置究竟在何处?

3.2.4 探究4:胚芽鞘尖端的位置 选取初始长度为1cm的玉米胚芽鞘,分别剪去尖端长度为0.2cm、0.3cm、0.4cm、0.5cm后,单侧光照射24h,剩余胚芽鞘仍能弯曲生长。然后学生继续处理,切去胚芽鞘长度为0.6cm、0.7cm、0.8cm、0.9cm,实验现象发现剩余的胚芽鞘还能弯曲生长,直至切去1cm,也就是切去整个胚芽鞘,才不会弯曲生长。实验现象严重不符

教师因势利导提问:能否设计实验观察植物向光弯曲的具体部位?

3.2.2 探究2:胚芽鞘弯曲生长的部位 学生通过讨论交流提出了3种方案:方案1是用眼线笔在胚芽鞘上画一条竖实线或画上等距离刻度线^[1],一段时间后观察实线变成虚线的部位或测量刻度之间的距离变化(图4)。通过测量和记录刻度之间的距离变化,学生发现:玉米胚芽鞘伸长较快的部位在黄白交界处,也就是胚芽鞘与中胚轴交界处,即胚芽鞘节的部位。

合预期,学生思考:会不会是切去尖端后露出胚芽鞘的真叶出现向光弯曲而影响实验结果,于是学生为了避免真叶向光性对胚芽鞘的影响,切下长度为1.5cm的胚芽鞘片段,去除真叶,分别剪去尖端长度0.2cm、0.3cm、0.4cm、0.5cm、0.6cm,单侧光照射24h,观察测量实验结果(表1)。

表1 剪去不同长度尖端后胚芽鞘片段生长情况

单位/cm	起始长度/cm	24h后平均长度/cm	是否向光弯曲生长
切去0.2	1.3	1.7	是
切去0.3	1.2	1.6	是
切去0.4	1.1	1.5	是
切去0.5	1	1.3	否
切去0.6	0.9	1.1	否

学生通过分析实验数据得出玉米胚芽鞘尖端长度为0.5cm左右,切去尖端后胚芽鞘不会发生向光弯曲,但可能受到内源生长素等其他因素的影响胚芽鞘并未停止生长。既然胚芽鞘的弯曲生长与尖端有关,那么单侧光是作用于胚芽鞘尖端还是尖端下面一段呢?

3.2.5 探究5:胚芽鞘的感光部位 选用锡箔纸或黑色超轻黏土做遮光小帽,分别罩住尖端和尖端下面一

段,实验结果都符合预期,但有学生质疑:没有排除遮光材料对实验的影响。学生想到用黑色胶带制成遮光小帽,用透明胶带制成透光小帽,具体操作是先剪出 1.5 cm×0.8 cm 的胶带,使罩住尖端长度为 0.5 cm,绕着牙签卷成圈,捏紧闭合其顶端,罩在胚芽鞘尖端,多余部分从上面向后折叠。



图 5 用黑色和透明的胶带制成小帽罩住尖端后胚芽鞘生长情况

实验现象取得了预期的效果(图 5),表明玉米胚芽鞘感光部位在尖端。学生继续提问:单侧光作为外因是通过影响内因来起作用的,那引起向光性的内因是什么呢?

3.2.6 探究 6:玉米胚芽鞘向光性的内因 学生尝试将切割下来的胚芽鞘尖端放在胚芽鞘一侧,真正操作时发现尖端很难放上,即使放在了一侧也很容易脱落,难以按照教材中的图示去实践。通过合作交流,提出三种有创意的想法:用盖玻片横插部分尖端、或将尖端与下面一段之间切成一个缺口、或切去一半尖端。这些实验方案既简化了操作的难度,又达到了同等效果,黑暗下培养 8 h 后即出现向对侧弯曲生长的现象(图 6)。

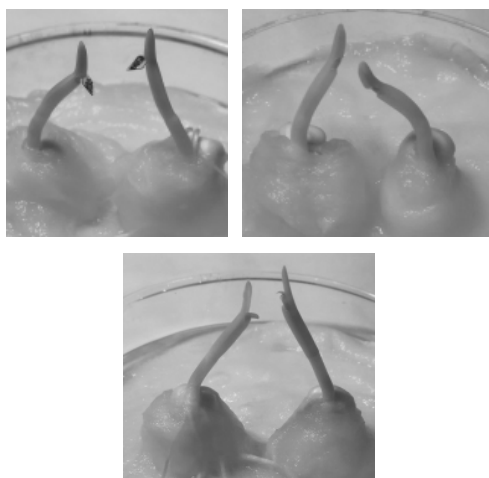


图 6 用盖玻片横插尖端、切成一个缺口、切去一半尖端后胚芽鞘生长情况

实验现象表明胚芽鞘弯曲生长的内因是尖端产生的某种影响在其下面一段分布不均匀造成的,那从哪个部位开始出现不均匀分布呢?

3.2.7 探究 7 “影响”分布不均匀开始于尖端还是尖端下面一段 用盖玻片纵插胚芽鞘尖端和尖端下面一段,单侧光照射 24 h 后,纵插尖端的胚芽鞘直立生长,纵插尖端下面一段的胚芽鞘弯向光源生长(图 7),实验结果显示单侧光引起某种影响分布不均匀的部位先发生在尖端中。

这种影响究竟是什么?学生最后尝试用琼脂块进行了温特的实验,了解到这种影响能透过琼脂块是一种物质,即生长素。通过以上一系列的探究实验,学生最终对植物向光性的本质有了清晰的理解。



图 7 用盖玻片纵插尖端、尖端下面一段后胚芽鞘生长情况

3.3 放手迁移拓展,提升科学素养 通过问题驱动,亲身实验操作、层层推进,学生对向光性现象作出了深入的自主合作探究,极大地调动了学生的学习积极性,提出许多进一步探究的问题,例如:单侧光照射强度与胚芽鞘弯曲程度的关系?生长素的运输方式?单侧光照射根部是否出现向光性?除此之外还有很多问题有待继续探究。作为教师此时应该鼓励学生设计实验,开展系列拓展实验,做一回“真正的科学家”,也可以实现实验教学校本化。

4 效果评价和反思

聚焦生物学学科核心素养,学生通过选择理想实验材料进行一系列合作探究实践,实现了实验设计方案的多元、实验设计思路的严谨、教材现有实验的补充,大大提升了科学思维和科学探究能力。生物科学史的教学不是简单地让学生了解这段历史和结论,而应该让学生亲自做一遍实验,让学生从体验走向体悟、从验证走向探究、从定性走向定量、从模仿走向创新。当事先预测的实验结果与真实结果不谋而合时,极大地增强了学生的学习信心和探究欲望。

当然,不是所有的经典实验都能进行实践,有些可以培养学生的问题意识,有些可以让学生尝试实验方案的设计,有些可以侧重思维的训练,有些可以注重人文素养的提升等,不管何种方式,只要做到恰到好处,都能精彩纷呈。

主要参考文献

- [1] 李秀军,梁爽.以玉米胚芽鞘为材料的生长素的发现系列实验[J].生物学通报,2016,51(9):52-54.◇