

教学园地 Teaching

植物组织水势测定实验的改进

陈彦*, 朱奇

聊城大学生命科学学院, 山东聊城 252059

植物组织水势的测定是植物生理学中的基础实验, 通过小液流移动方向可以直观地表示植物组织与外界溶液之间水分交换的动向, 并准确地求出组织的等渗浓度。在教学过程中, 我们发现许多问题有待进一步思考和探索, 如小液流移动方向无规律或正好与理论推测的方向相反、所求的等渗浓度不一定是所配制的溶液中的某一浓度、加入小瓶中的甲烯蓝粉末的量很难掌握。为了进一步提高实验的严密性和准确性, 我们对有关问题进行了一些研究, 并提出了较为合理的解决方法。

1 蔗糖溶液

蔗糖溶液是否均匀、浓度是否准确, 都会直接影响此项实验结果。首先, 用 $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的蔗糖母液配制不同梯度浓度的溶液, 可以提高溶液浓度的准确性。其次, 配制蔗糖溶液时一定要充分混匀, 这样才能保证试管和小瓶中相对应溶液的浓度一致, 否则会导致小液流移动方向无规律或正好与理论推测的方向相反, 这是在实验过程中常常使学生感到困惑的问题。经过多年的实验证明, 无论是野生植物材料还是蔬菜, 0.1 、 0.2 、 0.3 、 0.4 、 0.5 和 $0.6 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 蔗糖溶液即可满足实验的需要, 这与侯福林主编(2000)的《植物生理学实验教程》一致。

2 实验材料

叶片是较好的实验材料。第一, 取材时要遵循生长一致的原则, 尽量从1张大的叶片上取材, 如果是小叶片, 也要取叶龄相等、生长状况一致的叶片。第二, 用打孔器打取叶片有利于保证所取叶片面积相等, 取材时要避开大叶脉以减小误差。第三, 取材的时机要掌握好, 待所有溶液准备就绪后才能打取叶片, 迅速将相同数量的圆片放入各个青霉素小瓶中, 这样可以避免由于圆片失水带来的误差。加入小瓶中的圆片数

量应视打孔器的直径而定, 以溶液能够浸没圆片为宜, 数量过少, 则短时间内现象不明显。在这里需要说明的是, 我们一直用青霉素小瓶代替试管进行水分交换, 既节省成本, 又方便操作。

3 等渗浓度的确定

等渗浓度的确定是此项实验的核心, 通过等渗浓度可以直接求出组织的水势。指导中蔗糖溶液的梯度浓度差为 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 差值较大, 在观察小液流移动方向时, 少数情况下能看到小液流悬浮不动, 随即可确定等渗浓度; 但大多数情况下只是看到小液流的下降和上升, 这时学生只能在相邻的小液流上升和下降2个浓度之间求平均值, 从而大大降低了实验结果的准确性。在这种情况下, 我们要求学生在2个相邻的浓度之间重新配制梯度浓度的蔗糖溶液, 浓度差为 $0.01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。例如, 当小液流在 $0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 蔗糖溶液中下降, 而在 $0.3 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 溶液中上升时, 则需配制 0.21 、 0.22 、 0.23 、 0.24 、 0.25 、 0.26 、 0.27 、 0.28 和 $0.29 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的蔗糖溶液, 重复前面的实验步骤, 找出小液流悬浮不动时的溶液浓度。这样既能够准确地确定组织的等渗浓度、进一步熟练操作步骤, 还能够培养学生树立严谨的科学态度。

4 加入甲烯蓝的方法

实验过程中, 任何影响溶液水势的因素都会使实验产生误差。用甲烯蓝给组织交换液染色, 同样会影响溶液的水势。为了减小误差, 我们对以下3种加入甲烯蓝的方法进行了比较。方法一, 参照徐爱东和郑家焕(1999)的方法, 即将甲烯蓝配成10%的溶液, 从中取1滴加入小瓶(1 mL溶液)中, 为了保证蔗糖溶液浓度不变, 同时向试管中加入相同比例的蒸馏水。为了避免加入过

收稿 2006-10-11 修定 2006-12-30

*E-mail: chenyan1@lccu.edu.cn; Tel: 0635-8239969

量的甲烯蓝, 我们又配制1%的甲烯蓝溶液, 操作方法同前。方法二, 参照张志良(1998)主编的方法, 用解剖针挑取研细的甲烯蓝粉末放入小瓶中。方法三, 用解剖针蘸一下10%甲烯蓝溶液放入小瓶中, 然后用毛细弯滴管取少量蓝色液体轻轻地放回相对应的试管中, 观察小液滴的移动方向和速度。

多次实验表明, 方法一中加入1%或10%的甲烯蓝, 小液滴都会迅速下降, 10%甲烯蓝染色的小液滴下降更快, 说明此法对蔗糖溶液的比重影响很大, 误差也较大, 不宜采用。方法二和方法三中小液滴的动向及移动速度基本一致(表1), 都比方法一慢得多; 但加入甲烯蓝后, 不同浓度蔗糖溶液的比重变化不一, 0.1 mol·L⁻¹蔗糖溶液的比重增大, 其它浓度蔗糖溶液的比重不变或减小。说明这2种方法产生的误差较小, 但误差有正值也有负值; 并且方法二中向每个小瓶加入等量的甲烯蓝粉末很难控制。

表1 方法二和方法三中的小液滴移动方向

蔗糖浓度 /mol·L ⁻¹	方法二中小液滴移动方向	方法三中小液滴移动方向
0.1	下降	下降
0.2	微微上升	基本不动
0.3	缓慢上升	微微上升
0.4	上升	上升
0.5	上升	上升
0.6	上升	上升

我们在分析方法一时发现, 此法虽然抵消了甲烯蓝溶液中水的影响, 但加入过量的甲烯蓝会使溶液的比重有大幅度的增加, 因此控制甲烯蓝的加入量应该成为此项实验的关键。为了遵循在能够看清小液滴的基础上尽量少加甲烯蓝的原则, 我们还探索了另一种方法(以下简称方法四), 即用可调式移液枪吸取1 μL 10%甲烯蓝溶液放入1 mL蔗糖溶液中, 然后用毛细弯滴管取少量蓝色液体轻轻地放回相对应的试管(每管有9 mL蔗糖溶液)中, 在标记处(在试管外壁做一标记, 距管底2 cm)轻轻放出蓝色液滴, 观察小液滴的动向, 并记录

小液滴从开始放出到下沉到管底所需的时间。结果表明, 1 mL蔗糖溶液变成淡蓝色, 在白色背景下观察到所有小液滴都缓慢下降。说明向1 mL蔗糖溶液中加入1 μL 10%甲烯蓝溶液后, 其比重略有增加, 即加入甲烯蓝的量仍是过量的。小液滴下沉时间的结果(表2)进一步显示, 随着蔗糖溶液浓度的增加, 下沉时间随之延长, 也就是说, 在一定范围内, 蔗糖溶液浓度越高, 误差越小, 当小液滴不动时, 由加甲烯蓝带来的误差为零。但是如果为了减小误差而继续降低甲烯蓝的加入量, 则溶液的颜色即会变淡, 不易观察到小液滴。因此与前三种方法相比, 方法四中加入的甲烯蓝给实验带来的误差最小。

表2 方法四中的小液滴移动方向和速度

蔗糖浓度 /mol·L ⁻¹	移动方向	到达管底所需时间
0.1	下降	2 min 10 s
0.2	下降	3 min
0.3	下降	3 min 55 s
0.4	下降	4 min 35 s
0.5	下降	6 min 12 s
0.6	下降	7 min 28 s

5 课堂效率

此项实验要求组织与溶液进行水分交换的时间是0.5 h, 在此期间, 我们要求学生认真阅读实验指导书中的“植物组织渗透势的测定”同时, 启发学生思考小液流法与质壁分离法都是求出等渗浓度, 为何前者是测水势而后者是测渗透势, 使学生进一步理解水势的概念。这样做, 学生除了可在有限时间内掌握小液流法测定组织的水势外, 还能了解如何运用质壁分离法测定组织的渗透势, 收到了良好的效果。这种做法在其它实验教学中看来也可以采用。

参考文献

- 侯福林主编(2004). 植物生理学实验教程. 北京: 科学出版社, 36
 徐爱东, 郑家煊(1999). 两个植物生理实验的改进. 植物杂志, (1): 39
 张志良(1998). 植物生理学实验指导. 第2版. 北京: 高等教育出版社, 12~14