

教学园地 Teaching

钾离子影响气孔开度实验条件的优化选择

陈彦^{1,2} 朱奇² 周坚^{1,*}¹南京林业大学森林资源与环境学院, 南京 210037; ²聊城大学生命科学学院, 山东聊城 252059

按张志良先生(1998)主编的《植物生理学实验指导》(以下简称“指导”)一书中“钾离子对气孔开度的影响”实验原理和操作步骤, 应得到的表皮气孔开度大小依次为 $K^+ > Na^+$ 对照。但在具体实验中, 我们经常见到实验组与对照组(蒸馏水)的气孔开度差异不大, 或实验组中 K^+ 的作用不明显, 甚至出现结果相反的现象。为此, 我们依据实验原理, 对取材、溶液浓度、对照、处理时间等实验条件进行了探索, 并用测微尺准确测量气孔的开度, 得到了预期的效果。

用株高40~50 cm的玉米叶下表皮为材料, 试剂 KNO_3 和 $NaNO_3$ 的浓度均用0.05、0.10、0.20和0.40 mol·L⁻¹。于早晨7:00~8:00从大田取回玉米叶片, 撕取下表皮, 在显微镜下观察和测

量气孔开度作为对照。用小液流法测定下表皮的等渗浓度。分别于8只直径为6 cm的平皿中加入10 mL不同浓度 KNO_3 和 $NaNO_3$ 溶液, 另取一平皿加入10 mL等渗蔗糖溶液(对照), 将下表皮放入溶液中并使其充分浸没。每个处理分别放10~20张表皮。于25℃分别培养1.5、2.0、2.5和3.0 h, 镜检, 测微尺测量气孔开度。得到如下结果, 即新鲜材料(对照)的气孔基本处于关闭状态, 无法测量; 以等渗蔗糖溶液处理为对照的气孔开度较小, 未能测量。实验组处理1.5 h的约有10%的气孔开放, 开度小, 2种溶液处理的气孔开度无明显差异, 也未测量; 处理2.0 h的气孔大部分开放, 处理2.5和3.0 h的气孔全部开放, 开度大(表1)。

表1 K^+ 和 Na^+ 诱导的气孔开度及 K^+/Na^+ 开度比

时间/h	气孔开度/ μm								K^+/Na^+ 开度比			
	K^+ 浓度/mol·L ⁻¹				Na^+ 浓度/mol·L ⁻¹				$K^+、Na^+$ 浓度/mol·L ⁻¹			
	0.05	0.10	0.20	0.40	0.05	0.10	0.20	0.40	0.05	0.10	0.20	0.40
2.0	0.79	1.24	0.79	0.63	0.55	0.61	0.34	0.26	1.44	2.03	2.32	2.42
2.5	1.53	1.58	1.32	0.84	0.71	0.74	0.39	0.39	2.15	2.14	3.38	2.15
3.0	1.55	1.58	1.34	0.82	0.76	0.76	0.42	0.48	2.04	2.08	3.19	1.71

测定时, 应注意以下几点:

1. 取材时应避免诱发气孔不均匀关闭因素的影响(许大全 1995), 在晴天早晨7:00~8:00选择自然状态下生长的材料。因为晚间大部分气孔关闭, 早晨的光照不足以使气孔开放, 此时的气孔处于待开放状态。我们不主张用黄群生(1997)预先将植株进行光照、喷雾而使气孔开放的做法。因为气孔的开度是有限度的, 如果实验前使其开放甚至达到最大开度, 那么在实验中无论给予什么样的条件, 气孔的开度都不会有很大变化。因

此我们认为应选择待开放状态的气孔为对照, 这样得到的结果会更加明显。如果不便早晨取材, 也可以先将植株于黑暗中处理12 h使气孔关闭, 实验前光照0.5 h以启动气孔开放。另外, 灌溉后前3 d或刚刚下过雨后不宜从野外取材, 因为此时土壤和空气湿度大, 足够的水分可使气孔打开。所以, 掌握合适的取材时间是实验成功的关键。

收稿 2005-11-04 修定 2005-11-23

*通讯作者(E-mail: zhiwu@njfu.edu.cn, Tel: 025-85427276)。

键, 实验材料生长一致也应注意。

2. 无论是 K^+ 还是 Na^+ , 促使气孔开放均需一定时间。因为植物对 K^+ 和 Na^+ 的吸收为主动吸收, 是一个比较复杂的过程。0.5 h甚至更短的时间得到的结果不会明显。从我们设置的4个处理时间中, 以2.5 h为最好。

3. 由于对照用蒸馏水, 其水势高, 而保卫细胞容易吸水, 因而短时间内气孔开度比实验组大, 这可能是导致实验结果混乱的主要原因。通过多年的实践, 我们认为有2种对照可以选择: 一是以新鲜材料为对照, 基本上能够正确反映出 K^+ 和 Na^+ 对气孔开度的影响, 但这忽略了处理过程中光会诱导气孔开放这个因素, 这种误差对实验结果影响很小, 可忽略不计; 二是将下表皮放入等渗蔗糖溶液中作对照, 处理与实验组同步。这样可以完全抵消处理过程中的光照因素, 但实验时需预先测定材料的等渗浓度。

4. 处理液的浓度应用摩尔浓度, 而不能用百分比浓度。因为相同百分浓度的 KNO_3 和 $NaNO_3$ 溶液(指导中为0.5%)的摩尔浓度不同, 这会导致实验组的2种处理液的水势不同, 失去可比性。所以实验时先测定玉米下表皮的等渗浓度($0.10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$), 然后再确定处理液的浓度(0.05 、 0.10 、 0.20 、 $0.40 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$)。这样无论是低渗、等渗还是高渗溶液, K^+ 和 Na^+ 都能促进气孔开放, 而且 K^+ 的促进作用较 Na^+ 显著。为了排除水势差对气孔开度的影响, 最好选择等渗溶液为处理液。

参考文献

- 黄群生(1997). “钾离子对气孔开度的影响”实验的改进. 植物生理学通讯, 33 (1): 53~54
- 许大全(1995). 气孔的不均匀关闭与光合作用的非气孔限制. 植物生理学通讯, 31 (4): 246~252
- 张志良主编(1998). 植物生理学实验指导. 北京: 高等教育出版社, 20~21