

Study on Plant Physiology Teaching Based on cell absorbing solute

Guo you

Zhaoqing college, Zhaoqing

Abstract: In the chapter of mineral nutrition in the textbook of plant physiology, the way and mechanism of cell absorbing solute are the difficulties. In order to solve this problem, we have supplemented, analyzed and summarized this part of content after consulting the data, and sorted out the content that is easy to be accepted by students. Now let's discuss with you.

Key words: plant cell, solute, teaching discussion

Received: 2019-11-10; Accepted: 2019-11-30; Published: 2019-12-23

植物生理学教学研究

郭 友

广东省肇庆市肇庆学院，肇庆

邮箱: guoyou83633064@163.com

摘要: 植物生理学教材矿质营养一章中, 细胞吸收溶质的方式和机制部分是难点。为解决这一问题, 我们查阅资料后, 对这一部分内容进行了补充、分析和归纳, 整理出比较容易为学生接受的内容。现与大家共同探讨。

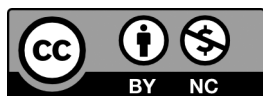
关键词: 植物细胞, 溶质, 教学探讨

收稿日期: 2019-11-10; 录用日期: 2019-11-30; 发表日期: 2019-12-23

Copyright © 2019 by author(s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



1 膜电位

不同方式的物质跨膜运动, 其结果是产生并维持了膜两侧不同的物质浓度梯度。对离子来说, 形成了膜两侧的电位差。将玻璃微电极插入细胞可测出细胞质膜两侧各种带电物质形成的电位差的总和, 即膜电位。

一般细胞膜电位分为两种: 一种为静息电位, 在该电位条件下, 没有离子的运转; 另一种是激活电位, 即在刺激作用下产生并行使通讯功能的快速变化的膜电位。静息电位是细胞质膜内外相对稳定的电位差, 主要是由质膜上相对稳定的离子跨膜运输或离子流形成的。在静息状态下, 膜外为正电性, 膜内为负电性, 这种现象又称为极化。当细胞膜受到刺激, 在短时间内原来不能通过膜的离子都可以自由通过, 结果是膜的极性状态被破坏, 膜电位减少乃至消失, 即为质膜的去极化过程。进一步会形成瞬间的内正外负的激活电位, 称为质膜的反极化。当激活电位出现, 膜选择性通透性得以恢复 (即原来能通过膜的离子可通过, 原来不能通过膜的离子则不能通过), 从而使质膜再度极化, 以至

于超过原来的静息电位，此时称超极化。

2 离子进入细胞的驱动力 – 质子动力

高等植物具有以 H^+ 为工作离子的质膜 ATP 酶。质膜 ATP 酶是质膜上的插入蛋白，它水解 ATP 的部分在质膜的细胞质一侧，ATP 水解产生的能量，把细胞质中的 H^+ 泵到膜外去，使膜内 H^+ 浓度降低而膜外 H^+ 浓度升高，同时产生膜电位的过极化。由于这种性质，质膜 ATP 酶又称 H^+ -泵 ATP 酶，简称 H^+ -ATP 酶。跨膜的 H^+ 梯度及膜电位的增加，使质膜两侧产生了质子浓度梯度 (ΔpH) 和膜电位梯度 ($\Delta \psi$)，这两者之和称为质子电化学势梯度，又称为质子动力 ($\Delta \mu_{H^+}$)， $\Delta \mu_{H^+} = \Delta \psi + \Delta pH$ 。

由于上述过程是一种利用能量逆着电化学势梯度转运 H^+ 的过程，所以它是主动运输的过程，又由于这一过程是由 ATP 直接提供能量，所以这一过程称为初级主动运输。次级主动运输是一类由 H^+ 泵与载体蛋白协同作用靠间接消耗 ATP 所完成的主动运输方式。物质跨膜运动所需要的直接动力是由初级主动运输过程所产生的质子动力。而质子动力的产生和维持则是通过消耗 ATP 实现的。

3 离子通道运输和载体运输

质子泵、通道蛋白、传递体蛋白等都属于植物质膜传递蛋白 [4]。质子泵的工作原理是通过蛋白质的构象变化，将细胞内 H^+ 泵到膜外去，形成跨膜质子动力 $\Delta \mu_{H^+}$ 。在质子动力驱动下，溶质经位于质膜上的通道蛋白和传递体蛋白进行跨膜运转。

3.1 离子通道运输

通道蛋白所介导的运输不需要与溶质分子结合。通道蛋白横跨膜形成圆形孔道，允许适宜大小的分子和带电荷的离子通过。因为这些通道几乎都与离子的转运有关，所以称为离子通道。离子通道具有两个显著特征：一是具有离子选择性。对被转运离子的大小与电荷都有高度的选择性，而且转运速度相当高，可达 10^6 个 (离子) $\cdot s^{-1}$ ，为传递体蛋白 1000 倍以上。二是离子通道是门控的，

即离子通道的活性由通道蛋白开或关两种构象所调节,并通过通道开关应答于适当的信号。离子通道一般是不开放的,只有在受到刺激时才开放,随即又关闭。离子通道运输是顺着 $\Delta\psi$ 而不是伴随 H^+ 化学势的被动运转[3][4],是顺着电化学势梯度被动地、单方向地跨质膜运输。

3.2 载体运输

载体蛋白是生物膜上普遍存在的多次跨膜蛋白分子(又称传递体),能与特定的溶质分子结合,通过一系列的构象改变介导溶质分子的跨膜运转。载体蛋白既可以与特定离子相结合,顺着电化学势梯度进行被动运输,也可以逆其电化学势梯度作主动运输。质膜传递体有 3 种类型:共向传递体(H^+ / 阴离子共向传递体和 H^+ / 中性溶质共向传递体)、反向传递体(H^+ / 阳离子反向传递体)和单向传递体。共向传递体与 H^+ 结合的同时又与另一分子或离子(如 Cl^- 、 NO_3^- 、 NH_4^+ 、 PO_4^{3-} 、 SO_4^{2-} 、氨基酸、肽、蔗糖、己糖)结合,随着 H^+ 一同进入细胞。由于 H^+ -ATP 酶的作用,膜电位过极化,使得很多溶质能逆浓度梯度在电场的驱动下随 H^+ 进行跨膜运输。反向传递体是与 H^+ 结合后再与其它分子或离子(如 Na^+ 、 Ca^{2+})结合,两者朝相反方向运输。 H^+ 进入细胞的同时有阳离子如 Na^+ 、 Ca^{2+} 的排出。反向运输由 H^+ 浓度梯度驱动,是依赖于 ΔpH 的共运转。单向传递体能催化分子或离子单方向地跨质膜运输。由于膜电位的过极化,膜的负电位增加,这样,阳离子如 K^+ 、 NH_4^+ 即顺着电势进入细胞,这是一种被动的单方向运转。

离子通道运输和载体运输的区别在于: H^+ -ATP 酶利用能量逆电化学势梯度转运 H^+ 的过程是初级主动运输,这一过程产生质子动力。质子动力驱动溶质进行跨膜运输。离子通道运输是顺着电化学势梯度进行的被动运输。载体运输既有被动运输(如被动的单向载体运输),又有逆电化学势梯度进行的主动运输(如共向载体运输和反向载体运输)。由于这一主动运输过程是一种间接利用 ATP 的过程,故又称次级主动运输。被动的单向载体运输和离子通道运输有相似之处:输送溶质很快,是顺着 $\Delta\psi$ 而不伴随 H^+ 化学势的被动运转。它们的差异在于前者是高亲和的吸收系统,后者是低亲和的吸收系统,在外部离子(如 K^+)浓

度高时,低亲和的通道允许离子迅速扩散通过质膜。

参考文献

- [1] 潘瑞炽主编植物生理学. 第四版. 北京: 高等教育出版社. 2001. 35 ~ 38
- [2] 吴平, 印莉萍. 张立平. 植物营养分子生理学. 北京: 科学出版社, 2001.
163 ~ 172
- [3] 倪晋山. 离子运转及其调节. 见: 余叔文, 汤章城主编. 植物生理与分子生物学. 第二版. 北京: 科学出版社. 1998. 307 ~ 319
- [4] 焦新之, 陈思学. 高等植物细胞质膜的传递蛋白及其功能. 见: 余叔文, 汤章城主编. 植物生理与分子生物学. 第二版. 北京: 科学出版社, 1998.
320 ~ 335
- [5] 罗汉度. 浅析植物吸收矿质盐与根际 pH 变化. 植物生理学通讯. 1996,
32 (6): 447 ~ 449
- [6] 翟中和主编. 细胞生理学. 北京: 高等教育出版社, 1995. 93 ~ 100
- [7] 韩贻仁主编. 分子细胞生物学. 第二版. 北京: 科学出版社, 2002.
127 ~ 139