

# 渗透胁迫和呼吸抑制剂 对细胞透性的影响\*

杨根平 荆家海

(西北农业大学植物生理研究室,陕西,杨陵 712100)

**摘 要** 利用呼吸抑制剂和解偶联剂探讨了在渗透胁迫下大豆下胚轴细胞透性与呼吸速率之间的关系,结果表明,渗透胁迫和呼吸抑制剂 KCN、解偶联剂 DNP 均可以引起大豆下胚轴细胞透性显著增大,尤以 DNP 的效应最大。各处理下,透出物中以  $K^+$  为主。渗透胁迫下,呼吸速率降低;细胞透性增大与渗透胁迫程度呈正相关,而与呼吸速率下降和 ATP 含量呈显著负相关。

**关键词** 渗透胁迫 呼吸抑制剂 细胞透性 呼吸速率 大豆

细胞膜系统的透性改变是植物在各种逆境条件下的一个共同反应。在渗透胁迫下,细胞透性增大,细胞内容物外漏<sup>[1]</sup>,同时,组织呼吸速率降低,ATP 合成减少<sup>[2]</sup>。呼吸作用给细胞内蛋白质合成和膜结构功能的维持提供所必需的能量,而且,膜的稳定性本身还需要 ATP 的参与<sup>[3]</sup>。搞清楚逆境下膜透性改变与呼吸降低之间的关系,有助于揭示植物逆境伤害的机理。本文利用呼吸抑制剂 KCN 和解偶联剂 DNP 来探讨在渗透胁迫下大豆下胚轴细胞透性与呼吸速率之间的关系。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料培养

大豆(*Glycine max* L.)(鲁豆 1 号)种子经 80℃ 水处理 30s,1% $HgCl_2$  消毒 5min,于 28℃ 暗中萌发。待下胚轴长至 4cm 时,取其下胚轴部分,浸于各种处理液中培养,定时测定有关项目。

各种抑制剂和渗透胁迫处理液均以 1/4 浓度的 Hoagland 营养液配制,处理浓度及强度见结果部分说明。外源 ATP 是在处理开始及 12h 时直接溶解于处理液中。

### 1.2 测定方法

细胞相对透性测定采用电导法<sup>[4]</sup>;呼吸速率测定用压力计法<sup>[4]</sup>,测定介质为 pH6.8 的磷酸盐缓冲液。ATP 用 LKB-1250 型发光计测定<sup>[4]</sup>。无机离子用原子吸收法测定,无机磷用比色法测定。

## 2 结果与讨论

### 2.1 呼吸抑制剂对细胞透性的影响

从表 1 可以看出,呼吸抑制剂 KCN(5.0mmol/L)、DNP(1.0mmol/L)均可导致细胞透性增大,DNP 使透性增大约 6 倍,KCN 处理增大约 3 倍。随 KCN 浓度的提高,透性亦增大(表 2);0.5mmol/L DNP 处理使透性已达到最大值,随其浓度继续增大,膜透性不再改变。

各处理的透出物中, $K^+$ 占体内总  $K^+$  的 80%~90%, $Na^+$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$  和无机磷的透出量很低(表 1)。各处理中,以 DNP 处理的总离子透出率最高。用紫外吸收法表示的透性结果与电导法一致(表 4),表明在各处理中,无机离子和小分子有机物(主要为核苷酸类)的透出率均增大。

用质膜 ATPase 抑制剂  $Na_3VO_4$  处理,对透性影响不大(表 1),这表明逆境下膜透性改变,溶质外漏与质膜上 ATPase 无关。

表 1 抑制剂和渗透胁迫处理对大豆下胚轴  
细胞透性的影响<sup>(2)</sup>

处 理	相对透性	离子外漏率(%) <sup>(1)</sup>				
		$K^+$	$Na^+$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	Pi
对 照	5.8±0.7	89.7	3.9	4.6	1.8	2.0
PEG(298g/L)	25.9±1.5	94.2	2.0	1.5	2.3	9.7
DNP(1mmol/L)	33.4±4.0	86.9	2.2	5.2	5.6	28.3
KCN(5mmol/L)	15.3±2.7	95.0	1.5	2.0	1.5	10.8
$NaVO_4$ (5mmol/L)	5.7±0.6	90.9	6.7	0.7	1.6	0.2
PEG+ATP(2mmol/L)	23.5±3.8	82.8	5.8	5.1	4.3	0.9

注:(1)外漏离子量/组织内离子总量×100%。(2)处理 24h 后测定值。

表 2 不同抑制剂浓度对大豆  
下胚轴细胞透性的影响

处 理	相对透性(%)
对 照	4.7±1.4
KCN 1mmol/L	11.4±2.1
5mmol/L	15.0±2.2
100mmol/L	21.0±1.9
DNP 0.5mmol/L	47.9±9.0
1.0mmol/L	45.0±2.1
5.0mmol/L	43.0±1.6

注:处理 24h 后测定值。

## 2.2 渗透胁迫下细胞透性和呼吸速率的变化

渗透胁迫同样可以引起大豆下胚轴细胞透性增大(表 1)。在-1.0MPa 的渗透胁迫(PEG298g/L)下,膜透性增大 5 倍;随胁迫强度增大,透性增大更显著(表 1 和表 3)。透出物中同样以  $K^+$  为主,约占组织内  $K^+$  的 94%;总离子的透出率为 25%,仅次于 DNP 处理(33%); $Na^+$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$  和无机磷的透出率则较低(表 1)。由此可见,-1.0MPa PEG 渗透胁迫处理,与 5mmol/L KCN 处理的效果极其相似。同时测定呼吸强度表明,在渗透胁迫下,呼吸速率降低(表 3)。外源呼吸底物(1mmol/L 葡萄糖)的存在,对渗透胁迫下的呼吸无促进作用,说明渗透胁迫主要影响呼吸系统本身。外源呼吸底物对细胞透性同样没有任何改善作用(表 3)。

用呼吸抑制剂和渗透胁迫联合处理,得到很有意义的结果(表 4)。渗透胁迫和 DNP、KCN 分别处理均可使透性增大;1.0mmol/L DNP 处理透性已达最大值,再辅以渗透胁迫时透性不再明显增加;而渗透胁迫可使 5mmol/L KCN 处理的透性增大 1 倍,二者的效果表现出加合性。从表 4 可以看出,用 PEG 或 KCN 分别处理的透性依次为 14%和 16.5%,二者之和正好与联合处理的透性(31%)值相吻合。

渗透胁迫下呼吸下降,导致 ATP 含量降低(表 3 和表 4)。在渗透胁迫下透性改变是否与 ATP 含量有关,我们用外源 ATP(2mmol/L)处理的结果(表 1 和表 4)表明,外源 ATP 并未影响透性,但透出物的成分却发生明显变化, $K^+$  的透出率明显减小,总无机离子的透出率也减小。这些结果与 Christiansen<sup>[5]</sup>在研究低温下棉花根中有机物透出率的结果相似。

表3 渗透胁迫下大豆下胚轴呼吸速率  
和细胞透性的变化

处 理	相对透性	呼吸速率
	(%) ( $\mu\text{mol O}_2 \cdot \text{g}^{-1} \text{DW} \cdot \text{h}^{-1}$ )	
对 照	4.7±1.4	28.39±3.8
葡萄糖(1mmol/L)	4.7±1.4	26.21±2.0
PEG(202g/L)	3.4±1.0	20.48±4.1
PEG(298g/L)	6.2±1.5	16.18±1.4
PEG(367g/L)	11.6±1.6	14.80±1.4
PEG(298g/L)	7.2±2.0	12.63±0.1
葡萄糖(1mmol/L)		

注:处理12h后测定值。

表4 渗透胁迫下大豆下胚轴细胞透性  
和ATP含量的变化

处 理	相对透性(%)		ATP含量
	电导率	紫外吸收	(mv/g. DW)
对 照	7.7±0.7	12.8±0.9	438.6±18.0
PEG(298g/L)	14.0±2.1	13.6±3.5	395.4±34.0
PEG+ATP(2mmol/L)	15.4±2.1	17.6±2.3	422.7±49.0
PEG+DNP(1mmol/L)	50.2±2.5	35.5±1.0	—
PEG+KCN(5mmol/L)	31.0±4.6	27.2±3.6	—
DNP(1mmol/L)	48.0±4.0	37.6±3.5	6.5±3.3
KCN(5mmol/L)	16.5±1.5	16.9±1.2	290.4±15.0

注:处理20h后测定值。

### 3 结 论

在渗透胁迫下,细胞呼吸速率下降,ATP含量减小<sup>[1]</sup>,因而细胞膜的正常代谢受到影响。可能出现漏洞或伤害区域,使细胞内离子外漏。随渗透胁迫加强,小麦根系呼吸逐渐下降,透性也随之增大<sup>[1]</sup>。这一现象在本工作中得到证明,而且使用抑制剂来降低呼吸速率或呼吸效率(使ATP合成减小),同样可以出现膜透性增大现象。王育启等<sup>[6]</sup>发现当KCN超过 $10^3 \text{mmol/L}$ 时,膜透性增大与KCN浓度成正比。本工作中,KCN和PEG渗透胁迫处理在膜透性和呼吸作用方面的效应完全一致,这揭示了膜透性与呼吸作用之间的某种联系。另外,呼吸降低,细胞内供能减少,主动吸收减弱或停止,使细胞内离子扩散出来,因而出膜透性增大的现象,这亦是呼吸作用与透性之间的一种间接联系。

本工作的结果初步表明,在渗透胁迫下,呼吸速率的降低和膜透性增大与渗透胁迫的强度显著相关( $r_1 = -0.985$ ;  $r_2 = -0.984$ ,由表3资料计算而来);同时,呼吸速率与膜透性( $r_1 = -0.985$ ),ATP含量与膜透性( $r_2 = -0.985$ )之间均存在极显著的负相关关系。探明它们之间联系的细节,对揭示逆境伤害机理有着重要的作用。

### 参 考 文 献

- 1 杨根平,王韶唐. 植物生理学报,1989,(15):179~183
- 2 李勤报,梁厚果. 植物生理学报,1986,(12):379~387
- 3 Simon EW. New Phytol,1974,73:377~420
- 4 西北农业大学植物生理组编. 植物生理学实验指导. 西安:陕西科技出版社,1987,81~151
- 5 Christiansen NM. In: Lyons JM et al. Low Temperature Stress in Crop Plants. The Role of the Membrane. New York, London: Academic Press, 1979, 115~122
- 6 王育启,王洪春. 植物生理学报,1984,(10):105~113

## **The Effects of Osmotic Stress and Respiration Inhibitors on Cell Permeability in Soybean Hypocotyls**

**Yang Genping      Jing Jiahai**

*(Northwestern Agricultural University, Shaanxi, Yangling 712100)*

**Abstract** Osmotic stress (PEG—6000 solution) and respiration inhibitors KCN, DNP can induce high ratio of cell permeability in soybean hypocotyl, and DNP has the greatest effect in all of treatments. In each treatment,  $K^+$  is the main component in exudated substance. Under osmotic stress the respiration rate is decreased and cell permeability is correlated positively with the degree of osmotic stress, and negatively with the decrease of respiration rate and ATP contents. The causes of cell permeability are discussed in the paper.

**Key words:** Osmotic stress; Respiration inhibitors; Cell permeability; Respiration rate; Soybean