

文章编号: 1000-5471(2007)06-0087-03

# 小麦品种抗性的热力学熵值分析<sup>①</sup>

刘 泳

贵州大学 理学院基础部, 贵阳 550025

**摘要:** 以冬性及春性小麦品种为试材, 用示踪, 液闪计数及测定电解质渗漏的方法, 测定低温胁迫下膜脂的代谢和电解质渗透的变化, 并根据热力学的原理, 分析其生物膜上的化学反应和扩散过程.

**关键词:** 小麦; 示踪法; 电解质渗透; 质膜; 电位

**中图分类号:** S512.1

**文献标识码:** A

对植物抗性机理的探讨是生物学领域的重要内容, 已有的研究结果已充分证实植物的抗性与膜脂代谢有密切关系, 而从热力学的熵值变化来分析膜脂代谢与抗性的关系是作者参考有关资料后的一种尝试, 实验结果与分析结论是吻合的.

(注: 小麦品种由农业研究机构提供, 品种性状稳定真实)

## 1 材料及方法

将6个冬、春性小麦品种种子经70%的酒精消毒, 冲洗干净, 在28℃的恒温箱中培养30h, 选出露白一致的种子置发芽皿中, 放入25℃的恒温箱中催芽24h, 然后在25℃的室温下培养3~4天, 致全部幼苗出现2~3叶时, 将不同品种的幼苗分为两组, 1组放入(2±1)℃, 4000 Lx的光照下培养, 另1组放入(25±1)℃的相同光照下培养, 施用等量的稀释15倍的200 Bq放射性<sup>32</sup>P水溶液, 经24h后, 每个品种取5g苗研磨成浆液, 按《植物生理实验手册》的方法<sup>[1]</sup>提取膜类脂, 并用全自动液闪计数器测定磷脂代谢.

用刘鸿先介绍的方法<sup>[2]</sup>测定幼苗在(25±1)℃及(2±1)℃环境下膜内电解质的渗透. 用相对电导率表示膜内电解质向外渗透的程度, 相对电导率越大, 电解质的渗透越严重.

## 2 结果与讨论

### 2.1 低温胁迫对不同抗寒小麦幼苗膜磷脂代谢的影响

附表1表明时, 3个冬性小麦品种在25℃和2℃时的膜类脂<sup>32</sup>P含量与总<sup>32</sup>P含量之比, 中麦2号由28.53%降到20.07%, 中麦3号由26.64%降到19.34%, 太核88-20由24.35%降到18.89%, 而春性小麦品种独杆大穗则由25.61%降到13.39%, 绵阳11号由24.67%降到15.86%, 永刚2号由25.12%降到12.13%. 这个结果说明在低温胁迫下, 不同小麦品种膜类脂的含量都会下降, 但降低的程度各不相同, 春性品种降低的程度比冬性品种的幅度大.

① 收稿日期: 2007-08-15

作者简介: 刘泳(1973-), 女, 贵州贵阳人, 讲师, 主要从事大学物理的教学工作.

表 1 低温对小麦膜脂代谢的影响

单位: Bq(1.2×10<sup>-2</sup>)

温度/℃		冬 性			春 性		
		中麦 2 号	大麦 3 号	太核 88-20	独杆大穗	绵阳 11 号	永刚 2 号
25	膜 <sup>32</sup> P	530.50	564.00	623.05	560.50	580.00	528.50
	总 <sup>32</sup> P	1 859.50	2117.5	2 557.50	2 188.50	235.50	2 103.50
	%	28.53	26.64	24.35	25.61	24.67	25.12
2	膜 <sup>32</sup> P	408.50	453.50	538.50	305.50	380.05	323.50
	总 <sup>32</sup> P	2 035.50	2 344.50	2 850.50	2 281.05	2 396.05	2 666.50
	%	20.07	19.34	18.89	13.39	15.86	12.13

2.2 低温对小麦品种相对电导率的影响

图 1 表明在 25℃ 时,冬性和春性小麦品种在不同处理时间内,其相对电导率的变化不显著,即表明这种温度下电解质的渗透无明显变化,在 2℃ 经过 10h 处理,春性小麦品种绵阳 11 号由 10% 上升到 50%,独杆大穗由 30% 上升到 75%,永刚 2 号由 40% 上升到 80%;冬性品种中麦 2 号由 10% 上升到 40%,中麦 3 号由 20% 上升到 40%,太核 88-20 由 30% 上升到 55%,这说明 10 h 的低温处理后,各种小麦幼苗的相对电导率都有所增加,但春性品种上升的趋势较大。

2.3 低温下膜功能减弱的热力学分析

传统的研究已对生物膜的结构及功能得出了以下的结论:宏观上看膜的存在是隔离各种细胞器的屏障,也是沟通某些特殊信息的“桥梁”,由于这种屏障的存在,细胞内各种细胞器才能执行各自的不同生理功能.如线粒体进行着生物氧化、叶绿体进行着光合作用等,没有膜就没有这些独立系统,没有这些独立系统就组装不出具有植物细胞全能性的个体细胞.从微观上讲膜的基质是膜上的脂质双分子层,能形成半流动的液晶状态,这一部分奠定了膜的形态及结构基础;而基质上的蛋白质决定了膜所具有的生理生化特性.膜所具有对各种物质的选择性运输功能就是在这样的模型上实现的.而从热力学的观点来讲,膜上各物质众多的转运方式只有两种,一种是象扩散这样的矢量过程,第二种是象化学反应这样的标量过程,膜的复杂功能就是通过这两种过程的耦合来实现的.经过上述的归纳我们可将膜理想化为满足线性非平衡态热力学中扩散与化学反应的定态耦合方式的模型。

根据热力学原理<sup>[3]</sup>,生物膜上的复杂的生理功能是通过膜内、外物质的扩散与化学反应的耦合来实现的,在膜物质的转运过程中,熵产生值  $\sigma$  的形式为<sup>[3]</sup>:

$$\sigma = \sum_k^n J_k X_k \quad [3] \quad (\text{其中 } J_k: \text{ 化学反应速度、} X_k: \text{ 化学推动力}) \quad (1)$$

生物膜中物质转动过程的熵产生值为<sup>[3]</sup>:

$$\sigma = J_c \frac{A_c}{T} + J_e X_e \geq 0 \quad (\text{其中 } A_c: \text{ 化学反应亲合势}) \quad (2)$$

式中,  $J_c \frac{A_c}{T}$  是表征化学反应速度的因子,而

$$\text{扩散速率}(J_e) = L_{11} X_e + L_{12} \frac{A_c}{T} \quad (3)$$

$$\text{化学反应速度}(J_c) = L_{21} X_e + L_{22} \frac{A_c}{T}$$

(其中  $L_{12}$ 、 $L_{21}$ : 不同介质环境的偶和系数)

在(2),(3)式中,只有  $L_{12}$ 、 $L_{21}$  与比值膜<sup>32</sup>P/总<sup>32</sup>P 有关,其它参数都是环境变量( $T$ ,  $P$  等)的函数。

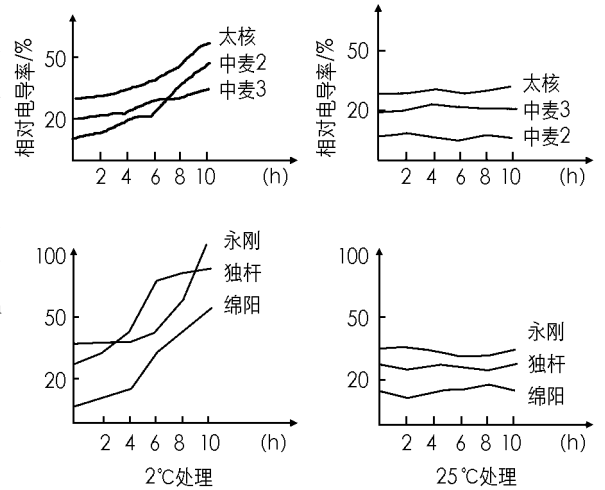


图 1 2℃ 及 25℃ 处理的相对电导率

$L_{12}$ ,  $L_{21}$ 的一般函数形式可写为<sup>[3,5]</sup>:

$$L_{12} = f(\text{膜}^{32}\text{P}/\text{总}^{32}\text{P}); L_{21} = g(\text{膜}^{32}\text{P}/\text{总}^{32}\text{P})$$

将附表中不同品种的数值代入可得:

$$\text{冬性品种: 中麦 2 号: } L_{12} = f(28.53\%) - f(20.07\%) = a$$

$$\text{中麦 3 号: } L_{12} = f(26.64\%) - f(19.34\%) = b$$

$$\text{太核 88-20: } L_{12} = f(24.35\%) - f(18.89\%) = c$$

$$\text{春性品种: 独杆大穗: } L_{12} = f(25.61\%) - f(13.39\%) = a'$$

$$\text{绵阳 11 号: } L_{12} = f(24.67\%) - f(15.86\%) = b'$$

$$\text{永刚 2 号: } L_{12} = f(25.12\%) - f(12.13\%) = c'$$

按照函数的变化趋势及实验结果数据的比较, 函数推导必然有如下结论:

$$a > a', b > b', c > c'$$

$L_{21}$ 的计算方法与  $L_{12}$  相同.

由于方程(2)式为正比函数, 将这些结果代入(2)式则有:

$$\sigma_{\text{冬性品种}} > \sigma_{\text{春性品种}} \quad (4)$$

按照定态的最小熵产生原理<sup>[3]</sup>, 低温胁迫对不同品种的膜,  $\sigma$  值都要达到最小值, 这种定性的趋势是热力学的规律所决定的, 而(4)式是以(3)式为前提的, 这说明低温胁迫时, 春性小麦品种的化学反应速度  $J_c$  及扩散速度  $J_e$  小于冬性品种. 由于低温下生物膜上物质的转运能力降低, 植株不能正常生长, 进而枯萎、变黄, 但冬性比春性小麦品种所受的伤害较弱.

#### 参考文献:

- [1] 薛应龙. 植物生理学实验手册 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1985.
- [2] 刘鸿先. 细胞膜渗透的测定 [J]. 植物生理学报, 1985, 11(1), 40.
- [3] 李如生. 非平衡态热力学和耗散结构 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1986.
- [4] P S 诺贝尔. 生物物理的植物生理学导论 [M]. 北京: 科学出版社, 1984.
- [5] Katchalsky A and Curran P F. Nonequilibrium Thermodynamics in Biophysic [M]. Cambridge: Harvard University Press, 1965.

## Biophysical analysis of the Resistance of Wheat

LIU Yong

School of Science, Guizhou University, Guiyang 550025, China

**Abstract:** Varieties of cold-resistant and non-cold-resistant wheat were used as research materials, the labeling technique and the liquid scintillation counter were adopted to determine the phosphatide metabolism on membranes of various wheat and the changes of their electrolyte osmosis under the stress of low temperature. Based on the principle of thermodynamics, this paper made an analysis of the function relations of the chemical reaction, and the ion diffusing process.

**Key words:** wheat; teace methods; electrolyte; osmosis; plasma membrane; electric potential