

# 低温对豆类种子萌发时一些生理过程的影响及药剂的防护作用

顾增辉 徐本美 郑光华

(中国科学院植物研究所北京植物园)

关于植物冷害问题已有大量工作<sup>[1]</sup>,但对种子萌动初期冷害的研究还很少。本文对豆类种子萌动初期受低温影响引起的一些生理生化过程的变化,以及某些药剂对冷害的防护作用进行了探讨。

我们发现瓜尔豆种子是属于对低温极度敏感的类型<sup>[2]</sup>,但在其种胚刚刚开始感受冷害,还未完全丧失生活力之前,一些生理生化过程如呼吸强度及过氧化物酶等,也都有一个短暂的增强趋势,如表 1 所示,在冷浸 2 小时后,呼吸速率显著比对照为高;而冷浸达 8 小时后,呼吸过程严重受到阻抑,种胚也就失去发芽力(对照发芽率为 100%,而受冷害 8 小时后下降到 24%)。种子受冷后,呼吸暂时性增强与一般植物组织受外伤、罹病或其他不利外因影响下导致呼吸暂时加强是一致的。

表 1 不同温度浸种对瓜尔豆呼吸强度的影响\*

| 浸种时间(小时)<br>浸种温度(°C) | 2      | 4      | 6      | 8      | 10     | 14     |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 25                   | 183.69 | 207.71 | 185.53 | 235.21 | 171.87 | 176.53 |
| 10                   | 253.48 | 198.96 | 180.02 | 187.64 | 127.59 | 121.50 |
| **耗氧比(%)             | 137.99 | 95.79  | 97.03  | 79.78  | 74.24  | 68.83  |

\* 本试验用氧电极在 25°C 恒温条件下测定的。 \*\* 耗氧比是指 10°C 浸种时之呼吸强度与 25°C 浸种时呼吸强度之比。  
单位:  $\mu\text{M.O}_2/\text{克鲜重/分钟}$ 。

一般认为种子萌发初期呼吸显著地利用五碳糖支路<sup>[3]</sup>, NADP 的水平和 G-6-P 脱氢酶活性是关系到这一途径运转与否的关键<sup>[4]</sup>,我们在瓜尔豆试验中发现了关系到  $\text{NADPH} \rightarrow \text{NADP}$  的前导因素——过氧化物酶的活性,在遇冷害的初期也相应出现一个短暂的增强,从表 2 看到瓜尔豆浸种 4 小时后,10°C 浸种反比 25°C 浸种的过氧化物酶活性为高,但达 7 小时冷浸比对照显著降低很多。由此可见,对低温这一不利因素,敏感型的种子也具有一定程度的适应反应,但非常短暂,因而对冷害也就没有抗性可言。

我们发现多数对冷害属中间类型的大豆种子,这种适应过程持续时间较长。表 3 说明,受冷害 13 小时后的大豆种子,其 ATP 酶活性,不论在高温 (26.3°C) 或低温 (9.9°C) 条件下测

本文 1980 年 7 月 8 日收到。

定,都比对照的大为加强。ATP 酶的活性是与线粒体膜的结构密切有关的。我们从大豆胚芽膜脂组分的初步分析看到,在低温影响下,膜脂中不饱和脂肪酸含量几小时内就有所增加,并在较长时间内维持这种变化。这与一般认为在低温条件下脂肪酸向不饱和转化属适应反应的看法是一致的。

表 2 不同冷浸时间下瓜尔豆种子过氧化物酶的相对活性\* (OD)

| 浸种时间(小时) | 浸种温度(°C) |       |
|----------|----------|-------|
|          | 25       | 10    |
| 4        | 0.018    | 0.030 |
| 7        | 0.053    | 0.032 |
| 22       | 0.590    | 0.026 |

\*在室温 19°—21°C 下测定的。

表 3 不同温度浸种对大豆胚芽 ( $\text{Na}^+ \text{K}^+$ )

ATP 酶活力影响

| 处 理                | 测定温度(°C) |        |
|--------------------|----------|--------|
|                    | 9.9      | 26.3   |
| 对照 (25°C 浸种 13 小时) | 0.1136   | 0.1845 |
| 冷害 (7°C 浸种 13 小时)  | 0.1536   | 0.3005 |
| * 活力比 (%)          | 135.2    | 162.9  |

\* 活力比: 指 7°C 浸种时酶活力与 25°C 浸种时酶活力之比。

材料: 吉林 3 号, 活力单位:  $\mu\text{Mpi}/\text{mg}$  蛋白/小时。

这些试验结果表明,当胚细胞开始感受冷害时,一些生理过程都会出现有利于机体本身生存的适应性反应。显然,反应的特点是依种类而异的。敏感型的瓜尔豆种子持续时间是短暂的,很快胚细胞就丧失生活力;而中间型种子,这种适应过程持续时间很长,去氢过程的反应(图 1)就是一个明显的例子。

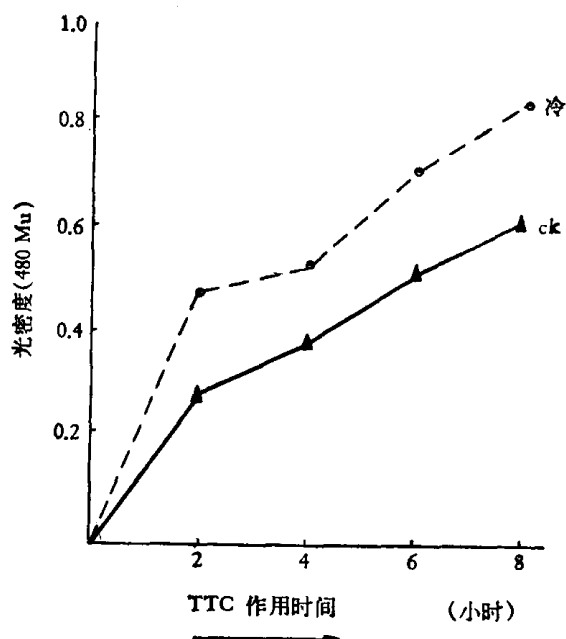


图 1 冷害对大豆(吉林 3 号)种子去氢过程的影响

ck 冷害都是浸种 16 小时后测定的

为了探索低温浸种产生冷害的机制,在摸索预防冷害措施的过程中,从各种角度(如膜结构的稳定和对透性的影响,酶的激活、氢的受体、某些代谢环节的调控等)考虑,试用了 40 多种药剂,以不同浓度进行低温浸种试验,发现适当浓度的甘油、激动素、乙烯利、cAMP 以及 ATP

对减轻冷害都有很显著的效果,均能在不同程度上对处于低温条件下的幼胚起保护作用,结果如表 4 所示。其中,甘油有很强的亲水性,能稳定胶体及组织内代谢过程,这种现象可能与糖

表 4 药剂增强大豆种子对低温伤害的抵抗力\*

| 效 果 \ 处 理     | 激动素 5 ppm | 乙烯利 100 ppm | 甘油 0.1% | ATP 10 ppm | cAMP 5 ppm |
|---------------|-----------|-------------|---------|------------|------------|
| 处理比对照发芽率提高(%) | 42.2      | 63.9        | 83.1    | 84.8       | 131.8      |

\* 激动素、乙烯利、甘油试验材料为吉林 3 号, ATP 试验为吉林 4 号, cAMP 为黑农 8 号, 药液处理和对照(水)都经 5°—7°C 浸种 16 小时再发芽。

对某些动物细胞的保护作用相似,但糖在我们的试验中效果不佳,这也许是透性较差的关系;我们推测甘油的效果主要是有利于膜脂蛋白层的结构稳定,当然,甘油本身还可以是膜脂的组分或参与其他代谢过程。我们还用鲜蛋黄稀释液做了冷浸试验,获得了十分显著的抗冷效果,这都说明冷害与膜的关系至为密切。已有论述激动素及乙烯利都能直接影响膜的功能,更重要的可能是通过调节代谢而获得 ATP 含量的提高<sup>[5]</sup>,从而促进 RNA、多核糖体的形成。我们用大豆种子作实验,得到了外源 ATP 有直接预防冷害的结果,ATP 酶在受冷害过程中活性显著加强,这表明冷害的产生可能与 ATP 的合成及供给有密切关系。另一个值得注意的事实是 cAMP 对预防冷害的有利影响,它将为研究 cAMP 在植物体内生命活动中的功能问题提供线索。有关 cAMP 在动物体中作为“第二信使”的功能是否能同样类推运用于高等植物,目前还没有明确结论<sup>[6]</sup>,比较肯定的是 cAMP 有相近于植物激素的作用<sup>[7]</sup>,联系到我们获得 cAMP 能显著减轻冷害的试验结果,考虑到尽管 cAMP 在高等植物体中含量甚微,但其作用也许是至关重要的。

综合上述资料,我们认为浸种时受冷害的原因可能是直接关系到膜系统的结构的完整性。这样的设想与 Lyons 1973 年提出的植物冷害一般机制基本一致。但是我们着重强调与能量代谢的关系,认为胚细胞在冷害开始时出现的这种适应性的生理生化反应过程是否能持续下去,取决于膜构型变化的程度,但如能不断设法加强 ATP 的合成和供给,也可在某种程度上弥补因受轻度冷害所致膜结构变型造成的不良后果,或者使受损伤并非处于不可逆状态的膜在某种程度上得到修补。

致谢: 此项工作承汤佩松教授指教。部分工作在上海植物生理研究所环境生理组测定, 承李锦树、王育启同志协助。大豆种子承吉林农业科学院大豆研究室及黑龙江大豆研究所协助提供。

## 参 考 文 献

- [1] Lyons, J. M., *Ann. Rev. Plant Physiol.*, **24**(1973), 445—466.
- [2] 郑光华等, *科学通报*, **24**(1979), 9: 422—424.
- [3] Roberts, R. H. et al., in *The Physiology and Biochemistry of Seed Dormancy and Germination*, North-Holland Publ. Co., 1978, 385—406.
- [4] Hendricks, S. B. et al., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **72**(1975), 306—309.
- [5] Tao, K. L. et al., *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **59**(1974), 764—770.
- [6] Amrhein, N., *Ann. Rev. Plant Physiol.*, **28**(1977), 123—133.
- [7] Tao, K. L. et al., in *The Physiology and Biochemistry of Seed Dormancy and Germination*, North-Holland Publ. Co., 1978, 413—429.