

虽然观察的 26 个 40 日龄的愈伤组织细胞，80.8% 的细胞具有 7 个簇麦染色体，具 5 或 6 个簇毛麦染色体的细胞为 19.2%，没有看到其他染色体变异，但是再生植株的簇毛麦染色体是正常的，这些植株的染色体构成都是预期的 35 个小麦染色体和 7 个簇毛麦染色体，未见簇毛麦染色体数目和结构变异，观察到的有丝分裂后期细胞染色体桥也不是簇毛麦染色体形成的，表明杂种致死与簇毛麦染色体无关。虽然有文献记载黑麦的 5RL 和 7RL 染色体臂上带有杂种致死基因，但是在簇毛麦上没有发现带有杂种致死基因。上述结果也排除了组织培养过程中产生染色体畸变和基因突变而使植株致死的可能。同期，在中国春、91E27、冀麦 38 号，84 加 7911515、遗 4071、遗 4095、唐麦 4 号，NPFP 和鲁资 023 等普通小麦品种(或品系)以及合成小麦 Synthetic 和玛卡小麦(*Triticum macha*)与 TH₁ 和 TH₁W 杂种 F₁ 和 1 500 余株杂种幼胚培养的再生植株均未发现有杂种致死现象发生，只有鲁资 357 与 TH₁ 和 TH₁W 杂交时发生杂种致死现象。这种杂种致死现象可能与小麦本身的遗传因素有关。

据报道，小麦存在两个互补的显性杂种致死基因 Ne1 和 Ne2，分别位于 5BL 和 2BS 染色体上，两者互作使杂种在苗期死亡。大多数硬粒小麦含有 Ne1 基因，70% 的普通小麦含有 Ne2 基因，四倍体小麦中不存在或极少存在 Ne2 基因。据此推测，普通小麦鲁资 357 可能含有 Ne2 基因，而 TH₁ 和 TH₁W 的硬粒小麦亲本 81086A 可能携带 Ne1 基因，当用鲁资 357 与 TH₁ 和 TH₁W 杂交时由于两个杂种致死基因共同存在，使得杂种发生死亡现象。在 1996 年和 1997 年移栽的鲁资 357× TH₁W 再生植株中，分别有 1 个植株正常成熟，其中的 1 个植株自交还得到 2 粒种子，有 1 粒成苗，可能是组织培养过程中发生了遗传修饰。据报道，在加拿大披碱草(*Elymus canadensis*)× 黑麦中，未经愈伤组织阶段的杂种发生了致死现象，通过幼胚培养获得的再生植株没有出现杂种致死现象。

李洪杰¹，张艳敏¹，李 辉¹，温之雨¹，王子宁¹，郭北海¹，贾 旭²，朱至清³

(1. 河北省农林科学院粮油作物研究所 河北省作物遗传育种实验室，河北 石家庄 050031；2. 中国科学院遗传研究所，北京 100101；3. 中国科学院植物研究所，北京 100093)

渗透胁迫下 Ca²⁺/CaM 对小麦幼苗根叶
SOD 及 POD 活性的影响

Effect of Ca²⁺/CaM on Superoxide Dismutase and Peroxidase
in Roots and Leaves of Winter Wheat Seedlings Under Osmotic Stress

当植株遭受干旱胁迫时，根系首先产生信号物质，然后运到地上部调节某些生理代谢过程，并引起一系列相关酶类或蛋白基因的表达。目前，已确认这种信号物质是 ABA。作为第二信使，Ca²⁺/CaM 本身已受到广泛而深入的研究，但在作物抗旱方面报道较少。而大部分研究又集中在 Ca²⁺ 对 ABA 调节气孔开闭过程的影响。然而，干旱情况下 ABA 引起酶活变化的过程中是否也有 Ca²⁺/CaM 的参与这方面研究见报不多。为此，我们以冬小麦幼苗为材料对此进行了初步探讨。

1 材料和方法

1.1 材料处理

精选冬小麦(*Triticum aestivum*)品种 4185 种子，经表面消毒、浸种、吸胀和催芽后，播种于塑料盆尼龙网上，用 Hoagland 培养液进行水培。培养室昼夜温度为 25℃/20℃，每天光照 14 h。至两叶一心时，用含不同浓度 Ca²⁺ (0, 5, 20 mmol/L) 和 TFP (30, 100 μmol/L) 的培养液根部处理，同时用 PEG-6000 进行渗

透胁迫。渗透势均为 -1.0 MPa 。各处理重复3次。正常根、叶为对照。

1.2 测定方法

SOD和POD的测定参照Giannopolitis CN(1977)和张志良(1990)的方法。

2 结果与分析

2.1 渗透胁迫下不同浓度 Ca^{2+} 对小麦幼苗根叶SOD活性的影响

在正常状况下,根、叶SOD活性变化不明显,而PEG处理使二者活性同时提高,且随胁迫时间延长,呈一直上升趋势。高、低浓度 Ca^{2+} 处理都增强了PEG这种效应,且高浓度比低浓度作用更显著。在正常情况下,根系SOD活性远高于叶片,最大可达3倍。另外,不同处理对根系影响要大于叶片。这表明:根系对 Ca^{2+} 的响应更敏感。

2.2 渗透胁迫下不同浓度 Ca^{2+} 对小麦幼苗根叶POD活性的影响

PEG及不同浓度 Ca^{2+} 处理,小麦幼苗根、叶POD活性变化类似于SOD。不同的是根系POD活性变化幅度比叶片更为明显。另外,从健康植株来看,根、叶POD活性却相差不多。

2.3 渗透胁迫下不同浓度TFP对小麦幼苗根叶SOD活性的影响

PEG胁迫下, $30\text{ }\mu\text{mol/L}$ TFP处理使得根、叶SOD活性提高,而 $100\text{ }\mu\text{mol/L}$ TFP使得叶片酶活提高,而使根系酶活降低。随胁迫时间延长,酶活虽稍有提高,但其值一直低于正常水平。不同处理使得叶片酶活呈一直上升趋势,而根系只在胁迫12 h有所升高,以后随胁迫时间延长,变化幅度趋于平缓。

2.4 渗透胁迫下不同浓度TFP对小麦幼苗根叶POD活性的影响

不同浓度TFP处理,叶片的变化似于根系。这表明:TFP对根叶SOD和POD活性的影响是一致的。

3 讨论

许多研究指出:胁迫破坏了植株体自由基产生与清除间的平衡,降低了自由基清除系统的清除能力,自由基在体内积累,使得蛋白质氧化和生物膜受到伤害,导致植株损伤。SOD、CAT、POD是体内参与自由基酶清除系统的3个主要酶。他们活力的变化在相当大的程度上代表或反映了机体内自由基的代谢概况。本试验中,PEG胁迫使得幼苗根叶SOD、POD酶活都有所提高,这与鄢旬等人(2000年)在叶片上研究的结果相一致。从试验结果发现:渗透胁迫下,高、低浓度 Ca^{2+} 处理都使根叶SOD、POD酶活升高,且高浓度处理效果更明显。这说明: Ca^{2+} 参与干旱信号引起基因表达的过程。这进一步证明了谷俊涛等(2001)对POD同工酶测定结果的正确性。从TFP对幼苗根叶的影响来看, $30\text{ }\mu\text{mol/L}$ 处理使根叶SOD、POD酶活升高,而 $100\text{ }\mu\text{mol/L}$ 则使根系酶活低于正常水平。这一方面说明,CaM也参与干旱信号引起基因表达的过程;另一方面,TFP浓度太大,本身可能对根系有毒害作用。另外,由于根系直接接触反应液,所以使得根系酶活变化要比叶片更显著。

郭秀林¹,李孟军²,关军锋¹,崔四平¹,马春红¹,李广敏¹

(1. 河北省农科院理化所抗逆中心,河北石家庄 050051; 2. 河北师范大学生命科学院,河北石家庄 050016)(河北省自然科学基金资助项目(399470))