

4.5 自由基与植物逆境生理



植物产生 $O_2\cdot^-$ 的方式有二：①氧化酶催化反应中伴生 $O_2\cdot^-$ 。这类酶有硝基丙烷双氧化酶、半乳糖氧化酶、过氧化物酶类等。②还原态化合物与氧气作用生成 $O_2\cdot^-$ 。这类化合物有黄素、铁氧还蛋白、二元酚、喋啶等。

光合作用也产生还原态物质。这是植物体内产生 $O_2\cdot^-$ 的重要途径。

植物体防御自由基系统既有抗氧化酶系（如SOD、CAT等），又有自由基清除剂（如GSH、Vc、Ve等）。

此外有些生理反应也有利于防止自由基产生，如光呼吸可通过消耗NADPH，有利于还原态铁氧还蛋白将电子传给 $NADP^+$ ，而不利于生成 $O_2\cdot^-$ 。

植物处于逆境（如强光、干旱等），体内会产生过量的氧自由基，如不能及时清除则对机体产生损伤。



❖ SO₂的损伤作用

SO₂是空气中的主要污染物之一。它能侵入植物产生多种自由基损伤机体。

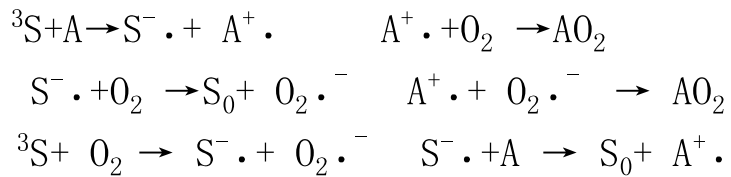
高浓度的SO₂使植物发生缺绿病、坏死或过早脱叶。过氧化酶是对SO₂最敏感的酶之一。其活性的增加是植物对SO₂胁迫的保护反应，因为它可使毒性较高的SO₃²⁻氧化成毒性较低的SO₄²⁻。

❖ 光氧化作用

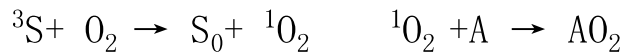
一个分子吸收光能后跃迁成短寿命的单线激发态，寿命为10⁻⁹-10⁻⁶s，在这极短时间内或释放激发能弛豫成基态S₀，或经能量系统间转换变成寿命较长的三线态³S(10⁻³-10¹s)。



3S 寿命较长，来得及在弛豫前与分子作用，可使附近的分子A变成半还原态 $A^+ \cdot$ ， $A^+ \cdot$ 极易被氧化：



光敏反应中也产生 1O_2 ，它同样能氧化基质：



概括的说，生物系统或细胞在染料和氧气的参与下，受特定波长光照射后产生损伤或死亡，此反应称为光敏反应。

必要条件：氧、敏化剂和能被敏化剂是吸收的光

天然敏色素有叶绿素、海棠素、卟啉、香豆素。

植物生理学中的光氧化作用就是光敏作用，指的是植物绿色组织在强光下，形成过量的 $O_2 \cdot^-$ 和 1O_2 ，超出了叶绿体防御系统的负荷，诱发了脂质过氧化，对膜系统造成伤害。



❖ 干旱

耐旱植物在干旱时能提高SOD和CAT活性，抑制脂质过氧化，防止膜损伤；而干旱敏感植物不能控制脂质过氧化反应，使得膜损伤并导致细胞死亡。可见植物的耐旱能力与抗氧化性酶的活性及对脂质过氧化反应的控制能力密切相关。

综上，当植物处于逆境条件下，体内自由基产生和清除的平衡遭到破坏，过量的自由基可使膜脂质过氧化而损伤膜功能，表现为膜通透性增大，离子泄漏；同时也可使叶绿素、蛋白质等氧化；严重时可造成植株死亡。

在轻微逆境条件下生长的植物有一定的适应作用，表现为一些防御性酶活性增高，自由基清除剂含量增多。因此，常用自由基防御性酶活性高低做为对逆境耐受力的指标或抗性锻炼的指标。