

# 浅析干旱胁迫对作物生长机理的影响

甘雅文,扎西罗布\*

(省部共建青稞和牦牛种质资源与遗传改良国家重点实验室/西藏自治区农牧科学院农业研究所,西藏 拉萨 850032)

**摘要:**干旱是影响作物生长及产量的最重要环境因素,全球气候变暖使部分地区的干旱趋势加重了,为了减少干旱对作物生长造成的影响。本文从干旱对作物生长、光合作用、气孔、渗透调节、抗氧化系统几个方面进行了详细的阐述,为作物抗旱机理提供理论依据。

**关键词:**干旱;作物;生长机理

中图分类号:S512.3 文献标识码:A

## Effects of Drought Stress on Crop Growth Mechanism

GAN Ya-wen, Zhaxiluobu\*

(State Key Laboratory of Hulled Barley and Yak Germplasm Resources and Genetic Improvement/Tibet Agriculture Research Institute of TAAAS, Tibet Lhasa 850032, China)

**Abstract:** Drought is the most important environmental factor that affects crop growth and yield. Global warming has exacerbated the trend of drought in some areas in order to reduce the impact of dryness on crop growth. In this paper, the aspects of crop growth, photosynthesis, stomata, osmotic adjustment, and antioxidant system are expounded in detail from drought to provide theoretical basis for crop drought resistance mechanism.

**Key words:** Drought; Crop; Growth mechanism

干旱是因为长时期降水很少,使土壤缺水,空气干燥,造成作物体内的水分亏缺,对作物生长发育产生影响从而使其减产的一种农业气象灾害。在全球范围其他自然灾害带来的经济损失远远低于干旱。大豆及玉米的主产区是美国中西部的各州,干旱对约63%的牧草、86%的玉米及83%的大豆等种植区域造成了严重影响。近年来,我国各省份的粮食生产因受干旱的影响,在经济上造成严重的损失,为了减少干旱对作物的生长造成影响,本文旨在浅析干旱对作物生长机理的影响,为作物抗旱机理提供理论依据。

## 1 干旱胁迫对作物生长的影响

作物在干旱胁迫下生长减弱,叶面积、叶片数量

呈现降低的趋势,比叶面积(单位重量的叶面积)、最大叶面积、生物产量也呈现降低的趋势。早期研究认为,膨压降低的主要原因是叶片生长受干旱的影响,但目前研究结果否定以往的实验结果。玉米幼苗叶片生长区在干旱胁迫的条件下膨压没有发生变化,但生长速率下降,这可能与细胞壁的硬化响应有关。植物叶面积的增大在干旱条件下被细胞壁的硬化有效地抑制,所以作物的蒸腾失水明显降低,从而延长作物的生存周期。

## 2 干旱胁迫对作物光合作用的影响

作物在干旱胁迫的条件下,其光合作用降低,干旱持续的时间越久,作物的光合速率降低越明显<sup>[1-2]</sup>。造成光合作用下降的原因首先主要是因为作物膜系统遭到损伤,叶绿体的结构产生改变,使膜脂氧化的速度加快并形成超氧自由基,光合电子的传递系统因光合色素的降解而受到损坏,光合磷酸化遭到抑制造成水解酶的活性呈现上升的趋势及合成酶的活性呈现下降的趋势,从而造成光合速率

收稿日期:2020-04-01

作者简介:甘雅文(1988-),女,研究实习员,主要从事作物遗传育种,E-mail:739232514@qq.com;\*为通讯作者:扎西罗布(1979-),男,副研究员,主要从事作物遗传育种。

下降<sup>[3]</sup>;其次气孔导度的降低使气孔阻力变大,CO<sub>2</sub>进入叶片时受到阻止,造成光合作用降低。作物光合作用受干旱胁迫的影响因胁迫的方式、作物的种类及胁迫的程度不同而不同,干旱胁迫生长时期不同其反应不同。非气孔因素在缓慢、中度或严重干旱下是影响光合作用的主要原因,气孔限制在轻度或快速干旱下是造成光合作用降低的主要原因。黄瓜幼苗在重度干旱胁迫条件下,其表皮细胞相互重叠,下表皮细胞表面扭曲起伏,气孔开度变小,气孔形成内陷,多数呈关闭的状态,一些保卫细胞边缘有损伤的痕迹。水稻在轻度干旱胁迫下,叶片的气孔密度分布没有太大变化,干旱胁迫达到一定程度时,气孔密度分布发生紊乱<sup>[4]</sup>。随着土壤水分胁迫程度加剧,油橄榄、油松、山杏和沙棘由气孔限制向非气孔限制转变<sup>[5-6]</sup>。大豆在干旱胁迫下,其气孔导度、蒸腾速率及净光合速率等表现出先增加后降低的趋势。在轻度水分胁迫下水分利用效率上升;在中度胁迫下水分利用率下降;在重度胁迫下水分利用率明显降低。气孔因素是造成轻度、中度干旱条件下净光合率下降的原因;非气孔因素是造成重度干旱条件下净光合率下降的原因<sup>[7]</sup>。

### 3 干旱胁迫对作物气孔的影响

作物对周围环境的适应及对干旱胁迫的抵制,机制之一是气孔调节。作物与外界环境进行气体及水分的交换绝大多数是通过气孔来完成,且蒸腾作用和光合作用通过气孔开度来调节。作物对干旱胁迫反应的特征是气孔密度增大和气孔开张度下降,其反应不但与干旱胁迫程度有关且与植物种类有关。作物的净光合速率和叶片气孔密度有着密切关系。叶片气孔密度随着干旱胁迫程度的增加,表现出先增加后减少的趋势,叶片的气孔密度在适当的干旱条件下能增加,但是叶片气孔密度在过度干旱的条件下则会下降。Makbul 等<sup>[8]</sup>研究发现,干旱胁迫的条件下大豆 *Glycine max* 叶片变小,但气孔的数量没有变少,进而造成气孔相对密度变大。

### 4 干旱胁迫对作物渗透调节的影响

作物适应逆境环境及抵制水分缺失的一种主要的生理机制是渗透调节,其积累的溶质大部分是无机离子、氨基酸及糖等。作物的叶片细胞渗透势能借助细胞溶质的净积累变小,在水分缺失时使其保持膨压,维持与膨压相关过程(特别是气孔调节)来增强抵制脱水的能力,从而维持正常的生理代谢<sup>[9]</sup>。很大的负渗透势的叶片在一定水势条件下,

有较大的膨压,且在膨压的临界消失之前能够承受巨大的脱水作用。细胞渗透势较低时能维持细胞的体积,水分能更好的流入。

参与渗透调节的物质在干旱胁迫条件下基本上分为2大类:一类是有机溶质,主要调节细胞质的渗透势,如游离氨基酸、有机酸、可溶性糖等,其中以脯氨酸为主;另一类是无机离子,如 Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>、Mg<sup>2+</sup>、Ca<sup>2+</sup>等,大部分调节液泡渗透势<sup>[10]</sup>,它们能减少有毒的离子对酶的伤害,主要因能替代水分子结合在蛋白的表面且多数为亲水性物质。大多数认为初期渗透的调节剂是 K<sup>+</sup>,但随胁迫的程度不断增加,脯氨酸及可溶性糖的积累也先后出现增加,脯氨酸的增加能很好的维持组织或细胞的持水能力。干旱胁迫的时间长短及作物的器官不同,渗透调节的物质积累的种类及顺序也会呈现出不同。大麦的根系和地上部分中的脯氨酸、可溶性的蛋白质含量随着干旱胁迫的时间表现先增大后减少的趋势<sup>[10]</sup>。

### 5 干旱胁迫对作物抗氧化系统的影响

作物在生长过程中会产生活性氧及其衍生物,一般情况下作物活性氧的产生和消除能保持一个动态的平衡,但在逆境胁迫下,作物体内抗氧化系统无法消除活性氧的产生,会对作物造成氧化伤害。Fridrich 在 20 世纪 60 年代末,阐述生物自由基伤害学说,揭示了细胞膜系统破坏的原因。过剩自由基在作物体内会造成膜脂过氧化作用及膜系统的损伤,甚至会造成植物细胞的死亡。细胞膜上的酶、蛋白质等与膜脂过氧化的产物丙二醛交联、结合,进而造成其失活,损坏了生物膜的功能及结构。干旱胁迫造成作物伤害的重要原因之一是作物细胞内过氧化物的产生与清除的不能够达到平衡。非酶抗氧化剂及抗氧化酶类是作物自身存在的保护系统,能把作物体内过多的活性氧清除。在干旱胁迫下,过氧化物酶、抗坏血酸过氧化物酶、过氧化氢酶、超氧化物歧化酶这几种酶共同作用,可阻止或减少羟基自由基形成并可消除过氧化物、过氧化氢和超氧自由基来保护膜系统免受损伤。大麦随着胁迫时间的延长,其地上部分超氧化物歧化酶、过氧化物酶的活性出现先上升后下降的变化,地上部分保护酶的活性和根系中保护酶的活性存在不同,大麦品种地上部分和根系中膜脂过氧化物产物含量随干旱胁迫时间的延长均有不同程度增加<sup>[11]</sup>。

### 6 问题与展望

目前干旱胁迫是人们研究主要的逆境因子。在

农业生产上,面对干旱造成的不同问题,怎样才能减少干旱胁迫对作物的生长、发育和繁殖造成的影响,受到很大的关注。对我国的粮食作物而言,干旱是一个备受关注的逆境。在全国范围内,因为水分亏缺对作物造成的减产,可能要远远大于其他因素对其产量造成的损失。干旱导致减产的重要原因就是降低了作物的光合作用,使净光合速率和气孔导度下降。本从干旱对作物生长、光合作用、气孔、渗透调节、抗氧化系统几个方面进行了详细的阐述,为今后相关研究积累资料,为改善干旱农业产量提供理论依据和实践参考。

#### 参考文献:

[1]刘吉利,赵长星,吴娜,等. 苗期干旱及复水对花生光合特性及水分利用效率的影响[J]. 中国农业科学, 2011, 44(3): 469 - 476.

[2]常敬礼,杨德光,谭巍巍,等. 水分胁迫对玉米叶片光合作用的影响[J]. 东北农业大学学报,2008, 39(11): 1 - 5.

[3]肖万欣,王延波,谢甫绶,等. 高温和干旱胁迫下植物叶片光合

系统变化、气孔运动及其调控研究进展[J]. 辽宁农学,2012, (6):29 - 33.

[4]田鑫,于广文. 干旱胁迫对水稻叶片气孔密度的影响[J]. 辽宁农业科学, 2010 (2): 26 - 28.

[5]张征坤. 土壤水分对不同树种光合作用日动态过程的影响[D]. 泰安: 山东农业大学,2012.

[6]王怡. 水分胁迫对3个油橄榄品种光合及生理特性的影响[D]. 雅安: 四川农大, 2012.

[7]卢琼琼,宋新山,严登华. 干旱胁迫对大豆苗期光合生理特性的影响[J]. 中国农学通报, 2012,28(9): 42 - 47.

[8]Makbul S, Gvler N S, Durmus N, et al. Changes in anatomical and physiological parameters of soybean under drought stress[J]. Turkish Journal of Botany, 2011,35(4): 369 - 377.

[9]鲁松. 干旱胁迫对植物生长及其生理的影响[J]. 江苏林业科技, 2012(4):15.

[10]张国英,谈建中. 桑树抗旱机理研究进展[J]. 江苏蚕业, 2002 (2): 5 - 8.

[11]聂石辉. 大麦抗旱的生理生化机理研究及种质资源抗旱性评价[D]. 石河子: 石河子大学, 2011.