

郑舒文, 徐其隆, 邹华文. 脱落酸对涝渍胁迫下小麦产量的影响[J]. 江苏农业学报, 2015, 31(5): 967-970.  
doi:10.3969/j.issn.1000-4440.2015.05.004

## 脱落酸对涝渍胁迫下小麦产量的影响

郑舒文<sup>1,2</sup>, 徐其隆<sup>1,2</sup>, 邹华文<sup>1,2</sup>

(1. 长江大学农学院, 湖北 荆州 434025; 2. 主要粮食作物产业化湖北省协同创新中心, 湖北 荆州 434025)

**摘要:** 为了研究脱落酸(ABA)在小麦对涝渍胁迫响应过程中的生理作用,在涝渍胁迫条件下用 0.05  $\mu\text{mol/L}$  ABA 喷施小麦叶片,检测逆境处理期间小麦叶片内超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)的活性,及丙二醛(MDA)含量和相对电导率,并于收获后测产。生理指标测定结果表明,与对照相比,ABA 处理可以显著提高涝渍条件下小麦叶片内 SOD、POD 及 CAT 活性,同时显著降低叶片内 MDA 含量及相对电导率水平;测产结果表明,ABA 处理可以显著提高涝渍条件下小麦的产量。可见,ABA 可以提高小麦对涝渍胁迫的抗性,进而增加小麦在涝渍条件下的产量。

**关键词:** 小麦; 涝渍; 脱落酸; 产量; 保护酶

**中图分类号:** S512.1.01

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-4440(2015)05-0967-04

## Yield of waterlogged wheat in response to ABA application

ZHENG Shu-wen<sup>1,2</sup>, XU Qi-long<sup>1,2</sup>, ZOU Hua-wen<sup>1,2</sup>

(1. College of Agriculture, Yangtze University, Jingzhou 434025, China; 2. Hubei Collaborative Innovation Center for Grain Industry, Jingzhou 434025, China)

**Abstract:** To investigate the effects of ABA on waterlogged wheat growth, 0.05  $\mu\text{mol/L}$  ABA was sprayed on the wheat leaves, and the activities of super oxide dismutase (SOD), peroxidase (POD), catalase (CAT), the content of MDA, and relative electric conductivity as well as yield were measured. The results showed that ABA could significantly improve the yield and the activities of SOD, POD and CAT in leaves of wheat under waterlogging, meanwhile decrease the content of MDA and relative electric conductivity, indicating that ABA is capable of boosting the tolerance to waterlogging and improving the wheat yield.

**Key words:** wheat; waterlogging; ABA; yield; protective enzyme

涝渍包括涝和渍,前者是指地面积水淹没了作物基部或全部造成的危害,后者指土壤水分达到饱和时对植物的危害。涝渍影响全球大约 10% 的耕

地面积,是影响农作物产量的最重要限制因子之一<sup>[1]</sup>。农业生产中,在排水不良或地下水位过高的土壤中,常会出现水分过多造成对作物的危害。根据作物种类、土壤类型及胁迫持续时间的不同,涝渍可以导致 15% ~ 80% 的产量损失,甚至颗粒无收。江汉平原麦区为湖北省小麦主产区之一,占全省小麦播种面积的 30% 左右。该地区 3 月下旬至 4 月上旬阴雨天气较多,涝渍灾害频发,而此时正处于小麦孕穗阶段。土壤含水量偏高不仅影响了小麦正常生长发育,也严重影响小麦籽粒产量,据统计该地区

收稿日期: 2015-02-06

基金项目: 国家公益性行业(农业)科研专项(201203032)

作者简介: 郑舒文(1990-),女,山东兰陵人,硕士,主要从事植物逆境生理研究。(Tel)0716-8066314; (E-mail) 4098812026@qq.com

通讯作者: 邹华文, (Tel) 0716-8066314; (E-mail) zouhuawen73@hotmail.com

平均产量仅为 3 000 ~ 3 750 kg/hm<sup>2</sup>, 比全省平均产量低 21.0%, 比全国平均产量低 33.2% [24]。

目前, 生产上除了选育适应在易涝地区种植的品种外, 有目标地施用植物生长物质也是提高小麦耐涝渍能力的重要措施之一。研究发现生长素和细胞分裂素均有不同程度地增强植株抗涝能力和减少产量损失的作用, 且涝前喷施效果优于涝后, 涝前预防与涝后补救相结合效果最佳[5]。另有研究发现, 不同的化学调节剂浸种处理后小麦苗期耐涝生理特性均得到一定程度增强; 另外, 喷施不同的化学调节剂对改善和提高小麦耐涝能力亦有一定作用, 不同化学调节剂的作用效应依次是多效唑>芸苔素内酯>乙酰水杨酸[6]。2010 年, 王晓冬等[7]报道, 在小麦幼苗期间进行涝害胁迫试验时, 发现外源  $\gamma$ -氨基丁酸可以通过调节光合叶绿素系统和抗氧化酶系统来减少涝害胁迫引起的生长抑制现象, 从而增强小麦的抗涝性。

作为一种逆境激素, 脱落酸(ABA)在调节植物生长发育, 尤其是非生物逆境的多个生理过程中起到非常重要的作用[8]。植物的水分胁迫、盐胁迫等多个非生物逆境都会诱导植物体内 ABA 含量的升高, 同时, 外施 ABA 也可以提高植物对多种逆境胁迫的抗性[9]。但是, 目前还未见有关于 ABA 应用于小麦抗涝渍胁迫的报道。本研究以江汉平原主推高产小麦品种郑麦 9023 为试验材料, 研究在涝渍条件下, 外施 ABA 对小麦产量的影响, 并对相关的生理机制进行初步探讨。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试验材料为当地主推小麦品种郑麦 9023。

### 1.2 方法

试验于 2013–2014 年度在长江大学农学科科研基地进行。试验小区采取随机区组设计, 设 3 次重复, 每小区面积为 2.5 m×5.0 m。于拔节期进行涝渍处理, 渍水处理至田间刚好出现明水, 并持续 14 d。于渍水处理后 24 h(傍晚)喷施 0.05  $\mu$ mol/L ABA, 每 3 天喷施 1 次, 以喷施蒸馏水的小区作为对照, 处理 14 d 后恢复正常的水分管理。收获前, 测量每小区连续 10 株的株高, 取平均值。收获后考种, 进行产量及产量构成因素的相关分析。参照文献[10]的方法, 分别于第 0 d、5 d、10 d、15 d 测量倒三叶中超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)活性, 以及 MDA 含量和相对电导率。

### 1.3 数据处理与分析

采用 Excel2007、SPSS 软件对数据进行统计和方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 ABA 对涝渍条件下小麦产量及株高的影响

植物受涝渍胁迫后形态学指标会发生明显的变化。其中最直观的表现就是生长受到抑制, 生物量尤其是经济产量积累减少。由表 1 可以看出, 与对照相比, ABA 处理可以提高涝渍条件下的小麦产量, 其差异达到了显著水平。进一步对产量构成的各个因素进行分析发现, 处理和对照之间的分蘖数、穗长及千粒质量等都没有显著差异, 而穗粒数差异达到显著水平, 与对照相比, ABA 处理的穗粒数增加了 85%。说明 ABA 是通过提高涝渍条件下的穗粒数来增加小麦产量。另外, 与对照相比 ABA 处理的小麦株高也有显著的增加。

表 1 ABA 对涝渍条件下小麦产量及株高的影响

Table 1 Effects of ABA on yields and heights of wheat under waterlogging

处理	小区产量 (g)	667 m <sup>2</sup> 产量 (kg)	分蘖数	穗长 (cm)	穗粒数	千粒质量 (g)	株高 (cm)
对照	1 625.9a	83.4a	6a	7.7a	20a	37.1a	60.9a
ABA	2 854.7b	146.5b	6a	7.2a	37b	37.0a	64.3b

同列中不同小写字母表示差异达到 0.05 显著水平。

### 2.2 ABA 对涝渍条件下小麦叶片内保护酶活性的影响

植物体内保护酶系统可以有效清除逆境条件下

产生的活性氧及自由基, 对植物细胞起到一定的保护作用。表 2 显示涝渍期间 ABA 处理和对照叶片内 3 种保护酶活性的变化趋势。由表 2 可以看出,

涝渍后,ABA 处理和对照叶片内 3 种保护酶活性都呈相似的变化趋势,即在涝渍胁迫期间都有不同程度的下降,但是相对于对照,ABA 处理的保护酶活性下降幅度较小,尤其是在涝渍后期,ABA 处理的

叶片内保护酶活性显著高于对照叶片。说明 ABA 可以通过提高保护酶活性来提高小麦的抗涝渍胁迫能力。

表 2 ABA 对涝渍条件下小麦叶片内保护酶活性的影响

Table 2 Effects of ABA on the activities of protective enzymes in wheat leaves under waterlogging

处理	SOD 活性 (U/mg)				POD 活性 (U/mg)				CAT 活性 (U/mg)			
	0 d	5 d	10 d	15 d	0 d	5 d	10 d	15 d	0 d	5 d	10 d	15 d
对照	31.0a	16.4a	14.0a	12.9a	53.4a	38.7a	26.5a	23.1a	155.3a	55.9a	64.9a	86.7a
ABA	30.7a	17.8a	20.0b	20.2b	52.7a	38.0a	41.3b	36.2b	149.8a	116.4b	128.3b	141.1b

同列中不同小写字母表示差异达到 0.05 显著水平。

### 2.3 ABA 对涝渍条件下小麦叶片 MDA 含量及相对电导率水平的影响

表 3 显示涝渍期间 ABA 处理和对照叶片内 MDA 含量和相对外渗电导率的变化趋势。由表 3 可以看出,随着涝渍胁迫时间的增加,对照和 ABA

处理的叶片内 MDA 含量和外渗电导率都呈上升趋势,但是在涝渍期间,ABA 处理的叶片内 MDA 和外渗电导率都低于对照,尤其是涝渍后期这种差异达到了显著或极显著水平。表明 ABA 处理可以减轻涝渍胁迫对小麦细胞膜系统的伤害程度。

表 3 ABA 对涝渍条件下小麦叶片 MDA 含量及相对电导率水平的影响

Table 3 Effects of ABA on MDA contents and relative electric conductivities in wheat leaves under waterlogging

处理	MDA 含量 (nmol/g)				相对外渗电导率 (%)			
	0 d	5 d	10 d	15 d	0 d	5 d	10 d	15 d
对照	37.0a	56.2a	77.4a	102.9A	18.6a	32.1a	45.3a	63.9a
ABA	36.1a	49.1b	58.3b	74.6B	20.1a	25.3a	30.5b	41.0b

同列中不同大、小写字母分别表示差异达到 0.01 和 0.05 显著水平。

## 3 讨论

衡量作物对逆境抗性的指标有生理指标和形态指标,而产量(包括生物学产量和经济产量)则是最重要的形态学指标。本研究结果表明 ABA 可以显著提高涝渍条件下小麦的产量,提示 ABA 在提高小麦的抗涝性中起到非常重要的作用。众所周知,ABA 可以延缓植物的生长,降低株高,但在本研究中却发现,在涝渍条件下,与对照相比 ABA 处理显著增加了小麦的株高。究其原因,推测可能正是 ABA 调控小麦对涝渍胁迫适应性及抗性的一种表现,当然其确切原因还需要从生理及分子水平进行深入研究。

在涝渍胁迫环境下,由于代谢紊乱及电子渗漏,植物体内产生了大量的活性氧,多余的活性氧会造成细胞内核酸、蛋白质、膜脂等过氧化,表现为 MDA 含量增加,细胞相对外渗电导率升高,严重时可导致

程序性细胞死亡的发生<sup>[11-12]</sup>。同时,植物也具有清除活性氧的保护系统,包括还原性谷胱甘肽、抗坏血酸等非酶促保护系统以及超氧化物歧化酶、过氧化物酶、过氧化氢酶等酶促保护系统<sup>[13]</sup>。本研究发现,与对照相比,ABA 处理可显著提高涝渍条件下小麦叶片内的 SOD、POD 及 CAT 活性,降低 MDA 含量及相对外渗电导率水平。表明涝渍胁迫下 ABA 处理可以通过提高小麦体内的抗氧化酶活性,有效清除活性氧、自由基,保护细胞膜系统的稳定性。当然,其确切的生理及分子机制还有待于进一步研究。

### 参考文献:

- [1] SETTER T L, WATERS I. Review of prospects for germplasm improvement for waterlogging tolerance in wheat, barley and oats [J]. Plant Soil, 2003, 253 (2): 1-34.
- [2] 敖立万. 湖北小麦[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2002.
- [3] 朱展望, 黄花荣, 佟汉文, 等. 气候变暖对湖北省小麦生产的影响及应对措施[J]. 湖北农业科学, 2008, 47(10): 1216-1218.

- [4] 吕双庆,李生秀. 多效唑对旱地小麦一些生理、生育特性及产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(1): 92-98.
- [5] 李绍清,李阳生,李达模. 水稻耐涝高产栽培与减灾策略[J]. 上海农业学报,1999, 15(3): 49-54.
- [6] 陈大清,董登峰,骆炳山,等. 涝渍逆境下化学调节剂对苗期小麦生理特性的影响[J]. 湖北农学院学报,1998,18(2):185-186.
- [7] 王晓冬,解备涛,李建民,等. 外源  $\gamma$ -氨基丁酸(GABA)对小麦苗期耐涝性的影响[J]. 华北农学报,2010,25(1):155-160.
- [8] 程云,吴欣欣,李百健,等. 外源脱落酸对魏可葡萄果实着色及品质的影响[J]. 江苏农业科学,2014,42(10):163-166.
- [9] BOURSAC Y, LERAN S, CORRATGE-FAILLIE C, et al. ABA transport and transporters [J]. Trends in Plant Science, 2013, 18: 325-333.
- [10] BEN W, HONGFANG L, CUIHUA L, et al. Effects of nitric oxide on some physiological characteristics of maize seedlings under waterlogging [J]. African Journal of Agricultural Research, 2011, 6(19): 4501-4504.
- [11] ASADA K. The water-cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygen and dissipation of excess photons [J]. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 1999, 50(1): 601-639.
- [12] DAT J F, BREUSSEGEM V F, VONDENABELE S, et al. Dual action of active oxygen species during plant stress responses [J]. Cellular and Molecular Life Sciences, 2000, 57(5): 779-795.
- [13] SAIRAM R K, SRIVASTAVA G C, AGARWAL S, et al. Differences in antioxidant activity in response to salinity stress in tolerant and susceptible wheat genotypes [J]. Biology of Plant, 2005, 49(1): 85-91.

(责任编辑:张震林)