

施肥量和种植密度对大豆牡丰7号 保护性酶活性的影响

齐玉鑫^{1,2}, 李文滨¹, 任海祥², 邵广忠², 王燕平², 宗春美², 孙小环²

(1. 东北农业大学, 黑龙江 哈尔滨 150030; 2. 黑龙江省农业科学院 牡丹江分院/国家大豆改良中心牡丹江试验站, 黑龙江 牡丹江 157041)

摘要:为了明确种植密度及施肥量对大豆保护性酶活性的影响,以牡丰7号为研究对象,采取裂区设计,施肥量为主区,种植密度为副区,研究了不同施肥量和种植密度下大豆不同时期超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)和过氧化氢酶(CAT)的变化规律。结果表明:施肥量和种植密度对大豆牡丰7号不同时期叶片保护性酶活性有着较大的影响。从始花期到鼓粒期,3种保护性酶存在着先升后降的变化规律。随施肥量的增加,保护性酶活性的变化幅度增大,在一定范围内提高施肥量有利于增强牡丰7号抗逆性。随着种植密度增加SOD活性下降;CAT活性随种植密度的变化在不同时期表现出了不同的规律。POD活性与种植密度关系不大。

关键词:施肥量;种植密度;保护性酶活性;牡丰7号

中图分类号:S565.106.2

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2012)05-0047-03

在通常情况下,植物体内产生的活性氧(如 H_2O_2 、 $OH\cdot$ 、 $O_2\cdot$ 等)不足以使植物受到伤害,因为植物体内有一套行之有效的抗氧化系统可以清除产生的活性氧自由基。超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)和过氧化氢酶(CAT)是植物体内的重要保护酶,在清除自由基中起重要作用^[1]。SOD是一种含金属的酶,主要功能是清除 O_2 , O_2 可被SOD歧化,产生 H_2O_2 ,而植物细胞中 H_2O_2 累积具有更大的毒害作用,它可与 H_2O_2 相互作用产生更多的 $\cdot OH$ 、 OH 和 O_2 ,而 OH 毒性极大,它是引发膜脂过氧化作用的主要自由基。另外, H_2O_2 还可以使 CO_2 的固定效率降低^[2]。因此,清除细胞中的 O_2 和 H_2O_2 ,使之维持在较低水平,对防止自由基伤害是至关重要的。在生物体内 O_2 是通过SOD歧化分解的, H_2O_2 通过CAT和POD氧化分解,所以,在生物体中只有通过SOD、CAT、POD三者的协同作用,才能使自由基维持在一个低水平,从而防止自由基的伤害,使需氧生物得以生存^[3]。该试验分别在大豆始花期、结荚期和鼓粒期取样,对大豆叶片中3种保护性

酶活性进行了测定,分析了种植密度、施肥量对3种保护性酶活性的影响以及3个生育时期中,大豆叶片保护性酶活性在不同施肥量和种植密度下的变化以及3种保护性酶在大豆这3个不同生育时期的变化规律,为高产大豆栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试大豆品种为牡丰7号,由黑龙江省农业科学院牡丹江分院大豆育种研究室于2007年育成,该品种生育期125 d,亚有限结荚,为高油、高蛋白品种。适应黑龙江省第二、三积温带广大地区,以及吉林省和内蒙古自治区相适应的积温区种植。供试肥料为45%大豆专用肥,N:P:K含量比为14:20:11,由牡丹江市牡丰专用肥公司提供。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于2011年在黑龙江省农业科学院牡丹江分院试验田进行,供试土壤20 cm以上土层有机质含量为29.90 g·kg⁻¹,全氮为2.60 g·kg⁻¹,全磷为0.71 g·kg⁻¹,全钾为22.20 g·kg⁻¹。试验为8行区,行长为5 m,行距为65 cm,面积26 m²。肥料按方案计量称重,按行施肥。参照王玉莲等人^[4]的试验方案,采用裂区试验设计,设置施肥量(300、345、390、435、480 kg·hm⁻²)为主区,种植密度(3.0×10⁵、3.2×10⁵、3.4×10⁵株·hm⁻²)为副区,设3次重复,人工点播,肥料作基肥一次性施入。

收稿日期:2012-02-28

第一作者简介:齐玉鑫(1983-),男,河北省仓县人,在读硕士,助理研究员,从事作物栽培生理研究。E-mail:6402296@163.com。

通讯作者:李文滨(1958-),男,黑龙江省特聘教授,博士生导师,从事作物遗传育种和作物栽培生理研究。E-mail:wenbinli@neau.edu.cn。

1.2.2 测定项目 于大豆始花期、鼓粒期和结荚期采大豆叶片,每区采5株,进行酶活性测定。氮蓝四唑 NBT 法测定 SOD 活性,高锰酸钾滴定法测定过 CAT 活性,愈创木酚法测定 POD 活性^[5]。

1.2.3 数据分析 所有数据采用 Excel 软件进行整理,用 DPS 软件对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同施肥量对牡丰7号保护性酶活性的影响

从表1可以看出,SOD活性随着施肥量的变化明显,始花期施肥量为 $435\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 时SOD活性最高,结荚期和鼓粒期均以施肥量 $480\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 时SOD活性最高。在始花期施肥量 $480\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 时POD活性最高,结荚期和鼓粒期施肥量 $435\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 时POD活性最高。CAT活性在始

花期和结荚期施肥量为 $480\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 时最高,随着施肥量的变化,CAT活性在各个时期变化也比较显著,鼓粒期CAT活性在施肥量 $435\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 时最高。在综合比较各施肥量下酶活性的变化可以看出:施肥量为 435 和 $480\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 时,3种酶活性在各个时期都处于较高的水平。随着施肥量的变化,虽然各处理间酶活性差异显著,但同一种酶在同一时期不同施肥量下未呈现较明显的变化规律。

3种酶活性在不同施肥量下表现均呈现先升后降的趋势,各种酶活性最大值都出现在结荚期。SOD、POD活性总体表现为:结荚期>始花期>鼓粒期;CAT活性总体表现为:结荚期>鼓粒期>始花期。3种酶活性变化幅度CAT最大,POD次之,SOD最小。3种酶的变化幅度以施肥量在 $480\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 时最大。

表1 施肥量对牡丰7号保护性酶活性的影响

Table 1 Effect of fertilization application on activity of protective enzymes for Mufeng No. 7

施肥量/ $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ Fertilization-rates	SOD活性/ $\text{U}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$ Activity of superoxide dismutase			POD活性/ $\text{U}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$ Activity of peroxidase			CAT活性/ $\text{U}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$ Activity of catalase		
	始花期 Flowering-stage	结荚期 Podding-stage	鼓粒期 Seed-filling stage	始花期 Flowering-stage	结荚期 Podding stage	鼓粒期 Seed-filling stage	始花期 Flowering stage	结荚期 Podding stage	鼓粒期 Seed-filling stage
300	9.22BC	19.97A	5.61B	15.30C	26.96BC	5.44B	6.10B	45.61D	8.01D
345	10.77B	17.39B	3.72C	19.22B	22.76C	8.30B	4.97C	53.28C	8.63D
390	8.45C	15.81C	5.61B	19.55B	31.98AB	14.99A	4.77C	68.18B	19.27B
435	11.35A	16.73BC	5.52B	19.98B	36.85A	16.01A	6.29B	72.73B	26.26A
480	9.43BC	20.43A	6.51A	21.22A	36.06A	6.73A	6.96A	83.31A	15.76C

注:不同大写字母代表在0.01水平下的差异显著。下同。

Note: The different capital letters mean significantly difference at 0.01 level. The same below.

2.2 不同种植密度对牡丰7号保护性酶活性的影响

从表2可以看出,SOD活性各时期均以种植密度为 $3.0\times 10^5\text{株}\cdot\text{hm}^{-2}$ 时最高,且与其它两个种植密度下SOD活性有极显著差异;种植密度在 $3.0\times 10^5\sim 3.4\times 10^5\text{株}\cdot\text{hm}^{-2}$ 时POD活性在结

荚期和鼓粒期无显著差异。CAT活性变化在3个时期出现了不同的变化规律,在始花期,CAT活性随种植密度增加而增加,而在结荚期呈现先减后增,鼓粒期CAT活性又随着种植密度的增加而减小,在结荚期各种种植密度下CAT活性差异不大。

表2 种植密度对牡丰7号保护性酶活性的影响

Table 2 Effect of planting density on activity of protective enzymes for Mufeng No. 7

种植密度 / $10^5\text{株}\cdot\text{hm}^{-2}$ Planting density	SOD活性/ $\text{U}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$ Activity of superoxide dismutase			POD活性/ $\text{U}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$ Activity of peroxidase			CAT活性/ $\text{U}\cdot\text{g}^{-1}\text{FW}$ Activity of catalase		
	始花期 Flowering-stage	结荚期 Podding-stage	鼓粒期 Seed-filling stage	始花期 Flowering-stage	结荚期 Podding stage	鼓粒期 Seed-filling stage	始花期 Flowering stage	结荚期 Podding stage	鼓粒期 Seed-filling stage
3.0	10.18A	18.80A	5.71A	19.70A	32.33A	10.86A	5.41B	65.68A	16.24A
3.2	9.56B	17.52B	5.34B	19.57A	30.17A	9.69A	5.66B	64.18AB	15.89A
3.4	9.34B	17.88B	5.13B	17.89B	30.47A	10.33A	6.39A	65.00A	14.62B

3 结论与讨论

在正常生长条件下,植物体内活性氧自由基的产生与保护酶系统 SOD、POD 等和非保护酶系统如抗坏血酸和谷胱甘肽等有效的清除作用维持氧化-还原的动态平衡,从而不会引起氧化伤害^[6]。植物在逆境因子作用下,通过自身防御机制对有害物质作出的保护性应激反应,导致这 3 种酶活性增强^[7]。由于生长环境条件的不同,造成了这种防御机制强弱的差异。该研究表明:施肥量和种植密度对大豆牡丰 7 号不同时期叶片保护性酶活性有着较大的影响。较高的肥量下,保护酶活性变化幅度大。说明在一定范围内增加氮、磷、钾含量可增强大豆抵御逆境的能力,这与张瑞朋^[8]、李志刚^[9]和刘颖^[10]等人的结论一致。

从理论上分析,较低的种植密度有利于植物吸收水分和养料,接受光照充足而且通风条件好,这有利于提高植物的自我调节能力,从而增加植物体内保护性酶活性,但在该试验中,种植密度对 3 种保护性酶的影响却各有不同。在试验设定的范围内,随着种植密度增加 SOD 活性下降;POD 活性与种植密度关系不大;而 CAT 活性在始花期时表现为随种植密度增加而增加,与理论上的结果相悖。出现这种现象的原因可能是该试验中

只设置了 3 个种植密度水平,而且种植密度只能通过间接的方式影响植物体内物质的变化。

参考文献:

- [1] 汪耀富,韩锦峰,林学梧. 烤烟生长前期对干旱胁迫的生理生化响应研究[J]. 作物学报,1996,22(1):117-122.
- [2] Sehon S, Krause G H. Protective systems against active oxygen species in Spinach: Response to cold acclimation in excess light[J]. Plants,1990(8):353-359.
- [3] 张学财,周文钊,李俊峰. 低温胁迫下 4 个剑麻品种的 SOD, POD, CAT 变化[J]. 实验研究,2009(4):47-50.
- [4] 王玉莲,杨克军,任海祥,等. 不同施肥和栽培密度对双高大豆品种牡丰 7 号光合特性的影响[J]. 黑龙江农业科学,2011(9):13-16.
- [5] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000.
- [6] Suzuki N, Mittler R. Reactive oxygen species and temperature stresses: a delicate balance between signaling and destruction[J]. Physiologia Plantarum,2006,126:45-51.
- [7] 刘景春,李裕红,晋宏. 铜污染对辣椒产量、铜累积及叶片膜保护酶活性的影响[J]. 福建农业学报,2003,18(4):254-257.
- [8] 张瑞朋,佟斌,傅连舜,等. 氮素对不同来源大豆品种叶片保护酶的影响[J]. 大豆科学,2009,28(5):833-836.
- [9] 李志刚,董丽杰,宋书,等. 磷素和干旱胁迫对大豆叶片活性氧和保护酶系统的影响[J]. 作物杂志,2007(6):35-37.
- [10] 刘颖,张明怡,韩光,等. 干旱胁迫下钾对大豆叶片保护酶活性及产量的影响[J]. 大豆科学,2011,30(2):341-343,346.

Effects of Fertilizer Application and Planting Density on Activity of Protective Enzymes of Soybean Variety Mufeng No. 7

QI Yu-xin^{1,2}, LI Wen-bin¹, REN Hai-xiang², SHAO Guang-zhong², WANG Yan-ping², ZONG Chun-mei², SUN Xiao-huan²

(1. Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030; 2. Mudanjiang Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences / Experimental Station of Mudanjiang of National Center for Soybean Improvement, Mudanjiang, Heilongjiang 157041)

Abstract: For the purpose to identify the effects of fertilizer application and planting density on soybean protective enzymes, soybean variety Mufeng No. 7 was taken as material, the effects of fertilizer application and planting density on activity of SOD, POD and CAT of Mufeng No. 7 were investigated in a split-plot experiment with fertilizer application to the main plot and planting densities to the subplot. The results showed that: the fertilizer application and planting density had great impact on activity of protective enzymes in the leaves of Mufeng No. 7 at different stages. The activity of three kinds of protective enzymes first increased and then decreased from the flowering stage to the seed-filling stage. While the fertilizer application increased, the change range of activity of protective enzymes increased. Adverse resistance of Mufeng No. 7 increased as the fertilizer application increased within a certain range. Activity of SOD decreased while planting density increased. Activity of CAT with the change of planting density in different stage showed different law. Activity of POD had little relation with planting density.

Key words: fertilizer application; planting density; protective enzymes; Mufeng No. 7