

三种植物生长物质对大豆叶茎解剖结构的影响

冯乃杰, 郑殿峰*, 刘冰, 张玉先, 杜吉到, 梁喜龙

黑龙江八一农垦大学农学院化控研究室, 黑龙江大庆 163319

摘要: 在大田栽培条件下, 大豆‘垦农4号’于开花始期叶面喷施植物生长物质 2-N,N-二乙氨基乙基己酸酯(DTA)、氯化胆碱(CC)和SOD模拟物(SOD_M), 并比较不同植物生长物质影响大豆叶片、叶柄和茎的解剖结构。结果表明, 喷施植物生长物质后 30 d, 叶中栅栏组织厚度及栅海比均增加; 喷施SOD_M、DTA的叶中主脉维管束横截面积和木质部导管数目增加, CC对主脉维管束横截面积和木质部导管数目的影响不明显; 喷施3种植物生长物质的叶柄表皮细胞厚度、叶柄维管束横截面积和导管数量增加, 茎部薄壁组织、韧皮部和木质部厚度增加, 茎的直径也增加。

关键词: 大豆; 植物生长物质; 叶; 茎; 解剖结构

Effects of Plant Growth Substances on Leaf and Stem Anatomical Structure in *Glycine max* (Linn.) Merr.

FENG Nai-Jie, ZHENG Dian-Feng*, LIU Bing, ZHANG Yu-Xian, DU Ji-Dao, LIANG Xi-Long

Crop Regulation Laboratory, College of Agronomy, Heilongjiang August First Land Reclamation University, Daqing, Heilongjiang 163319, China

Abstract: In the field cultivation condition, leaves of a soybean (*Glycine max*) cultivar ‘Kennong 4’ were treated with plant growth substances including 2-diethylaminoethyl hexanoate (DTA), choline chloride (CC) and superoxide dismutase mimics (SOD_M) at the beginning of flowering stage. Effects of 3 plant growth substances on leaf and stem anatomical structures in soybean were compared. The results showed that palisade tissues were thicker and the thickness ratio of palisade tissue to spongy tissue increased after 30 d with the treatments of 3 plant growth substances. Cross-sectional area of the main vein vascular bundle and the number of xylem vessel increased in leaves treated with SOD_M and DTA. There were no obvious effects of CC on cross-sectional area of the main vein vascular bundle and the number of xylem vessel. The 3 plant growth substances increased the thickness of petiole epidermal cell, cross-sectional area of petiole vascular bundle, number of vessels, the thickness of parenchyma, xylem, phloem in stems, and the diameter of stem.

Key words: soybean; plant growth substances; leaf; stem; anatomical structure

园艺作物和栽培作物的显微及超显微结构已开展研究多年。以往关于形态解剖学方面的研究, 主要集中在营养元素和环境因子引起的形态结构变化方面(金平 1997; 杨守志等 2002; 蒋宇霞等 2006; 杨晓盆等 2007; 姚允聪等 2007; 周蕴薇 2007), 关于喷施植物生长物质导致大豆不同部位形态解剖结构变化的报道较少, 植物体的形态结构与生理功能是一致的(张桂茹等 2002), 深入研究化控技术应用后对形态解剖学性状的影响, 对揭示化控技术的增产机理具有重要的意义。为此, 本文用 3 种安全、高效的植物生长物质, 对其喷施引起的大豆生育中后期叶肉组织、叶柄和茎的解剖结构变化作了观察, 现报道如下。

材料与方法

试验材料为本校培育的大豆[*Glycine max* (Linn.) Merr.]品种‘垦农4号’, 于 2006~2007 年在本校林甸试验基地进行。试验田位于黑龙江省中西部, 属大陆性季风气候。土壤类型为草甸黑钙土, 0~20 cm 耕层土壤的基本养分状况为: 碱解氮 178.50 mg·kg⁻¹, 速效磷 25.40 mg·kg⁻¹, 速效钾 257.40 mg·kg⁻¹, 有机质 3.08%, pH 值 7.88。试验采用随

收稿 2008-12-26 修定 2009-03-16

资助 国家科技支撑计划(2006BAD21B01)、国家教育部博士点基金联合资助项目(20070223002)、黑龙江省“十一五”科技攻关项目(GA06B101-1-1)。

* 通讯作者(E-mail: dqfnj@126.com; Tel: 0459-6819175)。

机机组试验设计方案, 垄距 65 cm, 垄上双行精量点播, 密度设 30 万株·hm⁻², 小区面积为 5 m×3.25 m。

植物生长物质于开花始期叶面喷施, 以喷施清水为对照, 处理与对照随机排列, 各重复 3 次。植物生长物质分别为 SOD 模拟物(专利产品, 即以天冬氨酸短肽为配体的模拟 Mn-SOD, 代号为 SOD_M)、氯化胆碱(CC)和 2-N,N-二乙氨基乙基己酸酯(DTA), 用量(均来自于预备试验得出的最适浓度)分别为 0.15 mL·m⁻²、1.5 mg·m⁻²和 0.9 mg·m⁻², 用水量均为 22.5 mL·m⁻², 在整个生育期间, 适时除草和防治病虫。

喷施植物生长物质后 30 d, 选取植株功能叶片倒三叶(取复叶的中间叶片), 在靠近主脉基部叶片长度的 1/3 处, 切取长和宽各 5 mm 的正方形小块, 在倒三叶相对应的茎和叶柄中部横向切取长度为 5 mm 的小段, 立即用标准固定液(FAA)固定, 用常规的石蜡切片法制片, 用快速处理仪(北京中科实业集团公司医电技术分公司制造)进行脱水-浸蜡处理, 切片厚度为 10 μm, 干燥去蜡后, 用番红-固绿二重整染方法(林加涵等 2002), 中性树脂封片, 采用 OLYMPUSBH-2 型植物显微成像分析系统对切片进行显微结构分析。

结果与讨论

1 植物生长物质对大豆叶显微结构的影响

如表 1 所示, 喷施植物生长物质后 30 d, 各处理均增加了叶片栅栏组织厚度, 降低了海绵组织厚度; 3 种植物生长物质对栅海比的影响依序为 CC>DTA>SOD_M>对照, 其中 CC 与对照相比达到差异极显著水平, DTA、SOD_M 与对照相比未达到差异显著水平; 植物生长物质处理后增加了单位长度的栅栏细胞数, 其中 SOD_M 与对照相比达到差异显著水平, CC、DTA 与对照相比未达到差异显著水平。喷施 SOD_M 的叶中主脉维管束横截面积和木质部导管数目均大于对照, 且达到差异极显著水平, 喷施 DTA 和 CC 的叶中主脉维管束横截面积小于对照。喷施 DTA 的导管数目增加, 喷施 CC 的导管数目减少。从图 1-a 和 b 可知, 喷施 SOD_M、DTA、CC 的叶中栅栏组织细胞排列紧密, 其中喷施 DTA 和 CC 的栅栏组织细胞层数增多, 喷施 DTA 较 CC 的叶片栅栏细胞发育快; 喷施 DTA 和 SOD_M 的叶中栅栏组织叶肉细胞略大并且排列致密; 喷施 CC 的叶中栅栏组织叶肉细胞较小, 排列有些疏松。可见, 3 种植物生长物质对叶结构的影响效果存在一定的差异, 这可能与延缓型的 CC 能够延缓叶的发育, 而促进型的 DTA 和 SOD_M 能够加快叶的发育有关。

表 1 植物生长物质对大豆叶表观形态和组织结构的影响

Table 1 Effects of plant growth substances on morphology and tissue structure of soybean leaf

处理	栅栏组织厚度/μm	海绵组织厚度/μm	栅海比	叶片厚度/μm	栅栏细胞数量/个·(100 μm) ⁻¹	叶片维管束横截面积/μm ²	木质部导管数目/个
对照	69.29 ^{cC}	69.10 ^{aA}	1.02 ^{bB}	162.22 ^{abAB}	9.38 ^{bA}	225 624.70 ^{bB}	49.33 ^{bB}
SOD _M	75.01 ^{bAB}	67.83 ^{abA}	1.11 ^{abAB}	166.28 ^{aA}	10.13 ^{aA}	307 572.76 ^{aA}	57.00 ^{aA}
CC	79.28 ^{aA}	65.56 ^{abA}	1.22 ^{aA}	165.82 ^{aA}	9.75 ^{abA}	199 450.67 ^{cC}	36.00 ^{cC}
DTA	73.11 ^{bcBC}	63.06 ^{bA}	1.16 ^{abAB}	158.52 ^{bB}	9.88 ^{abA}	200 875.27 ^{cC}	51.00 ^{bAB}

同一列大小写字母分别表示差异达 0.01 和 0.05 水平显著。表 2 和 3 同此。

2 植物生长物质对大豆叶柄显微结构的影响

叶柄是连接茎和叶的器官, 在决定叶片角度、植物冠层结构以及同化产物的运输和贮藏中均有作用(徐克章等 1988)。如表 2 和图 1-c 所示, 开花始期喷施植物生长物质后 30 d, 不同植物生长物质处理的叶柄显微结构存在一定差异, 植物生长物质处理的叶柄表皮细胞厚度提高, 叶柄维管束横截面积以及叶柄中导管数增加。其中 DTA 对增加叶柄表

皮细胞厚度和导管数目的作用效果最佳, SOD_M 对增加维管束横截面积效果最好, 而喷施 CC 的叶柄表皮细胞厚度略有增加, 维管束横截面积增加比较明显, 导管数增加达到 40%。可见, 3 种植物生长物质对提高大豆叶柄这一输导组织的运输能力均具有重要作用。

3 植物生长物质对大豆茎部显微结构的影响

如表 3 所示, 开花始期喷施植物生长物质后, 大

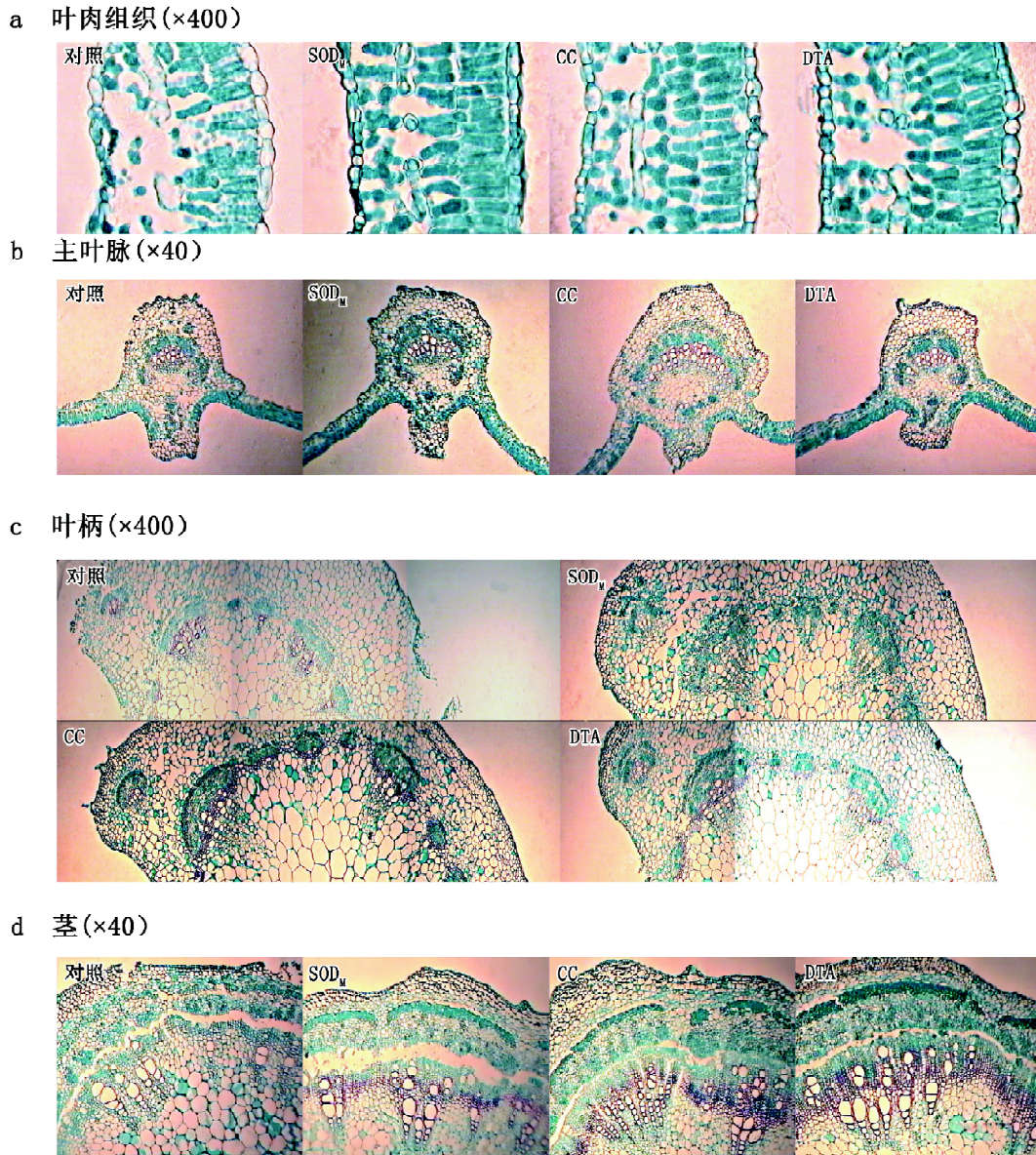


图1 植物生长物质对大豆叶肉组织、叶柄、主叶脉和茎的形态解剖结构的影响

Fig.1 Effects of plant growth substances on morphological structures of soybean leaf mesophyll, petiole, main veins and stem

表2 植物生长物质对大豆叶柄解剖性状的影响(x400)

Table 2 Effects of plant growth substances on anatomical characters of soybean petiole

处理	叶柄表皮细胞厚度/ μm	比对照增或减数/%	维管束横截面积/ μm^2	比对照增或减数/%	导管数目/个	比对照增或减数/%
对照	13.9	—	2 793 552.9	—	155.0	—
SOD _M	15.5	11.5	5 424 836.9	94.2	173.0	11.6
CC	14.6	5.0	5 174 606.0	85.2	217.0	40.0
DTA	16.1	15.8	4 528 900.2	62.1	269.3	73.7

豆茎部结构发生变化。DTA、SOD_M和CC处理的茎直径分别比对照增加11.87%、7.77%和6.04%，

喷施DTA、SOD_M和CC的初生韧皮部厚度、次生韧皮部厚度、初生木质部厚度、次生木质部厚

表3 植物生长物质对大豆茎部显微结构的影响

Table 3 Effects of plant growth substances on microstructures of soybean stem

处理	皮层薄壁组织 厚度/ μm	初生韧皮部 厚度/ μm	次生韧皮部 厚度/ μm	初生木质部 厚度/ μm	次生木质部 厚度/ μm	茎直径/ μm
对照	204.8 ^{aA}	76.7 ^{cB}	176.8 ^{cC}	447.1 ^{bB}	231.1 ^{cC}	6 516.7 ^{aA}
SOD _M	218.5 ^{aA}	108.0 ^{aA}	225.7 ^{bBC}	585.5 ^{aA}	306.3 ^{bBC}	7 023.3 ^{aA}
CC	272.5 ^{aA}	82.6 ^{bCB}	277.4 ^{aAB}	581.9 ^{aA}	327.5 ^{bB}	6 910.0 ^{aA}
DTA	218.8 ^{aA}	93.2 ^{bAB}	313.7 ^{aA}	598.8 ^{aA}	465.3 ^{aA}	7 290.0 ^{aA}

度比对照显著或极显著增加,皮层薄壁组织厚度也增加。从图 1-d 可知,处理间茎显微结构差别较大:对照中导管数目和维管束的数量均较少;喷施 SOD_M 的茎中出现了大的导管和维管束,但数量不多;喷施 DTA 的茎中大导管和维管束数量较多;喷施 CC 的茎中维管束总面积较大,但内部主要以小导管和小维管束居多。以往研究表明,维管束发育的好坏直接影响着植物体对水分、养分和光合产物的运输,也决定作物的产量(Sachs 1981; Aloni 1987; 薛刚和刘凤霞 1995; 龚月桦等 2004)。从本文可知,喷施植物生长物质能够促进茎部维管组织的分化,也必将有利于大豆增产潜力的发挥。另外,植物维管组织的分化受纵向信号流以及激素信号诱导和控制(Aloni 2001; Aloni 等 2003; Mattsson 等 2003),喷施植物生长物质对大豆茎部输导组织的影响机理,今后还应从信号转导及内源激素方面深入探讨。

参考文献

龚月桦, 高俊凤, 周春菊(2004). K 型杂交小麦 901 及亲本花后茎叶组织结构特征研究. 西北植物学报, 24 (7): 1190~1194
 蒋宇霞, 甘立军, 夏凯(2006). IAA 和 GA₃ 在调控豌豆黄化苗茎切段伸长生长中的相互作用. 植物生理学通讯, 42 (2): 207~212
 金平(1997). 有机肥对水分胁迫下大豆几种生理指标和茎叶组织超微结构的影响. 大豆科学, 16 (1): 76~79

林加涵, 魏文铃, 彭宣宪主编(2002). 现代生物学实验(下册). 北京: 高等教育出版社, 70~82
 徐克章, 刘宝, 丛雨生, 赵然, 邢国芹, 张彦华(1988). 大豆叶柄特征的初步研究. 大豆科学, 7 (3): 35~37
 薛刚, 刘凤霞(1995). 小麦节间维管组织与灌浆速率及粒重的相关性研究. 西北农业大学学报, 4 (3): 22~25
 姚允聪, 王绍辉, 孔云(2007). 弱光条件下桃叶片结构及光合特性与叶绿体超微结构变化. 中国农业科学, 40 (4): 855~863
 杨守志, 宋金枝, 刘国金, 周春丽, 韩丽娟(2002). 半栽培与栽培大豆输导组织的比较研究. 长春师范学院学报, 21 (2): 41~44
 杨晓盆, 翟秋喜, 张国强, 王跃进(2007). 不同架式温室葡萄冠位叶片及叶绿体结构的变化. 园艺园林科学, 23 (3): 332~335
 张桂茹, 杜维广, 满为群, 李桂芹, 桂明珠, 王学东, 戈巧英, 郝乃斌(2002). 不同光合特性大豆叶的比较解剖研究. 植物学通报, 19 (2): 208~214
 周蕴薇(2007). 低温锻炼和低温胁迫期间翠南报春叶肉细胞超微结构的适应变化. 植物生理学通讯, 43 (2): 255~257
 Aloni R (1987). Differentiation of vascular tissues. Ann Rev Plant Physiol, 38: 179~204
 Aloni R (2001). Foliar and axial aspects of vascular differentiation: hypotheses and evidence. J Plant Growth Regul, 20: 22~34
 Aloni R, Schwalm K, Langhans M, Ullrich CI (2003). Gradual shifts in sites of free-auxin production during leaf-primordium development and their role in vascular differentiation and leaf morphogenesis in *Arabidopsis*. Planta, 216: 841~853
 Mattsson J, Ckurshumova W, Berleth T (2003). Auxin signaling in *Arabidopsis* leaf vascular development. Plant Physiol, 131: 1327~1339
 Sachs T (1981). The control of patterned differentiation of vascular tissues. Adv Bot Res, 9: 151~262