

不同时期叶喷植物生长调节剂对大豆花荚脱落率及多聚半乳糖醛酸酶活性的影响

宋莉萍¹, 刘金辉², 郑殿峰^{1,*}, 冯乃杰¹

¹黑龙江八一农垦大学农学院, 黑龙江大庆163319; ²大庆多田野进口吊车大修厂, 黑龙江省大庆163355

摘要: 在大田条件下, 以大豆品种‘合丰50’为材料, 比较研究了在V3 (第3节龄期, 三叶期)、R1 (初花期)和R3 (始荚期)期叶面喷施DTA-6、S₃₃₀₇和TIBA三种植物生长调节剂对大豆花荚脱落率及多聚半乳糖醛酸酶活性的影响。结果表明: V3期叶喷TIBA、S₃₃₀₇、DTA降低了大豆花荚脱落率, 降低了大豆花荚和脱落花荚多聚半乳糖醛酸酶活性; R1期叶喷植物生长调节剂显著降低了大豆花荚及脱落花荚中多聚半乳糖醛酸酶活性, 以DTA-6调控效果最佳, S₃₃₀₇次之; R3期叶喷植物生长调节剂降低了大豆荚及落荚的多聚半乳糖醛酸酶活性, 以DTA-6调控效果最佳, TIBA次之。综合分析表明, V3、R1和R3期叶面喷施植物生长调节剂能够降低大豆花荚脱落率及多聚半乳糖醛酸酶活性, 对大豆花荚的脱落有一定的调控作用, 有利于提高产量, 其综合调控效果为, V3期: S₃₃₀₇>DTA-6>TIBA>CK; R1期: DTA-6>TIBA>S₃₃₀₇>CK; R3期: DTA-6>TIBA>S₃₃₀₇>CK。

关键词: 大豆; 植物生长调节剂; 花荚; 脱落率; 多聚半乳糖醛酸酶

Effects of Different Plant Growth Regulators on Abscission Rate and Polygalacturonase Activities of Soybean Flowers and Pods by Spraying in Different Stages

SONG Li-Ping¹, LIU Jin-Hui², ZHENG Dian-Feng^{1,*}, FENG Nai-Jie¹

¹College of Agronomy, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319, China; ²Daqing Tadano Import Crane Large-Scale Repair Shop, Daqing, Heilongjiang 163355, China

Abstract: The effects of three plant growth regulators (PGRs) of TIBA, S₃₃₀₇ and DTA-6 on abscission and polygalacturonase (PG) activities of soybean flowers and pods were investigated by spraying in V3 (third-node stage), R1 (beginning bloom stage) and R3 (beginning pod stage) stages, respectively, and under the field planting conditions. *Glycine max* (L.) Merr. cv. ‘Hefeng50’ was used as the experimental material. The results showed that: the rate of abscission of soybean flowers and pods was lowered by spraying TIBA, S₃₃₀₇ and DTA-6 in all the stages; The PG activities of soybean flowers and pods were decreased after spraying TIBA, S₃₃₀₇ and DTA-6 in V3 stage; Plant growth regulators decreased PG activity significantly after spraying at R1 stage and the regulation effect of DTA-6 was the best. Plant growth regulators decreased PG activity in pod and abscission pod after spraying at R3 stage and the regulation effect of TIBA was the best. In conclusion, the comprehensive regulation effect is S₃₃₀₇>DTA-6>TIBA>CK in V3 stage; DTA-6>TIBA>S₃₃₀₇>CK in R1 stage; DTA-6>TIBA>S₃₃₀₇>CK in R3 stage.

Key words: soybean; plant growth regulators; flowers and pods; abscission rate; polygalacturonase

大豆花荚脱落是生产中存在的普遍现象, 因栽培品种和栽培条件而异, 脱落率可达30%~80% (Heitholt等1986)。大豆花荚脱落是植物机体内多种物质相互作用的结果。除植物激素和一些非激素物质外, 细胞壁水解酶也对降解离区中胶层、疏松初级细胞壁发挥着重要作用, 目前研究最多的是β-1,4-葡聚糖酶(一种纤维素酶)和多聚半乳糖醛酸酶(PG)。纤维素酶和多聚半乳糖醛酸酶是脱落过程中两种重要的细胞壁水解酶, 它们可以降

解细胞壁的主要成分果胶、纤维素和半纤维素 (Gonzalez-Carranza等2002)。此外, 参与降解的酶类还有酯酶、几丁质酶及苯丙氨酸解氨酶等 (Gomez Lim等1987; Tabuchi和Arai 1999; Kostenyuk等2002)。许多研究也表明, 纤维素酶、多聚半乳糖醛酸酶等细胞壁降解酶活性与离区脱落进

收稿 2010-12-24 修定 2011-02-26

* 通讯作者(E-mail: zdfnj@263.net; Tel: 0459-6819175)。

程有着密切的关系(Clements和Atkins 2001; Bonghi等1992; 王彦昌和李天来2001; Osborne 1955; Abelles和Rubinstein 1964)。脱落是一个由多种酶参加的复杂过程, 具体在脱落过程中哪种酶起主要作用, 要看脱落发生时具体的生理条件(韩静等1999)。

多聚半乳糖醛酸酶(PG)属果胶酶的一种, 能够水解植物细胞壁及胞间层的果胶物质, 按作用方式分为内切多聚半乳糖醛酸酶(endo-PG, EC 3.2.1.15)和外切多聚半乳糖醛酸酶(exo-PC, EC 3.2.1.67)。外切多聚半乳糖醛酸酶水解果胶分子的非还原端产生半乳糖醛酸, 但是它们不能作用于果胶分子中的鼠李糖残基和被醋化的糖醛酸; 内切多聚半乳糖醛酸酶随机地在不同部位水解切开 α -1,4-半乳糖糖苷键, 断裂多聚半乳糖醛酸链。PG与果实成熟、细胞分离过程(如叶和花的脱落、豆荚开裂、花粉成熟、病原物防御、植物寄主互作)有关, 还与细胞伸展、发育和木质化有关, 因此, PG一直是人们研究植物发育和果实成熟衰老的热点。一些研究已证实, PG是植物离区发生脱落的重要酶之一, 其活性与离区脱落进程的关系尤为密切(Gonzalez-Carranza等2002; Orozco-Cardenas和Ryan 2003)。

综上所述, PG在植物器官脱落和果实成熟过程中起着重要作用, 因此, 如何通过调控PG活性或基因表达来调控大豆花荚脱落和成熟具有重要意义。然而, 尽管有关调控PG基因表达方面有一些研究报道, 但对于植物脱落组织中PG的酶学性质及其调控研究却少见报道, 而且目前对于大豆花荚脱落相关的PG活性变化与活性调控尚未见报道。因此, 本试验通过研究不同时期叶喷植物生长调节剂对大豆花荚及脱落花荚中PG活性变化的影响, 探讨通过调控脱落过程中PG的活性来调控脱落过程的方法, 为大豆生产中利用调控PG活性来防止落花落荚提供理论基础。

材料与方法

1 试验设计

于2009年5月进行试验, 大田常规密度, 供试大豆[*Glycine max* (L.) Merr.]品种为‘合丰50’(简称H50)。供试的植物生长调节剂分别为三碘苯甲酸(简称TIBA)、烯效唑(简称S₃₃₀₇)和2-N,N-二乙氨基乙基己酸酯(简称DTA-6), 3种调节剂分别为抑制

型、延缓型和促进型。试验以大豆叶面喷施植物生长调节剂为处理, 清水为对照(简称CK), 随机区组设计, 3次重复, 每个小区面积为20 m²。TIBA、S₃₃₀₇和DTA-6浓度分别为200、100和50 mg·L⁻¹; 在大豆达到V3 (主茎自初生叶节开始的三个节发育完全, 2复叶, 第三节龄期)、R1 (任何节出现一朵花, 初花期)和R3 (在叶片已完全展开的最高4个节中, 其中一节的荚0.5 cm长, 始荚期)期时进行叶面喷施处理, 对照喷清水。在整个生育期间, 适时除草和防治病虫害。

花荚及落花落荚的取样: 在大豆达到V3期时, 选择生长态势一致的植株进行标记, V3期和R1期喷施的处理均在R1期喷施10 d后, R3期喷施的处理在R3期喷施10 d后, 每10 d取花荚和脱落花荚, 经液氮速冻处理后, 于-40 °C低温冰箱中保存, 用于酶活性的测定。

2 测定项目及方法

2.1 粗提液制备

取花荚和脱落花荚0.5 g, 加入2 mL pH 5.0的磷酸-柠檬酸缓冲液, 在0~4 °C冰浴中研磨提取, 提取液倒入离心管中, 再分别用1 mL的溶液冲洗研钵2次, 共4 mL, 一并倒入离心管中, 4 °C下12 000 r·min⁻¹离心20 min, 取上清液4 °C保存, 作为多聚半乳糖醛酸酶粗提液。

2.2 多聚半乳糖醛酸酶活性测定

酶活性测定参照周培根等(1991)的方法, 取2支试管, 分别加入0.5 mL酶液, 然后在1支试管中加入0.5 mL多聚半乳糖醛酸钠, 另1支试管中加入0.5 mL蒸馏水作为对照。将2支试管摇匀后, 在电热恒温培养箱中40 °C保温5 h。采用3,5-二硝基水杨酸比色法, 测定反应体系中还原糖的含量。以每小时生成1 mg的还原糖作为1个酶活单位。

实验结果

1 不同时期喷施植物生长调节剂对大豆花荚脱落率的影响

1.1 V3和R1期喷施植物生长调节剂对大豆花脱落率的影响

由表1可知, V3期叶面喷施植物生长调节剂后, 各处理大豆花脱落率均小于对照, TIBA、S₃₃₀₇和DTA-6处理分别比CK降低了2.35%、5.52%、

表1 V3及R1期喷施植物生长调节剂对大豆花脱落率的影响

Table 1 Effect of PGRs on abscission rate of flowers by spraying in V3 and R1 stage

处理	大豆花脱落率/%	
	V3	R1
CK	45.98±0.67 ^{Aa}	42.10±0.38 ^{Aa}
TIBA	44.90±0.42 ^{Ab}	39.11±0.53 ^{Ac}
S ₃₃₀₇	43.44±0.20 ^{Ac}	40.71±0.39 ^{Ab}
DTA-6	44.31±0.38 ^{Ab}	38.07±0.90 ^{Ac}

同列大、小写字母不同分别表示差异达0.01和0.05显著水平,下表同。每处理3次重复,每次重复取10株大豆。

3.63%, 方差分析表明,除TIBA处理外其他处理与对照差异达显著水平,说明V3期叶喷调节剂对大豆花脱落率有一定作用效果。比较而言,3种调节剂在V3期喷施对大豆花脱落率作用效果最好的为S₃₃₀₇,DTA-6次之,TIBA最差。可见,V3期喷施植物生长调节剂减少了大豆花的脱落。

R1期喷施植物生长调节剂后,各处理对大豆花脱落率起到了降低的作用,TIBA、S₃₃₀₇和DTA-6分别比CK降低了7.10%、3.30%、9.57%,方差分析表明,各处理脱落率显著低于对照,可见,R1期喷施植物生长调节剂降低了大豆花的脱落率,可以调节大豆花的脱落。

1.2 不同时期喷施植物生长调节剂对大豆荚脱落率的影响

表2所示的为不同时期叶喷植物生长调节剂对大豆荚脱落率的影响,V3、R1和R3期叶面喷施植物生长调节剂后,各处理大豆荚脱落率均小于对照。V3期喷施,TIBA、S₃₃₀₇和DTA-6处理的荚脱落率分别比对照低2.08%、20.56%和6.77%,方差分析表明,除TIBA处理外其他处理与对照差异达显著水平;R1期喷施,TIBA、S₃₃₀₇和DTA-6处理的荚脱

表2 不同时期喷施植物生长调节剂对大豆荚脱落率的影响

Table 2 Effect of PGRs on abscission rate of pod by spraying in different stage

处理	大豆荚脱落率/%		
	V3	R1	R3
CK	66.11±3.51 ^{Aa}	58.71±0.61 ^{Aa}	71.44±1.95 ^{Aa}
TIBA	64.73±2.07 ^{Aa}	56.29±1.62 ^{Aa}	53.68±2.26 ^{Ac}
S ₃₃₀₇	52.52±1.55 ^{Ac}	51.14±1.64 ^{Ab}	60.82±2.32 ^{Ab}
DTA-6	61.63±2.08 ^{Ab}	47.71±1.11 ^{Ac}	63.65±1.54 ^{Ab}

每处理3次重复,每次重复取10株大豆。

落率分别比对照低4.11%、12.88%和18.74%,方差分析表明,TIBA处理与对照间差异不显著,S₃₃₀₇和DTA-6处理与对照间差异显著;R3期喷施,TIBA、S₃₃₀₇和DTA-6处理的荚脱落率分别比对照低24.86%、14.87%和10.90%,方差分析表明,各处理脱落率与对照差异达显著水平。可见,V3、R1和R3期叶面喷施植物生长调节剂均可调节大豆荚的脱落。不同时期作用效果最佳的调节剂不同,V3期以S₃₃₀₇处理最佳,R1期以DTA-6处理最好,R3期TIBA处理优于其他处理。

2 V3和R1期喷施植物生长调节剂对大豆花中多聚半乳糖醛酸酶活性的影响

如表3所示,V3期叶喷植物生长调节剂后,各处理大豆花PG活性均小于对照,TIBA、S₃₃₀₇和DTA-6处理分别比对照降低了21.22%、39.71%、26.85%,方差分析表明,各处理与对照间差异显著,有的达极显著水平。比较而言,3种调节剂对PG作用效果最好的为S₃₃₀₇,DTA-6次之,TIBA最差。

表3 V3及R1期喷施植物生长调节剂对大豆花中多聚半乳糖醛酸酶活性的影响

Table 3 Effect of PGRs on polygalacturonase in soybean flowers by spraying in V3 and R1 stage

处理	大豆花中多聚半乳糖醛酸酶活性/U·g ⁻¹	
	V3	R1
CK	6.57 ^{Aa}	7.62 ^{Aa}
TIBA	5.18 ^{Bb}	5.66 ^{Bb}
S ₃₃₀₇	3.96 ^{Cc}	5.13 ^{BCbc}
DTA-6	4.81 ^{BCbc}	4.14 ^{Cc}

V3期和R1期PG活性均在R1期喷施后10 d取样测定。每处理3次重复,每次重复取20株大豆的花。

由表3可知R1期喷施植物生长调节剂后,各处理对大豆花PG活性起到了降低的作用,TIBA、S₃₃₀₇和DTA-6处理分别比CK降低了26.04%、32.69%、45.71%。方差分析表明,各处理与对照间差异达极显著水平($P<0.01$),且DTA-6处理与TIBA处理间差异也达极显著水平($P<0.01$)。可见,R1期喷施植物生长调节剂对大豆花PG活性产生了显著影响,可以调节大豆花的脱落。

3 V3和R1期喷施植物生长调节剂对大豆落花中多聚半乳糖醛酸酶活性的影响

如表4所示,V3期叶面喷施植物生长调节剂

后, TIBA、 S_{3307} 和DTA-6处理大豆落花PG活性分别比CK降低28.73%、42.83%、52.88%, 经方差分析可知, TIBA、 S_{3307} 和DTA-6处理与CK差异达极显著水平, S_{3307} 和DTA-6处理与TIBA差异达极显著水平, 而TIBA与 S_{3307} 处理间差异不显著。可见, V3期喷施植物生长调节剂降低了大豆落花PG活性, 其中以DTA-6处理作用效果最好。

表4 V3及R1期喷施植物生长调节剂对大豆落花中多聚半乳糖醛酸酶活性的影响

Table 4 Effect of PGRs on polygalacturonase in soybean abscission flowers by spraying in V3 and R1 stage

处理	大豆落花中多聚半乳糖醛酸酶活性/ $U \cdot g^{-1}$	
	V3	R1
CK	10.09 ^{Aa}	9.71 ^{Aa}
TIBA	7.19 ^{Bb}	7.02 ^{Bb}
S_{3307}	5.77 ^{Cc}	5.21 ^{Cc}
DTA-6	4.75 ^{Cc}	5.03 ^{Cc}

V3期和R1期PG活性均在R1期喷施后10 d取样测定。每处理3次重复, 每次重复取20株大豆的落花。

由表4可知, R1期喷施植物生长调节剂后, 各处理均对大豆落花PG活性起到了降低的作用, TIBA、 S_{3307} 和DTA-6分别比CK降低了27.75%、46.35%、48.20%, 方差分析表明, 各处理与对照间差异达极显著水平($P < 0.01$), 且 S_{3307} 和DTA-6处理与TIBA处理间差异也达极显著水平($P < 0.01$), 但 S_{3307} 和DTA-6处理间差异不显著。可见, R1期喷施植物生长调节剂对大豆落花PG活性产生了显著影响, 有利于调节大豆花的脱落, 其中作用效果最好的为DTA-6处理。

4 不同时期喷施植物生长调节剂对大豆荚中多聚半乳糖醛酸酶活性的影响

4.1 V3期喷施植物生长调节剂对大豆荚中多聚半乳糖醛酸酶活性的影响

如图1所示, V3期喷施植物生长调节剂后, CK、 S_{3307} 和DTA-6处理大豆荚多聚半乳糖醛酸酶活性呈先升高后降低的趋势, 而DTA-6处理的变化较快, TIBA处理呈逐渐升高的趋势, 这可能与三种调节剂分别属于延缓型、促进型和抑制型有关。整体上看, 喷药后50 d内, 各处理PG活性低于对照, 但在喷药后40 d时, DTA-6处理PG活性比对照高23.64%, 喷药后50 d, TIBA处理比对照高4.77%。

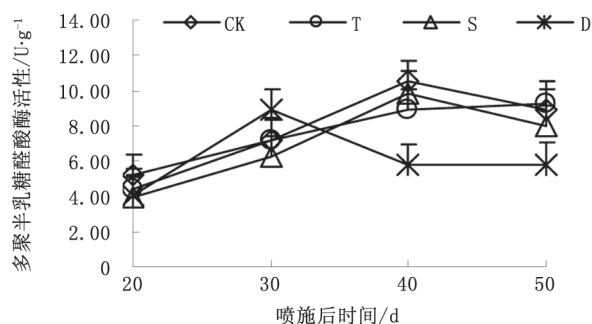


图1 V3期喷施植物生长调节剂对大豆荚中多聚半乳糖醛酸酶活性的影响

Fig.1 Effect of PGRs on polygalacturonase of soybean pods by spraying in V3 stage

CK: 对照; T: TIBA; S: S_{3307} ; D: DTA-6; 下图同。每处理3次重复, 每次重复取10株大豆的荚。

方差分析表明, 喷药后30~40 d, S_{3307} 处理显著降低了大豆荚PG活性, 喷药后50 d, S_{3307} 和TIBA处理的PG活性与CK相比未达差异极显著水平。不同取样时期三种植物生长调节剂对PG活性的影响不同, 喷药后20~30 d, S_{3307} 调控效果较好, 喷药后40~50 d, DTA-6调控效果较好。可见, V3期叶喷 S_{3307} 降低了大豆生殖生长阶段荚PG活性, 有利于减少荚的脱落, 而DTA-6和TIBA处理在处理后期降低了荚PG活性, 对于减少后期荚的脱落有一定作用。

4.2 R1期喷施植物生长调节剂对大豆荚中多聚半乳糖醛酸酶活性的影响

如图2所示, R1期喷施植物生长调节剂后, CK、TIBA、 S_{3307} 处理大豆荚PG呈先升高后降低的趋势, 而DTA-6处理则呈逐渐升高的趋势。整体上看, 各处理均降低了大豆荚PG活性。方差分析表明, 喷药后20 d, DTA-6处理显著降低了大豆荚PG活性, 至喷药后30 d, 差异达极显著水平, 喷药后40 d, 各处理PG活性与CK相比差异达极显著水平。可以看出, R1期喷施植物生长调节剂对大豆荚PG活性起到了调控作用, 有利于调节大豆荚的脱落。

4.3 R3期喷施植物生长调节剂对大豆荚中多聚半乳糖醛酸酶活性的影响

如图3所示, R3期喷施植物生长调节剂后, 各处理与对照PG活性变化趋势不同, CK为升高-降低-升高的趋势, TIBA处理为逐渐升高的趋势, S_{3307} 处理则为逐渐升高又迅速降低的趋势, DTA-6处理

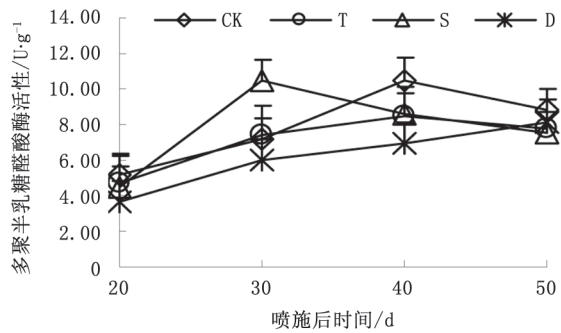


图2 R1期喷施植物生长调节剂对大豆荚中多聚半乳糖醛酸酶活性的影响

Fig.2 Effect of PGRs on polygalacturonase of soybean pods by spraying in R1 stage

每处理3次重复,每次重复取10株大豆的荚。

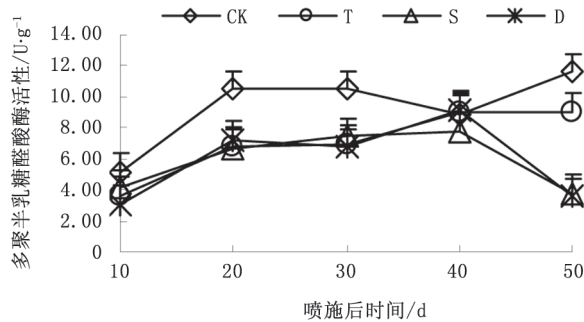


图3 R3期喷施植物生长调节剂对大豆荚中多聚半乳糖醛酸酶活性的影响

Fig.3 Effect of PGRs on polygalacturonase of soybean pods by spraying in R3 stage

每处理3次重复,每次重复取10株大豆的荚。

则为升高-降低-升高-降低的趋势。除喷药后40 d外,各处理PG活性均低于CK。方差分析表明,喷药后10 d, TIBA和DTA-6处理显著降低了大豆荚PG活性,至喷药后20~30 d,各处理PG活性与CK相比差异达极显著水平,喷药后40 d,各处理与对照差异不显著,喷药后50 d,各处理与对照相比差异达极显著水平。总之, R3期喷施植物生长调节剂对大豆荚PG起到了调控作用,有利于减少大豆荚的脱落。

5 不同时期喷施植物生长调节剂对大豆落荚中多聚半乳糖醛酸酶活性的影响

5.1 V3期喷施植物生长调节剂对大豆落荚中多聚半乳糖醛酸酶活性的影响

如图4所示, V3期喷施植物生长调节剂后,各

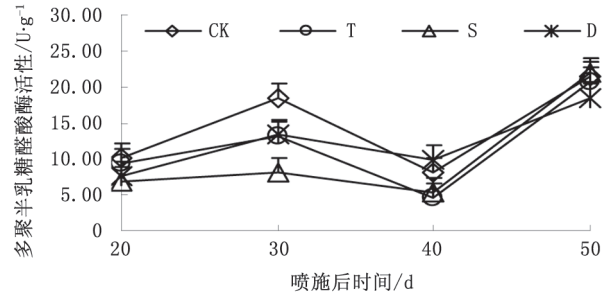


图4 V3期喷施植物生长调节剂对大豆落荚中多聚半乳糖醛酸酶活性的影响

Fig.4 Effect of PGRs on polygalacturonase of soybean abscission pods by spraying in V3 stage

每处理3次重复,每次重复取10株大豆的落荚。

处理与对照落荚PG活性呈升高-降低-升高的趋势,整体来看, TIBA、 S_{3307} 和DTA-6处理均不同程度降低了落荚多PG活性。方差分析表明,喷药后20 d,各处理落荚多聚半乳糖醛酸酶活性与CK相比差异显著,至喷药后30 d,各处理极显著降低了落荚PG活性,且 S_{3307} 处理与TIBA和DTA-6处理间差异达极显著水平,喷药后40 d, TIBA和 S_{3307} 处理与CK和DTA-6处理相比差异达显著水平。落荚PG活性的降低,说明V3期叶喷调节剂起到了调控作用。

5.2 R1期喷施植物生长调节剂对大豆落荚中多聚半乳糖醛酸酶活性的影响

如图5所示, R1期喷施植物生长调节剂后,各处理与对照落荚PG活性呈先降低后升高的趋势,整体来看, TIBA、 S_{3307} 和DTA-6处理均不同程度降低了落荚PG活性。方差分析表明,喷药后20 d,各处理落荚PG活性与CK间差异达显著水平,至喷药

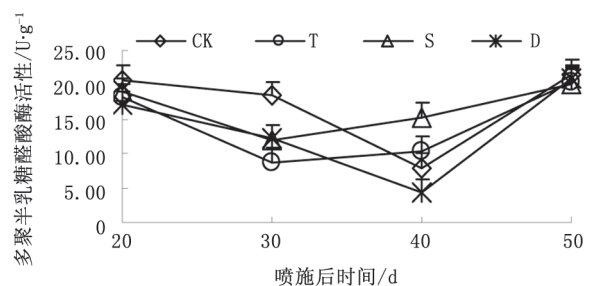


图5 R1期喷施植物生长调节剂对大豆落荚中多聚半乳糖醛酸酶活性的影响

Fig.5 Effect of PGRs on polygalacturonase of soybean abscission pods by spraying in R1 stage

每处理3次重复,每次重复取10株大豆的落荚。

后30 d, 各处理极显著降低了落荚PG活性, 且TIBA处理与S₃₃₀₇和DTA-6处理间差异达极显著水平, 喷药后40 d, TIBA和S₃₃₀₇处理与CK和DTA-6处理相比差异达显著水平, 喷药后50 d, 各处理与对照间无显著差异, 说明此期调节剂逐渐失去了作用。整体上看, DTA-6处理的调控效果最好, TIBA处理次之。

5.3 R3期喷施植物生长调节剂对大豆落荚中多聚半乳糖醛酸酶活性的影响

如图6所示, R3期喷施植物生长调节剂后, 各处理与对照PG活性变化呈降低-升高-降低的趋势。除喷药后部分天数外, 各处理PG活性均低于CK。方差分析表明, 喷药后10 d, TIBA和DTA-6处理极显著降低了大豆落荚多聚半乳糖醛酸酶活性, 至喷药后20 d, 各处理PG活性与CK相比差异达极显著水平, 喷药后30 d, TIBA处理PG活性显著高于对照, 喷药后40 d, 各处理与对照差异不显著, 喷药后50 d, S₃₃₀₇和DTA-6处理落荚PG活性与对照相比差异达极显著水平, 而TIBA处理则稍高于对照, 这可能与TIBA是抑制型调节剂有关。总之, R3期喷施植物生长调节剂对大豆落荚PG活性起到了调控作用。

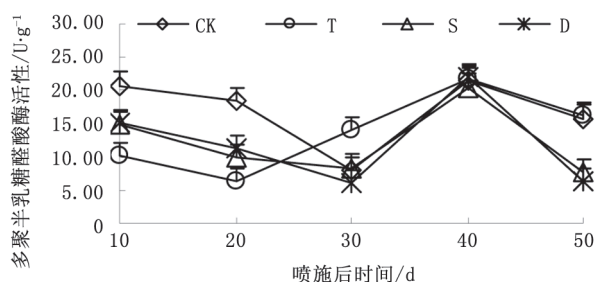


图6 R3期喷施植物生长调节剂对大豆落荚中多聚半乳糖醛酸酶活性的影响

Fig.6 Effect of PGRs on polygalacturonase of soybean abscission pods by spraying in R3 stage

每处理3次重复, 每次重复取10株大豆的落荚。

讨 论

PG是植物器官脱落的重要酶(Tucker等1984; Roberts等1984), 其活性与脱落呈正相关(李晓红等2007), 前人对番茄 rin 和 Nr 两个突变体的研究表明, PG可能的确作用于花脱落(王彦昌和李天来2001)。因此深入研究其主要性质, 并采取一些措施调控其活性, 对于防止植物器官脱落具有重要意义。

关于植物PG活性的研究目前已有一些报道(Gonzalez-Carranza等2002; Pressey和Avants 1977), 另一方面, 关于PG活性调控方面目前也有一些研究报道, 卢春彬等(1990a, b)、Addicott (1970)、吴有梅等(1992)分别研究证实了金属离子和植物激素对PG活性具有一定调节作用。本试验表明, 植物生长调节剂降低了大豆花及落花中PG活性, 由此可见, 植物生长调节剂可以调控大豆花的脱落, 尤其是初花期喷施, 利于减少大豆花的脱落。本试验发现, TIBA、S₃₃₀₇和DTA-6降低了大豆荚中PG活性, 对减少大豆荚的脱落起到了积极的作用, 而落荚PG活性变化与花荚脱落间的相关性有待于深入研究。不同时期喷施植物生长调节剂降低了大豆花荚脱落率, 间接提高了大豆花荚的数量, 有利于提高大豆产量。然而, 有关PG活性鉴定和调控的研究大多集中在植物果实中, 而有关其活性在植物脱落器官中的变化及其调控的研究尚少见报道, 而是否还有其他酶同时对大豆花荚脱落有重要的影响作用, 这方面尚需进一步研究。

植物器官(叶、花和果实等)的脱落除了受环境因素影响外, 还受植物体的内在因素如相关基因表达、内源激素代谢和养分、能量供应等综合影响(柴国华2006)。大豆生殖器官的脱落是一种由各种因素共同调节的复杂生理过程, 多种激素对其都有影响。尽管有关学者对大豆花荚脱落的机理进行了大量而充分的研究, 也取得了一定的进展, 但一些物质对于其脱落的调控作用机制或调控途径仍不是十分清楚, 如茉莉酸与乙烯对脱落的调控途径之间的关联性也有待于进一步的研究(王权帅等2009)。因此, 需要更深入地研究大豆生殖器官的脱落机理, 深入了解各种物质之间的相互作用关系, 为解决实际问题以及人工调控大豆生殖器官脱落提供更为坚实的理论基础。激素调控脱落的研究已经有60多年的历史, 但生长调节剂对PG活性的影响, 以往报道比较少。激素调控脱落的机理复杂, 其对脱落的影响不仅仅是通过水解酶的作用, 而是各种内外因素共同作用的生理生化过程, 其深层机制有待进一步研究。

参考文献

柴国华(2006). 激素、逆境对大豆脱落纤维素酶基因表达的调控及对花荚脱落的影响[硕士学位论文]. 陕西杨凌: 西北农林科技大学

- 韩静, 王幼群, 王晓理(1999). 植物器官脱落的机制及其研究进展. 植物学通报, 16 (4): 405~410
- 李晓红, 齐明芳, 李天来, 王倩, 许宏伟(2007). 不同温度处理对番茄离体花柄脱落及其相关酶活性的影响. 沈阳农业大学学报, 38 (6): 780~783
- 卢春彬, 刘存德, 沈全光, 梁厚果(1990a). PG在番茄果实成熟中的作用及二价金属离子与乙烯对PG活性的影响. 植物学报, 32 (5): 337~342
- 卢春彬, 刘存德, 沈全光, 梁厚果(1990b). 钙对不同成熟期番茄果实的PG活性及其合成的影响. 植物学报, 32 (11): 858~863
- 王权帅, 赵丹莹, 申琳, 生吉萍(2009). 脱落调节物质对植物器官脱落的调控. 西北植物学报, 29 (11): 2352~2359
- 王彦昌, 李天来(2001). 园艺植物花器脱落研究进展. 园艺学报, 29 (增刊): 613~618
- 吴有梅, 任建川, 华雪增, 刘愚(1992). 葡萄采后果粒脱落及保鲜贮藏. 植物生理学报, 18 (3): 267~272
- 周培根, 罗祖友, 戚晓玉, 吴邦良(1991). 桃成熟期间果实软化与果胶及有关酶的关系. 南京农业大学学报, 14 (2): 33~37
- Abeles FB, Rubinstein B (1964). Regulation of ethylene evolution and leaf abscission by auxin. Plant Physiol, 39: 963~969
- Addicott FT (1970). Plant hormones in the control of abscission. Biol Rev, 45: 485~524
- Bonghi C, Rascio N, Ramina A, Casadoro G (1992). Cellulase and polygalacturonase involvement in the abscission of leaf and fruit explants of peach. Plant Mol Biol, 20: 839~848
- Clements JC, Atkins CA (2001). Characterization of a non-abscission mutant in *Lupinus angustifolius* L.: physiological aspects. Ann Bot, 88: 629~635
- Gomez Lim MA, Kelly P, Sexton R, Trewavas AJ (1987). Identification of chitinase mRNA in abscission zones from bean (*Phaseolus vulgaris* Red Kidney) during ethylene-induced abscission. Plant Cell Environ, 10: 741~746
- Gonzalez-Carranza ZH, Whitelaw CA, Swarup R, Roberts JA (2002). Temporal and spatial expression of a polygalacturonase during leaf and flower abscission in oilseed rape and *Arabidopsis*. Plant Physiol, 128: 534~543
- Heitholt JJ, Egli DB, Leggett JE, MacKown CT (1986). Role of assimilate and carbon-14 photosynthate partitioning in soybean reproductive abortions. Crop Sci, 26: 999~1004
- Kostenyuk IA, Zon J, Burns JK (2002). Phenylalanine ammonia lyase gene expression during abscission in citrus. Physiol Plant, 116 (1): 106~112
- Orozco-Cardenas ML, Ryan CA (2003). Polygalacturonase β -subunit antisense gene expression in tomato plants leads to a progressive enhanced wound response and necrosis in leaves and abscission of developing flowers. Plant Physiol, 133: 693~701
- Osborne DJ (1955). Acceleration of abscission by a factor produced in senescent leaves. Nature, 176: 1161~1163
- Pressey R, Avants JK (1977). Occurrence and properties of polygalacturonase in *Avena* and other plants. Plant Physiol, 60: 548~553
- Roberts JA, Schindler CB, Tucker GA (1984). Ethylene-promoted tomato flower abscission and the possible involvement of an inhibitor. Planta, 160: 159~163
- Tabuchi T, Arai N (1999). Changes in esterase activity in the abscission zone of jointless tomato fruits. J Jpn Soc Hort Sci, 68 (6): 1152~1154
- Tucker GA, Schindler CB, Roberts JA (1984). Flower abscission in mutant tomato plants. Planta, 160: 164~167