

## 植物生长调节剂对大豆花荚脱落及产量的影响

郑殿峰<sup>1</sup>, 赵黎明<sup>2</sup>, 于洋<sup>1</sup>, 冯乃杰<sup>1</sup>, 赵玖香<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>黑龙江八一农垦大学植物科技学院, 黑龙江 大庆 163319; <sup>2</sup>黑龙江省农垦科学院水稻研究所, 黑龙江 佳木斯 154025)

**摘要:**为研究大豆花荚脱落情况, 以大豆 (*Glycine max*) 垦农4号为材料, 在R1期叶面喷施3种不同植物生长调节剂, 调查了大豆植株花数、荚数以及花荚脱落数。结果表明: 氯化胆碱 (Cc) 明显的增加了大豆植株的花数及荚数。2-N,N-二乙氨基乙基己酸酯 (DTA-6) 和 SOD<sub>M</sub> 有效降低了花荚脱落数以及脱落率; 其中 DTA-6 还显著增加了大豆株高和茎粗, 提高了单株粒数、单株粒重以及单株重等产量构成因子, 增产幅度为 13.24 %。可见叶面喷施 Cc 有效地促进了开花结荚, 而在产量增幅上, DTA-6 为最佳。

**关键词:** 植物生长调节剂; 大豆; 脱落; 产量

中图分类号: S565.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-9841(2008)05-0783-04

## Effects of Plant Growth Regulators (PGRs) on the Abscission of Flower and Pod of Soybean

ZHENG Dian-feng<sup>1</sup>, ZHAO Li-ming<sup>2</sup>, YU Yang<sup>1</sup>, FENG Nai-jie<sup>1</sup>, ZHAO Jiu-xiang<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> College of Plant Science, Heilongjiang August First Land Reclamation University, Daqing 163319, Heilongjiang; <sup>2</sup> Rice Research Institute of Land Reclamation Academy of Heilongjiang Province, Jiamusi 154025, Heilongjiang, China)

**Abstract:** The abscission of flower and pod is one of main problems affecting grain yield of soybean. In the present study, three PGRs of SOD simulation material (SOD<sub>M</sub>), Choline chloride (Cc) and Diethyl aminoethyl hexanoate (DTA-6) were sprayed at R1 stage with soybean cultivar Kennong 4 as material, and the effect of PGRs on abscission of flowers and pods was determined. Compared with CK, the number of flower and pod significantly increased under Cc treatment. DTA-6 and SOD<sub>M</sub> effectively reduced the abscission number of flower and pod; DTA-6 markedly enhanced plant height, stem diameter, and yield structures. 13.24 % of yield increases were obtained under DTA-6 treatment. Results suggest that it is effective to enhance the numbers of flower and pod by spraying Cc and DTA-6 on soybean leaves, and DTA-6 had better yield increasing effect.

**Key words:** Plant growth regulators; Soybean; Abscission; Yield

近年来,应用植物生长调节剂进行化学调控,对于调节大豆落花落荚和提高产量上具有十分重要的意义。前人研究表明,在大豆生产中,花荚脱落一直是影响大豆产量提高的重要限制因子。当花荚的脱落率高于50%时,充足的同化物储备并不能增加荚数<sup>[1]</sup>,所以在R1~R5期间花数及其脱落率将会对荚数产生决定性的影响,而这种影响要一直持续到R<sub>5</sub>期后0~12 d<sup>[2]</sup>。大豆栽培管理中通过施肥减少植物落花落荚是一种比较有效的手段,如在花期叶片喷施尿素显著降低脱落率<sup>[3]</sup>。也有研究表明,在作物上,应用低浓度的DTA-6(11~40 mg·kg<sup>-1</sup>)可以促进碳水化合物代谢和物质积累,显著提高产量,

并能改善作物品质<sup>[4,5]</sup>。最近的研究表明,应用植物生长调节剂还具有控制徒长、增强代谢和提高产量的效果<sup>[6-8]</sup>。选用SOD<sub>M</sub>、Cc和DTA-6 3种安全、高效、低毒或无毒的调节剂产品进行试验,旨在探讨调节剂对大豆落花落荚的影响,为调节剂在大豆高产优质栽培中的选用提供科学依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料及设计

试验于2006~2007年在黑龙江省大庆市林甸县吉祥村进行,土壤碱解氮178.50 mg·kg<sup>-1</sup>,速效磷25.40 mg·kg<sup>-1</sup>,速效钾257.40 mg·kg<sup>-1</sup>,pH值

收稿日期: 2008-03-27

基金项目: 黑龙江省“十一五”科技攻关资助项目(GA06B101-1-1); 黑龙江省教育厅资助项目(1054G032)。

作者简介: 郑殿峰(1969-),男,教授,博士生导师,主要从事作物化学调控方面的研究。E-mail: zhengdianfeng@hlau.cn。

7.88, 有机质的含量 3.08 %。小区面积 20 m<sup>2</sup>, 行距 65 cm, 株距 5 cm, 处理和对照各设 3 次重复, 随机区组排列。于 R<sub>1</sub> 期(7 月 7 日)进行叶面喷施, 以清水为对照, 调节剂 3 种, 分别为 SOD 模拟物(SOD<sub>M</sub>)、氯化胆碱(Choline chloride, Cc)和 2-N,N-二乙氨基乙基己酸酯(diethyl aminoethyl hexanoate, DTA-6), 喷施浓度分别为 6.7 ml·L<sup>-1</sup>、1000 mg·L<sup>-1</sup>和 60 mg·L<sup>-1</sup>, 用量均为 225 L·hm<sup>-2</sup>。在整个生育期间, 适时除草和防治病虫害。

## 1.2 方法及测定项目

喷药前, 每个小区选定面积为 1 m<sup>2</sup>, 随机选定 10 株, 进行挂牌处理, 并在这 1 m<sup>2</sup> 地面处铺上纱布网, 以备调查花数时用。于喷药后每天中午 12:30 在小区内进行花数调查, 其中花数按节位进行调查, 即从下至上调查每个节位的花数及荚数情况(痕迹及落花数), 同时记录期间前后落花情况, 直至花变为荚、荚变为成熟荚为止。收获时, 为防止瘪荚意外脱落, 在收获前进行一次荚数调查。测定项目有花数和荚数, 成熟期大豆植株荚粒数、荚粒重以及产量和品质, 其中产量采用长度样点法, 品质用谷物分析仪进行测定。

## 1.3 数据分析

所有数据处理采用 Excel 软件; 方差分析采用 DPS。

## 2 结果与分析

### 2.1 植物生长调节剂对大豆花生长状况的影响

由图 1 可知, 大豆经叶面喷施植物生长调节剂后, 整体上看, 在喷药后 29 d 内, 各处理及对照的植株花数变化均是一直处于上升的趋势, 而在喷药 29 d 后, 又均开始下降。其中在喷药后 7 d, 3 种调节剂对大豆植株花数的作用强度表现为 Cc > DTA-6 > SOD<sub>M</sub> > CK, 至喷药 19 d 后, 各处理及对照的植株花数情况才开始有所变化; 喷药后 20 ~ 24, SOD<sub>M</sub>、Cc 和 DTA-6 处理对大豆植株花数的作用效果表现为 Cc > SOD<sub>M</sub> > DTA-6 > CK, 且在这 5 d 内, Cc 处理的花数分别较 CK 增加了 13.65 %、15.60 %、5.78 %、7.41 % 和 6.85 %; 在喷药后 29 d, 各处理及对照的植株花数均达到各自的最高值, 具体表现为 CK > SOD<sub>M</sub> > Cc > DTA-6; 直至喷药后 30 d, 各处理及对照的植株花数开始有所下降, 其中下降速度最快是 CK, 其次 Cc 处理。此外, 从图中还可以看出, 喷药后 7 ~ 24 d, Cc 处理的大豆植株花数一直高于其他处理及对照, 这说明叶面喷施 Cc 调节剂对于增加

大豆单株花数有一定的促进作用。

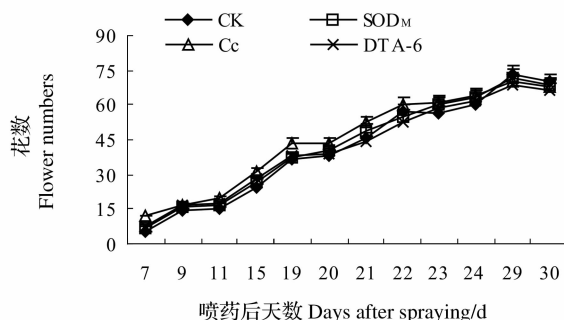


图 1 植物生长调节剂对大豆植株花数的影响

Fig. 1 Effects of PGRs on numbers of flower in soybean plant

### 2.2 植物生长调节剂对大豆荚生长状况的影响

#### 2.2.1 植物生长调节剂对大豆植株荚数的影响

从图 2 中可以看出, 各处理及对照的单株荚数变化均是呈现先升高后降低的趋势。在喷药后 18 ~ 22 d, 各处理及对照的植株荚数变化并不明显; 而在喷药 22 d 后, 开始缓慢的上升, 并在喷药后 24 ~ 30 d, Cc 和 SOD<sub>M</sub> 处理的植株荚数曲线始终保持在 CK 和 DTA-6 处理的上方, 其中在喷药后 24 d, 26 d, 28 d 和 30 d, Cc 处理的植株荚数分别比 CK 增加了 21.88 %、31.70 %、26.33 % 和 12.71 %, 一直到喷药后 34 d, Cc 处理的荚数仍然是高于其他处理及对照; 而在喷药后 36 ~ 40 d, 各处理及对照的植株荚数变化呈现迅速下降的趋势, 其中下降幅度最大的是 Cc 处理, 其次是 CK; 至喷药后 40 ~ 44 d, 各处理的植株荚数情况均表现为 DTA-6 > SOD<sub>M</sub> > CK > Cc, 相比之下, 以 DTA-6 处理的荚数下降幅度最小, 其次是 SOD<sub>M</sub> 处理。

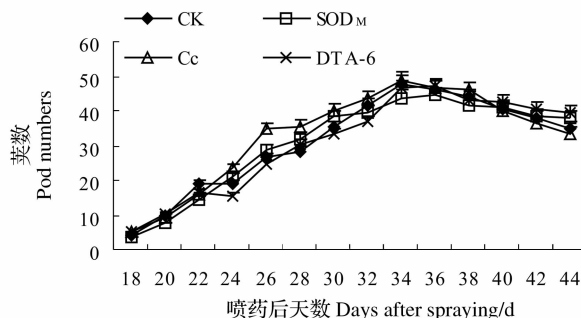


图 2 植物生长调节剂对大豆植株荚数的影响

Fig. 2 Effects of PGRs on numbers of pod in soybean plant

#### 2.2.2 植物生长调节剂对大豆植株每节成熟荚数的影响

由图 3 可以看出, 3 种植物生长调节剂对大豆每节成熟荚数影响不同, 其中 5 ~ 8 节之间, 各处理及对照的节荚数没有明显的变化, 且各节荚数以 SOD<sub>M</sub> 为最多。而在第 8 节之后, 各节荚数的变化

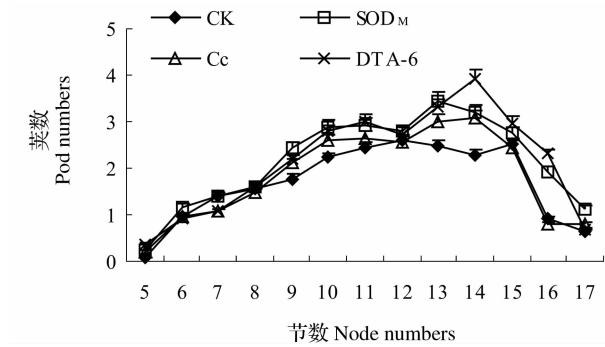


图3 植物生长调节剂对大豆植株每节成熟荚数的影响

Fig.3 Effects of PGRs on pod numbers per node in soybean plant

差异则很大,主要表现在:各处理及对照在8~12节之间的节荚数变化呈现递增趋势,至12节略有降低,之后又开始增加;在13节处,SOD<sub>M</sub>和Cc处理达到各自节荚数的最高值,且3种调节剂的作用效果表现为SOD<sub>M</sub>>DTA-6>Cc>CK,但是DTA-6处理的节荚数最高值则有所滞后,出现在14节处,且从14节开始直至16节,各节荚数始终以DTA-6处理为最高,其次是SOD<sub>M</sub>处理。因此,可以看出,叶

面施用植物生长调节剂增加荚数,主要是由于增加了9~11节和13~16节之间荚数的缘故。

2.3 植物生长调节剂对大豆落花落荚的影响

表1结果表明:各处理对大豆植株花荚数的作用强度表现为Cc>SOD<sub>M</sub>>DTA-6>CK,其中Cc处理显著的增加了大豆植株的总花数和总荚数,但成熟荚数却小于其他处理。从花荚脱落数上看,花荚脱落数最大的是Cc处理,其次是SOD<sub>M</sub>处理;而在花荚脱落率上,Cc处理也表现出较高水平,这与Cc处理的较高脱落数是相互对应的,其中落荚数以CK的为最高;相比之下,各处理对大豆植株总脱落率的作用效果表现为Cc>CK>SOD<sub>M</sub>>DTA-6。此外,从表中还可以看出,无论是脱落数,还是脱落率,DTA-6处理均是最低的。从中可以看出,叶面喷施Cc调节剂可以增加大豆植株的花荚数,但是由于较高的脱落率,因而导致植株成熟荚数减少;相反,DTA-6处理植株花荚数虽然较低,但脱落率却很低,也因此植株成熟荚数明显高于其他处理及对照。

表1 植物生长调节剂大豆花荚脱落及脱落率的影响

Table1 Effects of PGRs on flowers and pods abscission and rate of abscission in soybean plant

处理 Treatments	总花数 Total flower number	总荚数 Total pod number	荚数 Pod number	脱落数 Abscission number		脱落率 Abscission rate/%		总脱落率 Total abscission rate/%
				Flower	Pod	Flower	Pod	
CK	84.8±2.3b	50.9±0.9a	22.9±0.6b	33.9	28.0	39.98	55.01	73.00
SOD <sub>M</sub>	87.8±1.5b	52.6±1.1ab	28.7±1.0a	35.2	23.9	40.09	45.44	67.31
Cc	92.3±3.9a	53.7±1.2a	24.7±0.5ab	39.7	29.0	42.51	54.00	73.55
DTA-6	85.9±4.0b	51.6±1.1ab	29.8±1.3a	33.3	21.8	39.22	42.25	64.90

同一列中不同大小写字母分别表示差异达1%和5%显著水平。

Values followed by a different lowercase or capital letter within each column are significantly different at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

2.4 植物生长调节剂大豆农艺性状的影响

不同植物生长调节剂对大豆农艺性状的影响见表2,SOD<sub>M</sub>、DTA-6处理的株高和茎粗明显高于CK,且分别较CK增加了10.29%和9.04%,经方差分析得知,均达0.05显著水平;底荚高则是以DTA-6处理的为最低,SOD<sub>M</sub>处理的为最高。此外,3种调节剂对大豆植株荚数、荚重、粒数、粒重

以及单株重指标的作用效果均表现为DTA-6>SOD<sub>M</sub>>Cc>CK,其中DTA-6处理的荚数、荚重、粒数、粒重以及单株重分别比CK增加了30.13%、33.86%、21.47%、22.24%和22.38%,其次是SOD<sub>M</sub>处理,而且经方差分析可知,SOD<sub>M</sub>和DTA-6处理的荚数、粒数、粒重以及单株重等指标都与CK差异显著。

表2 植物生长调节剂大豆主要农艺性状的影响

Table2 Effects of PGRs on the main agronomic traits of soybean

处理 Treatments	株高 Height /cm	茎粗 Stem diameter/cm	底荚高 Bottom pod height/cm	荚数 Pods number	粒数 Seeds number	荚重 Pods weight/g	粒重 Seeds weight/g	单株重 Weigh per plant/g
CK	80.98b	0.63b	21.83a	22.9b	51.92b	14.67a	10.34b	22.39b
SOD <sub>M</sub>	89.31a	0.66a	22.43a	28.7a	65.0a	16.66a	12.01a	26.40a
Cc	84.95ab	0.62b	21.50a	24.7ab	57.8b	15.24a	10.94b	23.53b
DTA-6	88.30a	0.68a	20.70a	29.8a	69.5a	17.82a	12.64a	27.40a

2.5 植物生长调节剂对大豆产量及品质的影响

由表3可以看出,大豆在R1期经叶面喷施植

物生长调节剂后,3种调节剂虽然对籽粒蛋白质和脂肪的影响不明显,但是SOD<sub>M</sub>和DTA-6处理却都

显著的提高了大豆单株重量,其中 DTA-6 处理还显著的提高了百粒重和产量,且 3 种调节剂对大豆百粒重和产量的作用强度表现为 DTA-6 > SOD<sub>M</sub> > Cc > CK。此外,在产量增幅方面,SOD<sub>M</sub>、Cc 和 DTA-6

处理分别较 CK 增加了 7.97%、2.23% 和 13.24%;而在品质方面表现均未达到显著,其中 SOD<sub>M</sub>、Cc 和 DTA-6 均降低了籽粒的蛋白质,增加了籽粒中脂肪含量,其中以 Cc 处理的变化较为明显。

表3 植物生长调节剂对大豆百粒重、产量及品质的影响

Table 3 Effects of PGRs on 100-seed weight, yield and quality of soybean

处理 Treatments	单株产量 Plant yield/g	百粒重 100-seed weight/g	产量		蛋白质/% Protein	脂肪/% Oil
			Yield/kg·hm <sup>-2</sup>	± %		
CK	10.30 ± 0.36b	18.88 ± 0.24b	2961.90 ± 87.67b	0	43.91 ± 0.24a	19.60 ± 0.14a
SOD <sub>M</sub>	11.22 ± 1.03a	19.13 ± 0.56ab	3197.85 ± 61.95ab	7.97	43.27 ± 0.14a	20.20 ± 0.18a
Cc	10.62 ± 0.37ab	18.94 ± 0.97ab	3027.90 ± 45.46b	2.23	43.67 ± 0.18a	20.21 ± 0.17a
DTA-6	11.96 ± 0.75a	19.21 ± 1.34a	3347.43 ± 92.31a	13.24	43.75 ± 0.17a	20.00 ± 0.12a

3 讨论

前人研究表明,有目标地对植物内源激素系统的进行化学调控,是保障品种优良遗传性状和抗逆潜能充分发挥的新技术资源。如在大豆花期喷施植物生长调节剂能够有效的调节花荚脱落;再如 2,4-D 能够增加花荚数<sup>[9]</sup>;6-BA 能够降低脱落率并增加百粒重,最终导致产量显著提高<sup>[10]</sup>;Abutiate<sup>[11]</sup>认为,TIBA 能够在不增加花数的情况下,降低脱落率从而增加荚数。研究表明,大豆经叶面喷施 Cc 调节剂虽然能够显著的增加植株花数和荚数(图 1、2 和 3),但由于其较高的落花数和脱落率(表 1),所以其产量增幅较小(表 3);相反的,叶面喷施调节剂 SOD<sub>M</sub> 和 DTA-6,虽然植株花荚数只是略有提高,但由于较低的脱落数和脱落率(表 1),最终却获得了较高的产量,其中 DTA-6 产量显著高于 CK(表 4)。此外,3 种调节剂对大豆籽粒品质方面的影响均不明显(表 4)。

4 结论

Cc 调节剂增加了大豆植株的花数和荚数,花数和荚数分别较 CK 增加了 8.84% 和 5.50%,其中荚数上主要是增加了植株 9~11 节和 13~16 节之间的荚数,但是其落花数和落荚数是 3 个调节剂中最高的一个,最终导致了较大的脱落率;而调节剂 SOD<sub>M</sub> 和 DTA-6 小幅度的提高了花荚数,却有较低的脱落数和脱落率。

DTA-6 和 SOD<sub>M</sub>提高了大豆产量,产量增幅分别为 13.24% 和 7.97%,提高了单株荚数、单株荚重、单株粒数、单株粒重以及单株重等产量构成因素,可以看出,R1 期叶面喷施 DTA-6 的调控效果是最佳的。

参考文献

[1] Egli D B, Jiang H. Shade induced changes in flower and pod number and flower and fruit abscission in soybean[J]. Agronomy Journal, 1993, 85(2): 221-225.

[2] Board J E, Harville B G. Soybean yield component responses to a light interception gradient during the reproductive period[J]. Crop Science, 1995, 33: 772-777.

[3] Oko B F D, Eneji A E, Binang W. Effect of foliar application of urea on reproductive abscission and grain yield of soybean[J]. Journal of Plant Nutrition, 2003, 26(6): 1223-1234.

[4] Stephen M, Poling W J H. Synthetic bioregulators of poly-cis-carotenoid biosynthesis[J]. Phytochemistry, 1982, 21(3): 601-604.

[5] Brown R H. Influence of succinic acid 2,2-dimethylhydrazide on yield and morphological characteristic of starve peanut (*Arachis hypogaea* L.)[J]. Crop Science, 1973, 13(5): 507-510.

[6] 许园. 多效唑在双低油菜上的应用效果[J]. 河南农业科学, 2002(10): 17-18. (Xu Y. Application of PP333 in the double-low rape[J]. Henan Agricultural Sciences, 2002(10): 17-18.)

[7] 贺鸿雁, 孙存华, 杜伟, 等. PEG 6000 胁迫对花生幼苗渗透调节物质的影响[J]. 中国油料作物学报, 2006, 28(1): 76-78. (He H Y, Sun C H, Du W, et al. Effect and evaluation of entomophthorasp on controlling aphid glycine[J]. Chinese Journal of Oil Crop Science, 2006, 28(1): 76-78.)

[8] 吴国昭, 曾任森. 外源水杨酸甲酯和茉莉酸甲酯处理对挺立型普通野生稻保护酶活性的影响[J]. 西北农业学报, 2007, 16(3): 82-84. (Wu G Z, Zeng R S. The influence of protective enzymes of perpendicular gaozhou wild rice (*Oryza rufipogon*) treated with exterior signal compounds salicylates and jasmonates[J]. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica, 2007, 16(3): 82-84.)

[9] Cho Y K. Impact of 2,4-D P and BAP upon pod set and seed yield in soybean treated at reproductive stages[J]. Plant Growth Regulation, 2002, 36(3): 215-221.

[10] Miceli S J, Brander C, Egli D B. Decreasing reproductive sink size by physically restraining seed growth in soybean effects on plant growth and leaf senescence[J]. European Society of Agronomy Colmar, 1994, 188-189.

[11] Abutiate K. Effect of TIBA (2,3,5-triiodobenzoic acid) on certain plant characteristics and yield of a determinate and in determinate cultivar of soybean[J]. Legon (Ghana), 1979, 21(4): 290-294.