

植物生长调节剂DTA-6对花生产量、品质及其根系生理调控研究

张明才, 何钟佩, 田晓莉, 段留生,
王保民, 翟志席, 李召虎*

(中国农业大学 农学与生物技术学院 作物化学控制研究中心,
农业部作物栽培与耕作学重点开放实验室, 北京 100094)

摘要: 在大田栽培条件下, 经过3年试验, 研究了在花针期叶面喷施植物生长调节剂DTA-6对花生产量、品质及器官生理功能的影响。结果表明: 与清水对照比较, DTA-6可显著增加荚果和籽仁产量, 表现在单株干物质增加, 饱荚数、饱荚重和籽仁重显著提高, 秕荚数显著减少; DTA-6对籽仁中含油量具有促进作用, 而对游离氨基酸、蛋白质含量有降低的趋势; 同时DTA-6提高了花生的根系活力和根系伤流量以及根系的吸收和合成能力, 提高了花生的结瘤性和固氮能力。

关键词: 花生; 植物生长调节剂; DTA-6; 产量; 品质; 根系

中图分类号: S482.8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-7303(2003)04-0047-06

DTA-6化学名称为2-N,N-二乙氨基乙基己酸酯(diethyl aminoethyl hexanoate), 是一类新型、广谱性植物生长促进剂, 具高度安全性。有研究表明, 它在低浓度(1~40 mg/kg)下对多种植物有调节、控制、促进生长的作用。低浓度处理作物, 可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^[1~7]。国内外对其研究多局限于蔬菜及花卉上, 在花生上的应用及生理调控研究尚未见报道。本试验以鲁花11号为试验材料, 研究DTA-6对其产量和品质以及对根系生理的调控作用, 为其在花生生产上的有效利用提供理论依据。

1 材料和方法

试验于2000~2002年在中国农业大学科学园试验田进行, 土质为轻壤土, 肥力中等。供试花生品种为鲁花11号。50%DTA-6可湿性粉剂(香港超大集团浩伦生长调节剂公司提供)。3年各处理均在花针期(2000年播后44 d, 2001年播后43 d, 2002年播后42 d)叶面喷施, 喷施浓度均为20 mg/L, 以等量清水为对照。小区面积为20 m², 起垄栽培, 重复3次, 随机排列。播种、田间管理按常规操作进行。

根系伤流收取方法: 分别在各生育期选择生长发育一致的植株4~6株, 用蒸馏水冲洗主茎子叶节处, 擦干, 在子叶节处切断主茎, 将洁净的乳胶管套在根基部茎秆上, 收集12 h (18:00~6:00)。用注射器测量伤流液的体积。而后放置在-37℃低温冰箱中保存待测。

花生籽仁中粗蛋白测定用微量凯氏定氮法测定总氮量^[8]; 脂肪含量测定用索氏提取法^[9]; 氨基酸含量用日立835-50型氨基酸自动分析仪测定^[10]; 根系活力测定用 α -萘胺氧化法^[11]; 游离氨基酸含量测定用茚三酮显色法^[12]; 无机磷测定用磷钼蓝法^[13]; 用乙炔还原定量

□ 作者简介: 李召虎(1967-), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事作物化学控制研究

基金项目: 国家“863”计划(2003AA246061); 农业结构调整重大技术研究专项资助(2003-03-03A)。

法测定根瘤固氮活性^[14]。

2 结果与分析

2 1 DTA-6 对花生产量和产量构成因素的影响

2 1 1 DTA -6 对花生产量的影响 三年试验的结果表明,在种植密度基本一致的情况下,经 DTA -6 处理,花生单位面积的荚果重和籽仁重均有提高,但对出仁率影响不明显(见表 1)。2000~ 2002 年,每公顷荚果重分别比对照提高了 110、167 和 176 kg,均达到显著水平;同时每公顷籽仁重分别比对照提高了 103、99 和 108 kg,均达到显著水平。

Table 1 Effect of DTA -6 on peanut yield

Year	Treatment	Pods weight	Kernel weight	Kernel weight	Density
		/kg · hm ⁻²	/kg · hm ⁻²	/Pods weight (%)	/Plants · hm ⁻²
2002	CK	3 874 ± 10	2 849 ± 1	0 73 ± 0 01	14 28 ± 0 25
	DTA -6	* 4 050 ± 8	* 2 957 ± 50	0 73 ± 0 01	14 17 ± 0 17
2001	CK	4 093 ± 55	3 070 ± 40	0 75 ± 0 001	13 65 ± 0 02
	DTA -6	* 4 260 ± 18	* 3 169 ± 15	0 74 ± 0 006	13 59 ± 0 04
2000	CK	3 656 ± 15	2 764 ± 5	0 76 ± 0 006	12 64 ± 0 01
	DTA -6	* 3 766 ± 10	* 2 867 ± 6	0 76 ± 0 000	12 58 ± 0 03

* F_{0.05} test: Data were significant at the 0.05 level The same as in the following tables

2 1 2 DTA -6 对花生产量构成因素的影响 从表 2 分析可以得出,DTA -6 对花生的株高和分枝数影响不大,但提高了单株的饱荚数、干物重、饱荚重和籽仁重,降低了秕荚数。2000 和 2002 年 DTA -6 处理与对照比较,单株饱荚数、饱荚重和籽仁重的增加和秕荚数的减少均达到显著水平;而在 2001 年 DTA -6 处理与对照比较,单株饱荚重和籽仁重的增加和秕荚数的减少

Table 2 Effect of DTA -6 on the factors of the pea yields

Year	Treatment	Height /cm	Number of	Number of	Number of	Dry	Weight of	Weight of
			branch (per plant)	good pods (per plant)	bad pods (per plant)	weight /g · plant ⁻¹	good pods /g · plant ⁻¹	grains /g · plant ⁻¹
2002	CK	58 00	10 00	13 60	* 4 53	19 46	15 24	11 46
		± 4 39	± 1 07	± 4 91	± 2 80	± 6 97	± 6 87	± 5 07
	DTA -6	58 00	10 07	* 15 07	3 00	* 23 54	* 18 29	* 13 44
		± 1 38	± 1 14	± 3 34	± 0 96	± 4 23	± 3 40	± 2 79
2001	CK	57 83	10 67	18 50	* 4 17	21 33	21 00	15 67
		± 1 73	± 0 82	± 4 55	± 1 47	± 4 46	± 3 63	± 2 73
	DTA -6	58 40	10 60	18 80	2 80	22 00	* 22 40	* 16 80
		± 0 55	± 1 52	± 3 56	± 0 84	± 2 45	± 2 79	± 2 35
2000	CK	58 80	10 20	16 60	* 6 80	23 60	18 40	13 60
		± 3 11	± 0 84	± 1 14	± 3 11	± 4 04	± 2 07	± 1 67
	DTA -6	58 80	10 40	* 18 20	3 60	24 00	* 20 60	* 15 20
		± 1 10	± 0 55	± 1 48	± 0 55	± 2 92	± 1 52	± 0 84

均达到显著水平,但处理对单株饱荚数影响不明显。DTA-6处理与对照比较,2000和2001年单株干物重的增加量未达到显著水平,2002年干物重的增加量达到显著水平。

2.2 DTA-6对花生品质的影响

试验研究发现,DTA-6处理对花生籽仁蛋白质和脂肪含量影响较小(见表3),DTA-6处理与对照比较,有降低籽仁蛋白质含量、提高脂肪含量的趋势。在2000~2002年,DTA-6处理蛋白质含量较对照分别少0.13%、0.35%和0.55%,而脂肪含量较对照分别多0.62%、1.10%和0.74%,处理与对照间差异均不显著。

从表4中可以得出,DTA-6处理对籽仁中游离氨基酸含量的影响较小。在2001~2000年,DTA-6处理与对照比较,籽仁中的游离氨基酸含量分别降低了2.37%和1.59%。但在植物蛋白中缺乏的蛋氨酸(Met)分别增加了10.45%和3.23%。

Table 3 Effect of DTA-6 on content of protein and fats(%)

Item	Treatment	2002	2001	2000
Protein	CK	25.68±1.25	25.13±0.98	25.36±0.78
	DTA-6	25.13±1.03	24.78±1.00	25.23±0.56
Fat	CK	51.29±5.26	52.02±8.63	51.69±4.36
	DTA-6	52.03±4.35	53.12±6.78	52.31±5.12

Table 4 Effect of DTA-6 on content of free amino-acids/mg·g⁻¹

Amino-acids	2001		2000	
	CK	DTA-6	CK	DTA-6
Asp	33.85±1.83	32.55±1.32	34.56±1.20	34.07±1.64
Thr	7.96±0.23	7.66±0.06	8.07±0.09	7.67±0.13
Ser	12.05±0.78	11.98±0.09	11.84±1.01	11.97±0.42
Glu	53.12±3.21	52.42±3.56	53.80±2.31	53.22±2.12
Gly	18.35±1.21	17.01±1.20	17.08±1.01	17.83±1.21
Ala	11.57±0.86	11.17±0.91	12.35±0.96	11.65±0.56
Val	12.76±0.56	12.75±0.46	13.46±0.56	12.96±0.31
Met	2.01±0.05	2.22±0.09	2.48±0.09	2.56±0.09
Ile	9.98±0.13	9.96±0.08	10.40±1.00	10.05±0.21
Leu	19.46±0.32	19.21±0.07	19.85±0.98	19.52±0.45
Tyr	7.61±0.08	8.49±0.03	8.31±0.32	7.58±0.08
Phe	14.68±0.31	14.45±0.21	15.73±1.23	15.48±0.12
γ-ABA	0.34±0.02	0.36±0.01	0.42±0.08	0.36±0.06
Lys	9.48±0.09	9.76±0.10	9.29±0.23	9.27±0.21
His	6.27±0.08	6.00±0.06	6.10±0.96	6.11±0.06
Arg	32.96±1.21	31.00±1.32	31.14±1.21	30.99±1.21
Pro	11.47±1.10	10.81±1.00	11.79±0.08	11.36±0.10
Total	263.92±8.56	257.80±5.62	266.67±7.65	262.65±4.65

2.3 DTA-6对根系生理功能的影响

2.3.1 DTA-6对根系活力的影响 从图1分析发现,DTA-6处理明显提高了花生的根系还原力。喷药后10 d(7月20日)至40 d(8月19日)的4次测定,DTA-6处理比对照分别提高了

15 66%、20 11%、14 18%和 6 96%。

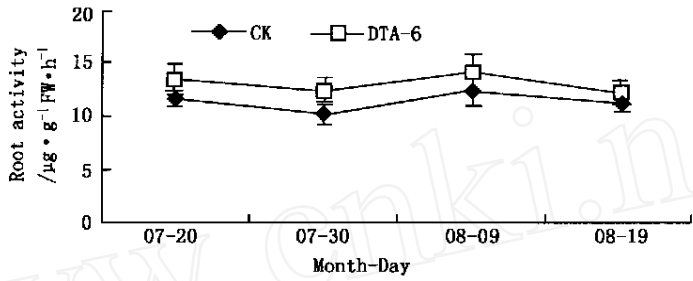


Fig 1 Effect of DTA -6 on the root activity of peanut

2 3 2 DTA -6 对根系伤流量及其伤流中氨基酸、无机磷流量的影响 根系的伤流量是反映根系生理活性的一个重要生理指标, 伤流中的氨基酸和无机磷的流量可以反映根系合成和吸收能力的强弱。如表 5 所示,DTA -6 处理提高了根系伤流量以及根系伤流中的无机磷和氨基酸流量, 其中在 DTA -6 喷施叶面 10 d(7 月 20 日)和 20 d(7 月 30 日)时,DTA -6 处理的根系伤流量以及根系伤流中的无机磷和氨基酸流量的增加量均达到显著水平; 而在处理后 30 d(8 月 9 日)和 40 d(8 月 19 日), 根系伤流量以及根系伤流中的无机磷和氨基酸流量比对照增加较少, 均未达到显著水平。

Table 5 Effect of DTA -6 on bleeding sap and the content of phosphorus and an ino-acid in bleeding (2002)

Month-Day	T reatment	Bleeding sap	Phosphorus	Am ino acid
		/mL · plant ⁻¹ · h ⁻¹	/μg · plant ⁻¹ · h ⁻¹	/μg · plant ⁻¹ · h ⁻¹
07-20	CK	0 041 ± 0 006	4 00 ± 0 08	2 68 ± 0 07
	DTA -6	* 0 056 ± 0 001	* 5 55 ± 0 35	* 4 43 ± 0 23
07-30	CK	0 121 ± 0 001	10 76 ± 0 04	9 55 ± 0 17
	DTA -6	* 0 136 ± 0 006	* 14 26 ± 0 34	* 10 84 ± 0 18
08-09	CK	0 100 ± 0 006	7 73 ± 0 23	5 19 ± 0 03
	DTA -6	0 118 ± 0 001	7 89 ± 0 14	5 20 ± 0 16
08-19	CK	0 071 ± 0 001	4 63 ± 0 12	2 93 ± 0 08
	DTA -6	0 076 ± 0 001	4 67 ± 0 15	3 00 ± 0 12

2 3 3 DTA -6 对根瘤数、根瘤固氮活性和根瘤鲜重的影响 花生是豆科作物, 具有根瘤固氮的习性。DTA -6 处理后显著提高了根瘤的固氮活性和单株根瘤数, 单株根瘤鲜重也得到提高(见表 6)。在整个测定期内, 除处理后 10 d(7 月 20 日)外, 其他各期单株根瘤数增加量均达到显著水平; DTA -6 处理根瘤固氮活性与对照相比均达到显著水平。与对照比较, 单株根瘤鲜重的增加量在处理 10 d 和 20 d 均达到显著水平。 在处理 30 d 和 40 d,DTA -6 处理根瘤重量比对照增加较少, 均未达到显著水平。

Table 6 Effect of DTA-6 on the number of nodules and nodule mass and ARA* (2002)

Month-Day	Treatment	No. nodules	ARA	Nodule mass
		per plant	$\mu\text{mol C}_2\text{H}_4 \cdot \text{g}^{-1} \text{Fw} \cdot \text{h}^{-1}$	$\text{g} \cdot \text{plant}^{-1}$
07-20	CK	32 ± 4	190 40 ± 0 85	0 17 ± 0 01
	DTA-6	35 ± 2	* 210 18 ± 1 83	* 0 53 ± 0 03
07-30	CK	40 ± 4	237 70 ± 2 94	1 06 ± 0 04
	DTA-6	* 54 ± 3	* 324 07 ± 6 67	* 1 59 ± 0 03
08-09	CK	44 ± 9	408 05 ± 19 71	1 94 ± 0 04
	DTA-6	* 70 ± 12	* 1204 72 ± 5 19	2 06 ± 0 04
08-19	CK	50 ± 6	152 98 ± 2 30	0 66 ± 0 04
	DTA-6	* 72 ± 23	* 311 57 ± 5 31	0 70 ± 0 01

* Indicated acetylene-ethylene reduction activity.

3 结论与讨论

经过3年试验研究,认为植物生长调节剂DTA-6处理对花生荚果产量的提高具有巨大潜力,如在2000~2002年,DTA-6处理每公顷荚果重提高了110~176 kg,每公顷籽仁重比对照提高了99~108 kg,均达到显著水平。但对其品质如脂肪和氨基酸、蛋白质含量的影响不大,在2000~2002年,DTA-6处理蛋白质含量较对照减少0.13%~0.55%,而脂肪含量较对照增加了0.62%~1.10%,但处理与对照间差异均不显著,如从效益分析,则脂肪和蛋白质等的产量均是增加的。其机理有待于进一步的研究。

陈敏资报道,DTA-6提高了紫罗兰的光合能力以及叶绿素的含量,根系生理活性也得到提高^[3]。在圆柏上施用也得到了同样的结果^[4]。DTA-6对花生荚果产量的促进作用也是对植株各器官生理功能调节的综合表现。其中根系与植株生长和产量形成有密切关系,它除了作为水源、无机营养源和激素信息源外,又是根瘤的寄生和工作部位。根系生理功能的改善是促进整株繁荣的一个重要因素。本试验研究发现:DTA-6可提高花生根系活力和伤流量,根系的吸收和合成能力得到加强,花生的结瘤性和固氮能力明显提高。这一结果与DTA-6在甜豌豆上的作用效果一致^[15]。DTA-6提高豆科植物固氮活性的作用值得注意,因为提高自然氮源的利用率就意味着可以相应减少化肥的使用量,这对于降低环境污染是十分有利的。

随着花生产量的提高,出现了营养体过大、地上部和地下部营养生长不协调等问题,特别是徒长与倒伏。已进行了不少应用植物生长调节剂解决这方面问题的研究,如多效唑、丁酰肼等多为抑制性的生长调节剂^[16~17]。本试验研究是在雨水偏少的年份进行的,DTA-6为促进性的生长调节剂,在试验中促进了花生的生长,协调了地上部和地下部生长,且未发生徒长现象,故得到较为理想的结果。但在高产易倒伏的花生田,DTA-6的使用效果需待进一步研究。

总之,花生荚果发育和营养物质积累是一个非常复杂的生物过程,是诸多因素共同作用的结果,要阐明DTA-6调节这一复杂过程的详细机理,特别是激素调控机理,尚需进行深入研究。

参考文献:

- [1] Stephen M, Poling W J H. Chemical induction of β -carotene biosynthesis[J]. *Phytochemistry*, 1977, 16: 551-555
- [2] Stephen M, Poling W J H. Synthetic bioregulators of poly-cis-carotenoid biosynthesis [J]. *Phytochemistry*, 1982, 21(3): 601-604
- [3] 陈敏资. 二烷基乙醇羧酸酯对紫罗兰生理活性的影响[J]. *园艺学报*, 1995, 22(2): 201-202
- [4] 吕建洲, 薛秀春, 张爱莲. DA-6 对圆柏生长及生理活性的调控[J]. *植物研究*, 2000, 20(1): 73-78
- [5] 张子龙, 梁颖. DA-6 对水稻种子萌发和幼苗生长的影响[J]. *西南农业大学学报*, 2001, 23(3): 219-221
- [6] 吕建洲, 张琴. 二烷基乙醇羧酸酯对瓜菊生长及生理活性的影响[J]. *辽宁师范大学学报(自然科学版)*, 1999, 22(2): 153-157
- [7] 梁广坚, 李芸瑛. DA-6 和 BR+GA3 对菠菜生长和光合速率的影响[J]. *园艺学报*, 1988, 25: 356-360
- [8] 张家藻, 莫尚武, 邱淑华. 大豆粗蛋白微量快速分析[J]. *大豆科学*, 1987, 6(2): 151-156
- [9] 汪沛洪. 基础生物化学实验指导[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1986. 18-21
- [10] 孟祥勋, 胡明祥. 大豆籽粒蛋白质氨基酸组成成分的相关分析[J]. *大豆科学*, 1987, 6(3): 213-219
- [11] 何钟佩. 农作物化学控制实验指导[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1993. 60-68
- [12] 薛应龙. 植物生理学实验[M]. 北京: 高等教育出版社, 1985. 56-58
- [13] 白宝璋, 汤学军. 植物生理学测试技术[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1993. 98-100
- [14] 常从云. 大豆-根瘤菌共生固氮乙炔还原活体测定方法的研究[J]. *大豆科学*, 1986, 5(4): 357-366
- [15] 张明才, 何钟佩, 王玉琼, 等. 植物生长调节剂 DTA-6 在甜豌豆上的应用效果[J]. *农药学报*, 2001, 3(4): 53-58
- [16] 李保同, 汤丽梅. 多效唑在花生上的应用效果[J]. *农药*, 1995, 34(11): 42
- [17] Brown R H. Influence of succinic acid 2, 2-dimethylhydrazide on yield and morphological characteristic of starve peanut (*Arachis hypogaea* L.) [J]. *Crop Sci*, 1973, 13(5): 507-510

Regulation of Plant Growth Regulator DTA-6 on Peanut Yield and Quality and its Root Physiology

ZHANG Ming-cai, HE Zhong-pei, TIAN Xiao-li, DUAN Liu-sheng,
WANG Bao-min, ZHANG Zhi-xi, LI Zhao-hu*

(The Center of Crop Chemical Control, College of Agronomy and Biotechnology,
China Agricultural University, Beijing 100094, China)

Abstract: Field experiments were conducted in 2000 to 2002 at China Agricultural University to examine the effect of PGR DTA-6 on peanut yield and quality and its root physiology. Foliage spraying DTA-6 20 mg/L at flowering-pegging stage was used in 2000 to 2002. The main results were as follows: peanut yields were increased and the yield-components were improved by DTA-6 treatment. DTA-6 treatments also increased fat content, but decreased protein and amino acids content in kernels. The ability of root activity and xylem was increased by DTA-6 treatments, and the activity of root absorbed nitrogen and accumulation was improved. The number of nodules and the fixed nitrogen activity were increased by DTA-6.

Key words: peanut; plant growth regulator; DTA-6; yield; quality; root