

植物生长调节剂对大豆根系同化物及内源激素代谢的影响

郑殿峰¹, 赵黎明¹, 冯乃杰¹, 杜吉到¹, 李建英²

(1. 黑龙江八一农垦大学 植物科技学院, 黑龙江 大庆 163319; 2. 黑龙江省农科院 大庆分院, 黑龙江 大庆 163316)

摘要:在大田条件下, 以垦农 4 号为试验材料, 研究了不同植物生长调节剂对大豆生育后期根系内同化物及内源激素的变化情况。结果表明: SOD_M 调节剂明显提高了大豆根系中的可溶性蛋白含量, 增加了根系内游离氨基酸的输出量, 氯化胆碱和 DTA - 6 调节剂表现不明显。喷药后 5 ~ 30 d, 氯化胆碱有效地降低了根系中 ABA 含量, SOD_M 和 DTA - 6 调节剂有效地提高了大豆根系内 CTK 和 GA 含量, 而对 IAA 含量的促进并不明显。至喷药后 20 ~ 30 d, SOD_M 和 DTA - 6 调节剂处理的根系 ABA 含量才有所降低。

关键词: 植物生长调节剂; 大豆; 根系; 同化物; 激素

中图分类号: S565. 101 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000 - 7091(2008)02 - 0012 - 05

Effects of Different Plant Growth Regulators(PGRs) on Metabolism of Assimilation Material and Endogenous Hormones in Soybean Roots

ZHENG Dian - feng¹, ZHAO Li - ming¹, FENG Nai - jie¹, DU Ji - dao¹, LI Jian - ying²

(1. College of Plant Science, Heilongjiang August First Land Reclamation University, Daqing 163319, China;

2. Daqing Research Institute, Heilongjiang Academy of Agriculture Sciences, Daqing 163316, China)

Abstract: Field experiments researched the effects of different plant growth regulators(PGRs) on the change of assimilation and hormone in bleeding sap of soybean (Kennong 4) roots. The results showed that: SOD simulation material (SOD_M) significantly increased on content of the soluble protein in soybean. On the other hand, SOD_M application also increased the content of the free amino acid output in soybean roots, Choline chloride(Cc) and diethyl aminoethyl hexanoate (DTA - 6) treatments were not significant; After spraying 5 - 30 d, Cc effectively reduced the content of ABA in soybean roots, SOD_M and DTA - 6 regulators were effective to improve the content of GA and CTK in soybean roots, and the content of IAA was not. Days after spraying 20 - 30 d, SOD_M and DTA - 6 had been reduced on content of ABA.

Key words: Plant growth regulator; Soybean; Root; Assimilation; Hormone

根系在植物生命活动中占有重要地位, 它既是植物营养的吸收器官, 也是一个重要的代谢器官, 对大豆的生长发育、产量形成及植株体的生命活动有着重要的作用^[1, 2]。它的生长和活力的变化影响着作物产量的高低, 若根系发育不良或生理功能失调, 会严重影响整株大豆的生长发育, 降低籽粒产量和品质^[3, 4]。此外, 根系还是生长素 (IAA)、赤霉素 (GA)、细胞分裂素 (CTK)、脱落酸 (ABA) 等激素的合成器官, 是植物生长发育的基础和中心, 在适应不良

环境时, 根系起到了主要的调节、控制作用。前人研究表明, 根系的建成及其功能受到内源激素的调节作用, 根系可以接收地上部组织吸收运转来的外源激素, 而外源生长物质可以改变内源激素的含量, 进而改善根系的建成^[4]。研究还发现, 细胞分裂素对促进细胞分裂和延缓植株衰老起重要调控作用^[5], 而 ABA 通常被认为是抑制型植物激素, 可以促进碳水化合物向库的运输^[6]。Neill 等^[7]研究认为, 植物细胞可以通过增加 ABA 的产生和积累来对各种逆

收稿日期: 2007 - 12 - 16

基金项目: 国家大豆项目 (2006BAD21B01); 黑龙江省“十一五”科技攻关项目 (GA06B101 - 1 - 1)

作者简介: 郑殿峰 (1969 -), 男, 黑龙江龙江人, 教授, 博士生导师, 主要从事作物栽培及化学调控方面的研究。

境胁迫作出迅速反应。马向丽等^[8]的研究发现,不同浓度的水杨酸能使一年生黑麦草可溶性蛋白质含量降低,游离氨基酸含量增加。王彦荣等^[9]认为,外源植物生长调节剂的应用可以调节同化物的运输和分配、增强根系功能和提高抗逆能力。烟草经 6-BA 处理后,受到较高浓度的细胞分裂素的促进,光合作用能够长时间维持在一个较高水平上^[10]。长期以来,人们对作物地上部分器官的结构和功能及其叶光系统的调节控制已经做了大量的研究,对于地下部分的研究虽然也早已被注意,但由于工作量和研究方法上的局限性,在国内外开展得比较缓慢。本研究从大豆根系生理功能的角度,探讨不同植物生长调节剂对大豆根系内同化物及内源激素变化的

调控,为调节剂的规模性应用提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 试验设计

本试验在黑龙江省大庆市林甸县宏伟乡吉祥村进行,试验地土壤农化性状如表 1 所示。试验采用大田叶面喷施的方式,以清水为对照,调节剂为 SOD_M模拟物、氯化胆碱(Cc)和 DTA-6 三种调节剂,使用剂量分别为 1.5 L/hm²,15 g/hm² 和 12 g/hm²。于 R₅ 期鼓粒始期进行,小区为 6 行区,行距为 65 cm,株距为 5 cm。处理与对照随机排列,3 次重复。在整个生育期间,适时除草和防治病虫。

表 1 土壤基本农化性状(0~20 cm 耕层)

Tab.1 The basic chemical properties of soil(0 - 20 cm soil layer)

项目 Item	碱解氮/(mg/kg) Alkali - hydrolyzed N	速效磷/(mg/kg) Rapidly - available - P	速效钾/(mg/kg) Rapidly - available - K	pH	有机质/(g/kg) Organic matter
含量 Content	178.50	25.40	257.40	7.88	30.8

1.2 取样和测定方法

喷药后,每隔 5 d 取样 1 次,每小区选有代表性植株 10 株,取其根系。测试相关生理指标,其中,可溶性蛋白含量测定采用考马斯亮蓝法^[11],游离氨基酸含量测定采用水合茚三酮方法^[12],内源激素含量采用酶联免疫法^[13]。

2 结果与分析

2.1 不同植物生长调节剂对大豆根系内游离氨基酸含量的影响

由图 1 可以看出,各处理及对照大豆根系内游离氨基酸含量呈单峰曲线变化趋势,其中喷药后 5~15 d,SOD_M,Cc 和 DTA-6 处理的游离氨基酸积累量分别较 CK 增加了 82.56%,2.07%和 21.75%,可以看出,SOD_M处理的蛋白质降解速度要快于其他处理及对照,并与喷药后 15 d,SOD_M,DTA-6 及 CK 都

达到了各自的高峰值,而 Cc 处理的高峰值则产生在喷药后第 20 天。因此,从输出量的角度来看,从高峰值至喷药后第 30 天,SOD_M,Cc 和 DTA-6 的游离氨基酸输出量较 CK 分别增加了 298.43%,142.05%和 46.63%,不难看出,SOD_M处理的氨基酸输出量同样要高于其他处理及对照,这充分说明了各处理及对照在以酰胺的形式进行 N 转移的同时,以 SOD_M的效果为最佳,其次是 Cc 处理。另外,从化学调控的角度来看,SOD_M调节剂更有利于调控大豆根系中的氨基酸转化。

2.2 不同植物生长调节剂对大豆根系可溶性蛋白含量的影响

从图 2 可以看出,各处理及对照在大豆生育后期根系内的可溶性蛋白质含量的变化规律基本一致。但是不同处理间表现略有不同,在喷药后第 5 天,可溶性蛋白质含量表现为 SOD_M>DTA-6>Cc>CK;至喷药后第 10 天,各处理及对照的可溶性蛋白含量均有所上升,其中 DTA-6 处理在此时期之后一直上升,直至喷药后第 20 天达到了最大值,Cc 处理则在喷药后第 15 天下降到最低,而在喷药后第 20 天又有所上升;在喷药后第 20 天,可溶性蛋白含量表现为 SOD_M>DTA-6>Cc>CK,且各处理及对照均达到了最大值;至喷药后第 30 天,各处理及对照的可溶性蛋白含量表现为 Cc>CK>SOD_M>DTA-6。从整体上来看,喷药后 5~30 d 内,SOD_M处理根系内可溶性蛋白含量都要高于 CK,而其他处理虽然某段时间内要高于对照,但效果都不如 SOD_M明显,说明喷施 SOD_M调节剂更有助于增加大豆根系内蛋白质含量。

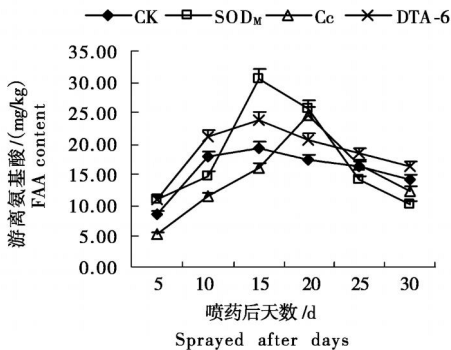


图 1 不同植物生长调节剂对大豆根系内游离氨基酸含量的影响

Fig.1 Effects of different PGRs on content of FAA in soybean roots

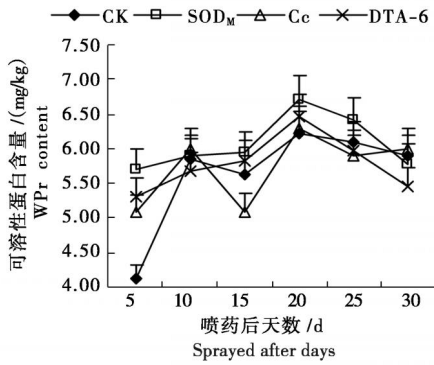


图2 不同植物生长调节剂对大豆根系中可溶性蛋白含量的影响

Fig.2 Effects of different PGRs on content of WPr in soybean roots

2.3 不同植物生长调节剂对大豆根系 IAA 含量的影响

内源 IAA 是下胚轴上不定根形成的控制因素之一,在其形成根的组织中的积累是激发根原基产生的先决因素^[14],而生长素的生理功能主要是促进细胞伸长,促进生根,诱导花芽分化。由图 3 可知,喷药后 5~30 d,各处理及对照根系内 IAA 含量总体上呈单峰曲线变化,峰值出现在喷药后第 20 天,表现为: SOD_M > DTA-6 > CK > Cc,其中 Cc 处理对大豆根系 IAA 含量有一定的抑制作用,主要表现在喷药后 10~25 d,而 SOD_M和 DTA-6 的 IAA 含量与对照相比有一定的促进作用。当喷药后第 5 天,DTA-6 处理的 IAA 含量急剧上升,随着喷药后时间的延长,在 20~25 d,各处理及对照的 IAA 含量呈急剧下降的趋势,表现为 SOD_M,Cc 和 DTA-6 的下降幅度分别为对照的 33.04%, -23.75%和 -0.91%,表明在此时期 SOD_M 处理对根系 IAA 的转化有极大的促进作用。

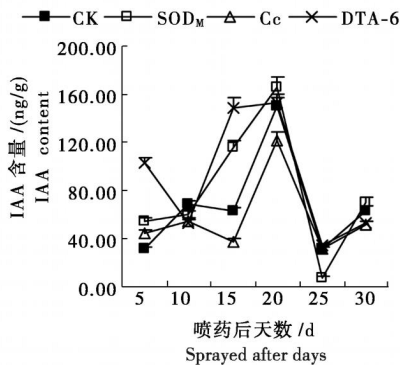


图3 不同植物生长调节剂对大豆根系 IAA 含量的影响

Fig.3 Effects of different PGRs on content of IAA in soybean roots

2.4 不同植物生长调节剂对大豆根系 CTK 含量的影响

细胞分裂素 (CTK) 具有促进细胞分裂和扩大,诱导分化、解除顶端优势,延缓叶片老化、诱导营养

物质运输,促进结实的作用,且 CTK 还具有促进侧枝发育和细胞分裂的生理功能。以往研究表明,CTK 与大豆、烟草、马铃薯、柑橘及竹子等植物花芽形成密切相关^[15-17],说明 CTK 在花芽的形成发育过程中具有重要的调节作用。而本研究则是对大豆进行叶面喷施不同植物生长调节剂,各处理及对照的根系 CTK 含量变化相差不大(图 4),但升降幅度有差异。主要表现为:在喷药后第 20 天,各处理及对照的 CTK 含量都呈现出下降趋势,其中 SOD_M,Cc 和 DTA-6 的 CTK 含量下降幅度较 CK 相比分别增加了 -9.78%,15.53%和 40.45%,且在此段时间内除了 DTA-6 处理外,其他处理的 CTK 含量都要高于 CK,可以看出,SOD_M调节剂有助于 CTK 的提高;在喷药后 25~35 d,除了 Cc 处理之外,其他处理及对照的 CTK 含量都呈现上升趋势,且上升的幅度表现为:DTA-6 > SOD_M > CK > Cc;至 25~30 d,各处理及对照的 CTK 含量都呈现下降趋势,下降幅度表现为:CK > Cc > DTA-6 > SOD_M。可见 SOD_M处理的下降幅度仍然是最小的,这说明鼓粒始期喷施 SOD_M 调节剂有助于 CTK 含量保持在较高水平,从而为细胞内物质的进一步合成打下了坚实的基础。

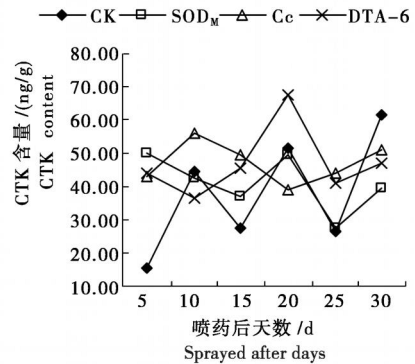


图4 不同植物生长调节剂对大豆根系 CTK 含量的影响

Fig.4 Effects of different PGRs on content of CTK in soybean roots

2.5 不同植物生长调节剂对大豆根系 GA 含量的影响

赤霉素是一种生长促进型激素,有促进植物伸长生长和延缓衰老的作用^[18]。由图 5 可知,不同植物生长调节剂对大豆根系中 GA 含量的影响主要表现为:在喷药后 5~15 d,Cc 处理根系中的 GA 含量一直高于 SOD_M处理和对照,其中在喷药后 5 d,SOD_M,Cc 和 DTA-6 处理分别比对照增加了 8.65%,33.86%和 50.06%;而在喷药后 15 d,各处理及对照开始出现交叉现象;至喷药后 20~25 d,除 SOD_M处理的 GA 含量高于 CK 外,Cc 和 DTA-6 处理的 GA 含量都要低于 CK,说明此段时间 Cc 和 DTA-6 调节剂对大豆根系

GA 含量有一定的抑制作用,此外,从整体上看, SOD_M 处理的 GA 变化趋势与 CK 相同,而 Cc 和 DTA - 6 处理的波动较大,这可能是由于叶面喷施 Cc 和 DTA - 6 调节剂后,大豆根系对其有较强的敏感性。

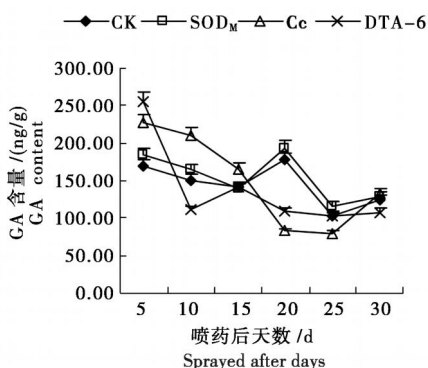


图5 不同植物生长调节剂对大豆根系 GA 含量的影响

Fig. 5 Effects of PGRs on content of GA in soybean roots

2.6 不同植物生长调节剂对大豆根系 ABA 含量的影响

ABA 有加速植物衰老和促进气孔关闭的生理效应。当植物受到逆境胁迫时,体内 ABA 含量会急剧上升以提高植物的抗逆性^[19]。由图 6 可知,无论 ABA 含量大小还是变化趋势,根系中的 ABA 变化差异都很大,尤其是各处理间,其中 Cc 和 DTA - 6 在喷药后第 30 天,虽然含量波动较大,但始终低于 CK。 SOD_M 处理则不然,在喷药后 5 ~ 15 d,其 ABA 含量低于 CK 且高于其他两处理,而在喷药后 20 ~ 30 d,其 ABA 含量变化与 CK 相反,这可能是由于当逆境胁迫时地上部首先做出反应以应对不利的环境条件,胁迫加重后,才逐渐启动地下部的抗逆性。

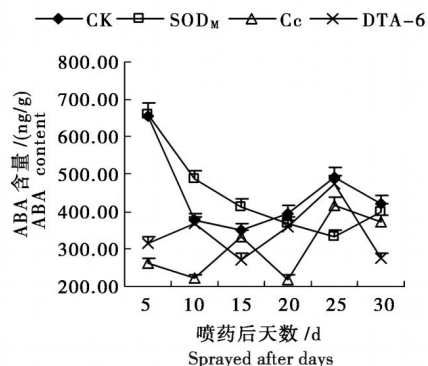


图6 不同植物生长调节剂对大豆根系 ABA 含量的影响

Fig. 6 Effects of PGRs on content of ABA in soybean roots

3 结论与讨论

人们对于根系的研究和认识水平与根在植物生长中的作用还不相适应。有关大豆根系的研究,国内外学者虽已有过一些报道,但由于根系取样上的

困难,学者们对于大豆根系的研究远不如地上部深入。根系是地下部活跃的代谢中心,除了执行吸收水分和矿物元素的功能外,也是内源激素合成和转化及氨基酸^[20]的合成场所。根系合成的氨基酸对植株的生命活动和籽粒品质起着重要作用,它可以作为激素的前体,也可以对氮进行“源 - 库”转运。其中根系中的氨基酸浓度的变化也可以反映根系无机氮吸收同化水平及大豆整株的氮循环水平,并且植物在吸收无机氮以后,只有首先同化为氨基酸,才能进一步参与其他的生理代谢,因此,氨基酸的合成将直接或间接影响着植物生长发育的各个方面^[21]。

内源激素对植物生长发育起重要的调控作用,具有促进、抑制或改变植物生理过程的功能^[22,23]。研究认为,各激素含量及其平衡是调控植物生长发育的重要因素^[24,25],因为在植物的生长发育过程中,任何一种生理过程往往不是某一种激素的单独作用,而是多种激素相互作用的结果^[26]。其中根系中 IAA 含量的增加有利于根系发生,CTK 是影响叶片开始衰老的关键因子,具有拮抗 ABA^[27-29]的作用,并且可以与 GA 直接或间接共同作用于 IAA 和 ABA,进而影响根系的伸长和向地性^[30],也有研究认为植物体内可能存在细胞分裂素调控叶片衰老过程中基因表达的信号途径^[31],而李跃强等^[32]认为,ABA 能够改善根系吸水性能,外施 ABA 能减少根系阻力,有效促进水流及离子流通过根系,提高根系吸收能力,从而增加向地上部的供水量,增强地上部分缺水的忍耐性。但 Chiford 等^[33]认为过高水平的 ABA 可以调节酸性磷酸酶的活性,促进同化物的代谢进程。

本研究发现,大豆经叶面喷施 SOD_M 调节剂后不仅显著地提高了游离氨基酸的输出速率,而且还提高了其根系中的可溶性蛋白含量(高于其他处理和对照),Cc 和 DTA - 6 处理则表现不明显;喷药后 30 d 内,叶面喷施 Cc 调节剂有效的降低了根系中的 ABA 含量,并改善了大豆根系内 CTK 和 GA 的含量,而对 IAA 含量的改善并不大,随着喷药后时间的延续, SOD_M 和 DTA - 6 处理后期的 ABA 含量才有所降低。因此,本试验初步证实,应用化学调控手段可以改善大豆根系内同化物代谢和内源激素代谢水平,进而促进植株的正常生长发育。

参考文献:

- [1] 苗果园,张云亭,尹 钧,等.黄土高原旱地冬小麦根系生长规律的研究[J].作物学报,1989,15(2):104-115.
- [2] 杨秀红,张国栋.大豆根系的研究[J].东北农业大学学

- 报,2002,33(2):203-208.
- [3] 董 钻.大豆产量生理[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [4] 王志芬,陈学留,余美炎,等.冬小麦根系³²P吸收活力的变化及其与器官建成关系的研究[J].作物学报,1995,21(4):458-462.
- [5] Kvak K S, Jima M, Yamauchi A, *et al.* Changes with aging of endogenous abscisic acid and zeatin riboside in the root system of rice[J]. Jpn J Crop Sci, 1996, 65:686-692.
- [6] Schussler J R, Brenner M L, Bmn W A. Relationship of endogenous abscisic acid to sucrose level and seed growth rate of soybeans[J]. Plant Physiol, 1991, 91:1308-1313.
- [7] Neill S J, Desikan R, Clarke A, *et al.* Nitric oxide is a novel component of abscisic acid signaling in stomatal guard cells[J]. Plant Physiol, 2002, 128(11):13-16.
- [8] Ma X L, Wei X H, Long R J, *et al.* Studies on mechanism of exogenous nitric oxide to increase the chilling resistance of annual ryegrass[J]. Acta Ecol Sin, 2005, 25:1269-1274.
- [9] 王彦荣,华泽田,陈温福,等.粳稻根系与叶片早衰的关系及其对籽粒灌浆的影响[J].作物学报,2003,29(6):892-898.
- [10] 江 力,孔小卫,张荣铎.6-苄基腺嘌呤和脱落酸对烟草光合功能衰退的影响[J].南京农业大学学报,2006,29(4):127-130.
- [11] 张志良.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,2001:35-36.
- [12] 张宪政.作物生理研究法[M].北京:农业出版社,1993:154-155.
- [13] 何钟佩.农作物化学控制实验指导[M].北京:农业出版社,1993:60-68.
- [14] 刘淑兰,王耀东,罗 松,等.芝麻体细胞胚胎发生及其内源激素和可溶性蛋白质的变化[J].农业生物技术学报,1994,2(2):44-49.
- [15] 李秀菊,孟繁静.大豆品种早12花序分化形成期间的内源植物激素变化[J].作物学报,1997,23(4):446-449.
- [16] Dicken C W S, Staden Van J. The induction and evocation of flower ing invitro[J]. S Afric J Bot, 1988, 54:325-344.
- [17] Kinet J M. Environmental and chemical controls of flower development [J]. Hort Rev, 1993, 15:279-334.
- [18] 潘瑞炽,李 玲.植物生长发育的化学控制[M].广州:广东高等教育出版社,1999.
- [19] Daie J, Campbell W F. Response of tomato plants to stressful temperatures[J]. Plant Physiol, 1981, 67:26-29.
- [20] 山东省农业科学院玉米研究所.玉米生理[M].北京:农业出版社,1987.
- [21] Buchanan B, Gruissem W, Jones R L. Biochemistry and molecular biology of plants [M]. Beijing: Science Press, 2002.
- [22] Gardner F P, Pearee R B, Mitchell R L. Physiology of Crop Plants[M]. Ames: Iowa State University Press, 1985:201-242.
- [23] 尚玉磊,李春喜,邵 云,等.禾本科主要作物生育初期内源激素动态及其作用的比较[J].华北农学报,2004,19(4):47-50.
- [24] 陈俊伟,谢 鸣,秦巧平.植物糖信号与激素信号之间的联系[J].植物生理学通讯,2005,41(3):279-285.
- [25] 朱云集,李向阳,郭天财,等.不同冠温特征冬小麦子粒灌浆过程中内源激素含量的变化[J].植物生理学通讯,2005,41(6):720-724.
- [26] 樊金娟,李雪梅,阮燕晔,等.杂交水稻及其亲本灌浆过程中内源激素含量的变化[J].植物生理学通讯,2004,40(2):146-148.
- [27] 王清泉,陈 云,谢 虹,等.干旱和氮素交互作用对玉米叶片水势、气孔导度及根部 ABA 与 CTK 合成的影响[J].中国农学通报,2004,20(3):210-213.
- [28] Desikan R, Cheung M K, Bright J, *et al.* ABA hydrogen peroxide and nitric oxide signaling in stomatal guard cells[J]. Journal of Experimental Botany, 2004, 55:205-212.
- [29] 郭丽红,王定康,杨晓虹,等.外源乙烯利对干旱胁迫过程中玉米幼苗某些抗逆生理指标的影响[J].云南大学学报:自然科学版,2004,26(4):3522-3561.
- [30] Waisel Y. Plant Root [M]. Marcel Dekker, Inc, 1991:258-265.
- [31] Jordi W, Schapendonk A, Davelaar E, *et al.* Increased cytokinin levels in transgenic PSAG IPT tobacco plants have large direct and indirect effects on leaf senescence, photosynthesis and N partitioning [J]. Plant Cell and Environment, 2000, 23(3):279-289.
- [32] 李跃强,王学臣.根信号及其在植物水分利用最优化中的调节作用[J].植物学通报,1994,11(2):37-43.
- [33] Chiford P E, Ogler C E, Patrick J W. Growth regulation have rapid effects Oil photosynthate unloading from seed coats of *Phaseous unlgans* L. [J]. Plant Physiology, 1986(80):635-637.