

不同植物生长调节剂浸种对大豆幼苗子叶碳代谢的影响

冯亚楠¹, 李 璨², 冯乃杰¹, 郑殿峰¹

(1. 黑龙江八一农垦大学 农学院, 黑龙江 大庆 163319; 2. 东南大学 基础医学院, 江苏 南京 210009)

摘要:在砂培条件下,以清水浸种为对照(CK),以不同浓度己酸二乙氨基乙醇酯(DTA-6)和烯效唑(S-3307)浸种为处理,研究不同浓度的DTA-6和S-3307对苗期大豆子叶内可溶性糖、淀粉、蔗糖及还原糖含量的影响。结果表明:处理和对照的可溶性糖含量均呈升高-下降-升高的变化趋势,出苗后第6天DTA-6处理的可溶性糖含量低于S-3307处理和CK;淀粉含量呈先减少后增加的变化趋势,在出苗后第8天降到最低点,出苗后第10~12天子叶淀粉含量又有所增加,出苗后第12天DTA-6处理的淀粉含量低于CK和S-3307处理;子叶蔗糖的含量大致呈升高-降低-升高的趋势,S-3307处理的蔗糖含量普遍高于DTA-6处理;子叶还原糖含量在取样时间内出现了几次波动,其中苗后第8天左右减少到较低值,DTA-6普遍提高了还原糖含量,S-3307(S0.2除外)降低了取样后期的还原糖含量。综合分析表明:适宜浓度的植物生长调节剂浸种能够调控子叶的碳代谢,利于幼苗的健壮生长,2类调节剂中分别以D50和S0.2的调控效果最佳。

关键词:大豆;植物生长调节剂;子叶;碳代谢

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

文章编号:1000-9841(2009)06-1016-05

Effects of Seed Soaking with Plant Growth Regulators (PGRs) on the Carbon Metabolism of Soybean Seedling Cotyledon

FENG Ya-nan¹, LI Can², FENG Nai-jie¹, ZHENG Dian-feng¹

(1. College of Agriculture, Heilongjiang August First Land Reclamation University, Daqing 163319, Heilongjiang; 2. School of Basic Medical Science, Southeast University, Nanjing 210009, Jiangsu, China)

Abstract: The objective of this study was to compare the carbon metabolism of soybean seedling cotyledon treated with different plant growth regulators. Sand culture experiments were conducted on the trail farm of Heilongjiang August First Land Reclamation University (46.9°N 125.0°E) with soybean cultivar Kennong4 as material. The seeds were soaked with plant growth regulators Diethyl aminoethyl hexanoate (DTA-6), 25 (D25), 50 (D50) and 100 mg · L⁻¹ (D100); and Uniconazole (S-3307), 0.1 (S0.1), 0.2 (S0.2) and 0.4 mg · L⁻¹ (S0.4), with seed water soaking as comparison. Content of sugar, reducing sugar, soluble sugar and starch in soybean seedling cotyledon were determined every two days after emergence. During the seedling period, the soluble sugar content of all treatments showed increasing-decreasing-increasing trend, and soluble sugar content of DTA-6 was lower than the S-3307 and CK 6 days after emergence. Starch content showed decreasing-and-then-increasing trend, and reach its lowest point on the 8th day after emergence, on the 12th day after emergence, the starch content of DTA-6 was lower than the S-3307 and CK. Sucrose content was showed zigzag dynamic trend, and the sucrose content of S-3307 was higher than those of DTA-6 treatment. Reducing sugar content occurred several fluctuations within the sampling time, and reduced to a minimum on the 8th days after emergence. DTA-6 generally increased reducing sugar content, while S-3307 (S0.2 excepted) reduced the reducing sugar content in late sampling days. Results suggest that suitable dosage of plant growth regulator seed soaking can improve the activity of seedling cotyledon, promote carbon metabolism, and D50 and S0.2 treatments showed better regulation effects.

Key words: Soybean; Plant growth regulators; Cotyledon; Carbon metabolism

收稿日期:2009-05-10

基金项目:国家科技支撑计划资助项目(2006BAD21B01);黑龙江省“十一五”科技攻关资助项目(GA06B101-1-1);国家教育部博士点基金联合资助项目(20070223002);大庆市科技局资助项目(SGG2007-054);黑龙江省农垦总局资助项目(NKKF07-4-3)。

第一作者简介:冯亚楠(1983-),女,硕士,现从事作物化学调控方面的研究。E-mail:fengyananfengyanan@126.com。

通讯作者:冯乃杰,博士,副教授。E-mail:dqfnj@126.com。

子叶是大豆重要的贮存器官,为种子萌发提供能量和营养物质,对大豆种子萌发和成苗起决定性作用。子叶出土后转为同化器官,具有光合作用功能,为幼苗早期生长发育提供部分营养物质,以补充因蛋白质被消化而带来的营养物质的缺乏^[1]。施用植物生长调节剂,可以影响植物内源激素系统,调节作物的生长发育过程,使其朝着人们预期的方向和程度发生变化^[2]。DTA-6 和 S-3307 是作物生产中近年来应用较多的植物生长调节剂。研究表明,DTA-6 在低浓度下(1~40 mg·kg⁻¹)对多种植物有调节和促进生长的作用,可以促进碳水化合物代谢和物质积累,显著提高产量^[3-10];DTA-6 浸种能够显著提高大豆苗期叶片中淀粉、蔗糖含量^[11]。有关烯效唑在水稻、小麦、油菜、烟草、大豆等作物上的应用已有一些报道^[12-16]。烯效唑能够提高植物体可溶性糖含量^[17],提高叶片的光合速率,增加总糖含量^[18]。长期以来,一些学者对植物生长调节剂调控作物叶片内碳代谢方面已经做了大量的研究,研究中大多以复叶和真叶为研究对象,很少以子叶为研究对象,关于子叶的碳代谢方面报道很少。为此,现从子叶生理活性出发,探讨 2 种不同类型的植物生长调节剂浸种对大豆子叶碳代谢相关指标的影响,为调节剂的合理应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试品种为黑龙江八一农垦大学培育的垦农 4 号,亚有限结荚习性,中熟品种。调节剂分别为已酸二乙氨基乙醇酯(植物生长促进剂,代号为 DTA-6,福建浩伦公司生产)和烯效唑(植物生长延缓剂,代号为 S-3307,江西农业大学化工厂生产)。

1.2 试验设计

试验于 2008 年在大庆市林甸县黑龙江八一农垦大学试验基地进行,采用砂培方法在室外进行,试验以 DTA-6 和 S-3307 浸种为处理,清水浸种为对照。其中 DTA-6 设 25、50、100 mg·L⁻¹ 3 个浓度,分别用 D25、D50 和 D100 表示;烯效唑设 0.1、0.2、0.4 mg·L⁻¹ 3 个浓度,分别用 S0.1、S0.2 和 S0.4 表示,对照用 CK 表示。浸种用液量为种子重量的 10 倍,均浸种 24 h。处理与对照随机排列,播后适时浇水。播种后 8 d 出苗,从出苗后第 2 天进行第 1 次

取样,而后每 2 d 取样 1 次,共取样 6 次,每次随机取 20 株,收集子叶在液氮中速冻 30 min,然后取出置于 -40℃ 低温冰柜中,待各时期样品全部收集完全后,统一测定理化指标。

1.3 测定项目及方法

可溶性糖和淀粉的含量采用蒽酮比色法测定^[19],蔗糖的含量采用间苯二酚法测定^[19],还原糖的含量采用 3,5-二硝基水杨酸法测定^[20]。

2 结果与分析

2.1 调节剂对大豆苗期子叶可溶性糖含量的影响

用植物生长调节剂浸种,调控了大豆苗期子叶内可溶性糖含量。如图 1 所示,处理和对照可溶性糖含量的总体变化趋势为升高-下降-升高,出苗后第 2 天,所有处理(S0.2 除外)的可溶性糖含量均高于对照,其中 S0.1 的可溶性糖含量最高。出苗后第 4 天,DTA-6 处理普遍提高了可溶性糖含量,作用效果表现为 D25 > D100 > CK > D50。出苗后第 6 天,S-3307 处理增加了可溶性糖含量作用效果表现为 S0.2 > S0.1 > S0.4 > CK,其含量分别比 CK 高 28.6%、45.0%、8.5%,DTA-6 处理的可溶性糖含量低于 S-3307 处理和对照。出苗后第 8 天,DTA-6 处理的可溶性糖含量略有所增加。S-3307 处理的可溶性糖含量有所下降,除 S0.2 处理外其它处理均低于对照。苗后第 10 天,各处理可溶性糖含量降到最低点(D100 除外)并且均低于 CK。出苗后第 10~12 天,子叶中的可溶性糖被运输到大豆植株的其它部位利用,这时 D50 和 S0.2 处理的可溶性糖含量均低于同类调节剂的其它 2 个浓度,同时也低于 CK,说明此时 D50 和 S0.2 的可溶性糖利用较充分,利

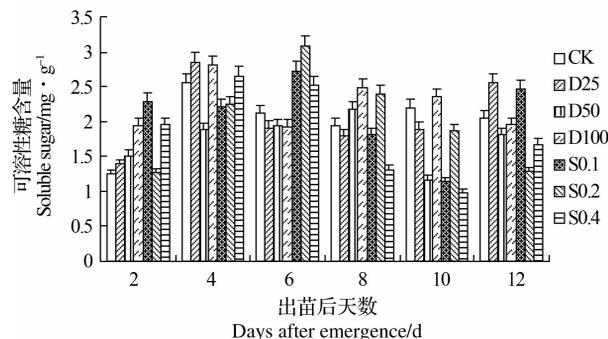


图 1 调节剂对大豆子叶可溶性糖含量的影响
Fig. 1 Effects of regulators on soluble sugar content in soybean cotyledon

于大豆幼苗的建成。

2.2 调节剂对大豆苗期子叶内淀粉含量的影响

淀粉是糖的贮藏形式,在大豆植株发育过程中可转变为可溶性糖。如图2所示,随着出苗时间的推移对照与处理的淀粉含量均降低,至出苗后第8天降到最低点,出苗后第10~12天淀粉含量又呈增加趋势。其中出苗后第2天,D25、D50、S0.4的淀粉含量高于CK,D100、S0.1、S0.2的含量低于CK。

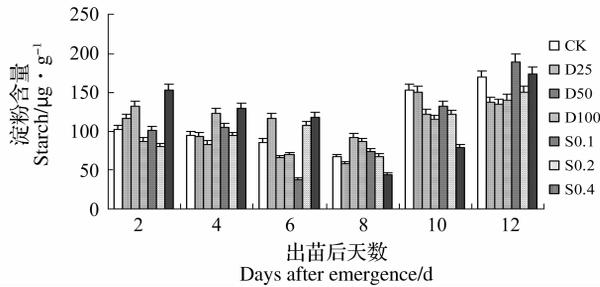


图2 调节剂对大豆子叶淀粉含量的影响

Fig.2 Effects of regulators on starch Content in soybean cotyledon

后期处理与对照淀粉含量均有所增加,这与子叶进行光合作用有关,出苗后第10~12天,CK的淀粉含量一直很多,出苗后第12天,S0.1和S0.4处理的淀粉含量分别较CK增加了11.95%、2.6%,DTA-6处理的淀粉含量低于对照和S-3307处理,这

说明促进型调节剂DTA-6对子叶内光合产物淀粉的运输具有促进作用,而延缓型调节剂S-3307在一定程度上限制了子叶中淀粉的运输。S0.2处理的子叶淀粉低于其它处理,可见该处理的子叶中被利用的淀粉较多,这有利于幼苗的生长。

2.3 调节剂对大豆苗期子叶内蔗糖含量的影响

蔗糖既是光合作用早期形成的碳水化合物,又是叶片中光合产物向各器官运输的主要形式,在植物体内同化物的运输中占有举足轻重的地位。如表1所示,随着苗后时间的推移,处理和对照蔗糖的含量大致呈升高-降低-升高的趋势。具体表现在,出苗后2~4d子叶中蔗糖含量较高,苗后6~8d蔗糖含量迅速减少,至出苗后第10~12天淀粉含量又有所增加。综合分析各取样时间的蔗糖含量发现,D50处理在大多取样时间均降低了蔗糖含量,其余处理均有增加蔗糖含量的趋势,其中出苗后第4天,S0.1、S0.2、S0.4处理的蔗糖含量分别比对照增加32.97%、35.23%、71.84%。方差分析得出,各处理与对照在苗后8~10d蔗糖含量差异显著,出苗后12d差异不显著。比较可知,S-3307处理的蔗糖含量普遍高于DTA-6处理,这可能与S-3307是延缓型调节剂有关,延缓了子叶内蔗糖向植株的其它部位运输所致。

表1 调节剂对大豆子叶蔗糖含量的影响

Table 1 Effects of regulators on sucrose in soybean cotyledon/mg·g⁻¹

处理 Treatments	出苗后天数 Days after emergence/d					
	2	4	6	8	10	12
CK	0.623aA	0.836aA	0.629aA	0.321aA	0.569aA	0.721aA
D25	0.691bB	0.813abAB	0.804bB	0.382abA	0.623bAB	0.726aA
D50	0.617bcBC	0.814abAB	0.518bcB	0.478abA	0.543bcAB	0.808aA
D100	0.523bcdBC	0.933bAB	0.478bcdB	0.365abcA	0.641bcB	0.627aA
S0.1	0.864cdBC	1.111bB	1.317bcdB	0.462abcA	0.587bcB	0.858aA
S0.2	0.821cdBC	1.130bB	0.760cdB	0.390bcA	0.596bcB	1.047aA
S0.4	1.329dC	1.436bB	0.535dB	0.510cA	0.792cB	0.793aA

2.4 调节剂对大豆苗期子叶还原糖含量的影响

调节剂浸种,调控了大豆子叶中还原糖的含量。如图3所示,随着苗后天数的增加子叶还原糖含量出现了几次波动,在苗后第8天左右减少到较低值。DTA-6普遍提高了还原糖含量,S-3307(S0.2除外)降低了取样后期的还原糖含量。D25增加了出苗后第2~10d还原糖的含量,S0.2增加了出苗后第2天、第10天、第12天的还原糖含量。D100还原糖含量变化波动较大,尤其在出苗后第4天和第10天。出苗后第8天S0.4负向调控效应最明显,此时

还原糖含量低于对照56.09%。出苗后第10天各处理还原糖含量迅速增加,此时处理还原糖含量高于CK。出苗后第12天各处理的还原糖含量有所下降。出苗后第8天,DTA-6处理的还原糖含量高于S-3307处理,该时期恰好是子叶物质代谢的关键时期,还原糖含量高,意味着代谢旺盛,从出苗后第10天的数值可以反映出DTA-6促进了子叶中还原糖的合成,而S-3307中只有S0.2处理对还原糖合成表现出促进作用,可见该浓度是较为适宜的浓度。

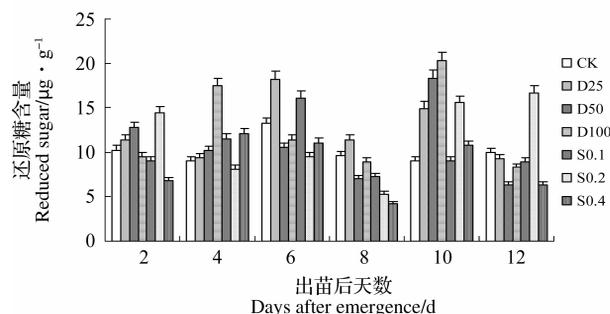


图3 调节剂对大豆子叶还原糖含量的影响

Fig. 3 Effects of regulators on reduced sugar in soybean cotyledon

3 讨论

大豆子叶在幼苗初期生长过程中具有重要的意义,具有储藏光合产物的作用,为种子萌发提供能量及营养,子叶甚至还能够进行光合碳同化作用,直至真叶长出。然而光合碳同化初级产物代谢的主要趋向是合成淀粉,并以淀粉的形式暂时贮存在子叶中,夜间才输出。Saito 等在研究大豆幼苗早期生长时发现,子叶出土第 7 天,淀粉含量降低,第 9~11 天淀粉含量增多^[21],在该试验中,出苗后第 6~8 天后子叶中的淀粉逐渐减少。推测这是由于此时贮藏淀粉不断被分解利用,而新的淀粉尚未形成所致。出苗后第 10 天,子叶作为同化器官进行光合作用,子叶中的淀粉含量增加,这可能是子叶通过光合作用重新合成了大量的淀粉。调节剂浸种促进了子叶内淀粉的合成与转移利用的速度,有利于幼苗生长,这些结果与前人研究的结论类似。

可溶性糖是植物体内能量贮存者和合成有机物质的起始物质,其含量越多表明贮藏能量越强^[22]。可溶性糖是光合作用形成的产物,了解其在功能叶片中的多少可以在一定程度上反映光合产物的积累和转运情况,可以稳定细胞膜的结构,其含量在一定范围内与植物的抗寒性呈正相关^[23]。研究发现,出苗后第 2 天,各处理的子叶可溶性糖含量均高于对照,在出苗后第 8 天处理 D50、D100、S0.2 子叶的可溶性糖含量均高于 CK,这个时期贮存较多的可溶性糖,有利于提高大豆幼苗的抗性。在出苗第 8 天以后,可溶性糖将开始向植株的其它部位转移和利用,出苗后第 10~12 天 D50 和 S0.2 处理能够合理调控子叶可溶性糖的运输,由此可见,适宜浓度的植物生长调节剂浸种,可以提高大豆出苗前期子叶的可溶性糖含量,为植株在低温时提供更多的能量物质,提

高大豆幼苗的抗寒性,同时也能够适时促进可溶性糖的分配和利用,有利于幼苗的建成。在东北地区苗期经常遇到低温天气,如能合理应用调节剂,对于前期壮苗、抵御低温伤害,以及生育后期大豆产量的形成具有重要的意义。

蔗糖既是光合作用早期形成的碳水化合物,又是叶片中光合产物向各器官运输的主要形式,在植物体内同化物的运输中占有举足轻重的地位。还原糖作为光合作用的最初产物暂存于叶片中,同时又是代谢的中间产物和呼吸底物,与植株代谢呈正相关。出苗后第 10 天,DTA-6 和 S-3307 浸种明显增加了还原糖的含量,出苗后第 12 天,DTA-6 和 S-3307 浸种处理增加了子叶内蔗糖的含量,因此加强了植株的代谢,加速了幼苗的生长。DTA-6 和 S-3307 浸种对大豆苗期叶片生长发育有一定的促进作用,苗期的营养生长将有利于大豆生殖生长及产量的形成。

参考文献

- [1] 高扬,赵耕春,郑易之,等. 萌发大豆种子中子叶细胞内质体发育与解体的变化[J]. 大豆科学,1994,13(3):225-230. (Gao Y,Zhao G CH,Zheng Y ZH. The Changes of development and dissolution of the plastids in cotyledonary cells of *Glycine max* L. during Seed Germination [J]. Soybean Science, 1994, 13(3):225-230.)
- [2] 顾万荣,葛自强,陈源,等. 中国作物化控栽培工程技术研究进展及展望[J]. 中国农学通报,2005,21(7):400-405. (Gu W R,Ge Z Q,Cheng Y, et al. Current status and prospect in plant chemical control cultivated engineering technique [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin,2005,21(7):400-405.)
- [3] Stephen M, Poling W J H. Chemical induction of β -carotenebiosynthesis[J]. Phytochemistry, 1977, 16:551-555.
- [4] Stephen M, Poling W J H. Synthetic bioregulators of poly-cis-carotenoid biosynthesis[J]. Phytochemistry, 1982, 21:601-604.
- [5] 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. (Lu J Z,Xue X C,Zhang A L. The regulation of DA-6 on the growth and physiology activity in *sabina Chinensis* [J]. Bulletin of Botanical Research, 2000, 20(1):73-78.)
- [6] 于俊红,彭智平,杨少海,等. DA-6 对干旱胁迫下花生生理及生长指标的影响[J]. 干旱地区农业研究,2009,27(1):168-172. (Yu J H,Peng Z P,Yang S H, et al. Influence of DA-6 on physiological and growth targets of peanut under drought stress [J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2009, 27(1):168-172.)
- [7] Brown R H. Influence of succinic acid 2,2-dimethylhydrazide on yield and morphological characteristic of starve peanut (*Arachis hy-*

pogaea L.) [J]. *Crop Science*, 1973, 13: 507-510.

- [8] 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. (Zhang Z L, Liang Y. Effects of DA-6 on seed germination and seedling growth in rice [J]. *Journal of Southwest Agricultural University*, 2001, 23(3): 219-221.)
- [9] 周天, 胡勇军, 王萍, 等. 新型植物生长调节剂 DA-6 与 TKE 对羊草幼苗生长的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2004, 26(3): 242-244. (Zhou T, Hu Y J, Wang P, et al. Effects of new types of plant growth regulators DA-6 and TKE on growth of *leymus Chinensis* seedling [J]. *Journal of Jilin Agricultural University*, 2004, 26(3): 242-244.)
- [10] 张明才, 段留生, 田晓莉, 等. DTA-6 + Mo 复配剂对甜豌豆产量品质的调控[J]. 华北农学报, 2006, 21(增刊): 192-195. (Zhang M, Duan L S, Tian X L, et al. Regulation of compound DTA-6 + Mo on yield and quality of sweet pea [J]. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 2006, 21(S2): 192-195.)
- [11] 王艳杰, 郑殿峰. DTA-6 浸种对大豆苗期叶片碳代谢的影响[J]. 安徽农学通报, 2007, 13(14): 80-81. (Wang Y J, Z Heng D F. Effects of soaking the seeds of DTA-6 on the carbon metabolism of soybean leaves [J]. *Anhui Agricultura Science Bulltin* 2007, 13(14): 80-81.)
- [12] 项祖芬, 杨文钰, 任万君, 等. 烯效唑对杂交水稻籽粒灌浆及产量的影响研究[J]. 杂交水稻, 2004(19): 50-55. (Xiang Z F, Yang W Y, Ren W J, et al. Effects of S-3307 on rice grain filling and yield [J]. *Hybrid Rice*, 2004(19): 50-55.)
- [13] 汪惠芬, 陈润兴. 烯效唑对油菜秧苗生长和产量的影响[J]. 植物生理学通讯, 1997, 33(5): 345-346. (Wang H F, Chen R X. The effect of S-3307 on seedling growth and yield of rape [J]. *Plant Physiology Communications*, 1997, 33(5): 345-346.)
- [14] 徐荣艳, 韦宏恩. 喷施 S-3307 对培育烤烟壮苗的影响[J]. 贵州大学学报, 2002, 5(1): 315-319. (Xu R Y, Wei H E. Effect of Uniconazole on the cultivation of strong flue-cured tobacco seedlings [J]. *Journal of Mountain Agriculture and Biology*, 2002, 5(1): 315-319.)
- [15] 宋胜, 冯乃杰, 郑殿峰. 烯效唑浸种对大豆种子萌发及保护性酶系的影响[J]. 大豆科学, 2008, 27(2): 259-261. (Song S, Feng N J, Zeng D F. Effect of seed soaking with Uniconazole on germination and anti-oxidant enzyme of soybean [J]. *Soybean Science*, 2008, 27(2): 259-261.)
- [16] 杨文钰, 樊高琼, 任万军, 等. 烯效唑干拌种对小麦根叶生理功能的影响[J]. 中国农业科学, 2005, 38(7): 1339-1345. (Yang W Y, Fan G Q, Ren W J, et al. Physiological effect of Uniconazole waterless-dressed seeds on root and leaf of wheat [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2005, 38(7): 1339-1345.)
- [17] 陈卫卫, 张秀丽, 张友民. 烯效唑浸种对谷子幼苗生长和生理指标的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2006(4): 33-35. (Chen W W, Zhang X L, Zhang Y M. Effects of seeds soaked in Uniconazole solution on the growth and physiological indexes of millet seedlings [J]. *Heilongjiang Agricultural Sciences*, 2006(4): 33-35.)
- [18] 杨文钰, 关华. 烯效唑对小麦苗期生长的调控效应[J]. 中国农学通报, 2002, 18(2): 38-41. (Yang W Y, Guang H. Effect of Uniconazole applied to seed on the seedlings of wheat [J], 2002, 18(2): 38-41.)
- [19] 张志良, 瞿伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003: 128-130. (Zhang Z L, Zhu W. The experimental instruction of plant physiology [M]. Beijing: Higher Education Press, 2003: 128-130.)
- [20] 何钟佩. 农作物化学控制实验指导[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 1993: 113-114. (He Z P. The experimental instruction of the crop chemical control [M]. Harbin University of Industry Press, 1993: 113-114.)
- [21] Saito G Y, Chang Y C, Walling L L. Chloroplast development and nuclear gene expression in cotyledons of soybean seedlings [J]. *New Phytologist*, 1990, 144: 547-554.
- [22] 张树权, 董志国, 高继堂. 包衣大豆萌发期、苗期生理与形态指标研究[J]. 大豆科学, 2000, 19(8): 286-290. (Zhang S Q, Dong Z G, Gao J T. Study on the physiological and morphological index of seedling of chemical coated soybean seeds [J]. *Soybean Science*, 2000, 19(8): 286-290.)
- [23] 赵士杰, 李树林. VA 菌根促进青椒生长的生理研究[J]. 华北农学报, 1994, 9(1): 81-86. (Zhao S J, Li S L. A Physiological study on VA mycorrhizal in promoting sweet pepper growth [J]. *Acta Agriculture Boreali-Sinica*, 1994, 9(1): 81-86.)

启 事

《大豆科学》编辑部现有少量 2006~2008 年过刊及精装合订本, 其中期刊每本 10.00 元, 邮费 5.00 元; 合订本每册 80.00 元, 邮费 10.00 元, 合计 90.00 元。数量有限, 欲购从速。

汇款请寄: 哈尔滨市南岗区学府路 368 号《大豆科学》编辑部。

邮编: 150086

电话: 0451-86668735

E-mail: dadoukx@sina.com