

# 调节剂对大豆产量形成的影响及其机理研究

冯乃杰<sup>1,2</sup>, 孙聪姝<sup>1</sup>, 宋柏权<sup>2</sup>, 沈雪峰<sup>2</sup>, 郑殿峰<sup>2</sup>, 祖伟<sup>1</sup>

(1. 东北农业大学农学院, 哈尔滨 150030; 2. 黑龙江八一农垦大学植物科技学院化控室, 大庆 163319)

**摘要** 以大豆品种垦农5号、垦农18、垦鉴豆21、东农42为材料,研究了植物生长调节剂对不同大豆品种某些生理指标、产量性状和产量的影响。结果表明:叶面喷施调节剂促进了大豆叶片的光合速率,提高了大豆叶片的可溶性糖、可溶性蛋白含量;增加了大豆植株的干物质积累,对大豆产量构成因素株荚数、株粒数、百粒重等具有一定的调控作用,提高了大豆产量。调节剂对不同大豆品种增产幅度不同,其中垦农5号、垦农18、垦鉴豆21产量与对照相比差异达到显著水平。

**关键词** 调节剂;大豆;产量;机理

中图分类号 S565.106.2 文献标识码 A 文章编号 1000-9841(2007)05-0700-05

## EFFECT AND MECHANISM OF REGULATOR ON SOYBEAN YIELD FORMATION

FENG Nai-jie<sup>1,2</sup>, SUN Cong-shu<sup>1</sup>, SONG Bai-quan<sup>2</sup>, SHEN Xue-feng<sup>2</sup>, ZHENG Dian-feng<sup>2</sup>, ZU Wei<sup>1</sup>

(Northeast Agricultural University, Harbin 150030, 2. The Chemical Control Room College of Plant science & Technology, Heilongjiang August First Land Reclamation University, Daqing 163319)

**Abstract** Taking Kennong 5, Kennong 18, Kenjiandou 21 and Dongnong 42 as experiment materials, the effect of regulator on soybean physiological characteristics, yield characters and yield were studied. The result indicated that when applied growth regulators, the photosynthetic rate was obviously promoted, the soluble protein and the soluble sugar content of soybean were increased; the yield components such as pod per plant, seed weight per plant and 100-seed weight were improved. Compared with the contrast, the yield of Kennong 5, Kennong 18 and Kenjiandou 21 reached 0.05 significant levels.

**Key words** Regulator; Soybean; Yield; Mechanism

大豆是重要的经济作物,是具有极高营养价值、高生理活性和广泛工业用途的宝贵生物资源。多年来,大豆单产低、品质差、比较效益低是制约我国大豆发展的主要原因。提高单位面积产量是中国大豆生产的主攻目标,研究提高单产的技术至关重要<sup>[1]</sup>。

近年来,作物化控技术在国内外作物生产中得

到了广泛应用。当前,化控技术是现代农业栽培体系中一项不可缺少的农艺措施,应用化控技术可以调控作物的生长发育,调节作物体内生理过程,如运用得当,增产效果明显。化控栽培技术可以充分挖掘大豆生产潜力,提高单位面积产量,是实现大豆高产的一条值得探索的途径<sup>[2,3]</sup>。许多研究表明,植物生长调节剂对提高大豆产量和大豆高产高效栽培

收稿日期:2007-06-14

基金项目:黑龙江省科技厅项目(GB03B301-01);黑龙江省教育厅项目(1054G032)

作者简介:冯乃杰(1970-),女,博士研究生,副教授,从事大豆化控和栽培生理研究。Tel:0459-6819185;E-mail:dqfj@126.com

通讯作者:祖伟,教授,博士生导师。E-mail:yxhloo@sohu.com

具有重要的意义<sup>[4-6]</sup>。

鉴于以往一些植物生长调节剂存在着残留严重、成本高、操作难于掌握等弊端,使得许多产品不能在生产中广泛应用。当前,环境友好型植物生长物质调控技术具有好的发展趋势<sup>[7,8]</sup>。黑龙江八一农垦大学化控室研制了新型大豆生长调节剂 SHK,该调节剂克服了以往调节剂的缺点,安全、低毒、高效。本试验目的在于研究调节剂(名称为 SHK)对大豆产量形成的影响,揭示调节剂增产的生理机制,旨在为调节剂在生产上推广应用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

1.1.1 供试品种 垦农 5 号(生育期 120 d 左右)、垦农 18(生育期 115 d 左右)、垦鉴豆 21(生育期 118 d 左右)、东农 42(生育期 120 d 左右),上述 4 个品种均是亚有限结荚习性品种。

1.1.2 供试调节剂 调节剂(SHK)由黑龙江八一农垦大学化控室研制,该调节剂安全、低毒、高效,是一种新型环保的植物生长调节剂。

### 1.2 试验设计

试验于 2005~2006 年在黑龙江省大庆市林甸县黑龙江八一农垦大学试验基地进行,试验田位于黑龙江省中西部,属大陆性季风气候,年大于 10℃ 积温 2 600℃ 左右,年平均降水量 400 mm 左右,无霜期约 120 d。土壤类型为草甸黑钙土,地势平坦,肥力均匀,土壤基本养分状况(0~20 cm 耕层)为:有机质 3.06%,速效磷 16.76 mg kg<sup>-1</sup>,速效钾 230 mg kg<sup>-1</sup>,碱解氮 98 mg kg<sup>-1</sup>,pH 值为 8.14。

采用随机区组设计,密度设 30 万株/hm<sup>2</sup>。小区面积 20 m<sup>2</sup>,处理与对照随机排列,各设 3 次重复。在大豆初花期叶面喷施调节剂。以喷施调节剂为处理,喷施清水为对照(垦农 5 号、垦农 18、垦鉴豆 21、东农 42 处理在文中分别表示为 K5、K18、K21、D42,对照分别用 K5CK、K18CK、K21CK、D42CK 表示)。在整个生育期间,适时浇水、除草并防治病虫害。

### 1.3 取样与测定方法

1.3.1 取样方法 喷施调节剂后第 7 天开始取样,以后每隔 10 d 取一次样。每次处理和对照各取 20 株,其中 10 株分别取下功能叶片,立即用液氮速冻 30 min,然后取出置于 -40℃ 低温冰柜内,用于生理指标的测定;另外 10 株用于形态指标的测定。在成熟期处理和对

照各取样 10 株,用于产量构成因素分析。

1.3.2 测定方法 光合速率的测定:采用 ECA-PB0401 便携式光合测定仪测定。可溶性糖、可溶性蛋白的含量的测定:参照张宪政的作物生理研究法<sup>[9]</sup>。大豆成熟期考种方法:于大豆完熟期,处理和对照分别取 1 m<sup>2</sup> 测产,同时随机取具有代表性的植株 10 株,分析产量性状,株荚数、底荚高、单株重、结荚节数、瘪荚数、株粒数、株粒重、百粒重。

## 2 结果与分析

### 2.1 调节剂对大豆某些生理特性的影响

2.1.1 调节剂对大豆叶片光合速率的影响 如图 1 所示,各品种荚期的光合速率处理明显高于对照,这与王熹<sup>[10]</sup>等人水稻上的研究结果一致。喷施调节剂后大豆叶片光合速率的增加,因品种而异,其中垦农 18 处理表现比较明显,垦农 5 号处理与对照差别不大,垦鉴豆 21 和东农 42 两个品种处理表现明显。这说明喷施该调节剂能够在一定程度上提高大豆植株的光合速率,可以为大豆生育后期干物质积累及产量的提高奠定基础。

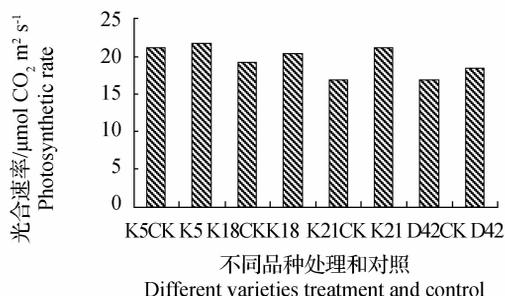


图 1 调节剂对不同大豆品种叶片光合速率的影响

Fig. 1 Effect of regulator on leaf photosynthetic rate of different soybean

2.1.2 调节剂对叶片可溶性糖含量的影响 由图 2 可以看出:喷施调节剂后,不同品种在不同生育期,处理和对照可溶性糖含量变化不同,其中各品种均以 8 月 15 日含量达到峰值。就品种而言,除垦农 5 号外,其余 3 个品种可溶性糖含量处理较对照明显增加。从生育期来讲,花期垦农 5 号和垦农 18 两个品种处理的可溶性糖含量低于对照,而垦鉴豆 21 和东农 42 两个品种处理高于对照;进入始荚期垦农 5 号、垦鉴豆 21 和东农 42 3 个品种处理低于对照,可能是叶片中可溶性糖向荚中运输所致,盛荚期至成熟期各品种处理又呈现出比对照高的趋势。刘亚

丽等<sup>[1]</sup>在小麦上的研究认为,叶片的可溶性糖含量增加,光合生产能力增强,能够增加干物质的积累,这是提高产量的前提。可见,应用调节剂提高了大

豆生育后期叶片的可溶性糖含量,有利于大豆产量的形成。

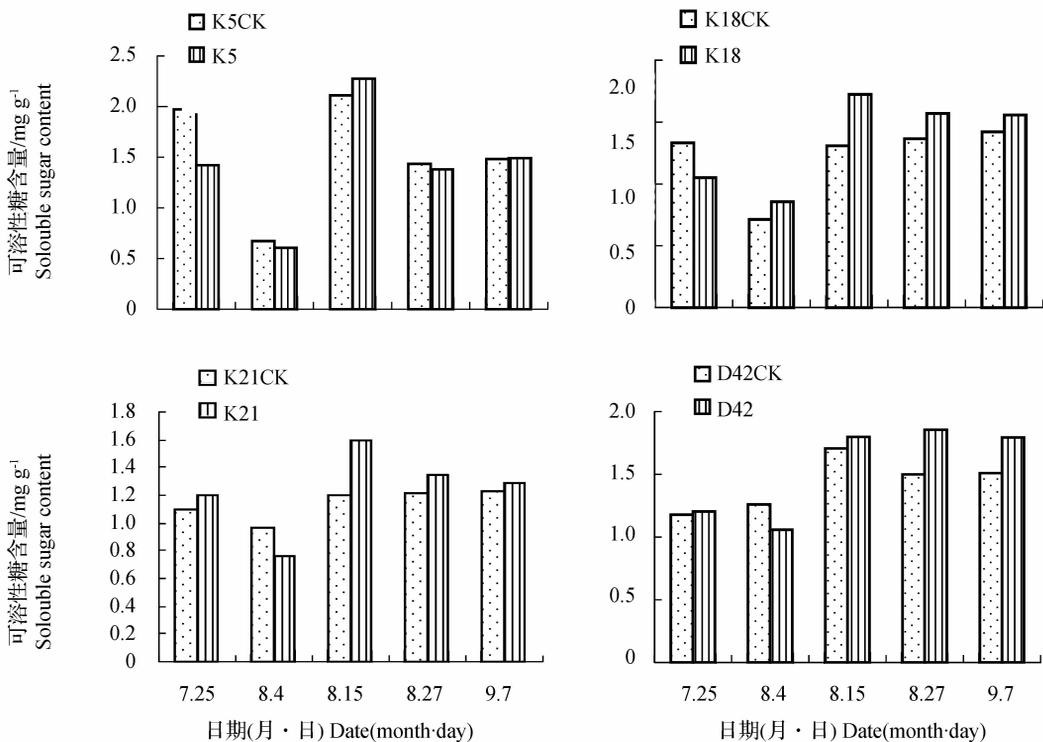


图2 调节剂对不同大豆品种叶片可溶性糖含量的影响

Fig. 2 Effect of regulator on leaf soluble sugar content of different soybean

2.1.3 调节剂对叶片可溶性蛋白含量的影响 如图3所示,喷施调节剂后,大豆叶片的可溶性蛋白含

量的变化呈先增加后减少的趋势,处理普遍高于对照。不同大豆品种曲线变化规律相似,但是存在一

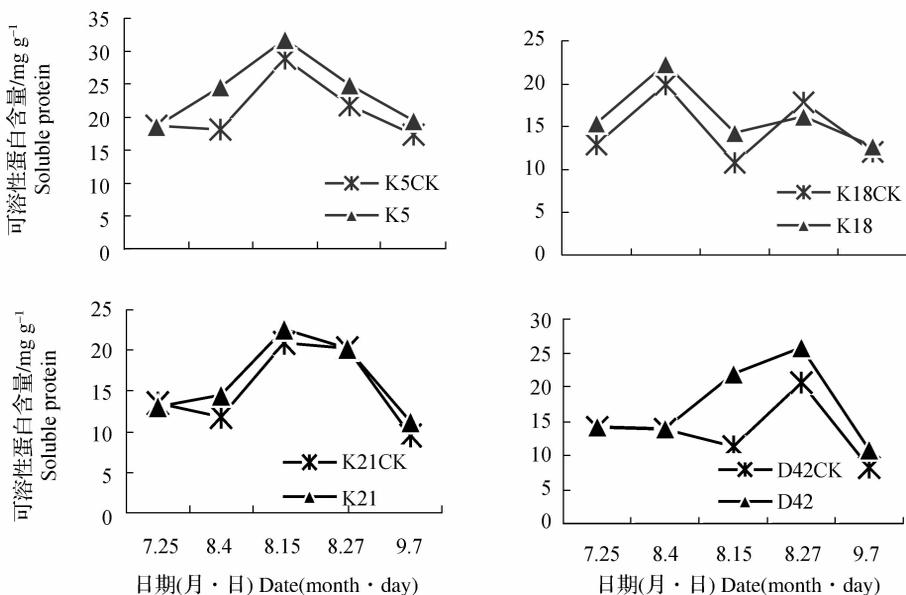


图3 调节剂对不同大豆品种叶片可溶性蛋白含量的影响

Fig. 3 Effect of regulator on leaf soluble protein of different soybean

定的差别,这可能与品种特性有关。其中,大豆鼓粒期(8月27日)垦农18品种处理的可溶性蛋白含量低于对照,这可能是叶片的可溶性蛋白移向豆荚的缘故。叶片中的可溶性蛋白主要是功能蛋白即酶蛋白,其中对光合作用有重要贡献的二氧化碳固定酶(RuBP羧化酶)占可溶性蛋白质的50%<sup>[12]</sup>。这说明该调节剂具有明显增加叶片可溶性蛋白含量的功效,张明才等<sup>[13]</sup>在大豆上的研究也有类似的结论。总体来看,在喷施调节剂后,各品种处理的可溶性蛋白含量的增加,有利于大豆叶片RuBP羧化酶含量

的提高,进而促进大豆光合产物的合成和运输。

## 2.2 调节剂对大豆产量性状的影响

2.2.1 调节剂对大豆荚干重的影响 由图4可知,随着生育期的延长,处理和对照的荚干重均呈上升趋势。其中垦农5号、垦农18和垦鉴豆213个品种处理的荚干重几乎在整个生育时期都比对照增加,东农42在8月4日及8月15日期间处理比对照低,在成熟期处理高于对照。可见,调节剂促进了大豆荚中干物质的积累,有利于生育后期籽粒灌浆过程的进行。

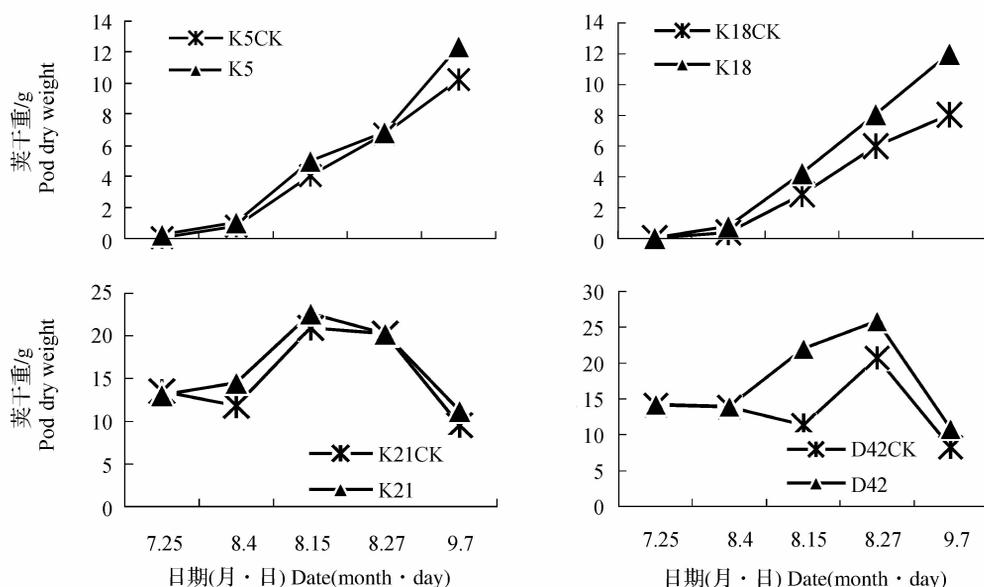


图4 调节剂对不同大豆品种荚干重的影响

Fig. 4 Effect of regulator on pod dry weight of different soybean

2.2.2 调节剂对大豆产量性状的影响 由表1可见,在不同的大豆品种上喷施调节剂,均增加了单株

表1 调节剂对不同大豆品种产量性状的影响

Table 1 Effect of regulator on yield characters of soybean

处理 Treatment	单株重 Weight per plant/g	底荚高度 Height of lowest pod /cm	结荚节数 No. of node with pod	株荚数 Pod No. per plant	瘪荚数 No. of 0-seeded pod	株粒数 Seeds per plant	株粒重 Seed weight per plant/g	百粒重 100-seed weight/g
K5CK	15.96	16.09	9.17	24.47	2.30	58.47	8.38	14.01
K5	19.34	14.36	9.77	28.63	2.77	71.00	8.56	14.54
增加(%)	21.15	-10.79	6.55	17.03	20.29	21.44	2.16	3.78
K18CK	15.82	11.19	10.16	31.49	0.59	72.28	8.68	11.61
K181	8.59	12.99	11.40	35.93	1.47	80.90	9.61	12.00
增加(%)	17.53	16.01	12.22	14.10	147.89	11.92	10.69	3.36
K21CK	19.02	14.07	11.07	25.80	1.93	58.07	9.15	14.64
K21	20.40	12.15	11.33	27.40	1.43	45.09	8.43	15.57
增加(%)	7.24	-13.64	2.38	6.20	-25.86	-22.35	-7.87	6.35
D42CK	19.84	20.67	11.40	22.10	1.03	53.97	9.84	17.84
D42	20.12	19.31	11.35	22.53	0.37	54.23	10.00	18.23
增加(%)	1.43	-6.59	-0.44	1.96	-64.52	0.49	1.55	2.19

干物质重、株荚数和百粒重,对底荚高的影响因品种不同而存在着一定的差异。除东农 42 结荚节数略有减少外,其余 3 个品种结荚节数均增加。垦农 5 号、垦农 18 两品种增加了瘪荚数,而垦鉴豆 21 和东农 42 降低了瘪荚数。株粒数和株粒重除垦鉴豆 21 降低外,其余 3 个品种均有增加。喷施调节剂后在 4 个大豆品种上产量有不同程度的增加,以垦鉴豆 21 增产效果最明显,产量比对照增加了 15.52%,其次为垦农 5 号增产 15.48%、垦农 18 增产 11.27%,东农 42 产量增加为 5.82%。从表 2 方差分析可以看出,垦农 5 号、垦农 18、垦鉴豆 21 3 个品种与对照相比达到差异极显著水平,东农 42 处理与对照相比差异不显著。

表 2 调节剂对不同大豆品种产量影响的方差分析

Table 2 The significance analysis of regulator on different soybean yield

处理 Treatment	实测产量 /kg hm <sup>-2</sup> Yield	显著水平 Significant level
K5	3274.51	a
K5CK	2835.45	b
K18	3106.55	a
K18CK	2791.95	b
K21	3669.45	a
K21CK	3176.36	b
D42	3228.15	a
D42CK	3050.74	a

### 3 讨论

许多研究表明,大豆在生殖阶段的光合速率与产量显著相关,植物生长调节剂能使大豆叶片维持较高的生理活性,促进同化物的合成<sup>[14-17]</sup>。本试验结果表明,喷施调节剂后大豆叶片的光合速率明显高于对照,能够促进大豆光合作用的持续进行,促进荚中同化物的合成,为大豆籽粒干物质积累奠定生理基础,调节剂在不同品种上均提高了产量,产量提高可能与调节剂改善光合速率有关,这与前人研究结果类似。

植物生长调节剂能较好地延长叶片的生育期,促进同化物质向豆荚转移。王宪泽<sup>[12]</sup>等人研究认为,可溶性蛋白质含量变化也是反映叶片功能及衰老的可靠性指标之一。研究表明,喷施调节剂后,能使大豆叶片持续保持高的可溶性糖、可溶性蛋白含量。可见调节剂能够延缓叶片的衰老,对后期叶片

中同化物质的合成、运输以及籽粒灌浆具有重要的意义。

植物生长调节剂能够调节大豆的产量性状,提高大豆产量。喷施调节剂后,对大豆株荚数、株粒数、百粒重等具有一定的调控作用,在不同大豆品种上都有增产的效应。但是不同大豆品种增产幅度不同,其中垦农 5 号、垦农 18、垦鉴豆 21 3 个品种产量与对照相比达到差异显著水平,东农 42 与对照相比差异不显著,这可能与大豆品种本身特性有关。

综上所述,植物生长调节剂提高了大豆叶片光合速率,促进了大豆叶片可溶性糖和可溶性蛋白含量的合成,调控了大豆产量性状,可以推断,调节剂对上述指标的调控是大豆产量提高的重要原因。关于调节剂提高大豆产量可能还有许多其它因素在起作用,如基因调控、信号转导以及植物内源激素系统的调控等诸多方面,有关机理尚待深入研究。

### 参 考 文 献

- [1] 王金陵,杨庆凯,吴宗璞. 中国东北大豆[M]. 哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1999:10.
- [2] 吴奇峰,何桂红,董志新,等. 植物生长调节剂在我国大豆种植上的研究与应用[J]. 作物杂志,2005,(1):12-15.
- [3] 陈大清,李亚男,彭成林. 烯效唑对大豆生长特性和产量的影响[J]. 湖北农学院学报,2000,20(6):108-110,114.
- [4] 许艳丽,李兆林,韩晓增,等. 壮丰安对大豆生长发育及产量的调控研究[J]. 大豆科学,1999,18(4):355-360.
- [5] 陈新红,章建新,闫晓红,等. 壮丰安对大豆增产效应的研究[J]. 新疆农业大学学报,2001,24(4):29-32.
- [6] 蒋莲芝,樊亚娟,刘俊环,等. 大豆应用多效唑试验效果初探[J]. 大豆通报,2001,(5):6.
- [7] 王俊平,翟志席,何钟佩,等. DTA-6 对紫花苜蓿粗蛋白和氨基酸含量的调控作用[J]. 中国农业大学学报,2003,8(3):25-28.
- [8] 张明才,何钟佩,田晓莉,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.
- [9] 张宪政. 作物生理研究法[M]. 北京:中国农业出版社,1992:10.
- [10] 王熹,俞美玉,陶龙兴. 烯效唑对水稻的生物学效应[J]. 中国水稻科学,1993,7(4):199-204.
- [11] 刘亚丽,李学梅,姬生栋,等. 植物生长调节剂对小麦叶片衰老过程中生理特性的影响[J]. 河南农业科学,2005,8:29-32.
- [12] 王宪泽,张树芹. 不同蛋白质含量小麦品种叶片 RNA 与氮素积累关系的研究[J]. 西北植物学报,1999,19(2):315-320.
- [13] 张明才,李召虎,田晓莉,等. 植物生长调节剂 SHK-6 对大豆叶片氮素代谢的调控效应[J]. 大豆科学,2004,23(1):15-20.

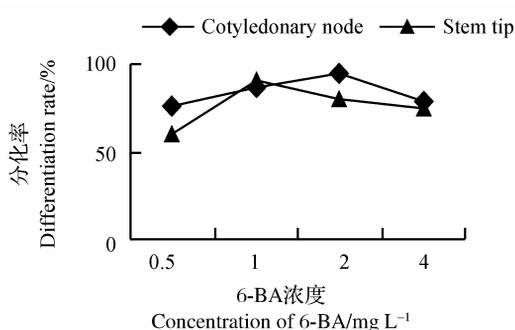


图7 6-BA对合丰35不同部位分化率的影响

Fig. 7 Effect of 6-BA on differentiation rate of different explants in Hefeng 35

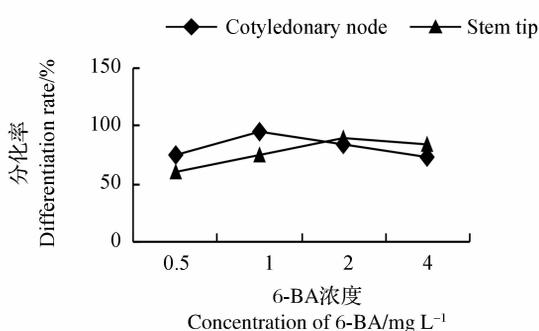


图8 6-BA对北京小黑豆不同部位分化率的影响

Fig. 8 Effect of 6-BA on differentiation rate of different explants in Peking

加,子叶节的分化率不增加反而下降;合丰35茎尖在 $1.0 \text{ mg L}^{-1}$ 时分化率达到最大,随着浓度增加分化率逐渐下降。北京小黑豆的子叶节在 $1.0 \text{ mg L}^{-1}$ 时分化率最大,但随着6-BA浓度的继续增加,子叶节的分化率下降;而北京小黑豆的茎尖在 $2.0 \text{ mg L}^{-1}$ 时分化率达到最大。从获得高分化率的角度

考虑,选择子叶节作为外植体比较适合。

### 3 结论

比较合丰35和北京小黑豆两个品种的试验结果,氯气消毒法是一种高效的种子消毒方法。6-BA和2,4-D都对大豆萌发和诱导子叶节不定芽有作用,但从作用的效果看,6-BA是大豆萌发和诱导子叶节不定芽的最佳激素。6-BA和2,4-D在诱导茎出芽和促进大豆萌发一样,品种间差别不大。6-BA对合丰35和北京小黑豆诱导茎出芽有明显的效果。在再生体系中,对比激素的种类对两个品种有明显的影响。为获得高分化率,可以选择子叶节作为适合的外植体。

### 参 考 文 献

- [1] 薛仁镐,刘淑兰,韩碧文. 大豆再生植株的研究[J]. 延边农学院学报,1994,16:1-5.
- [2] 王萍,王军军,商德虎,等. 影响大豆子叶节丛生芽形成的诱导因子研究[J]. 吉林农业科学,2001,26(6):20-23.
- [3] 刘北东,朱延明,李海明,等. 大豆子叶节再生影响因素的研究[J]. 大豆科学,2002,21(2):88-92.
- [4] 刘金华,王丕武,武丽敏,等. 大豆子叶节丛生芽的诱导[J]. 吉林农业大学学报,2001,23(4):15-17.
- [5] 龚学臣,季静,王萍,等. 苗龄与6-BA浓度对大豆子叶节丛生芽诱导的影响[J]. 吉林农业大学学报,2005,27(2):128-130.
- [6] 袁鹰,刘德璞,郑培和,等. 大豆组织培养再生植株研究[J]. 大豆科学,2001,20(1):9-13.

(上接704页)

- [14] 金剑,刘晓冰,王光华. 不同熟期大豆 $R_4-R_5$ 期冠层某些生理生态性状与产量的关系[J]. 中国农业科学,2004,37(9):1293-1300.
- [15] Upmeyer D J, Koller H R. Diurnal trends in net photosynthetic rate and carbohydrate levels of soybean leaves[J]. Plant Physiology, 1973, 51:871-874.

- [16] Fulai L, Christian R. Jensen, Mathias N. Pod set related to photosynthetic rate and endogenous ABA in soybeans subjected to different water regimes and exogenous ABA and BA at early reproductive stages[J]. Annals of Botany, 2004, 94(3):405-411.
- [17] Jiang H F, Egli D B. Soybean seed number and crop growth rate during flowering[J]. Agronomy Journal, 1995, 87:164-167.