

不同浓度生根剂对玉米根系生长的影响

王 红^{1,2}, 宋 涛¹, 刘 辉¹, 杨晓云³, 王 敏³

(1. 金正大生态工程集团股份有限公司, 山东 临沭 276700; 2. 国家缓控释肥工程技术研究中心, 山东 临沭 276700; 3. 农业部植物营养与新型肥料创制重点实验室, 山东 临沭 276700)

摘要:为使生长素更好地调控作物根系发育和生长,以玉米为材料,吲哚丁酸钾(IBA): α -萘乙酸钠(NAA)=1:4为生根剂,设置不同浓度梯度,研究外源生长素对玉米根系生长的影响。结果表明:随施用浓度的增加,生根剂对玉米幼根生长的促进作用呈现先增强后又减弱的趋势。其中,生根剂浓度为 20 mg·L⁻¹时对玉米幼根促生效果最佳,可有效增加总根长、总根表面积及根分枝数,降低根平均直径,对地上部鲜重和株高也有明显的促进作用。

关键词:吲哚丁酸钾; α -萘乙酸钠;玉米;根系;生长发育

中图分类号:S513.062 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2016)02-0057-03 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2016.02.0057

生长素是发现最早的一类植物生长激素,在植物的生长发育过程中发挥重要作用。如维管组织分化、促进侧根形成、顶端优势以及诱导同化产物向果实运输等^[1-2],在细胞水平上,生长素还影响着细胞的伸长、分裂和分化。但不同的植物组织对生长素的敏感性和反应有所不同。大量研究表明,生长素与根系的生长发育密切相关^[3-4]。

根系具有吸收水分养分及维系根际环境等功能,对植物正常的生长发育发挥重要作用。根系的形成与许多内外因素有关,尤其是植物激素。其中,生长素在促进不定根和侧根生长过程中起着关键的作用^[5-6]。

在生长素调控植物根系生长发育的研究中,对水培玉米根系的调控作用鲜见报道。本文以吲哚丁酸钾和 α -萘乙酸钠两种外源生长素类物质处理玉米,研究不同生根剂浓度下对玉米根系发育的影响,以为生长素类物质调控玉米根系发育和生长等方面提供理论依据,丰富玉米根系的研究。

1 材料与方法

1.1 材料

将饱满均匀的玉米种子经 10% 双氧水表面消毒,脱盐水漂洗 8 次,放入托盘中,盖上浸湿的

纱布催芽,约 2 d 后,选择长势较为一致的玉米苗(苗长 2~3 cm)作为供试作物。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 配制腐殖酸 30 g·L⁻¹、(Zn+B)2 g·L⁻¹溶液为基础营养液,按照 IBA:NAA=1:4 的配比下,分别配制 10、20、50 和 100 mg·L⁻¹ 浓度梯度的生根剂溶液,与基础营养液共同组成最终水培玉米营养液(见表 1)。

表 1 不同生根剂配方养分含量

Table 1 The nutrient content of different rooting agents formula

处理配方 Treatment formulation	养分含量 Nutrient content		
	腐殖酸/ (g·L ⁻¹) Humic acid	Zn+B/ (g·L ⁻¹) Zinc and boron	吲哚丁酸钾: α -萘乙酸钠= 1:4(mg·L ⁻¹) IBA:NAA=1:4
T1	30	2	10
T2	30	2	20
T3	30	2	50
T4	30	2	100

试验共设 5 个处理,处理 1 至处理 4 按照生根剂配方分别依次命名为 T1、T2、T3、T4,基础营养液为对照(CK),均稀释 5 000 倍使用,每个处理重复 3 次。将培育好的玉米苗放入盛有生根剂溶液的试剂瓶中,每个瓶中 2 棵苗,共计 15 瓶。

1.2.2 测定项目及方法 根系参数的分析采用根系扫描仪,对玉米根系进行扫描,采用根系分析软件 WinRHIZO 对总根长、总根表面积、根分枝数和根平均直径进行定量分析。

收稿日期:2015-09-11

基金项目:科技部“十二五”科技支撑计划资助项目(2011BAD11B02)

第一作者简介:王红(1986-),女,山东省临沂市人,硕士,工程师,从事功能性肥料研发及其施肥研究。E-mail: wang-hongwawj2008@163.com。

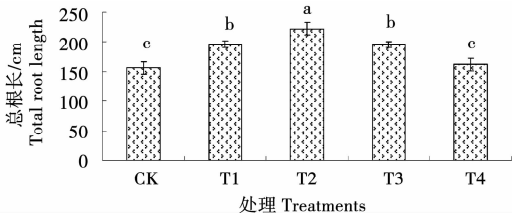
通讯作者:宋涛(1982-),男,博士,工程师,从事新型肥料研发及其施肥研究。E-mail: songtao@kingenta.com。

本试验所得结果为各处理平均值,多重比较采用 SPSS19.0 软件 DUCAN 法,图表绘制采用 Excel 2003 软件。

2 结果与分析

2.1 不同浓度生根剂处理对玉米根系指标的影响

由图 1 可以看出,不同浓度生根剂处理均不同程度的增加了玉米根系的总根长。其中,T1、T2 和 T3 处理显著增加了玉米根系总根长,总根长分别为 196.19、222.11 和 195.84 cm,与对照相比,分别增加 25%、42%和 25%;T4 处理虽与对照相比总根长有所增加,但未达显著差异。随着生根剂浓度的增加,玉米根系的总根长有先增加后减小的趋势。20 mg·L⁻¹生根剂浓度对根系总根长的促进作用最明显。



不同字母表示差异达 5%显著水平。下同。
Different letters mean significant difference at 5% level.
The same below.

图 1 不同浓度生根剂处理对水培玉米总根长的影响
Fig.1 Effect of different concentrations of rooting agents on the total root length of maize

根分枝数代表了根系中侧根的数量。由图 2 可知,不同处理根分枝数与总根长的变化趋势一致,T1、T2 和 T3 处理可显著增加玉米侧根数量,其中,T2 处理又与 T1 和 T3 处理达显著差异,与对照相比,3 个处理侧根数量增幅为 16%~47%;T4 处理对玉米侧根数量影响不大。

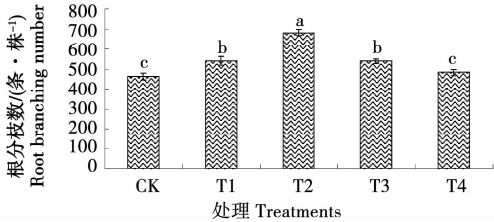


图 2 不同浓度生根剂处理对水培玉米根分枝数的影响
Fig.2 Effect of different concentrations of rooting agents on the root branching number of maize

不同施用浓度的生根剂对根系的平均直径产生的影响不同(见图 3)。对照最大,为 0.44 mm,T1、T2 和 T3 处理可显著的降低根平均直径,其

中,T3 处理根平均直径最小,比对照降低 18%;随着浓度的增大,玉米根系增粗,T4 处理根平均直径达 0.43 mm。

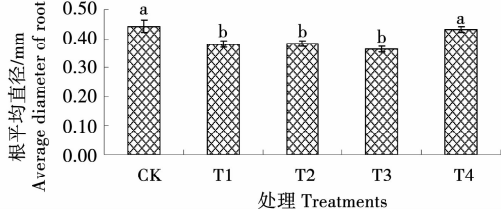


图 3 不同浓度生根剂处理对根平均直径的影响
Fig.3 Effect of different concentrations of rooting agents on the average diameter of maize

从图 4 中可以看出,根总表面积与总根长、根分枝数的变化趋势较为一致,随着生根剂施用浓度的增大,呈现先增加后减小的趋势。4 个处理中,T2 处理玉米显著增加了玉米总根表面积,为 26.90 cm²,与对照相比,增加 19.23%;T1、T3 处理总根表面积有所增加,但不明显;T4 处理总根表面积与对照相比有所降低,可能的原因是根平均直径略小于对照所致。

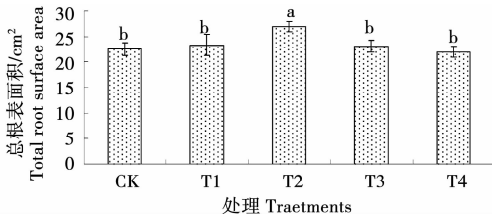


图 4 不同浓度生根剂处理对根总表面积的影响
Fig.4 Effect of different concentrations of rooting agents on the total root surface area of maize

2.2 不同浓度生根剂处理对玉米地上部鲜重和株高的影响

从表 2 看出,施用不同浓度生根剂均可显著表 2 不同浓度生根剂处理对玉米地上部鲜重和株高的影响

Table 2 Effect of different concentrations of rooting agents on the shoot fresh weight and height of maize		
处理 Treatments	地上部鲜重/(g·株 ⁻¹) Fresh weight above ground	株高/cm Plant height
CK	3.41±0.10 b	14.61±1.15 b
T1	3.72±0.07 a	16.04±1.21a b
T2	3.82±0.08 a	17.57±0.47 a
T3	3.81±0.10 a	17.79±0.34 a
T4	3.75±0.10 a	17.50±1.23 a

增加玉米地上部鲜重。T2 处理地上部鲜重最高,为 $3.82 \text{ g} \cdot \text{株}^{-1}$, T3 处理次之,与对照相比,4 个生根剂处理地上部鲜重增幅为 $9.09\% \sim 12.02\%$;不同浓度的生根剂也不同程度的增加了玉米株高,其中, T3 处理株高最高,为 17.79 cm , T2 和 T4 处理株高分别为 17.57 和 17.50 cm ,与对照相比差异显著,分别提高 21.77% 、 20.26% 和 19.78% , T1 与对照差异不显著。

3 讨论与结论

根系是植物重要的吸收与合成器官,根系的生长状况和生理特性直接的影响着地上部和根系本身水分及营养元素等生长所需的物质供应^[7]。生长素类植物生长调节剂可以促进植物生根,提高植物的成活率^[8]。

玉米的根系属于须根系,总根长、总根表面积、根平均直径是体现根系吸收效率及能力的重要指标^[9]。侧根的发生经过诱导期、侧根原基形成期和侧根的伸长生长 3 个阶段,多项研究表明,IBA 可促进侧根的发生和发育^[10-11],刘玉军提出 NAA 与 IBA 组合使用同时具备诱导皮部根原基和愈伤组织产生根原基的作用^[12]。本试验中,经过 5 d 的培养,玉米侧根均到达伸长生长阶段, T2 处理即 $20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 生根剂浓度水培玉米的根系,无论在总根长还是侧根数,均显著高于对照处理。根表面积是衡量植物根系与土壤之间进行营养成分交换界面大小的重要指标^[13],与总根长和根分枝数相似, $20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 生根剂处理玉米根总表面积最大。随着生根剂使用浓度的增加,玉米根系的总根长、根分枝数和总根表面积均呈现先增加后降低的趋势,这与生长素低浓度促进植物生长,高浓度促进作用减弱甚至抑制这一结论相似。低浓度生根剂处理水培玉米的根平均直径有所降低。生根剂的使用同时对水培玉米地上部鲜重和株高有较为明显的促进作用。

综上所述,使用生根剂吲哚丁酸钾: α -萘乙酸钠=1:4处理水培玉米,对玉米根系的生长及地上部鲜重有明显的促进作用,最佳使用浓度为 $20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

参考文献:

- [1] 刘莹,盖钧镒,吕慧能. 作物根系形态与非生物胁迫耐性关系的研究进展[J]. 植物遗传资源学报, 2003, 4(3): 265-269.
- [2] Kepinski S, Leyser O. Plant development: auxin in loops[J]. Curr Biol, 2005, 15: 208-210.
- [3] Overvoord P, Fukaki H, Beeckman T. Auxin control of root development[J]. Cold Spring Hard Perspect Biol, 2010, 2(6): 1-16.
- [4] 王冉,李吉跃,张方秋,等. 不同施肥方法对马来沉香和土沉香苗期根系生长的影响[J]. 生态学报, 2011, 31(1): 98-106.
- [5] 王金祥,严小龙,潘瑞炽. 不定根形成与植物激素的关系[J]. 植物生理学通讯, 2005, 41(2): 133-142.
- [6] Péret B, Rybel B D, Casimiro I, et al. Arabidopsis lateral root development: an emerging story[J]. Trends Plant Sci, 2009, 14: 399-408.
- [7] 杨世杰. 植物生物学[M]. 北京: 科学出版社, 2000: 110-114.
- [8] 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, 1995: 52-60.
- [9] King J S, Thomas R B, Strain B R. Morphology and tissue quality of seeding root systems of Pinus teada and Pinus ponderosas affected by varying CO_2 , temperature and nitrogen[J]. Plant and Soil, 1997, 195: 107-119.
- [10] Casimiro I, Beeckman T, Graham N, et al. Dissecting Arabidopsis lateral root development[J]. Trends Plant Sci, 2003, 8: 165-171.
- [11] Casson S A, Lindsey K. Genes and signalling in root development[J]. New Phytol, 2003, 158: 11-38.
- [12] 刘玉军. 毛白杨硬枝扦插生根机理[D]. 北京: 北京林业大学, 1988.
- [13] 严小龙,廖红,年海. 根系生物学:原理和应用[M]. 北京: 科学出版社, 2007.

Effect of Different Concentrations of Rooting Agents on Maize Radicle Growth

WANG Hong^{1,2}, SONG Tao¹, LIU Hui², YANG Xiao-yun³, WANG Min³

(1. Kingenta Ecological Engineering Group Limited Company, Linyi, Shandong 276700;
2. National Engineering Technology Research Center for SCRF, Linyi, Shandong 276700;
3. Key Laboratory of Plant and New Fertilizer R&D, Ministry of Agriculture, P. R. China, Linyi, Shandong 276700)