



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114303766 A

(43) 申请公布日 2022.04.12

(21) 申请号 202111468903.9

(22) 申请日 2021.12.04

(71) 申请人 沈阳农业大学

地址 110866 辽宁省沈阳市沈河区东陵路  
120号

(72) 发明人 王钦美 刘雯 乔杨 朱文旭

(74) 专利代理机构 长春市东师专利事务所  
22202

代理人 张铁生 赵军

(51) Int. Cl.

A01G 17/00 (2006.01)

A01G 7/06 (2006.01)

权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

吲哚乙酸在培育无刺黑果枸杞方面的应用

(57) 摘要

本发明公开了一种吲哚乙酸在培育无刺黑果枸杞方面的应用;所述的应用,是在有枝刺黑果枸杞植株枝条顶芽施用吲哚乙酸;所述的吲哚乙酸,浓度为0.1 mg/L;所述的施用吲哚乙酸的方式为滴加;实验结果表明,用0.1 mg/L生长素IAA处理有刺枝条后,出刺率由68.92%下降至19.25%,出刺率显著降低。其中,IAA处理有刺枝条顶芽15天时,平均69.2%新发枝条已经呈完全无刺状态;本发明优点在于:操作简单,有利于经济林木栽培,培育的无刺黑果枸杞可提高后期采摘效率。

1. 吡啶乙酸在培育无刺黑果枸杞方面的应用。
2. 根据权利要求1所述的应用,其特征在于:将吡啶乙酸施加在有刺黑果枸杞植株枝条上。
3. 根据权利要求2所述的应用,其特征在于:所述的吡啶乙酸,浓度为0.02~0.2 mg/L。
4. 根据权利要求3所述的应用,其特征在于:所述的浓度为0.1 mg/L。
5. 根据权利要求2、3或4所述的应用,其特征在于:所述的施加,为直接滴加吡啶乙酸至顶芽或吡啶乙酸与羊毛脂混合后涂抹在顶芽。
6. 根据权利要求5所述的应用,其特征在于:所述的直接滴加,吡啶乙酸用量为 $10^{-6}$ mg。
7. 根据权利要求5所述的应用,其特征在于:所述的吡啶乙酸与羊毛脂混合,为2 ml吡啶乙酸与1 g羊毛脂混合。

## 吡啶乙酸在培育无刺黑果枸杞方面的应用

### 技术领域

[0001] 本发明属于林木生物技术领域,具体涉及吡啶乙酸在培育无刺黑果枸杞方面的应用。

### 背景技术

[0002] 黑果枸杞(*Lycium ruthenicum* Murr.)为茄科枸杞属多棘刺灌木,是一种兼具经济效益和生态效益的野生优良植物,集水土保持价值、药用价值和盐碱地绿化价值为一体,主要分布于中国西北部地区和中亚的沙漠地区。我国主要分布在青海、宁夏、新疆等地,因其抗旱和耐盐碱的生理特性,是中国荒漠地区防治土壤荒漠化、缓解土壤盐碱化的理想植物,同时也有利于防风固沙,对于干旱地区的生态系统和农业具有重要意义。

[0003] 黑果枸杞被誉为“软黄金”。其果实为紫黑色球状浆果,果味甘甜,含蛋白质、枸杞多糖、人体必需脂肪酸、8种人体必需氨基酸和一定量的Vc。黑果枸杞中含有丰富的化学成分,主要包括有机酸、黄酮类化合物(花青素含量较高)和一些枸杞多糖,生理活性成分包括花色苷、OPC、多糖、黄酮及多酚类物质。黑果枸杞的果实中还含有较多的还原糖和色素,是迄今为止发现原花青素含量最高的天然野生植物。原花青素是一种有着特殊分子结构的生物类黄酮混合物,属于天然花色苷类,它们可以被人体吸收并利用,能够清除人体内自由基,从而起到提高免疫力、降脂降压、抗衰老以及治疗心脑血管疾病等生理功能。除此之外,在对黑果枸杞的色素作为食用色素的毒理学安全性进行研究后发现其色素属于无毒级物质,具有较好的食用安全性。这种色素着色力强,稳定性好,而且加工工艺简单,极具开发前景和开发价值,可以广泛应用于药品、食品和轻纺工业中。

[0004] 黑果枸杞主要分布于我国西北部的干旱地区,具抗旱、耐贫瘠、生态适应性强和繁殖速度快的特点。黑果枸杞的刺为枝刺。黑果枸杞本身具有很高的经济价值,由于土壤干旱条件下野生或人工栽植的黑果枸杞枝条密被大量枝刺(也称为茎刺),且果实的果皮极薄,在人工采摘过程中,其枝刺的产生使采摘效率大幅度降低、采摘成本大幅度提高,最终导致黑果枸杞的市场价格极高。培育黑果枸杞无刺品种可行并且无刺型应该更易于作经济林木栽培,所以培育优良无刺黑果枸杞具有重大意义。

### 发明内容

[0005] 本发明目的是为解决黑果枸杞棘刺导致采摘效率低的问题,而提供一种吡啶乙酸在培育无刺黑果枸杞方面的应用。

[0006] 吡啶乙酸在培育无刺黑果枸杞方面的应用;

所述的应用,将吡啶乙酸施加在有刺黑果枸杞植株枝条上;

所述的应用,是在有刺黑果枸杞植株枝条顶芽施用吡啶乙酸;

所述的吡啶乙酸,浓度为0.02~0.2 mg/L;

所述的浓度为0.1 mg/L;

所述的施用吡啶乙酸的方法,为直接滴加至顶芽或吡啶乙酸与羊毛脂混合后涂抹

在顶芽;

所述的直接滴加,吲哚乙酸用量为 $10^{-6}$ mg;

所述的吲哚乙酸与羊毛脂混合,为2 ml吲哚乙酸与1 g羊毛脂混合。

[0007] 本发明提供了一种吲哚乙酸在培育无刺黑果枸杞方面的应用;所述的应用,是在有枝刺黑果枸杞植株枝条顶芽施用吲哚乙酸;所述的吲哚乙酸,浓度为0.1 mg/L;所述的施用吲哚乙酸的方式为滴加;实验结果表明,用0.1 mg/L生长素IAA处理有刺枝条后,出刺率由68.92%下降至19.25%,出刺率显著降低。其中,IAA处理有刺枝条顶芽15天时,平均69.2%新发枝条已经呈完全无刺状态;本发明优点在于:操作简单,有利于经济林木栽培,培育的无刺黑果枸杞可提高后期采摘效率。

## 附图说明

[0008] 图1:图片中箭头标注的上方是0.1mg/L IAA处理后的新生茎段。

## 具体实施方式

[0009] 实施例1 黑果枸杞实验材料的培育

实验材料为沈阳农业大学林学院(41° 49' 25' N; 123 ° 34' 10' E, 海拔25 m)栽植的一个黑果枸杞组培无性系的盆苗,该材料由本课题组前期培育的G系列组培苗进行移栽获得,将实验材料栽植在直径为15 cm的盆中,每盆土量约为盆的2/3。

[0010] 选取高度超过7 cm且根部粗壮的一组培无性系G系列苗从组培瓶中取出,在水中将根部的培养基冲洗干净后放入浓度为1 g/L的多菌灵(山西奇星农药有限公司,有效成分含量:80 %,可湿性粉剂)中浸泡30 min。将121°C高压灭菌40 min的“沈阳农业大学凡宇园艺育苗营养基质”(专利号:ZL03133591.8;PH:6.5-6.8;N、P、K总含量 $\geq$ 12 g/kg;含水量 $\leq$ 40%;有机质含量 $\geq$ 40%;硅 $\geq$ 0.3 g/kg)放置一夜降温后使用,在盆中先放入1/3盆的基质,加入适量的水使基质湿润但是不结块,再将基质加入到盆的1/2。在基质中挖出约两指宽、6-7 cm深的小坑,将组培苗的根部与基质充分接触旋转盘绕在其中并用基质完全掩埋根部,用1 g/L的多菌灵浇灌。将移栽进盆中的组培苗用扎孔透气的一次性塑料杯倒扣,放入土培间(沈阳农业大学林学院512;温度 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ;湿度 $64 \pm 1\%$ )进行缓苗。2-3天进行浇水,每次浇水量在100-130 ml,7-12天依据移栽苗状态将塑料杯揭开。

[0011] 在土培间缓苗后将实验材料放置于沈阳农业大学林学院217的阳光充足窗边适应实验环境,适应环境一周后可用于实验。实验在5-9月进行,该时间段为日间气温在 $30 \pm 5^\circ\text{C}$ ,夜间气温在 $21 \pm 5^\circ\text{C}$ ,室内日照时长为 $12 \pm 2$  h,湿度在 $55 \pm 5\%$ ,为黑果枸杞生长旺盛阶段。根据气候条件,浇水周期定为三日浇一次水,每次每盆浇水量在100-130 ml。定期对长势不良枝条进行修剪,实验时选择长势相近的有刺/无刺两种性状的植株作为实验材料进行处理。

[0012] 实施例2 内源激素的测定

将有刺/无刺两种性状长势和发育阶段一致枝条的顶芽作为实验材料,使用高效液相色谱-串联质谱法进行内源激素的测定。

[0013] 一、仪器、试剂及材料

高效液相色谱-串联质谱法使用沈阳农业大学分析测试中心的沃特世ACQUITY H-

class UPLC 和XEVO -TQD。

[0014] 50 ml 的80%甲醇(含1 m mol/L的BHT)配置方法:称取50 ml 该试剂所需的BHT(南京都莱生物技术有限公司,货号:R0492-50 g) 0.011 g,取20 ml 100%甲醇用于溶解BHT,在BHT完全溶解后一边搅拌一边加入剩下的30 ml 100%甲醇,防止BHT析出。在BHT完全溶解于甲醇加入10 ml蒸馏水完成配置,配置完成后的试剂进行避光常温保存。

[0015] 将空离心管提前称重并记录,放入液氮中预冷。将预冷的离心管置于液氮中,从选取的植株上剪取顶芽放入离心管中速冻。每个离心管中放入约有50-60个同一性状顶芽,进行称重并计算出样品重量,每组样品重量皆大于等于100 mg,放入-80℃保存待用。

## [0016] 二、激素提取方法

取出100mg样品在液氮预冷有的1.5ml的离心管中用适配的研磨棒充分研磨,研磨过程中离心管持续置于液氮中保持低温环境。

[0017] 研磨充分后加入0.6 ml预冷的80%甲醇(含1 m mol/L BHT),在4℃条件下避光浸提12 h后再离心机4℃条件下,4000 r/min离心15 min;离心后分离上清液至2 ml离心管;在沉淀中加入0.2 ml预冷的80℃甲醇(含1 m mol/L BHT)浸提2 h,将两次上清液合并并定容至1 ml。

[0018] 将定容后的上清液用去离子水1:1稀释,用规格为直径25 mm;孔径为0.22 μm的有机相滤器进行过滤,按照每个样品1 ml的标准进行检测。

## [0019] 三、色谱-质谱条件

### 1、液相

色谱柱:Agilent Eclipse C18 2.1 mm\*50 mm,1.8 μm

流动相:A柱:0.01% 甲酸水;

B柱:甲醇

流速:0.3 ml/min

梯度:0-10min 15%-57.5% B;

10-15min 57.5% -100% B

15-16min 100%-15% B

16-21min 15% B

色谱柱温度30 ℃,进样体积3 μl。

### [0020] 2、质谱

采集模式:MRM(多反应离子监测)

激素	离子模式	定量离子对	碰撞电压	方法
ZT	ESI+	220>148	15V	1
IAA	ESI+	176>130	15V	1
GA <sub>3</sub>	ESI-	345>143	30V	2
ABA	ESI-	263>153	10V	2
SA	ESI-	137>93	22V	2
JA	ESI-	209>59	10V	2

注:方法1:电喷雾离子源;正离子模式(ESI+);毛细管电压:0.8 KV;锥孔电压::20

V;脱溶剂温度:650 °C;脱溶剂气流速:1000 L/Hr;锥孔反吹气:3 L/Hr。方法2:电喷雾离子源;负离子模式(ESI<sup>-</sup>);毛细管电压:2.2 KV;锥孔电压:25 V;脱溶剂温度:650 °C;脱溶剂气流速:1000 L/Hr;锥孔反吹气:3 L/Hr。

#### [0021] 四、结果

内源激素测定显示无枝刺顶芽生长素IAA含量极显著高于有枝刺顶芽,无枝刺顶芽的SA含量显著高于有枝刺顶芽;顶芽IAA及SA含量与枝刺发生呈负相关(表1)(IAA:吲哚乙酸;SA:水杨酸;ABA:脱落酸)。

表1 黑果枸杞无/有枝刺内源激素测定

种类	IAA (ng/ml FW)	SA (ng/ml FW)	ABA (ng/ml FW)
有枝刺	5.38±0.62 <sup>bB</sup>	9.56±2.51 <sup>bA</sup>	37.33±5.01 <sup>aA</sup>
无枝刺	11.43±0.87 <sup>aA</sup>	37.42±8.58 <sup>aA</sup>	28.61±4.91 <sup>aA</sup>

[0022] 注:表中数据为三次重复实验的平均值±标准误,标注不同大写字母的同列数据之间差异极显著( $P < 0.01$ ),标注不同小写字母的同列数据之间为显著差异( $P < 0.05$ );

#### 实施例3 生长素IAA和生长素抑制剂PCIB对黑果枸杞枝刺发生的影响

##### 一、生长素IAA及生长素抑制剂PCIB的母液及不同浓度梯度的配制

,根据测量的黑果枸杞顶芽内源生长素IAA含量,对施用的生长素IAA(北京拜尔迪生物技术有限公司,货号:DE0265--10 g,纯度 $\geq 98\%$ )和生长素抑制剂PCIB(上海麦克林生物技术有限公司,货号:C830260-100 g,纯度98%)浓度梯度进行设定。根据对内源生长素IAA的测定可知,生长素IAA含量与枝刺发生呈负相关,因此对有刺黑果枸杞植株外源施用生长素IAA,以验证生长素IAA是否抑制黑果枸杞枝刺形成。对于无枝刺黑果枸杞植株施用生长素抑制剂PCIB,以验证低生长素是否促进枝刺产生。有刺植株施用生长素IAA的浓度分别设为0.2 mg/L、0.1 mg/L、0.02 mg/L和0.01 mg/L。无刺植株施用生长素抑制剂PCIB的浓度分别为0.132  $\mu\text{M}$ 、1.32  $\mu\text{M}$ 和13.2  $\mu\text{M}$ ;

具体方法:根据实验生长素IAA的浓度梯度测定结果,设置生长素IAA母液浓度为0.1 mg/ml;对母液进行稀释,配置每个浓度的IAA溶液10 ml,生长素IAA浓度梯度配制:0.2 mg/L由20  $\mu\text{l}$ 的母液稀释至10 ml蒸馏水中、0.1 mg/L由10  $\mu\text{l}$ 的母液稀释至10 ml蒸馏水中、0.02 mg/L由2  $\mu\text{l}$ 的母液稀释至10 ml蒸馏水中、0.01 mg/L由1  $\mu\text{l}$ 的母液稀释至10 ml蒸馏水中。生长素抑制剂PCIB母液浓度为0.01 mg/ml。生长素抑制剂PCIB的浓度梯度配制0.132  $\mu\text{M}$ 由28.3  $\mu\text{l}$ 的母液稀释至10 ml蒸馏水中、1.32  $\mu\text{M}$ 由283  $\mu\text{l}$ 的母液稀释至10 ml蒸馏水中、13.2  $\mu\text{M}$ 由2830  $\mu\text{l}$ 的母液稀释至10 ml蒸馏水中。

##### [0023] 二、生长素IAA及生长素抑制剂PCIB处理黑果枸杞

方法一:将上述浓度梯度的生长素IAA和生长素抑制剂PCIB由最大量程10  $\mu\text{l}$ 移液枪每次吸取10  $\mu\text{l}$ ,缓慢滴加在选取材料(有刺黑果枸杞植株外源施用生长素IAA,无刺黑果枸杞植株施用生长素抑制剂PCIB)的枝条顶芽处,使得施加的试剂以水滴状态存留在顶芽处,每日下午16时进行添加,对照植株以同样的方法在顶芽处添加等量蒸馏水。由生长素IAA和生长素抑制剂PCIB以上述方法处理顶芽15天时,对植株进行形态指标的测定。

[0024] 方法二:将上述浓度的生长素IAA或生长素抑制剂PCIB以2:1(1 g羊毛脂: 2 ml

IAA或者PCIB溶液)的比例与羊毛脂(上海麦克林生物技术有限公司,货号:L812569-500 g)混溶,将混溶后的羊毛脂涂抹在顶芽处,羊毛脂可以较薄覆盖住顶芽,单枝顶芽施加羊毛脂的量为 $0.01 \text{ g} \pm 0.005 \text{ g}$ 。为防止顶芽生长受阻,每隔7-10天,待植株顶芽处羊毛脂完全被吸收且无透明脂状物存在时,再次添加与第一次处理同浓度的羊毛脂 $0.002 \sim 0.005 \text{ g}$ 。在第一次羊毛脂处理15天时,对植株进行形态指标的测定。

### [0025] 三、形态指标检测

在处理前后使用游标卡尺和卷尺对植株枝条长度、茎节数、平均茎节长度、长刺节点、平均叶宽、平均叶长、顶芽直径以及刺的长度和直径进行测量并记录。

### [0026] 四、数据分析

根据测量出的数据使用Microsoft Office Excel进行数据整理和初步分析,对有显著枝刺表性变化的枝条数据使用SPSS 20.0进行显著差异分析,使用独立样本T检验和单因素(LSD)对不同数据量进行分析检验。

### [0027] 五、结果

#### 1、生长素IAA对黑果枸杞出刺率的影响

依据内源生长素IAA结果,设置三个浓度梯度对有刺枝条进行生长素IAA处理。结果显示所有处理组的枝刺发生率均极显著低于对照组, $0.1 \text{ mg/L}$  IAA的处理结果显著优于其他处理组(表2)。 $0.1 \text{ mg/L}$  IAA处理有刺枝条顶芽15天时,新发茎节出刺概率(新生茎节长刺数/新生总茎节数)为 $17.46 \%$ ,此概率显著低于对照处理组的出刺率( $79.84 \%$ ) (表2)。值得一提的是,本次实验中, $0.1 \text{ mg/L}$  IAA处理有刺枝条顶芽15天时,新发枝条完全无刺的平均概率为 $50\%$ 。此外, $0.01 \text{ mg/L}$  IAA处理组未发现刺表型的明显变化。

表 2 不同浓度生长素 IAA 处理对黑果枸杞发刺率的影响

IAA 浓度	新发茎节刺概率 (%)
CK (水)	$79.84 \pm 2.16^{\text{AA}}$
$0.02 \text{ mg/L}$	$49.84 \pm 2.63^{\text{AB}}$
$0.1 \text{ mg/L}$	$17.46 \pm 6.46^{\text{bB}}$
$0.2 \text{ mg/L}$	$21.54 \pm 2.18^{\text{bB}}$

[0028] 注:表中数据为三次重复实验的平均值 $\pm$ 标准误,标注不同大写字母的同一系列数据之间差异极显著( $P < 0.01$ , LSD),标注不同小写字母的同一系列数据之间为显著差异( $P < 0.05$ , LSD)。

[0029] 根据上述结果,改变有刺枝条刺发生率的最佳外源生长素IAA施加浓度为 $0.1 \text{ mg/L}$ 。因此,后续实验采用此浓度对有刺枝条进行重复处理,结果显示 $0.1 \text{ mg/L}$ 生长素IAA处理有刺枝条15天时,新发枝条的出刺率下降至 $19.25\%$ ,此概率显著低于处理之前的 $68.92\%$ 。该浓度IAA处理后,新生枝条完全无刺比例达 $69.2\%$ 。

表 3  $0.1 \text{ mg/L}$  生长素 IAA 对黑果枸杞出刺率 (有刺节点数/总节点数) 的影响

	处理前出刺率 (%)	新发枝条出刺率 (%)
有枝刺	$68.92 \pm 2.94^{\text{AA}}$	$19.25 \pm 6.29^{\text{bB}}$
对照 (水)	$55.24 \pm 8.25^{\text{AA}}$	$79.84 \pm 9.66^{\text{AA}}$

[0030] 注:表中数据为三次重复实验的平均值 $\pm$ 标准误,标注不同大写字母的同一系列数据之间差异极显著( $P < 0.01$ ),标注不同小写字母的同一系列数据之间为显著差异( $P < 0.05$ )。

## [0031] 2、抑制剂PCIB对黑果枸杞无刺植株新发枝条出刺率的影响

无刺枝条采用13.2  $\mu\text{M}$ 生长素抑制剂PCIB处理15天时,新发枝条的出刺率由对照的0 %提高到35.13 %。其他浓度PCIB处理后并没有观察到显著的促进效应。

表4 抑制剂PCIB对黑果枸杞无刺植株新发枝条出刺率的影响

	处理前发刺率 (%)	处理后发刺率 (%)
无刺刺	0.00 $\pm$ 0.00 <sup>aA</sup>	35.13 $\pm$ 7.73 <sup>aA</sup>
对照(水)	0.00 $\pm$ 0.00 <sup>aA</sup>	0.00 $\pm$ 0.00 <sup>bB</sup>

[0032] 注:表中数据为三次重复实验的平均值 $\pm$ 标准误,标注不同大写字母的同一系列数据之间差异极显著( $P < 0.01$ ),标注不同小写字母的同一系列数据之间为显著差异( $P < 0.05$ )。

[0033] 综上所述,黑果枸杞同一无性系有刺枝条顶芽IAA浓度显著低于无刺枝条顶芽;外源施加适当浓度的生长素IAA可以显著抑制黑果枸杞无性系枝刺发生,并且可以导致有刺枝条的新发茎段完全无刺;外源施加适当浓度的生长素抑制剂PCIB可以促进无刺枝条产生枝刺,但是对出刺表型的影响效果不如IAA处理更加明显。上述结果说明,外源施加生长素IAA能够有效抑制黑果枸杞枝刺发生。

## [0034] 3、各类处理对黑果枸杞植株及枝刺生长的影响

除了关注各类处理对黑果枸杞出刺率的影响,我们还测定了各类处理对黑果枸杞枝条及枝刺生长的影响。有刺枝条在添加0.1 mg/L的生长素IAA后,枝刺的生长速率以及整枝枝条的生长速率与有刺对照相比都有显著的下降(表5);无刺植株通过13.2  $\mu\text{M}$ 的生长素抑制剂PCIB处理后,在上述各方面与无刺对照组相比显著上升(表5)。由此可得,生长素IAA浓度与枝刺生长速率和植株生长速率呈显著的负相关性。

表5 外源施加 IAA 或 PCIB 对黑果枸杞枝及枝刺生长速率的影响

处理	植株生长速率 (cm/d)	刺纵向生长速率 (mm/d)	刺横向生长速率 (mm/d)
有刺 IAA 处理	0.501 $\pm$ 0.858 <sup>bA</sup>	0.209 $\pm$ 0.028 <sup>aA</sup>	0.019 $\pm$ 0.003 <sup>bB</sup>
有刺 CK (水)	0.961 $\pm$ 0.186 <sup>aA</sup>	0.301 $\pm$ 0.048 <sup>aA</sup>	0.028 $\pm$ 0.006 <sup>aA</sup>
无刺 PCIB 处理	0.794 $\pm$ 0.317 <sup>aA</sup>	0.194 $\pm$ 0.037 <sup>aA</sup>	0.023 $\pm$ 0.004 <sup>aA</sup>
无刺 CK (水)	0.257 $\pm$ 0.058 <sup>bA</sup>	0.000 $\pm$ 0.000 <sup>bB</sup>	0.000 $\pm$ 0.000 <sup>cC</sup>

[0035] 注:表中数据为三次重复实验的平均值 $\pm$ 标准误,标注不同大写字母的同一系列数据之间差异极显著( $P < 0.01$ ,LSD),标注不同小写字母的同一系列数据之间为显著差异( $P < 0.05$ ,LSD)。

[0036] 关于顶芽节点增长量的测量是对未处理之前植株顶芽的直径测量并标记,在实验周期结束后,标记存留的节点即为处理前的顶芽所在处。对其节点直径进行测量,两者之差可得顶芽节点增长量。

[0037] 除此以外,关于黑果枸杞其他形态指标中,关于茎节的伸长量以及茎粗方面也出现了类似的负相关性(见表6)。

表 6 外源施加 IAA 或 PCIB 对黑果枸杞有枝刺/无枝刺植株茎生长的影响

处理	处理前后枝条伸长量 (cm)	新发茎节平均长度 (cm)	顶端茎横向生长量增 长量 (mm)
有刺 IAA 处理	7.518±1.281 <sup>bA</sup>	0.335±0.199 <sup>bB</sup>	0.224±0.758 <sup>bA</sup>
有刺 CK (水)	14.729±2.614 <sup>aA</sup>	0.489±0.207 <sup>bB</sup>	0.656±0.122 <sup>aA</sup>
无刺 PCIB 处理	10.880±5.046 <sup>aA</sup>	0.874±0.232 <sup>bB</sup>	0.436±0.078 <sup>aA</sup>
无刺 CK (水)	4.900±1.114 <sup>bA</sup>	2.743±0.168 <sup>aA</sup>	0.190±0.122 <sup>bA</sup>

[0038] 注:表中数据为三次重复实验的平均值±标准误,标注不同大写字母的同一系列数据之间差异极显著( $P < 0.01$ , LSD),标注不同小写字母的同一系列数据之间为显著差异( $P < 0.05$ , LSD)。

[0039] 但是关于叶片等其他形态指标的测量结果分析中,并未发现与生长素 IAA 的显著相关性。



图1