

赵爽,郑刚,季梦成,等. 山木通扦插生根过程中内源激素的动态变化[J]. 江苏农业科学,2018,46(3):148-150.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.03.038

山木通扦插生根过程中内源激素的动态变化

赵爽,郑刚,季梦成,蔡进,刘志高

(浙江农林大学,浙江临安 311300)

摘要:为了建立高效的山木通扦插繁殖体系,用吲哚丁酸(IBA)处理插穗,以清水处理为对照,采用酶联免疫吸附测定法(简称 ELISA),研究插穗生根过程中韧皮部吲哚乙酸(IAA)、脱落酸(ABA)、赤霉素(GA_3)及玉米素(ZR)4 种内源激素含量的动态变化。结果表明,山木通扦插过程中内源激素含量与生根关系密切,处理组与对照组内源激素含量除 ZR 外变化趋势均相同。内源 IAA 含量与 IAA/ABA 值的变化趋势一致,均在不定根诱导期上升,表达期下降,伸长期回升;ABA、 GA_3 含量与 IAA 含量变化趋势相反,即诱导期下降,表达期升高,伸长期又下降;对照组插穗 ZR 含量整体呈下降趋势,处理组则整体呈上升趋势,含量变化趋势不明显。不定根诱导阶段和伸长生长期需要较高含量的 IAA 和较低浓度的 ABA、 GA_3 ,IBA 处理能够提高插穗内 IAA 含量,降低 ABA、 GA_3 、ZR 的含量,对山木通插穗生根起到一定的促进作用。

关键词:山木通;扦插;内源激素;动态变化;酶联免疫吸附

中图分类号:S687.301 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2018)03-0148-03

山木通(*Clematis finetiana*)为原产于浙江的铁线莲属藤本植物,具有较强的攀援特性,且花色洁白,花朵繁茂,是较好的园林绿化材料,但因其多生长于高海拔处的灌丛及山谷石缝中,引种栽培较为困难,虽然可以进行种子繁殖,但种子萌发时间长,发芽率低,使其园林栽培应用受到限制。植物激素是植物体内产生的一类在低浓度时对植物生长发育、代谢、环境应答等生理过程产生重要调控作用的代谢产物,在植物的生长发育和对环境的应答中发挥重要的作用^[1]。已有许多研究表明,内源激素与插穗生根密切相关,内源激素的动力学变化是诱导不定根的主导因素^[2-4]。本试验通过研究山木通扦插生根过程中内源激素含量及其相互比例的动态变化规律,以期为进一步揭示山木通的生根机制,缩短其培育周期和获取高质量无性系植株提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 插穗的准备 试验插穗取材于浙江农林大学铁线莲种质资源圃(地理位置 30°14'N,119°42'E),收集野生山木通 3~5 年生实生苗,于天气晴朗的早晨采集长势健壮、无病虫害的当年生枝条。为防止插穗失水,枝条剪下后立即放入清水中,备用。

1.1.2 插床的准备 本试验于 2016 年 5 月下旬在浙江农林大学温室内苗床(10 m×1.2 m)上进行,顶部配置遮阳网,日照充足,白天温度 25~28℃,夜间温度 23~25℃。扦插基质

为河沙,扦插前用 20% 多菌灵可湿性粉剂 1 000 倍液进行基质消毒。

1.2 试验方法

试验设清水对照和 100 mg/L 吲哚丁酸(IBA)浸泡插穗基部 2 h 2 组处理,每组处理 200 个插穗。插穗为 5~6 cm 带芽茎段,保留 1/3 叶片,扦插深度为 2/3,插后浇透水。扦插当天取样 1 次,之后每隔 10 d 取 1 次样,共 6 次,每次随机选取 3 株插穗,用酶联免疫吸附测定法(简称 ELISA)测定吲哚乙酸(IAA)、脱落酸(ABA)、赤霉素(GA_3)、玉米素(ZR)4 种内源激素的含量。

1.3 数据分析

采用 Origin7.5 和 SPSS 19.0 软件对数据进行分析。

2 结果与分析

2.1 山木通插穗生根的形态变化过程

对插穗生根过程观察发现,山木通插穗生根为皮部生根型,虽然扦插过程中能形成愈伤组织,但未有根系从愈伤处长出。插穗生根整体分为 3 个时期:诱导期、不定根形成期和伸长期。IBA 处理的插穗扦插后 0~10 d 切口基部膨大,20~30 d 根系突破皮层,30 d 后根系进入伸长生长期。对照组不定根和愈伤组织的大量形成期均较处理组晚 4~5 d,且根系数量不及处理组,根系不如处理组发达(图 1、图 2)。

2.2 山木通插穗生根过程中内源激素含量的变化

2.2.1 插穗生根过程中 IAA 含量的变化 IAA 为植物生长素,对插穗生根起到显著的促进作用,内源 IAA 含量的动态变化可影响不定根的发生^[5]。大量试验证实,IAA 是促进插穗形成不定根的主要激素,与根源基的发生密切相关^[6]。由图 3 可知,经 IBA 处理的插穗与对照组变化趋势相似,IAA 含量均呈现先升高后降低再升高的变化趋势,但处理组 IAA 含量较对照组高,且根系的生长状态也较对照组好,表明一定含量的 IAA 有利于根源基的发育分化,外源生长调节剂 IBA 对

收稿日期:2016-09-14

基金项目:浙江省农业(林木)新品种选育重大科技专项(编号:2016C02056-13-4)。

作者简介:赵爽(1991—),女,黑龙江哈尔滨人,硕士,研究方向为野生园林植物资源分类与应用。E-mail:185937456@qq.com。

通信作者:刘志高,博士研究生,副教授,主要从事观赏植物栽培与育种技术研究。E-mail:vzhigao@sina.com。



图1 对照组插穗根系



图2 处理组插穗根系

内源激素 IAA 的合成具有促进作用。处理组与对照组峰值、谷值分别出现在处理 20、30 d, 结合外部形态观察可知, 处理 20 d 时正处于不定根诱导期, IAA 含量升高有利于根源基的发育, 导致根源基膨大, 处理组、对照组插穗内 IAA 含量分别较扦插前提高了 25.89、19.48 ng/g。处理 30 d 时处于插穗生根的旺盛期, 消耗了大量的内源 IAA, 处理组、对照组 IAA 降

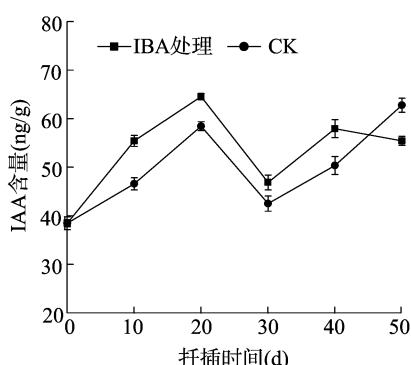


图3 山木通插穗韧皮部吲哚乙酸含量变化

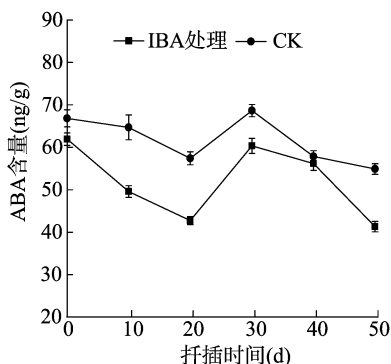


图4 山木通插穗韧皮部脱落酸含量变化

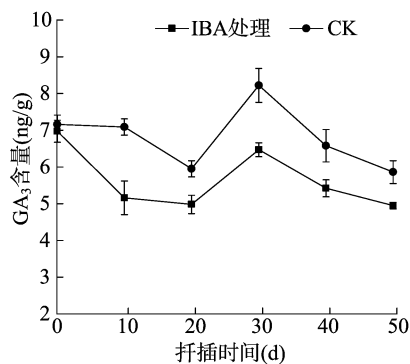


图5 山木通插穗韧皮部赤霉素含量变化

2.2.4 插穗生根过程中 ZR 含量的变化 细胞分裂素的主要生理作用是促进细胞分裂, 诱导芽形成和促进芽的生长, 细胞分裂素主要存在于进行细胞分裂的部位, 如茎尖、根尖等^[10]。由图 6 可见, 处理组与对照组插穗内 ZR 含量变化趋势不一致, IBA 处理的山木通插穗韧皮部 ZR 含量呈现先上升后下降再上升的趋势, 对照组生根前 ZR 含量持续下降, 生根后期 ZR 含量维持在一定水平。新根形成前 ZR 含量下降, 说明低浓度 ZR 对不定根的形成有促进作用; 新根形成后, ZR 含量上升, 可能是由于生长期活动旺盛, 需要大量细胞分裂素以及新根重新合成细胞分裂素^[5, 11-12]。

2.2.5 插穗生根过程中 IAA/ABA 值的变化 IAA 被认为是

幅分别为 17.82、15.48 ng/g。处理 30 d 后根系长出, IAA 含量稍有回升并维持在一定水平。处理前 20 d, 经 IBA 处理的插穗在不定根诱导期 IAA 含量较对照组高 6.68 ng/g。

2.2.2 插穗生根过程中 ABA 含量的变化 ABA 是植物体内天然的抑制性激素, 能够抑制顶芽的生长, 但低浓度的 ABA 对生根有一定的促进作用, 高浓度的 ABA 抑制生长素的运输^[7-8]。由图 4 可知, 处理组插穗内 ABA 含量整体低于对照组, 说明低浓度 ABA 在插穗生根过程中起到一定的作用。经 IBA 处理的插穗与对照组 ABA 含量变化趋势相同, 均在诱导期下降, 表达期升高, 伸长期再下降, 且在诱导阶段下降明显, 处理组、对照组降幅分别为 19.18、9.42 ng/g, 说明低浓度的 ABA 有利于根源基的发生。处理组插穗内 ABA 含量在不定根诱导期较对照组低 14.65 ng/g, 可见 IBA 的处理能够降低插穗内 ABA 含量, 促进生根。与图 3 比较可以看出, ABA 与 IAA 含量的变化此消彼长, 趋势相反。

2.2.3 插穗生根过程中 GA₃ 含量的变化 有研究表明, GA₃ 是抑制不定根形成的主要物质, 即使是低浓度的 GA₃ 也会对不定根产生影响, 它主要通过抑制根源基的分裂或根源基的进一步发育来抑制根系的形成^[9]。由图 5 可知, 在山木通扦插过程中, GA₃ 含量变化趋势与 ABA 含量变化趋势一致, 呈现“下降—升高—下降”的趋势。对照组 GA₃ 含量高于处理组, 在生根诱导期 GA₃ 含量下降明显, 20 d 达到谷值, 处理组、对照组最大降幅分别为 1.99、1.13 ng/g。以上结果说明, 在生根诱导期需要较低浓度的 GA₃, 高浓度的内源 GA₃ 对插穗生根有抑制作用。在扦插前 10 d, 对照组 GA₃ 含量无明显变化, 处理组 GA₃ 含量则呈大幅下降趋势, 说明外源 IBA 的处理能够降低内源 GA₃ 的含量, 对插穗生根有促进作用。

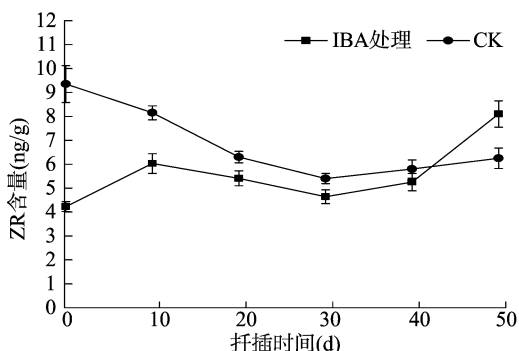


图6 山木通插穗韧皮部细胞分裂素含量变化

促进生根的植物生长素,ABA 是抑制插穗生根的主要抑制物质,但是通常生长素与细胞分裂素的相互作用要比自身单独作用大,生长素与细胞分裂素的比例关系影响着根系的形成^[13]。从图 7 可以看出,IAA/ABA 值在扦插前 20 d 一直处于上升趋势,这有利于根源基的诱导;在插穗生根旺盛期,IAA/ABA 值下降;生根后期,IAA/ABA 值有所回升。IAA/ABA 值的最高点与最低点分别对应插穗的不定根诱导与表达,可见 IAA 与 ABA 共同调控着根源基的发育。处理组 IAA/ABA 值始终高于对照组,可见 IBA 处理能够提高插穗内 IAA 含量,降低 ABA 含量,从而促进生根。

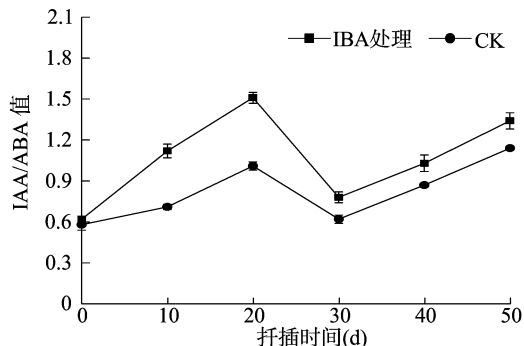


图7 山木通插穗韧皮部 IAA/ABA 值变化

3 结论与讨论

内源激素含量是影响插穗不定根形成的重要因素,插穗内的生长素与细胞分裂素不是单独作用的,而是相互协同参与与根源基的分化与发育,植物生长调节剂通过调控内源激素的含量促进插穗生根。山木通扦插生根类型属于皮部生根型,不定根的形成可分为 3 个时期,即不定根诱导期(0 ~ 20 d)、表达期(20 ~ 30 d)和伸长生长期(30 ~ 50 d)。

在山木通扦插过程中,内源激素含量的变化与不定根形成的各时期相对应,插穗韧皮部的 IAA 含量在诱导期升高,表达期下降,伸长期回升,与刘明国等对北美香柏的研究结果^[14]、吕梅等对红桉木的研究结果^[15]、马振华等对四倍体刺槐硬枝扦插内源激素的研究结果^[16]一致,即根源基诱导期 IAA 含量升高是促进插穗生根的重要原因。ABA 与 GA₃ 含量变化趋势相同,均与 IAA 含量变化趋势相反,即在诱导期下降,表达期升高,伸长生长期又下降,诱导期低浓度的细胞分裂素是促进插穗生根的关键因素。这与李朝婵等对长蕊杜鹃^[17]和董胜君等对山杏嫩枝扦插内源激素的研究结果^[18]相同,但与张雪等对灰毡毛忍冬内源激素的研究结果^[19]相反,说明内源激素在插穗生根过程中的作用机制较为复杂。ZR 含量在山木通插穗生根过程中变化幅度不明显,处理组与对照组插穗内 ZR 含量变化趋势不一致,经 IBA 处理的插穗 ZR 含量呈“上升—下降—上升”的趋势,对照组 ZR 含量整体呈下降趋势,前期下降较快,后期保持在一定水平,这与杨秀莲等关于波叶金桂的研究^[20]相一致。有研究表明,IAA/ABA 值可作为辨别生根难易的标准^[21-22]。本试验中 IAA/ABA 值在生根过程中呈现“升高—降低—升高”的变化趋势,且处理组插穗内两者的比值高于对照组,可见 IBA 处理对插穗生根有一定的促进作用。但处理组和对照组的 IAA/ABA 值较低,这可能是抑制山木通插穗生根的原因之一。

参考文献:

- [1] 许智宏,薛红卫. 植物激素作用的分子机理[M]. 上海:上海科学技术出版社,2012:1-2.
- [2] 李小方,汤章城,何玉科. 不定根的形态发生与调节机制[J]. 细胞生物学杂志,2001,23(3):130-136.
- [3] Haissig B E. Influence of auxins and synergists on adventitious root *Primordium* in initiation and development[J]. New Zealand For Sci, 1974(4):311-323.
- [4] Li X, Mo X, Shou H, et al. Cytokinin-mediated cell cycling arrest of pericycle founder cells in lateral root initiation of *Arabidopsis* [J]. Plant & Cell Physiology, 2006, 47(8):1112-1123.
- [5] 高洁,曾笑菲,刘晓辉,等. 滇红柳扦插繁殖及生根相关理化特性的动态分析[J]. 中药材,2011,34(6):841-845.
- [6] Yoo B S, Kim J Y, Kim Y C, et al. Analysis of endogenous hormones associated with hardly rooting *Rhododendron* species[J]. The Journal of the Korean Society of international Agriculture, 2008, 20(2):107-112.
- [7] 孙海燕. 外源 ABA 和 Ca²⁺ 对杨树扦插苗生长的调节效应[D]. 南京:南京林业大学,2008.
- [8] 周燕,高述民,李凤兰. 胡杨不定根原基发生的分生细胞结构特征及内源激素变化分析[J]. 西北植物学报,2009,29(7):1342-1350.
- [9] 李永欣,曾慧杰,王晓明. 光皮树扦插过程中内源激素变化[J]. 中国农学通报,2009,22(1):91-97.
- [10] 黄志玲,郝海坤,曹艳云,等. 红锥扦插生根过程中内源激素的变化[J]. 中南林业科技大学学报,2015,35(2):22-25,43.
- [11] 齐永顺,张志华,王同坤,等. 同源四倍体玫瑰香葡萄嫩枝扦插不定根发生过程中内源激素的变化[J]. 园艺学报,2009,36(4):565-570.
- [12] 黄焱,季孔庶,方彦,等. 珍珠黄杨春季扦插生根性状差异及内源激素变化[J]. 浙江林学院学报,2007,24(3):284-289.
- [13] 郭素娟. 林木扦插生根的解剖学及生理学研究进展[J]. 北京林业大学学报,1997,19(4):66-71.
- [14] 刘明国,王玲,董胜君,等. 北美香柏插穗生根过程中内源激素的变化[J]. 沈阳农业大学学报,2010,41(5):555-559.
- [15] 吕梅,方炎明,贾恒,等. 红桉木扦插生根过程中内源激素的变化[J]. 林业科技开发,2009,23(2):16-19.
- [16] 马振华,王吉斌,李才文,等. 四倍体刺槐硬枝扦插生根过程中内源激素的变化[J]. 中南林业科技大学学报,2013,33(6):26-32.
- [17] 李朝婵,赵云龙,张冬林,等. 长蕊杜鹃扦插内源激素变化及解剖结构观察[J]. 林业科学研究,2012,25(3):360-365.
- [18] 董胜君,刘明国,戴菲,等. 山杏嫩枝扦插生根过程中插穗内源激素含量的变化[J]. 经济林研究,2013,31(4):108-114.
- [19] 张雪,李隆云,杨宪. 灰毡毛忍冬扦插繁殖过程中内源激素含量变化[J]. 中药材,2012,35(4):521-525.
- [20] 杨秀莲,李春意,王良桂. 波叶金桂扦插生根过程中营养物质和激素含量变化[J]. 江苏农业科学,2014,42(6):202-204,205.
- [21] 郭素娟,凌宏勤,李凤兰. 白皮松插穗生根的生理生化基础研究[J]. 北京林业大学学报,2004,26(2):43-47.
- [22] 郑均宝,刘玉军,裴保华,等. 几种木本植物插穗生根与内源 IAA,ABA 的关系[J]. 植物生理学报,1991,17(3):313-316.