

IBA 对文冠果硬枝扦插根系形态指标的影响

宗建伟^{1,2}, 杨雨华², 赵忠¹, 刘昭军¹, 张胜¹

(1. 西北农林科技大学 西部环境与生态教育部重点实验室, 陕西 杨凌 712100; 2. 平顶山学院 资源与环境科学学院, 低山丘陵区生态修复重点实验室, 河南 平顶山 467000)

摘要: 对文冠果硬枝扦插苗生根根系形态特征进行定量分析, 研究其根系总长度、根系总表面积、总体积等根系形态指标及其与 IBA 浓度变化的关系。结果表明: 与清水对照(CK)相比较, IBA 显著($P < 0.05$)提高了插穗根系总根长、总表面积、总体积形态指标; 随着 IBA 浓度的升高, 根系各形态指标呈现先升高后降低的趋势, 总根长和总表面积峰值均出现在 IBA 浓度为 800 mg/L, 且生根率达到了 65.40%; 经 IBA 处理的插穗生根根系主要分布在径级 > 2.0 mm 区间; 根系总根长、总表面积、总体积与 IBA 浓度相关性均达到显著性水平。经回归分析, 当 IBA 浓度保持在 795~820 mg/L 时, 文冠果插穗可获得较高的根系形态指标。

关键词: 文冠果; 硬枝扦插; 根系形态结构

中图分类号: S 685.99 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2012)23-0011-04

根系是植物吸收水分和养分的重要器官, 同时又是植物生长发育、新陈代谢的营养器官, 对苗木生长起着重要的作用^[1]。越来越多的学者发现, 根系构型反映了某种植物的营养遗传性状, 因此根系的诸多参数, 例如

根长、根表面积、根吸收面积等, 均可作为植物吸收水分养分的重要指标^[2]。

文冠果(*Xanthoceras sorbifolia* Bunge)为无患子科文冠果属落叶小乔木, 其树型优美, 花色丰富, 花期较长, 观赏价值较高, 是珍贵的园林绿化树种。由于文冠果果实含油量丰富, 现已成为北方地区生物质油料能源首选树种^[3-4]。目前, 文冠果育苗仍以播种繁殖为主, 周期长, 株间差异较大, 且不易保持原品种的优良特征, 而扦插繁殖却能有效克服有性繁殖技术的缺点^[5]。近年来, 对难生根树种的扦插育苗主要集中在生理性状的研究, 但对扦插苗根系形态特征进行系统研究鲜见报道。

第一作者简介: 宗建伟(1978-), 男, 硕士, 助教, 现主要从事苗木种

责任作者: 赵忠(1958-), 男, 教授, 博士生导师, 现主要从事苗木种

基金项目: 国家林业局林业科学技术推广资助项目(2011-36)。

收稿日期: 2012-08-20

Analysis of Chlorophyll and Protein Content of Allo-cytoplasmic Male Sterile Line in Different Transferring Generations of *Brassica parachinensis*

ZHAO Li-li

(Vegetable Research Institute, Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang, Liaoning 110161)

Abstract: Hybridized combinations of different generations were obtained by Ogura radish CMS and improved radish CMS as female parent, and different maturity varieties of *Brassica parachinensis* as male parent, in order to study the effects of qualities on brassica parachinensis in different transferring generations. The results showed that the hybridized combinations of brassica parachinensis in male sterile line of improved radish CMS eighty-day and forty nine brassica parachinensis line respectively and the late maturing 'Teqingchixin 4' (TQ) were elite, the chlorophyll content was highest in the fourth and fifth generation of back-cross. The improved radish CMS eighty-day of *Brassica parachinensis* line was used as female parent, and mid-ripening cultivar C-70 was used as recurrent parent, the protein content was highest in the fourth generation of back-cross. It was an optimal combination.

Key words: *Brassica parachinensis*; sterile line; chlorophyll; quality

现以文冠果硬枝插穗为试材,利用 WinRHIZO 2005 根系图像分析软件对各处理生根形态指标进行定量分析,探讨根系总长度、总表面积、总体积等根系形态参数与激素浓度变化的关系,为保持文冠果优良品种繁育提供根系特征的筛选指标,同时为文冠果扦插繁育技术及生根机理提供科学的理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在西北农林科技大学林学院苗圃进行,试验采用阳畦育苗法,温床长 8 m,宽 1.2 m,床内底层铺设厚度为 15 cm 的鹅卵石,上层铺厚度为 20 cm 的干净河砂,在河砂与鹅卵石之间铺设 1 层间距为 12 cm 的地热线,扦插前用 800 倍多菌灵溶液消毒。

1.2 试验材料

2010 年 10 月 20 日选取 1 a 生文冠果实生苗的苗干。扦插前截取枝条的中下部为插穗,长度为 12~15 cm,直径 0.5 cm,距上芽 1 cm 上方剪成平口,距下芽下方 1 cm 剪成斜口。插穗先用 800 倍液多菌灵消毒 5 min,再用不同浓度的吲哚丁酸(IBA)溶液浸泡插穗基部。插穗处理完毕插于阳畦砂床,扦插深度 8~10 cm。

1.3 试验方法

试验采用完全随机区组设计。选用 IBA 为 600、800、1 000、1 200 mg/L 4 个浓度梯度浸泡插穗基部,处理时间 4 h,以清水为空白对照(CK)。每个处理 4 次重复,每重复 30 根插穗。

1.4 项目测定

扦插 50 d 后,从砂床随机取出插穗根样,用自来水冲去附在根上的砂土颗粒,并用蒸馏水冲洗干净用于进行根系形态指标的测定。先用 EPSON TWAIN PRO 根系扫描仪(32bit, Canada Regent Instrument Inc)扫描根系,再用根系测量分析系统 WinRHIZO 2005a 测定根系长度、表面积、平均直径及体积等根系指标。

1.5 数据分析

试验数据采用 Microsoft Excel 2003 进行处理和制图,采用 SPSS 16.0 软件进行方差分析和差异显著性检验(LSD 法)。

2 结果与分析

2.1 不同浓度 IBA 处理对根系结构特征的影响

通过对文冠果生根率调查发现,经对照处理的插穗生根率仅为 7.81%。由表 1 可知,经过 IBA 处理的插穗生根率远高于对照的生根率 7.81%,说明经过 IBA 处理的插穗生根率得到了大幅度的提高。随着 IBA 浓度的升高,生根率呈现下降趋势,IBA 浓度在 600 和 800 mg/L 时,生根率变化不大,保持在 65%左右;IBA 浓度 1 000 和 1 200 mg/L 时生根率分别为 49.86%和 49.11%,相差仅

有 0.75%。随着 IBA 浓度的增加,根系总长度、总表面积、总体积均呈现先升高后降低的趋势。当 IBA 浓度达到 800 mg/L 时,根系的总长度和总表面积均达到了最高值,而 IBA 浓度 1 200 mg/L 处理,根系的总长度、总表面积和总体积均为最低值。IBA 浓度 800 mg/L 处理与 IBA 浓度 600 mg/L IBA 处理相比较,根系总根长和总表面积总体积均显著提高($P<0.05$)。因此,IBA 浓度 800 mg/L 处理优于 IBA 浓度 600 mg/L 处理。

表 1 不同浓度 IBA 处理对文冠果根系特征的影响(平均值±标准误)

Table 1 Effects of different concentrations of IBA on root characteristics of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge(Mean±SE)

处理 Treatment /mg·L ⁻¹	总根长 Total root length /cm	总表面积 Total surface area/cm ²	总体积 Total volume /cm ³	生根率 Rooting rate/%
600	37.498±4.015bcB	35.918±3.79bcBC	3.565±0.401bAB	66.11
800	53.520±5.392aA	50.389±4.996aA	4.756±0.470aA	65.40
1 000	44.238±3.675abAB	46.307±4.138bcBC	4.855±0.489aA	49.86
1 200	31.705±2.891cB	29.933±2.7917cC	3.061±0.309bB	49.11
F	5.2430	5.9990	4.387	
P	0.0017	0.0007	0.005	

注:同列不同大、小写字母分别表示差异极显著($P<0.01$)和显著($P<0.05$),F 代表 F 检验。

Note: Different capital and small letters in the same column mean significant difference at 0.01 and 0.05 levels, respectively. F represents F test.

2.2 不同浓度 IBA 处理对不同径级各根系形态指标所占总量百分比例的影响

由图 1 可知,不同径级的根系分布特征表现出了相似的变化规律,文冠果各径级的根系长度、表面积占总量的百分比例随着径级的增加呈现先升高后降低的趋势,体积随着径级的增加而逐渐升高;CK 处理的生根插穗根系各指标均分布在径级≤2 mm,而经 IBA 处理的插穗生根根系主要分布在径级>2.0 mm 区间,该径级下根系的根系长度、表面积、体积分别占总根长的 68.93%~80.75%,总面积的 88.26%~93.27%,总体积的 95.41%~97.54%。

经 IBA 处理插穗根系状况与 CK 相比较,0< d ≤0.2、0.2< d ≤0.5、0.5< d ≤1.0(d 为直径)根系长度、表面积和体积所占百分比例均有所下降,但各径级下降幅度并不相同,在径级 0< d ≤0.2 的根系长度降幅为 87%~91%、表面积和体积均降幅 100%,而径级 0.2< d ≤0.5 的根系长度降幅 75%~86%、表面积降幅 96%~98%、体积降幅 99%,0.5< d ≤1.0 的根系长度降幅 92%~95%、表面积降幅 99%、体积降幅 99%。径级 1< d ≤2 的根系形态指标变化不大;而较大径级 2.0< d ≤4.0 及 d ≥4.0 的根系长度、表面积及体积所占比例明显增加,径级 2.0< d ≤4.0 及 d ≥4.0 根系长度、表面积、体积分别占总量的 68.93%~80.75%、88.97%~93.2%、95.41%~97.54%(图 1)。IBA 处理的插穗根系是主要通过径级 2.0< d ≤

4.0 及 $d \geq 4.0$ 的根长的增长, 表面积的增加, 体积的增大而导致根系形态指标的升高(表 1、图 1)。

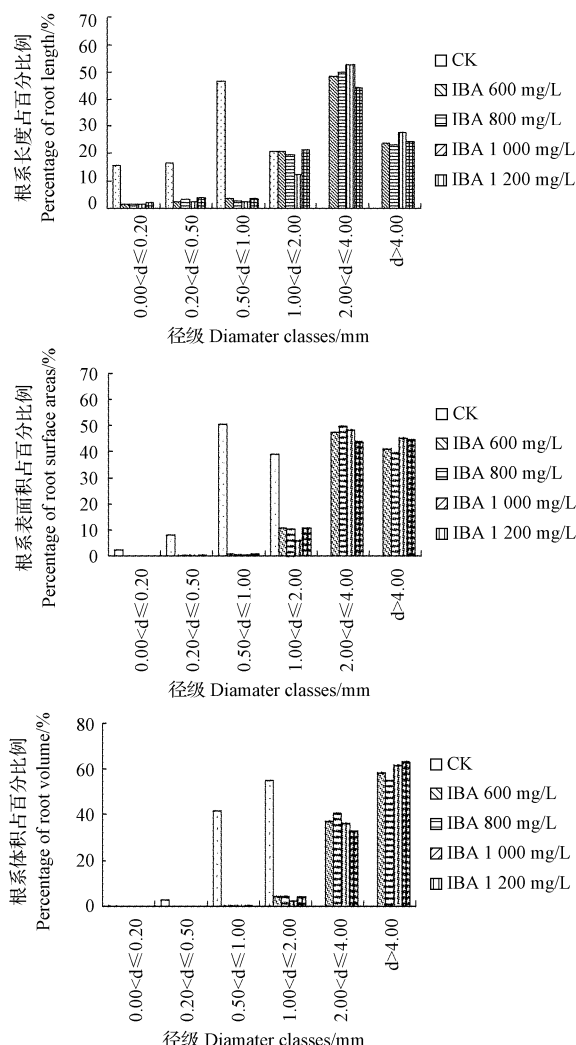


图 1 不同径级下各根系形态指标所占总量百分比例的比较

Fig. 1 Comparison of the percentage of root morphology indices to total root under different diameter classes conditions

2.3 不同浓度 IBA 处理与硬枝扦插根系形态指标的关系

由图 2 可知, 根系总根长、总表面积、总体积与 IBA 浓度相关性均达到显著性水平 ($P < 0.05$), 但相关程度有所不同, 从大到小的顺序依次为: 根系总体积 ($r = 0.9678$, $P < 0.01$) > 根系总表面积 ($r = 0.9665$, $P < 0.05$) > 根系总根长 ($r = 0.9627$, $P < 0.05$), 回归曲线趋势近似相同, IBA 浓度相对于根系总根长、总表面、总体积均存在 1 个适宜的数值。分别求解回归方程可知, 当 IBA 浓度达到 795 mg/L 时, 根系总长度达到最高值 47.5381 cm, 在 0~795 mg/L 浓度范围内, IBA 随着浓度的升高, 根系总长度也在升高, 当 IBA 浓度超过 795 mg/L 时, 根系总长度开始下降; 同样, 当 IBA 浓度达到 820.7 mg/L 时, 根

系总表面积出现峰值 46.988 cm^2 , 在 0~820.7 mg/L 浓度区间, 随着 IBA 浓度的升高, 根系总表面积也在升高, 当 IBA 浓度超过 820.7 mg/L 时, 根系总表面积开始降低; 当 IBA 浓度等于 800 mg/L 时, 根系总体积也出现峰值 4.3992 cm^3 , 在 0~800 mg/L 浓度区间, 随着 IBA 浓度的升高, 根系总体积逐渐升高, IBA 浓度高于 820.7 mg/L 时, 根系总体积不断下降。因此, IBA 浓度保持在 795~820 mg/L, 文冠果扦插生根的根系形态指标保持在较高的指标。同样证明 IBA 在适宜的浓度范围内是促进根系形态生长的, 过高浓度的 IBA 抑制了根系形态的发育。

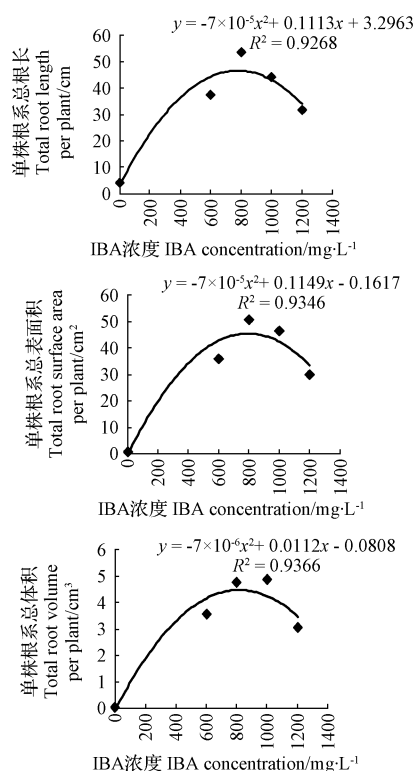


图 2 不同浓度 IBA 处理与根系形态指标的关系

Fig. 2 The relationship between different IBA concentrations and root morphology indexes

3 结论与讨论

根长度是反映根系吸收效率的重要指标, 根系表面积的大小表明根系活力的高低, 是影响植物生长质量的重要因素之一^[6]。而根系直径是体现根系形态结构和功能的重要指标^[7]。

该试验发现, 用 IBA 处理可以提高插穗的生根率, 且 IBA 浓度 600 和 800 mg/L 处理下, 生根率要明显高于 IBA 浓度为 1000 和 1200 mg/L 处理下文冠果生根率。IBA 处理对插穗各根系形态指标亦具有明显的促进作用。随着激素浓度的升高, 总根长、总根表面积和总根体积均呈现先升高后降低的趋势, 且在 800 mg/L 处理下, 总根长和总根表面积达到最大, 说明在一定浓

度范围内,IBA 促进了根系的生长,浓度过高反而会抑制根的生长。此结果与王小玲等^[8]对四倍体刺槐(*Diploid Robinia pseudoacacia*)硬枝扦插所得的结论基本一致。综上所述,结合生根率和根系形态指标分析,IBA 浓度 800 mg/L 处理的硬枝扦插生根效果最好。

不同浓度 IBA 处理对不同径级根系的长度、表面积、体积的影响最终表现在根系各形态指标的变化上。IBA 处理与对照相比,不仅提高了根系直径,而且加大了文冠果根系总长度、总表面积、总体积形态指标在大径级的分布比例。经 IBA 处理的根系形态指标在径级 >2 mm 区间是根系分布的主体(图 1),表明 IBA 激素诱导了插穗根系的增粗,降低了根系形态参数在小径级的分布比例,而提高了大径级的分布比例,最终改变了根系的形态构成,改善了插穗根系的质量状况,使之更利于文冠果植株的正常生长发育。

该研究还发现,通过对文冠果根系形态指标(根系总根长、总表面积和总体积)与 IBA 激素浓度回归分析发现,回归曲线变化基本一致,建立的一元二次回归方程并计算出 IBA 在 795~820 mg/L 浓度范围可以保证根系较高的形态指标。

目前,通过激素处理对插穗生根根系形态指标进行系统定量研究还未见报道,该研究从根系形态指标角度探讨了不同浓度 IBA 对文冠果扦插生根的影响,为进一步探讨激素促进文冠果生根机理提供了依据。

参考文献

- [1] Canadell J, Jackson R B, Ehleringer J R, et al. Maximum rooting depth of vegetation types at the global scale[J]. *Oecologia*, 1996, 10(8): 583-595.
- [2] 杨喜田, 佐铺宣行, 杨臻, 等. 不同育苗方式对移栽后侧柏和白榆幼苗根系生长的影响[J]. *生态学报*, 2010, 30(1): 86-92.
- [3] 刘占牛, 唐伟斌. 北方山区经济型绿化树种文冠果的栽培技术[J]. *北方园艺*, 2007(3): 153.
- [4] 薛培生, 沈广宁, 赵峰, 等. 文冠果的栽培现状及发展前景[J]. *落叶果树*, 2007(4): 23-26.
- [5] 张猛, 王丹, 任少雄, 等. 树龄及扦插时期和采穗部位对费约果嫩枝扦插生根的影响[J]. *北方园艺*, 2010(6): 32-34.
- [6] Gordon W S, Jackson R B. Nutrient concentrations in fine roots [J]. *Ecology*, 2000, 81(1): 275-280.
- [7] 陈海波, 卫星, 王婧, 等. 水曲柳苗木根系形态和解剖结构对不同氮浓度的反应[J]. *中国农业科学*, 2002, 35(8): 906-910.
- [8] 王小玲, 赵忠, 权金娥, 等. 外源激素对四倍体刺槐硬枝扦插生根及其关联酶活性的影响[J]. *西北植物学报*, 2011, 31(1): 116-122.

Effects of Exogenous IBA on the Root Morphology Indices of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge by Hardwood Cuttings

ZONG Jian-wei^{1,2}, YANG Yu-hua², ZHAO Zhong¹, LIU Zhao-jun², ZHANG Sheng²

(1. Northwest Agricultural and Forestry University, Key Laboratory of Western Environment and Ecology of Education Ministry, Yangling, Shannxi 712100; 2. College of Natural Resources and Environmental Sciences, Pingdingshan University, Key Laboratory of Ecological Restoration Hilly, Pingdingshan, Henan 467000)

Abstract: The rooting morphology of the hardwood cuttings of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge was quantitatively analyzed to investigate the root length, total root surface area, total volume, and the changes of the rooting morphology under different concentrations of IBA treatments. The results showed that, compared with the water control (CK), IBA treatments significantly ($P < 0.05$) increased total root length, total surface area, total volume. Indices of the root morphology increased firstly and decreased subsequently with the concentration of IBA increased, and the peak of the total root length, the total surface area and the total volume occurred at IBA concentration 800 mg/L, and rooting rate reached 65.40%. The roots of shoots of cutting with IBA treatments were mainly distributed in diameter classes >2.0 mm. There were significant correlation among the total root length, the total surface, the total volume and the concentration of IBA. Through regression analysis, the shoots for cutting of *Xanthoceras sorbifolia* obtained the higher root morphology when the concentration of IBA in 795~820 mg/L.

Key words: *Xanthoceras sorbifolia* Bunge; hardwood cuttings; root morphology