

三角枫扦插生根过程中营养物质的动态变化

熊贤荣¹, 欧静¹, 张仁媛¹, 陈茗杨²

(1. 贵州大学 林学院, 贵州 贵阳 550025; 2. 中国地质大学 生物科学学院, 湖北 武汉 430074)

摘要:以三角枫插穗为试材,采用不同种类、浓度的生长素进行处理,分别于春夏秋3个季节进行扦插繁殖试验,并以夏插生根插穗的韧皮部为材料,研究三角枫扦插生根过程中营养物质含量的动态变化。结果表明:与对照(清水浸泡)比,用 $100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NAA+ $100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ IBA浸泡插穗3 h生根率最高(77%),生根指数为34.28 cm;在插穗生根过程中,该处理与对照插穗韧皮部营养物质含量的动态变化趋势相似,可溶性糖含量的变化趋势为“下降-上升-下降-上升-下降”、可溶性淀粉含量为“下降-上升-下降-上升”,可溶性蛋白质含量为“上升-下降-上升”; $100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ NAA+ $100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ IBA浸泡插穗3 h明显提高了可溶性糖和可溶性蛋白质含量、促进了可溶性淀粉含量的降解转化;在缩短不定根发生周期方面,生长素处理无明显作用。

关键词:三角枫;扦插生根;营养物质

中图分类号:S 723.1+32.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)07-0081-06

三角枫(*Acer buergerianum* Miq.)属槭树科槭属落叶乔木,又名三角槭,秋叶暗红色,种子具双翅、黄褐色,10月下旬成熟,是我国自然分布的优良乡土槭树之一,主产于我国长江中下游地区,树高可达5~10 m。三角枫喜湿润肥沃的酸性土及中性土,稍耐荫;树皮光滑,叶、果雅致,为优良观赏绿化树种^[1]。

城市生态建设需要增绿添彩,秋叶植物三角枫具有较好的园林应用前景,而目前国内关于三角枫繁殖研究方面的文献报道并不多。三角枫种子结实量大,通过打破休眠^[2],播种繁殖无任何问题,但实生苗生长较慢,不能尽快用于生产。吲哚乙酸(IAA)、吲哚丁酸(IBA)和ABT 1号生根粉(以下简称为ABT₁)为3类扦插繁殖常用的生长调节剂。用混合生长素组合处理插穗比单独使用一种生长素处理的生根效果好^[3-5],各种不同生长素的混合使用已成为应用的一种趋势^[6-7]。为了获得促进三角枫扦插生根的最佳激素处理组合,比较3种生长素对三

角枫扦插的促生根作用,于不同季节对三角枫进行扦插繁殖试验,并比较分析各处理的生根情况以及扦插过程中插条营养物质的动态变化,以期为三角枫高效育苗及生产化提供理论数据及技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于贵州大学林学院苗圃,海拔1 100 m,属于亚热带湿润温和型气候,年平均气温为15.3℃,年均相对湿度为77%。试验扦插苗床宽80 cm,高25 cm,扦插基质为细河沙。

1.2 试验材料

插穗采自贵阳市花溪区花溪河畔三角枫天然次生林,母株4~5年生,剪取健壮、无病虫害的当年生硬枝和嫩枝进行制穗,取插穗基部2~3 cm韧皮组织作生理指标测定。

1.3 试验方法

1.3.1 扦插方法 在扦插当天清晨进行采条,插穗至少带2个芽,切口上平下斜;保留1~2片叶或不留叶。插穗剪好后用300倍多菌灵溶液消毒15 s,基质于扦插前3 d用0.3% KMnO₄消毒处理。扦插之前先打孔,扦插深度约为插穗长度的1/3,插后用手稍压实基质,插后浇透水,遮阳网覆盖。

1.3.2 试验设计 春插、秋插试验:分别于春季4月24日、秋季11月1日进行三角枫硬枝、嫩枝扦插试验,插穗不保留叶片。用低、中、高浓度的吲哚乙酸

第一作者简介:熊贤荣(1992-),女,硕士研究生,研究方向为园林植物栽培。E-mail:907188554@qq.com

责任作者:欧静(1974-),女,博士,教授,硕士生导师,现主要从事园林植物资源与利用的教学与科研等工作。E-mail:coloroj@126.com

基金项目:贵州大学省级本科教学工程资助项目(SJJG201410)。

收稿日期:2016-12-25

(IAA)、吲哚丁酸(IBA)和 ABT_1 作为生长素处理插穗,处理方式设为生长素溶液浸泡 1、3 h,以清水浸泡作对照(CK),每处理 15 根插穗;各生长素处理见表 3~4。夏插试验:选择生长素处理 $100\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ NAA + $100\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ IBA 浸泡 3 h、 $100\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ABT_1 浸泡插穗 3 h、 $400\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ABT_1 速蘸 30 s 和 $800\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ABT_1 速蘸 3 s,清水浸泡 3 h 作为对照;插穗保留 1~2 片叶,每处理插穗数量为 200 根(其中 30 根作为生根率统计)。

1.4 项目测定

扦插当日起至扦插后 50 d,每 10 d 取样一次,随机取插穗,剥下插穗下部 2~3 cm 韧皮组织测定;可溶性糖含量、可溶性淀粉含量采用蒽酮比色法测定,可溶性蛋白质含量采用考马斯亮蓝法测定,每处理 6 次重复。生根力指数 = (平均根长 × 平均生根数目) / 插条数;生根率(%) = 生根株数 / 总株数 × 100。

1.5 数据分析

每 5 d 进行一次插穗外部形态特征观察并记

录,每 10 d 测定一次营养物质含量;使用 Excel 2010 软件进行数据整理与分析。

2 结果与分析

2.1 春插、秋插试验生根情况

由表 1 对比春插、秋插总生根率可知,三角枫春插比秋插生根率高出 13.7 个百分点。春插后第 16 天出现愈伤组织、20 d 长出不定根,分别比秋季提早了 4 d 和 15 d。

由表 2 春插、秋插中使用不同生长素及不同浸泡时间的平均生根率对比可知,使用 NAA+IBA 处理组平均插穗生根率最高,为 42.2%,相比对照组高出 12.2 个百分点;而以生长素浸泡 3 h 的三角枫生根率比浸泡 1 h 生根率高出 8.6 个百分点。

从表 3~4 可以看出,春插、秋插试验中生根率最高的处理均为 T22 ($200\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ NAA + $200\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ IBA,浸泡 3 h),生根率分别为 86.7%、73.3%,与对照组 T17 相比分别提高了 37.8、66.6 个百分点。

表 1 春季、秋季扦插试验插穗生根情况

Table 1 The rooting survey of spring and autumn cutting tests							
扦插时间 Cutting time/(年-月-日)	插穗类型 Cutting type	平均气温(0~40 d) Average temperature/°C	生根率 Rooting rate/%	形态特征变化情况 Morphological changes			
				插后天数 Days after insert/d	插穗 Cuttings		
2014-11-01	木质化 不带叶	12.8	32.1	20	愈伤组织出现		
				35	不定根长出		
2015-04-24	半木质化 不带叶	19.6	45.8	16	展叶、愈伤组织出现		
				20	不定根长出		

表 2 不同处理平均生根率

Table 2 The average rooting rate of treatments							
处理 Treatment	NAA+IBA	生长素种类 Auxin variety				处理时间 Treatment time/h	
		NAA	IBA	ABT_1	CK	1	3
平均生根率 Average rooting rate/%	42.2	36.7	37.8	38.8	30.0	35.3	43.9

表 3 萘乙酸(NAA)、吲哚丁酸(IBA)生长素组合处理及生根率

Table 3 NAA, IBA auxin combination treatments, rooting rate																
试验号 Test number	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
浸泡时间 Soaking time/h	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
激素 NAA/(mg · L ⁻¹)	—	—	—	—	200	200	200	200	300	300	300	300	400	400	400	400
Hormoe IBA/(mg · L ⁻¹)	—	200	300	400	—	200	300	400	—	200	300	400	—	200	300	400
生根率 春季扦插 Spring cuttings	53.3	46.7	40.0	26.7	60.0	80.0	60.0	40.0	46.7	66.7	46.7	13.3	26.7	20.0	13.3	13.3
Rooting rate/% 秋季扦插 Autumn cuttings	26.7	40.0	33.3	20.0	46.7	53.3	46.7	33.3	33.3	46.7	33.3	20.0	13.3	33.3	13.3	0
试验号 Test number	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32
浸泡时间 Soaking time/h	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
激素 NAA/(mg · L ⁻¹)	—	—	—	—	200	200	200	200	300	300	300	300	400	400	400	400
Hormoe IBA/(mg · L ⁻¹)	—	200	300	400	—	200	300	400	—	200	300	400	—	200	300	400
生根率 春季扦插 Spring cuttings	48.9	60.0	46.7	26.7	46.7	86.7	84.4	80.0	60.0	71.1	75.6	66.7	33.3	66.7	17.8	0
Rooting rate/% 秋季扦插 Autumn cuttings	6.7	46.7	53.3	13.3	33.3	73.3	60.0	40.0	26.7	53.3	33.3	24.4	13.3	35.6	17.8	0

2.2 三角枫夏插试验生根率及生根指数

由表 5 可知, T2、T3 及 T4 生根率和生根指数都高于对照组;与对照组 T1 相比,组合处理 T2 生根率

和生根指数均最高,生根率提高了 33.34 个百分点,生根指数增加了 26.88。而 T5 生根率最低,比对照组降低了 6.66 个百分点,生根指数略高于对照组。

表 4

ABT₁ 生长素处理及生根率统计

Table 4

ABT₁ treatments and rooting rate statistics

试验号 Test number		T33	T34	T35	T36	T37	T38
浸泡时间 Soaking time/h		1	1	1	3	3	3
激素 Hormone	ABT ₁ /(mg·L ⁻¹)	200	300	400	200	300	400
生根率	春季扦插 Spring cuttings	46.7	33.3	20.0	73.3	60.0	40.0
Rooting rate/%	秋季扦插 Autumn cuttings	33.3	40.0	20.0	46.7	40.0	13.3

表 5

夏季扦插穗生根率及生根指数

Table 5

The rooting rate and rooting index of summer cutting tests

处理	浓度	时间	生根率	平均根数	平均根长	生根指数	
Treatment	Concentration/(mg · L ⁻¹)	Time	Rooting rate/ %	Average rooting/ 条	Average root length/cm	Rooting index	
T1	CK	0	浸泡 3 h	43.33	2.50	6.83	7.40
T2	NAA+IBA	100	浸泡 3 h	75.67	5.50	8.13	34.28
T3	ABT ₁	100	浸泡 3 h	66.67	5.40	6.84	24.63
T4	ABT ₁	400	速蘸 30 s	56.67	3.50	6.19	12.28
T5	ABT ₁	800	速蘸 3 s	35.67	3.00	5.31	5.84

2.3 夏插试验外部形态观察

夏插后第 17 天发现, T1、T3 处理出现乳白色海绵状的愈伤组织, 第 18 天每处理均出现愈伤组织, 第 19 天发现不定根长出, 之后陆续生根(图 1)。三角枫插穗的不定根发生类型包括愈伤组织生根、皮部生根以及皮部和愈伤组织均生根 3 种类型, 其中皮部生根达 88% 以上, 其次是愈伤组织生根, 再次是皮部和愈伤组织均生根(图 2~4)。不定根条数 3 条以上的插穗中, 极少出现偏生, 绝大多数呈环形均匀着生。发育良好的不定根生长量大, 长达 30 cm 以上, 直径约 1.2 mm。



图 1 三角枫插穗不定根(偏向一侧)

Fig. 1 Acer buergerianum cuttings adventitious roots (to one side)

2.4 可溶性糖含量变化

由图 5 可知, 三角枫夏季扦插生根过程中, T1、T2、T3 和 T4 处理可溶性糖含量变化趋势为: 下降-上升-下降-上升-下降。T5 处理可溶性糖含量为变化趋势为: 上升-下降-上升-下降, 各处理可溶性糖含

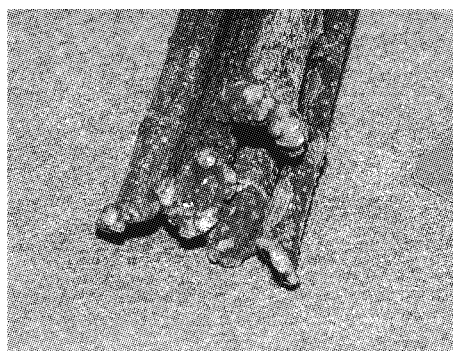


图 2 插穗皮部、愈伤组织长出的不定根

Fig. 2 Cutting leather and callus grow the adventitious roots

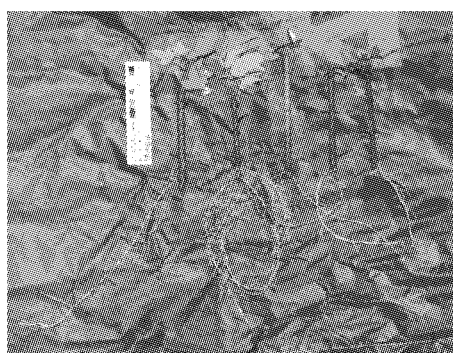


图 3 插穗愈伤组织

Fig. 3 The enlarged view of cuttings callus

量分别第 20、40 天出现峰值。

扦插初期插穗新陈代谢作用减弱, 可溶性糖含量稍有下降; 随后, 由于淀粉降解、插穗的芽展叶以及保留叶片的光合能力恢复, 同化产物积累并从叶



图4 皮部生长不定根

Fig. 4 The bark grows adventitious roots

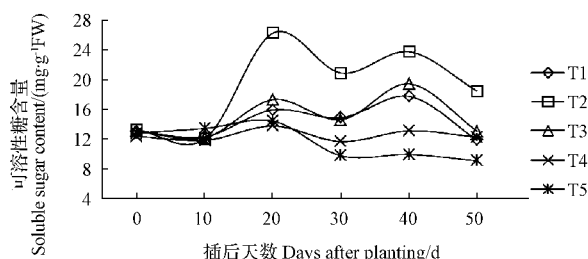


图5 夏季扦插插穗韧皮部可溶性糖含量动态变化

Fig. 5 Dynamic changes of soluble sugar content in the phloem of summer cutting tests

片运输到韧皮部,插穗可溶性糖含量增加,达到高峰。第20~30天,可溶性糖含量减少,可能是由于新长出的不定根通过呼吸作用增强插穗的新陈代谢,大量消耗了可溶性糖。插后30~40d,由不定根大量伸长,从基质吸收养分,同时碳同化物从插穗叶片运输到韧皮部,可溶性糖含量回升;第40天后,不定根的形成基本结束,糖含量降低。

T4和T5处理可溶性糖含量变化无明显峰值,T4只在第20天时糖含量稍上升,但总体变化不明显,T5在0~30d先上升后下降,之后稳定。

T2处理可溶性糖含量变化幅度最大,第20天达到峰值($26.31 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$)之后,糖含量高于其它处理,第50天可溶性糖含量为 $18.49 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$,比扦插当日($13.23 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$)高出 $5.26 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$,说明T2处理提高了插穗生根过程中的可溶性糖含量水平。

2.5 可溶性淀粉含量变化

从图6可以看出,各处理插穗韧皮部可溶性淀粉含量总体呈现下降趋势,T2、T3处理淀粉含量变化过程为“下降-上升-下降-上升”,对照组T1为“下

降-不变-下降”,而T4、T5处理则始终呈现下降趋势。随着愈伤组织形成,T2、T3处理插穗韧皮部在0~10d淀粉含量分别下降了 3.94 、 $3.32 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$;淀粉降解为可溶性糖,维持插穗新陈代谢的需要,随后由于光合作用恢复,淀粉含量有所增加;扦插后20~30d,插穗陆续形成不定根,呼吸作用增强,淀粉降解以提供营养物质,在第30天时达到谷值;30d后由于不定根生长吸收养分,淀粉含量开始缓慢上升。而对照组T1插穗因为不定根生长较慢,淀粉含量在愈伤组织形成期初次下降后积累至30d,比第10天上升了 $0.06 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$;随后T1淀粉含量再次下降,整个降解过程慢于T2、T3处理。

T4、T5处理淀粉含量变化在整个过程中没有得到积累,一直在下降,第50天比扦插当日下降了 5.19 、 $5.35 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$,可能是因为T4、T5处理的高浓度生长素抑制了不定根的形成,而仅靠保留叶片的光合作用无法满足愈伤组织形成及插穗自身代谢的营养需要,从而通过从韧皮部降解淀粉以补充可溶性糖。

T2处理可溶性淀粉含量变化幅度最大,在愈伤组织形成期和不定根生长期急剧下降,0~20d淀粉含量下降了 $3.91 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$,在第50天时淀粉含量为 $6.53 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$,高于其它处理。

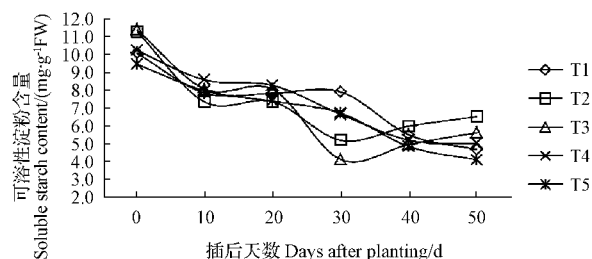


图6 夏季扦插插穗韧皮部可溶性淀粉含量动态变化

Fig. 6 Dynamic changes of soluble starch content in the phloem of summer cutting tests

2.6 可溶性蛋白质含量变化

图7表明,T1、T2与T3处理插穗韧皮部可溶性蛋白质含量呈现“上升-下降-上升”的趋势,在插后第10天出现峰值,分别为 9.90 、 9.42 、 $9.06 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$,30d跌至谷值,分别为 6.05 、 5.32 、 $6.32 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ FW}$;第30~50天缓慢上升,回到扦插前水平。

T4、T5处理则呈现“上升-下降-上升-下降”的趋势。随着愈伤组织大量形成和不定根的发生,可溶性蛋白质含量下降,之后各处理表现不同,T1、

T2 和 T3 处理在生根后期蛋白质含量逐渐回升至接近扦插前的水平,而 T4 和 T5 处理在第 50 天时可溶性蛋白质含量比扦插当日分别下降了 3.12、3.50 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ FW。

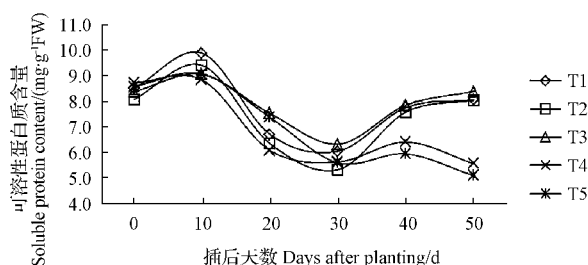


图7 夏季扦插插穗韧皮部可溶性蛋白质含量动态变化

Fig. 7 Dynamic changes of soluble protein content in the phloem of summer cutting tests

3 结论与讨论

从三角枫春季、秋季扦插的试验结果分析,春季比秋季更适合三角枫的扦插繁殖,插穗本身木质化程度和气温是 2 个主要的影响因素;其中,以 $200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ NAA+ $200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ IBA 浸泡 3 h 处理生根率最高,与薛芳^[4]、郝爱丽等^[8]的研究结果相符合, $200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ NAA+ $300 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ IBA 浸泡 3 h 处理次之。

在夏季扦插试验中,与对照相比,T2 明显提高了生根率和生根指数,其次是 T3 处理,2 个速蘸处理中 T4 将插穗生根率提高了 13.34 个百分点,而 T5 低了 6.66 个百分点。因此,认为低浓度长时间的 NAA+IBA 生长素组合处理能提高三角枫插穗的生根率,但该处理在缩短生根周期方面无明显作用。生长素处理对三角枫插穗生根过程中营养物质的动态变化有一定影响。将营养物质含量的变化与

生根情况结合起来比较各处理与对照,认为低浓度长时间生长素浸泡处理插穗可提高可溶性糖和可溶性蛋白质含量,促进可溶性淀粉转化为糖类。相比可溶性淀粉,可溶性糖和可溶性蛋白质含量在愈伤组织形成前期的变化不明显,前者可能是由于扦插初期存在伤呼吸,即使淀粉降解,韧皮部的可溶性糖含量在第 10 天后才开始增加,而后者则是由于插穗利用自身含有的物质合成少量的可溶性蛋白质^[9]。

结合前春夏秋 3 个季节的扦插试验观察结果,三角枫不定根发生类型分为:皮部生根、愈伤组织生根以及皮部和愈伤组织均生根;不定根数量达到 3 条以上的插穗,新根分布均匀,少有偏生。此外,三角枫扦插生根过程中存在黄化和假活现象,接下来将进一步研究扦插生根营养供给与吸收、扦插生根内源激素变化等工作。

参考文献

- [1] 火树华. 树木学[M]. 北京:中国林业出版社,1993:294-296.
- [2] 肖志成,高捍东. 三角槭种子休眠与萌发特性研究[J]. 西南林学院学报,2008(5):35-38.
- [3] 刘就,陈考科,林喜珀,等. 杜鹃红山茶的栽培技术[J]. 中国热带农业,2007(1):61-62.
- [4] 薛芳. 新优景观树种红翅槭的扦插繁殖研究[J]. 现代农业科技,2007(24):7-9.
- [5] 薛克娜,殷爱华,张学平,等. 生长激素对杜鹃红山茶扦插效果的影响[J]. 林业科技开发,2011(1):109-111.
- [6] 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(2):45-47.
- [7] 郭素娟,凌宏勤,潘万春,等. 白皮松插穗的生根特性与其解剖构造的关系[J]. 北京林业大学学报,2004(5):43-46,103.
- [8] 郝爱丽,王超,冯献宾,等. 生长调节剂对青榨槭扦插生根及其氧化酶活性的影响[J]. 西北植物学报,2009(10):2026-2030.
- [9] 王瑞,陈永忠,彭邵锋,等. 油茶扦插生根过程的生理生化基础研究[J]. 浙江农林大学学报,2013(4):615-619.

Dynamic Changes of Nutrient Substance During the Rooting of Cutting Propagation of *Acer buergerianum* Miq.

XIONG Xianrong¹, OU Jing¹, ZHANG Ren'ai¹, CHEN Mingyang²

(1. College of Forestry, Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550025; 2. College of Biological Sciences, China University of Geosciences, Wuhan, Hubei 430074)

Abstract: The branches of *Acer buergerianum* were used as test materials, which treated by different types and concentrations of auxins, to complete tests of cutting propagation in spring, summer and autumn. The dynamic changes of nutrient substance content of phloem during rooting were researched in cutting test of summer. The

DOI:10.11937/bfyy.201707020

内蒙古鄂尔多斯地区城市园林绿化树种优选研究

党晓宏^{1,2}, 高永^{1,2}, 高荣丽³, 陈晓娜¹, 包蕾⁴, 王祯仪¹

(1. 内蒙古农业大学 沙漠治理学院, 内蒙古 呼和浩特 010019; 2. 中央与地方共建风沙物理重点实验室, 内蒙古 呼和浩特 010018;
3. 内蒙古自治区林业信息中心, 内蒙古 呼和浩特 010010; 4. 通辽市城乡规划技术管理中心, 内蒙古 通辽 028000)

摘要:以内蒙古鄂尔多斯市不同立地条件下9种绿化树种为调查对象,采用实地踏查与历史资料搜集相结合的方法,研究了内蒙古鄂尔多斯市4个旗区3种立地条件下城市绿化树种的长势、树高、冠幅、胸径及新生枝条长度等指标,并对现有树种的优势及存在的问题进行了分析。结果表明:油松、云杉、樟子松3种树种在当地生长情况均较好,其中樟子松的长势稍好于其它2种树种,可作为今后绿化树种的骨干树种;水蜡适宜干燥环境中生长;云杉、水蜡、樟子松、国槐、金叶莢在风沙土中生长较好,而油松和金叶榆则更适宜在栗钙土中生长。

关键词:鄂尔多斯;城市绿化;优良树种

中图分类号:S 731.2(226) **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)07-0086-06

随着我国经济快速发展和城市人口急剧增长,城市建设步伐逐渐加快,人们对城市环境的要求日渐增高。城市绿地系统作为生态环境建设的核心内容之一,现已引起广泛关注,在城市现代化发展建设中发挥着举足轻重的作用,是精神文明、物质文明、生态文明、政治文明的重要标志^[1-3]。城市绿化不仅对环境有美化作用,其隔音降噪及滞尘能力也很强,能够吸收大量的有害气体、降低温度、增加湿度,对

城市物质代谢与能量循环有一定的改善作用^[4]。绿色植物是城市绿化工作中唯一带有生命的基础设施,相比其它设施而言,绿色植物在实现城市绿化、改善城市环境、提高人类生活质量方面具有无可取代的作用。

树种选择和规划在开展城市绿化工作中起着重中之重的作用,它直接关系到城市绿化的质量、速度及效果^[5-8]。尤其针对生态环境脆弱的干旱半干旱地区城市绿化而言,选择适宜树种将直接影响城市绿化建设的总目标和总体质量的实现,并已成为城市绿化的主要问题^[9]。近年来,地处内蒙古中西部鄂尔多斯市的生态建设已取得了不错的成绩,与此同时也存在着许多问题,如某些地区造林成活率与保存率较低、苗木生长缓慢等,导致此现象发生的主要原因为树种自身与当地立地条件不相适应^[10]。

第一作者简介:党晓宏(1986-),男,博士,讲师,研究方向为荒漠化防治。E-mail:dangxiaohong1986@126.com.

责任作者:高永(1962-),男,教授,博士生导师,研究方向为荒漠化防治。E-mail:13948815709@163.com.

基金项目:引进国外先进林业科学技术资助项目(2015-4-22);内蒙古自治区自然科学基金资助项目(2015MS0301)。

收稿日期:2016-12-12

results showed that compared with the CK treatment, the treatment with the highest rooting rate(77%) and rooting index(34.28 cm) in summer cutting propagation test was that cutting materials soaked in 100 mg · L⁻¹ NAA and 100 mg · L⁻¹ IBA for three hours(the following was replaced by T2). The trend of dynamic changes of nutrient substance content of T2 and CK were similar, concentration of the soluble sugar had shown 'down-up-down-up-down' changings, the soluble starch had shown 'down-up-down-up' changings, the soluble protein had shown 'up-down-up' changings. T2 had improved the content of soluble sugar and soluble protein in phloems and promoted the degradation and transformation of soluble starch. However, there was no obvious effect of auxins on shortening the breeding cycle of adventitious root occurrence of *Acer buergerianum* Miq.

Keywords: *Acer buergerianum* Miq; rooting of cutting; nutrient substance