

青海云杉扦插的年龄效应及其生根机理研究^{*}

师晨娟¹, 刘 勇¹, 王春城², 司瑞新², 张林玉²

(1 北京林业大学 资源与环境学院 省部共建森林培育与保护教育部重点实验室, 北京 100083;

2 北方国家级林木种苗示范基地, 北京 102211)

[摘 要] 采集青海云杉不同年龄母树的硬枝和嫩枝进行扦插试验, 扦插前测定生长素(IAA)、脱落酸(ABA)、赤霉素(GA)、激动素(KT)等内源激素, 酚类化合物和营养物质含量, 探讨其与插穗生根率的关系。结果表明, 随着母树年龄的增加, 硬枝和嫩枝插穗中 IAA、KT 和 GA 含量及 IAA/ABA 和 IAA/KT 值均逐渐减少, ABA 含量增加, 生根率降低; 全氮和酚类化合物含量与生根率呈负相关; 插穗内全碳含量和 C/N 值与生根率正相关; 嫩枝比硬枝插穗的生根率高。

[关键词] 青海云杉; 内源激素; 酚类化合物; 营养物质

[中图分类号] S723.1⁺32.1; S791.189 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-9387(2006)12-0101-04

木本植物在扦插繁殖中的年龄效应是指随着采穗母株年龄的增加, 插穗生根率逐渐降低, 根系质量下降和造林早期生长迟缓的一种老化现象, 主要是由于随着个体发育进展, 由生长点发生生理变化而引起的, 也被称作“生长点的加龄作用”^[1]。这一现象随着树种的不同而有变化, 但在云杉的扦插繁殖中表现非常突出。1990年, Meier-Dinkel等^[2]报道, 1~20年生欧洲云杉的扦插生根率在80%以上, 20~40年生时插穗生根率下降到40%左右, 40年生以上树龄的插穗生根率低于20%。其他云杉树种上也存在类似现象。一般来说, 这种扦插繁殖中的年龄效应是受多种因素制约的, 与植物本身的遗传性、植物体内的激素水平和营养状况等均有密切关系。为了更深入了解这一现象的本质, 本试验通过对青海云杉不同年龄母树硬枝和嫩枝内源激素含量及其生根机理的研究, 探讨了影响青海云杉扦插成活率的内在原因, 以期为提高青海云杉的扦插繁殖率提供理论依据及技术参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料为2, 4, 6, 8和12年生、无病虫害、生长健壮的青海云杉母树的1年生硬枝及当年生嫩枝插

穗, 硬枝2001年4月中旬和7月中旬取自从青海省大通县宝库林场, 为树冠中上部顶芽饱满、健壮的1年生侧枝, 嫩枝取自城关苗圃(因试验材料有限, 故从两个地方取材, 两地生境极为相似)。插穗长度10~12 cm, 带顶芽, 切口平削, 保留全部针叶。

1.2 试验设计与插后管理

试验在城关苗圃进行。于2001-04-16和2001-07-18, 分别将插穗插于河沙基质中, 硬枝、嫩枝均据树龄设5个处理, 每处理重复3次, 每重复10段, 随机区组排列。插穗在清水中浸泡72 h, 以泡软树胶并减少其中的抑制剂, 扦插时将树胶蘸去。插床高15 cm, 扦插株行距为4 cm×6 cm, 插深5 cm。插床于扦插前先用500倍多菌灵溶液进行消毒, 扦插后搭架覆盖遮荫网。扦插1个月后, 每隔15 d喷施浓度为5 g/mL的尿素2次, 3 g/kg的多菌灵或2 g/kg的高锰酸钾1次, 8月底喷施10 g/kg的磷酸二氢钾1次。

1.3 指标测定

在2001-04-14和2001-07-16扦插前, 分别采取插穗皮部组织40 g, 在中国林科院木工所用HPLC法测定青海云杉枝条生长素(IAA)、脱落酸(ABA)、赤霉素(GA)、激动素(KT)等内源激素及酚类化合物和全碳、全氮含量。各指标均参照李合生^[3]的方法测定。

^{*} [收稿日期] 2005-11-25

[基金项目] 国家自然科学基金项目(30471380)

[作者简介] 师晨娟(1976-), 女, 山东济宁人, 在读博士, 主要从事种苗定向培育研究。E-mail: shicj917@126.com

[通讯作者] 刘 勇(1961-), 男, 云南威信人, 教授, 博士生导师, 主要从事种苗培育研究。

2 结果与分析

2.1 青海云杉插穗内源激素与生根率的关系

2.1.1 不同年龄母树插穗内源激素含量与生根率的关系 由表1可看出,不论是硬枝还是嫩枝,随青海云杉母树年龄增大,IAA,KT和GA含量均逐渐降低,而ABA含量逐渐增加;生根率亦随采穗母树年龄增大而降低。经计算,硬枝插穗的生根率与IAA,KT和GA含量的相关系数分别为0.994,0.992和0.972,与ABA含量的相关系数为-0.900;嫩枝插穗的生根率与IAA,KT和GA含量的相关系数分别为0.916,0.847和0.856,与ABA的相关系数为-0.849。

从表1可知,相同树龄的青海云杉硬枝中的IAA含量均比嫩枝的高,从8年生以后硬枝和嫩枝

中IAA含量大幅度下降,硬枝插穗下降了27.7%,嫩枝插穗下降了30.4%。各年龄段母树嫩枝插穗中GA含量远低于硬枝插穗。随着母树年龄的增大,硬枝和嫩枝中ABA含量逐渐增多,8年后ABA含量升高很快,而生根率却快速下降。这大概与ABA是一种内源抑制剂有关。ABA在硬枝中的含量很高,而在嫩枝中的含量很低,2,4,6,8和12年生母株硬枝中的ABA含量分别为嫩枝的10.25,11.41,11.77,10.05和9.8倍,这与王笑山等^[4]、王秋玉等^[5]的结论相符。

硬枝和嫩枝的扦插生根率与KT含量正相关,嫩枝插穗中的GA含量低而硬枝插穗中的GA含量高,这也可能是导致青海云杉嫩枝扦插生根率高、硬枝扦插生根率低的又一原因。

表1 青海云杉母树插穗中内源激素含量与生根率的关系

Table 1 Relationship between four kinds of endogenesis hormones and the rooting rate of hardwood and softwood cuttings of *Picea crassifolia* from mother trees at different ages

母树 年龄/年 Age of mother tree	内源激素含量/(μg · kg ^{- 1}) Quantity of Endogenesis hormone								生根率/%	
	IAA		ABA		KT		GA		Rooting rate	
	硬枝	嫩枝	硬枝	嫩枝	硬枝	嫩枝	硬枝	嫩枝	硬枝	嫩枝
	Hardwood	Softwood	Hardwood	Softwood	Hardwood	Softwood	Hardwood	Softwood	Hardwood	Softwood
2	654	589	246	24	339	268	537	302	68.4	89.3
4	602	556	308	27	318	245	500	284	62.3	83.4
6	539	510	365	31	295	220	464	220	57.8	80.6
8	473	410	382	38	271	199	432	175	53.6	76.1
10	327	251	490	50	235	187	398	148	31.3	50.7

2.1.2 插穗IAA/ABA和IAA/KT值与生根率的关系 有研究^[6]表明,IAA/ABA值可作为树木扦插后生根难易的判断标准,在IAA/ABA较大时,有利于不定根原基的形成,反之则抑制根原基的形成。

表2表明,各年龄母树的硬枝中IAA/ABA值明显低于嫩枝,硬枝比嫩枝中的IAA/ABA值平均低89.7%。二者均以2年生母树插穗中的IAA/ABA值最大,8年后IAA/ABA值迅速减小,12年生时

IAA/ABA值明显低于其他年龄母树插穗。这与杂种鹅掌楸在扦插生根过程中IAA/ABA值的变化情况^[7]一致。硬枝与嫩枝的IAA/KT值随着母树年龄的增长呈降低趋势,其中各年龄母树插穗中,嫩枝的IAA/KT值稍高于硬枝(12年生除外)。但不论是硬枝还是嫩枝,母树年龄越大,IAA/ABA和IAA/KT值越小,生根率越低。

表2 青海云杉插穗中IAA/ABA, IAA/KT值及酚类化合物含量与生根率的关系

Table 2 Relationship between IAA/ABA, IAA/KT, hydroxybenzene compounds quantity and the root rate of hardwood and softwood cuttings of *Picea crassifolia* from mother trees at different ages

母树年龄/年 Age of mother tree	IAA/ABA		IAA/KT		酚类化合物含量/(mg·kg ⁻¹) Hydroxybenzene compounds		生根率/% Rooting rate	
	硬枝 Hardwood	嫩枝 Softwood	硬枝 Hardwood	嫩枝 Softwood	硬枝 Hardwood	嫩枝 Softwood	硬枝 Hardwood	嫩枝 Softwood
2	2.66	24.5	1.93	2.2	353	432	68.4	89.3
4	1.96	20.6	1.89	2.27	389	468	62.3	83.4
6	1.48	16.5	1.83	2.32	448	443	57.8	80.6
8	1.24	10.8	1.75	2.06	506	485	53.6	76.1
12	0.67	5.02	1.39	1.34	560	504	31.3	50.7

2 2 青海云杉插穗中酚类化合物含量与生根率的关系

从表 2 可以看出, 青海云杉硬枝和嫩枝插穗随着母树年龄的逐渐增大, 其酚类化合物含量逐步增加, 生根率逐渐降低, 只是嫩枝插穗内酚类化合物增幅较硬枝插穗小。

2 3 青海云杉插穗内营养物质含量与生根率的关系

2 3 1 插穗中全碳、全氮含量与生根率的关系 由

表 3 可知, 硬枝和嫩枝的全碳含量与生根率正相关。随着母树年龄的逐渐增大, 硬枝和嫩枝插穗的全碳含量逐渐减少, 生根率也逐渐下降。各年龄段母树的硬枝中全氮含量总体上比嫩枝高约 1 倍。硬枝和嫩枝中全氮含量随母树年龄增加呈增长趋势, 全氮含量与生根率呈负相关关系, 硬枝中全氮含量与生根率的相关系数为- 0.930, 嫩枝中全氮含量与生根率的相关系数为- 0.780。

表 3 青海云杉插穗中全碳、全氮含量及 C/N 值与生根率的关系

Table 3 Relationship between the total C,N quantity, the value of C/N and the rooting rate of hardwood and softwood cuttings of *Picea crassifolia* from mother trees at different ages

母树年龄/年 Age of mother tree	全碳含量/(g · kg ⁻¹) Quantity of total C		全氮含量/(g · kg ⁻¹) quantity of total N		C/N		生根率/% Rooting rate	
	硬枝 Hardwood	嫩枝 Softwood	硬枝 Hardwood	嫩枝 Softwood	硬枝 Hardwood	嫩枝 Softwood	硬枝 Hardwood	嫩枝 Softwood
2	262.27	243.26	12.41	5.81	21.134	41.869	68.4	89.3
4	256.49	245.21	14.74	6.46	17.401	37.958	62.3	83.4
6	228.15	231.83	13.72	6.91	16.629	33.55	57.8	80.6
8	195.63	207.02	14.95	6.89	13.086	30.046	53.6	76.1
12	141.71	163.81	17.23	8.36	10.225	19.594	31.3	50.7

2 3 2 插穗 C/N 值与生根率的关系 由表 3 可知, 不论是硬枝还是嫩枝, 母树年龄越大, C/N 值越低, 生根率也逐渐降低。母树年龄为 2, 4, 6, 8 和 12 年时, 其嫩枝插穗的 C/N 值分别比硬枝插穗的高 98.11%, 118.14%, 101.76%, 129.6% 和 91.63%; 生根率分别高 30.7%, 33.7%, 39.4%, 23.3% 和 62%。可以看出, 嫩枝插穗比硬枝插穗生根率高与 C/N 值关系密切, C/N 值对插穗生根的作用不容忽视。

3 讨论与结论

- 1) 本研究结果表明, 青海云杉扦插繁殖中存在着明显的年龄效应, 即随着插穗母株年龄的增加, 插穗生根率逐渐下降。
- 2) 不同内源激素对青海云杉插穗扦插生根的作用不一, 特别是内源激素比值对生根的影响更大。随母树年龄的增大, 硬枝和嫩枝中 IAA, KT 和 GA 含量及 IAA/ABA, IAA/KT 与生根率正相关, 而

ABA 含量与生根率负相关, ABA 在硬枝中的含量很大, 而在嫩枝中的含量很小。许多试验^[6-7]证实, IAA/ABA, IAA/KT 对生根的作用较大, 郭素娟等^[8]在白皮松插穗生根的试验中也得到了相似的结果。詹亚光等^[9]的研究结果表明, IAA/ABA 随白桦母树年龄的增加而减少, 可用 IAA/ABA 的比值作为衡量白桦插穗生根能力的指标。

3) 随着青海云杉母树年龄的增加, 硬枝和嫩枝内的酚类化合物含量均增加。生根率与酚类化合物含量成反比。插穗内全碳含量和 C/N 值与生根率正相关, 全氮含量与生根率负相关。硬枝插穗的 C/N 值远低于嫩枝插穗, 生根率也明显低于嫩枝插穗, 这与郭素娟等^[8]得出的总糖、总氮、总糖/总氮的比值与白皮松插穗的生根均存在正相关关系, 其中总糖、总糖/总氮的比值与插穗生根关系更密切的研究结论基本一致。但总氮与针叶树种扦插生根率的关系, 还需进一步研究。

[参考文献]

[1] 马常耕. 世界云杉无性系林业发展现状[J]. 世界林业研究, 1993(6): 24-31.

[2] Meier-Dinkel A. J. Ageing in tree species: present knowledge[M] //Rodríguez R. Plant Ageing -Basic and Applied Approaches New York

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

and London: Plinun Press, 1990

- [3] 李合生 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003: 186-238
- [4] 王笑山, 胡新生, 王有才, 等 母树年龄和插穗基部切削方式对日本落叶松生根的影响[J]. 林业科学研究, 1993, 6(6): 627-632
- [5] 王秋玉, 杨书文, 许忠志, 等 长白落叶松硬枝和嫩枝扦插繁殖[J]. 东北林业大学学报, 1996, 24(1): 9-16
- [6] 郑均宝 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
- [7] 张晓平, 方炎明, 黄绍辉 杂种鹅掌楸扦插生根过程中内源激素的变化[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2004, 28(3): 79-82
- [8] 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
- [9] 詹亚光, 杨传平, 金贞福, 等 白桦插穗生根的内源激素和营养物质[J]. 东北林业大学学报, 2001, 29(4): 1-4

Study on the age effect of cutting propagation of *Picea crassifolia* and its rooting mechanism

SHI Chen-juan¹, LIU Yong¹, WANG Chun-cheng², SI Rui-xin², ZHANG Ling-yu²

(1 The key laboratory for Silviculture and Conservation of Ministry of Education, College of Nature Resources and Environment, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2 Northern National Tree Seed and Seedling Demonstration Base, Beijing 102211, China)

Abstract: The cutting experiment has been done with hardwood and softwood cuttings from different mother trees, and the relationship between plant endogenous hormones and rooting rate was discussed by measuring the content of IAA, ABA, GA, KT and hydroxybenzene compounds and nutritive material content before cutting. The results showed that as tree age increased, the contents of IAA, KT, GA reduced, IAA/ABA, IAA/KT in both hardwoods and softwoods reduced and the contents of ABA increased, the rooting rate of the cuttings dropped. Relationship between Hydroxybenzene compound and the rooting rate of the cuttings became inverse. It has significantly positive relationship between the rooting rate and C/N values in the cuttings at different ages. The rooting rate of softwood was higher than that of hardwood.

Key words: *Picea crassifolia*; endogenous plant hormone; hydroxybenzene compound; nutritive material