

文章编号: 1001-1498(2007)03-0375-06

修剪和生长调节剂对青海云杉 苗芽生长发育的影响^{*}

陈广辉^{1,2}, 杨红旗^{1**}, 张守攻², 张建国², 王军辉²

(1. 河南农业大学林学院, 河南 郑州 450002; 2. 中国林业科学研究院林业研究所, 国家林业局林木培育重点实验室, 北京 100091)

摘要:对 5 年生和 7 年生青海云杉苗进行了不同方式的修剪, 同时用不同的生长调节剂对其主干和侧枝上的芽进行了处理, 发现除去青海云杉顶芽, 能够促进苗木侧芽和隐芽的生长发育, 提高侧芽的抽枝率, 增加新枝的生长量。不同种类的生长调节剂和修剪方式对青海云杉芽的生长发育影响效果显著不同, 去顶芽修剪的效果优于纺锤形修剪和篱式修剪, 对于 7 年生苗, 主干上仅留 3 个饱满芽的强度修剪能明显地减少主干上的芽数, 使抽枝数也随之减少, 处理效果最差。去顶芽能够明显的增加当年新梢数量和长于 6 cm 的新梢总长度, 同时还能增加当年新梢上冬芽数。6BA 对青海云杉芽和枝条的生长发育有较好的促进作用, 抽枝宝在各个修剪处理中表现均最差, 甚至在一定程度上抑制了青海云杉芽的萌发和延长生长。修剪和生长调节剂处理对 5 年生苗侧枝芽抽枝数影响均极显著, 而对 7 年生苗的影响却不显著; 修剪和生长调节剂的交互作用明显地影响了对 7 年生苗的处理效果, 而对 5 年生苗的影响不显著。去顶芽后再用 6BA 涂抹青海云杉苗上的保留芽, 能有效地促进青海云杉保留芽的生长发育, 有利于形成更多枝条, 对青海云杉采穗圃苗的处理效果最佳, 强度修剪和用抽枝宝抹芽不适于青海云杉采穗圃苗的培育。

关键词:青海云杉; 苗木; 激素处理; 修剪处理

中图分类号: S791.18 文献标识码: A

Effects of Pruning and Growth Regulators on the Bud Growth and Development of *Picea crassifolia* Seedlings

CHEN Guang-hui¹, YANG Hong-qi¹, ZHANG Shou-gong², ZHANG Jian-guo², WANG Jun-hui²

(1. College of Forestry and Horticulture, He 'nan Agricultural University, Zhengzhou 450002, He 'nan, China;

2. Research Institute of Forestry, CAF; Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration, Beijing 100091, China)

Abstract: Buds on leaders and lateral branches of 5-year-old and 7-year-old *Picea crassifolia* seedlings were treated with different pruning and growth regulator daubing. Removing apical bud of Qinghai spruce could promote some lateral and dormant buds growing and breaking, improve branch growth. The effect of different growth regulators and pruning models to the buds of *P. crassifolia* distinct. Among all treatments, treatment effect of removing apical bud on trunk and lateral branches was superior to that of spindle-mode pruning and fence-mode pruning, cutting

收稿日期: 2006-06-06

基金项目: 国家“十五”科技攻关子课题“粗枝云杉和青海云杉良种选育与高效栽培技术”(2002BA515130403); 863 课题“优质专用纤维材新品种培育技术”(2001AA244061)和退耕还林科技支撑专题“祁连山退耕区植物新品种的引进和乡土树种的扩繁技术研究”的部分研究内容

作者简介: 陈广辉, (1972—), 女, 河南信阳人, 硕士. 主要研究方向: 林木遗传育种. 电话: 0371-63558070 Email: cghyq@163.com

* 该论文曾得到刘震教授的指导与帮助, 特此感谢!

** 通讯作者, 电话: 0371-63555371 Email: yhq0373342@163.com

still remaining 3 full buds on stems could significantly decrease the number of buds and then lessen the amount of branching, it was the worst one for 7-year-old seedlings. Whittling top buds could increase the quantities of shoot and bud on shoot, simultaneously the total length of shoot was also lengthened. 6BA could effectively promote the growth and development of spruce buds and branches, CHOUZH BAO is most ineffective and even repressive among all treatments, for 5-year-old trees, the influence of pruning and growth regulator on the break-bud number of buds on lateral tress was significant, however, for 7-year-old trees, it's insignificant, and the interaction between them was remarkable in the treatments to 7-year-old seedlings, but it's not to 5-year-old seedlings. Daubing 6BA on the remained buds after removing apical buds was more effective to boost the growth and development of buds in *P. crassifolia* and helpful to produce more buds and branches, it's a kind of the best treatment to *P. crassifolia* seedlings, cutting or plastering buds with CZB were unsuitable to the establishment and development of cutting orchard of *P. crassifolia*.

Key words: *Picea crassifolia*; seedling; growth-regulator treatment; pruning modes

青海云杉 (*Picea crassifolia* Kom) 是我国青藏高原东北边缘特有树种, 是我国北方地区造林和城市绿化的重要树种。分布于我国青海、甘肃、宁夏、内蒙古等省(区), 目前青海云杉苗的生产主要还是通过实生繁殖; 然而, 云杉属树种早期生长慢, 性成熟较晚, 实生种子园和无性系种子园由建园到生产可用种子需要很长时间, 良种进程缓慢, 并且种子园产量受气候影响严重, 种子产量不稳, 云杉属树种具有较易无性繁殖的生物学特性^[1,2], 用无性繁殖来保持杂交后代的优良性状^[3,4]要比用种子繁殖可靠得多。常规的无性繁殖是靠扦插来完成的。扦插首先得有大量的可用插穗, 针叶树种中自由生长类型的很多树种的采穗圃营建技术目前已解决并应用于实践^[5~8]; 而像云杉等有限生长类型树种, 采穗圃营建技术尚未得到很好解决。云杉属树种顶端优势较强, 很多侧芽不能萌发或是萌发成瘦弱小枝, 不能为扦插所用, 因此要成功地营建云杉采穗圃, 关键就在于促使云杉产生更多、更饱满的芽, 进而使芽生长成健壮的可用枝条。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验在大通县东峡林场进行, 林场地处 $101^{\circ} 35' \sim 101^{\circ} 54' E$, $36^{\circ} 55' N$, 海拔 $2\,450 \sim 4\,348\text{ m}$, 森林资源主要分布在东峡河流域和瓜拉河流域, 林地块状分布, 具有明显的坡向性。林区属凉温半湿润气候, 场部年均气温 $2.9^{\circ} C$, 最暖月平均气温 $16^{\circ} C$, 最冷月平均气温 $-11.7^{\circ} C$, 植物生长期 193 d 。年均降水量 556 mm , 雨热同季, 有利

于植物的生长发育。圃地土壤为坡基母质, 团粒状或小碎块状, 腐殖质层中等, 耕性良好。

1.2 试验材料和试验设计

试验材料为当地天然种子播种的实生苗, 3 a 后移植至圃地, 株行距为 $15\text{ cm} \times 30\text{ cm}$ 。对平均苗高和地径分别为 20.42 cm 和 6.23 mm 的 5 年生苗进行去顶芽、纺锤形修剪和篱式修剪后再分别用 6BA、发枝素和抽枝宝涂抹全部保留芽; 同时对平均苗高和地径分别为 26.57 cm 和 7.34 mm 的 7 年生苗进行以上 3 种修剪和强度修剪, 并用以上 3 种生长调节剂处理 (表 1)。随机区组试验, 5 株小区 3 次重复, 每个处理共 15 株。去顶芽是指剔除主干及侧枝顶端中心的 1 个芽, 保留其周围的侧芽。纺锤形修剪 (图 1) 是将青海云杉自上而下, 第 1 层轮生枝修剪成留 3 个主枝, 相互之间的夹角成 120° , 构成树冠第 1 层; 在第 2 层轮生枝中保留与第 1 层相互错开的 3 根枝条, 以下层次及侧枝修剪与主干类似, 5 年生苗保留 3 层活枝, 3 层以下枝全部剪除, 7 年生苗留 4 层或 5 层活枝, 以下枝条全部剪除。篱式修剪 (图 2) 是将顶芽除去, 再将树干上的沿苗圃行方向 (南北方向) 延伸的枝条全部剪去, 只留沿列向伸展的枝条, 枝条间的角度约为 180° 。对所留枝条进行疏剪, 即选留分枝角度较好, 且生长较健壮的枝条作为主枝。主枝上留 2~3 个侧枝, 每侧枝上留 2~3 个饱满芽, 使其长成有效穗条。这 3 种修剪处理均为对苗木进行轻度修剪, 对 7 年生苗还进行了强度修剪, 即 1 年生主干自下而上留 6 个饱满芽 (不足 6 个者保留 3~5 个), 最上 1 个保留芽以上部分自主干全部截去的修剪方式。所有处理均在 2004 年 4 月下旬进行, 所用试剂是由北京耀北生物技术有限公司配制的 6BA 和由洛阳林科所研制并

生产的抽枝宝以及由郑州果树研究所研制并生产的发枝素。

表 1 采穗圃苗木处理

激素 (浓度)	7年生 (5年生) 苗			
	去顶芽	纺锤形修剪	强度修剪	篱式修剪
6BA (100 mg · kg ⁻¹)	C1 ⁽¹⁾ (E1)	D1 (F1)	J1	(G1)
6BA (300 mg · kg ⁻¹)	C2 (E2)	D2 (F2)	J2	(G2)
6BA (500 mg · kg ⁻¹)	C3 (E3)	D3 (F3)	J3	(G3)
抽枝宝	C4 (E4)	D4 (F4)		(G4)
发枝素	C5 (E5)	(F5)		(G5)
对照	C0 (E0)			

注: C1 表示对 7 年生苗进行去顶芽修剪之后,再用 100 mg · kg⁻¹ 的 6BA 涂抹苗上的保留芽; (E1) 表示对 5 年生苗进行以上处理,表中其它类似字母意义与此相同; (1): C1 处理的边缘效应较明显,分析时剔除。

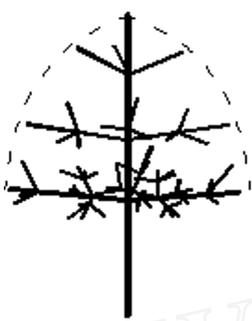


图 1 纺锤形修剪示意图

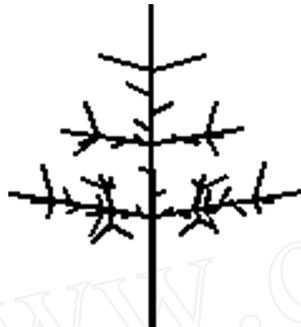


图 2 篱式修剪示意图



图 3 去顶芽后新长出的芽



图 4 一根侧枝生长较强

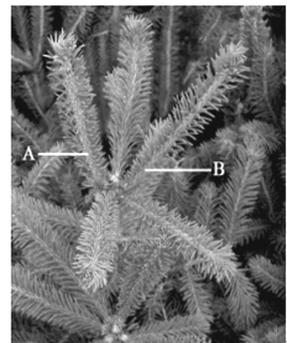


图 5 两根侧枝生长较强

2.2 修剪和生长调节剂对苗木芽生长发育的影响

2.2.1 修剪对苗木芽生长发育的影响 图 6 为对 7 年生苗采用不同方式的修剪,再用 6BA 涂抹全部保留芽,对照为不做任何修剪,用 6BA 涂抹全部芽。从图 6 可以看出,采用去顶芽的修剪方式处理 7 年生苗,对苗木的各项生长发育指标促进效果均最好。所有处理中,去顶芽处理效果优于纺锤形修剪,这 2 种修剪的处理效果均优于篱式修剪。去顶芽修剪与对照相

1.3 性状调查及统计分析方法

在 2004 年 7 月中旬对芽的抽枝数、大于 6 cm 的新梢数及新梢上总芽数等指标进行调查,所得数据采用 SPSS 软件及 EXCEL 工作表处理。

2 结果与分析

2.1 青海云杉的生长特性

在试验过程中,对剔除顶芽或是对 1 年生主干全部剪截的苗木进行观察发现,剪除青海云杉苗顶芽或 1 年生主干,能够促进隐芽的生长和发育 (图 3),经过强度修剪或直接去顶的苗,经过 1 a 的生长期,便有 1~2 个侧芽萌发出来的枝条生长势强于其它枝条,且枝条伸展方向渐渐趋向于垂直方向 (图 4、5),若有 2 个枝生长占优势,则经过 1~2 a 的竞争,最终还是只有 1 条枝占主导地位,形成 1 根新的主干。图 5 枝条 A 的生长趋势及伸展方向均优于枝条 B,正常条件下,枝条 A 将生长成为该株青海云杉的新主干。通过对野外羊啃树的调查也发现,有 90% 以上 7~15 年生被羊啃过顶梢的青海云杉,经过 3~5 a 的修复,便长出 1 根新的粗壮主干,顶端优势表现突出。

比,在主干芽抽枝数上基本相当,对照的侧枝芽抽枝数略比去顶芽修剪处理的高;但是,不论是主干芽还是侧枝芽,其抽枝率均高于对照,分别高出 7.2% 和 11.35%。强度修剪因为明显地减少了上一年主干上的芽数,所以抽枝数也随之减少,但长于 6 cm 的新梢数和新梢上的芽数均较高。说明强度修剪有利于保留芽的萌发和延长生长,还可增加新梢上的芽数,有利于下一年枝条数量的增加。去顶严格控制了云杉

苗的高生长,明显地改变了新梢上芽的数量以及保留芽形成枝条的生长量。由于采用 >6 cm 的插穗培养出的扦插苗造林成活率较高,对苗龄较大的青海云杉苗适当地进行强度修剪有利于培养更多、更实用的穗条。对于苗龄较小的青海云杉苗由于云杉前期生长缓慢,幼苗发枝少^[9],不宜采用强度修剪。

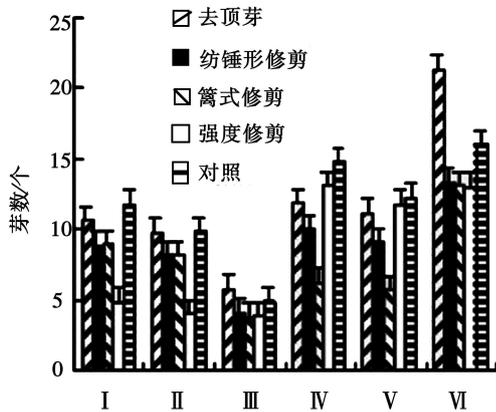


图 6 修剪对 7 年生苗生长发育的影响

□: 主干芽数, ▨: 主干芽抽枝数, ▤: >6 cm 的新梢数,
▩: 侧枝芽数, ▧: 侧枝芽抽枝数, ▪: 新梢上芽数

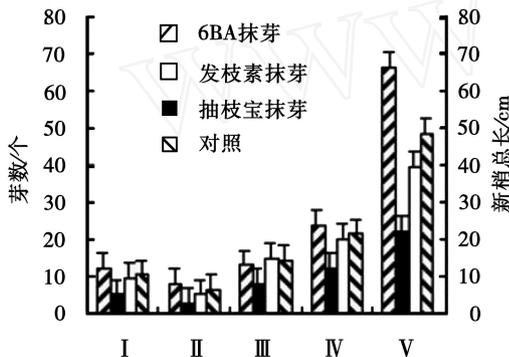


图 7 不同激素对 5 年生和 7 年生苗生长发育的影响

□: 主干芽抽枝数, ▤: >6 cm 的新梢数, ▩: 侧枝芽抽枝数,
▪: 新梢上芽数, ▧: >6 cm 新梢总长度

2.2.2 生长调节剂对苗木芽生长发育的影响 图 7 为将苗木(包括 5 年生和 7 年生苗)去顶芽后,再用 6BA、抽枝宝和发枝素涂抹保留芽,对照为将苗去顶芽后不涂抹任何生长调节剂,图 7 结果显示:不同的生长调节剂能有效地影响当年新梢生长量和新梢芽的数量。6BA 对青海云杉芽和枝条的生长发育有明显促进作用,在试验所采用的 3 种生长调节剂中,6BA 效果最好,用其处理后的苗木,新梢生长量和新梢上芽数均高于对照和其它处理,特别是 >6 cm 的新梢总长度比对照高出 17.52 cm,但对于不同年龄、不同修剪模式的苗木,6BA 浓度不同,促进效果也不同。对 5 年生去顶芽的苗, $300 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的 6BA 处理效果优于 100 、 $500 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$

kg^{-1} ,而对 7 年生去顶芽的苗却是 $500 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的 6BA 处理效果优于 $300 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。发枝素的处理效果仅在篱式修剪处理中表现稍好,在其它处理中均表现较差;其总体处理效果略低于对照。

用抽枝宝处理青海云杉苗,各生长发育指标均显著低于对照和其它处理,表明抽枝宝处理效果最差,甚至在一定程度上抑制了青海云杉芽的萌发和枝条的延长生长。

2.3 不同处理对苗木芽生长发育影响的综合分析

各处理的方差分析结果(表 2)表明,对芽的大多数生长发育指标而言,不同处理差异均达到显著水平。修剪对 5 年生苗芽数的影响没有对 7 年生苗的影响显著,原因可能是对 5 年生苗进行去顶芽、纺锤形修剪和篱式修剪均为轻度修剪,而对 7 年生苗采用了强度修剪的缘故。

各生长调节剂对 5 年生苗侧枝芽的抽枝数有极显著影响,而对 7 年生苗的影响效果差异不显著,且对枝条的延长生长影响效果显著程度也不如 5 年生苗,表明不同生长调节剂对不同年龄苗木的侧芽萌发影响效果不同,苗木年龄较小,处理效果差异较明显,对侧枝芽的萌发影响较显著。随着苗龄的增大,苗木主干生长势增强,顶端优势更突出,即使去顶芽或强度修剪,甚至对侧芽涂抹促进萌芽激素,也不能显著地增加侧枝芽的萌发。

修剪和生长调节剂处理之间的交互作用对 5 年生苗芽的生长发育指标的影响均不显著,而对 7 年生苗而言,除侧枝芽抽枝数外,对其余各指标的影响差异均极显著,明显地影响了处理效果。修剪和生长调节剂处理对苗木冬芽抽枝数、新梢上芽数、大于 6 cm 新梢数及其总长度均存在极显著影响,这说明不同修剪方式和激素处理对苗木新梢上芽的形成、冬芽抽枝数和枝条的延长生长的促进效果显著不同。对方差分析结果差异显著的 4 个生长发育指标作多重比较(表 3)得知,处理 E2 和 C3 的综合效果均最好,即对苗木进行去顶芽后再用 6BA 抹保留芽能有效地促进青海云杉苗芽的生长和发育,比较适合青海云杉采穗圃苗木的培育。对 5 年生苗来说, F4 和 G4 的处理效果最差,即对苗木进行纺锤形修剪和篱式修剪后再用抽枝宝抹芽的处理综合效果最差。对 7 年生苗的所有处理中,强度修剪 J1、J2 和 J3 的综合效果普遍较差,进一步证明重剪不适于青海云杉采穗圃苗木的培育,除强度修剪外, C4 和 D4 的处理效果亦最差,这说明抽枝宝对青海云杉苗芽

的生长发育无促进作用。

表 2 不同修剪和激素处理的方差分析结果

苗龄 /a	变量	自由度	主干芽数	主干芽抽枝数	侧枝芽数	侧枝芽抽枝数	新梢上芽数	新梢数 (>6 cm)	新梢 (>6 cm)总长
5	修剪	2	6.36*	4.77**	39.56***	34.37***	15.97***	13.84***	13.79***
	激素	4	1.84	13.35***	2.52	14.54***	6.54***	6.08**	6.97***
	修剪×激素	8	1.19	1.54	0.26	1.22	2.01*	1.75	1.61
7	修剪	2	76.64***	57.47***	1.1	0.07	45.54***	25.94***	31.24***
	激素	4	7.58	10.05***	0.45	1.97	4.38**	6.16***	7.64***
	修剪×激素	5	3.16**	4.70**	0.76	1.14	3.40**	6.71***	7.56***

注: *、**、***分别表示在 0.01 < P < 0.05, 0.001 < P < 0.01, P < 0.001 范围的显著水平。

表 3 不同处理对青海云杉苗芽生长发育影响效果的 Duncan 比较

处理	5年生苗				处理	7年生苗			
	主干芽抽枝数/根	>6 cm新梢数/根	新梢上芽数/个	新梢总长/cm		主干芽抽枝数/根	>6 cm新梢数/根	新梢上芽数/个	新梢总长/cm
E2	10.14ab	6.86a	24.71a	56.86a	C3	10.29bc	7.00b	19.50b	57.21b
E1	9.56ab	5.27b	21.36ab	41.95b	C2	11.36b	5.93bc	22.71ab	50.67bc
E3	10.35a	5.24b	17.76bc	39.77bc	C5	9.36bc	5.00bcd	20.00b	39.60bcd
G2	8.91abc	4.21bc	14.97cd	34.00bcd	D3	10.54bc	3.50cde	13.39c	26.26def
F2	8.81abc	4.18bc	15.50cd	34.92bcd	D2	9.86bc	3.31cde	13.38c	23.42def
F5	7.61cde	4.70bc	14.26cd	35.86bcd	D1	8.9bc	3.25cde	12.10cd	23.34def
E5	8.94bcd	4.06bc	14.56cd	30.76bcd	D4	7.67c	4.44bcd	11.89cd	32.63cde
F3	6.53def	3.94bc	12.59cd	29.97bcd	C4	5.09d	2.45de	11.91cd	18.05def
F1	8.93abc	4.07bc	11.88d	29.58bcd	J1	4.07d	3.31cde	7.31cd	27.78def
G3	7.97bcd	3.53cd	12.93cd	25.74de	J3	3.92d	2.64de	5.79d	14.8ef
G1	7.59cde	3.17cd	11.03d	22.57de	J2	3.67d	1.00e	5.75d	9.67f
E4	5.77ef	3.23cd	11.77d	25.71de					
G5	8.64abcd	3.29cd	10.46d	23.83de					
F4	5.41f	3.26cd	11.23d	24.60de					
G4	4.74f	2.17d	9.73d	18.63e					

注:表中数据为青海云杉苗芽生长指标的平均值;小写字母不相同表示差异显著,相同表示差异不显著。

3 结论与讨论

(1)剪除青海云杉苗顶芽或 1 年生主干能够促进修剪部位隐芽的生长和发育,去顶芽或截干的苗木,便有一侧枝长势增强,逐渐处于主导地位,形成该植株新的主干,青海云杉顶端优势突出。

(2)Michal^[10]曾对北美乔松 (*Pinus strobus* L.) 进行了修剪试验,发现去主干和侧枝终端芽能刺激侧芽的发育及发育枝的进一步生长;Hains^[11]对加勒比松 (*Pinus caribaea* Morelet) 做去顶实验,发现去顶和强度修剪刺激了短枝和休眠轮生枝长出新梢,增加了单株的采穗量;Kossuth^[12]对欧洲赤松 (*Pinus sylvestris* L.) 和 Edson^[13]对日本落叶松 (*Larix kaempferi* (Lamb) Carr) 的实验表明,去顶修剪能诱导生出丛生芽,持续处理还会导致新梢的持续生长。本文研究结果表明,对青海云杉进行去顶芽修剪后苗木主干芽和侧枝芽抽枝率都分别比对照高 7.2%和 11.35%。对挪威云杉 (*Picea abies* L.) 进行

反复的篱式修剪能够增加单位面积上的穗条数,使插条的成熟程度明显降低,更有利于提高扦插成活率^[14];而对青海云杉实施篱式修剪,穗条数的增加不明显。去顶芽修剪方式的效果优于纺锤形修剪和篱式修剪。去顶芽能够明显的增加当年长于 6 cm 的新梢数量和新梢总长度,同时还增加了当年新梢上的冬芽数。强度修剪虽然能够提高分生组织的发育,刺激洪都拉斯加勒比松 (*Pinus caribaea* var *hondurensis* (Senec) Barrett et Golfari)、日本落叶松和花旗松 (*Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) Franco) 的营养芽和叶腋休眠芽发育成长枝,并刺激针叶簇萌生新芽^[11,15,16],但这种修剪方式不适用于对幼龄青海云杉采穗圃苗的培育。修剪对青海云杉苗芽的萌发和枝条的延长生长的影响显著,除去顶芽严格地控制了云杉苗的高生长,明显地增加了苗木保留芽的抽枝数和枝条生长量,使新梢上芽的数量明显增加。

(3) 6BA 对许多树种芽的形成和枝条的延长生长均有促进作用^[17-20],对青海云杉芽的生长发育也

有较好的促进效果,在 3 种生长调节剂中 6BA 的处理效果最好,对 5 年生苗, $300 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的 6BA 处理效果优于 $100, 500 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$; 对 7 年生苗却是 $500 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的 6BA 处理效果优于 $300 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。发枝素处理效果不明显,抽枝宝的效果最差,甚至在一定程度上抑制了青海云杉苗芽的萌发和延长生长。可见,抽枝宝和发枝素虽然对一些果树芽的生长和萌发有较好的促进作用^[21,22],但对针叶树种芽的促进效果还有待研究。

(4)用不同的修剪和生长调节剂处理青海云杉苗,对苗木主干上芽的生长发育影响效果差异显著,但对不同年龄的苗木,不同生长调节剂对苗木的侧芽萌发影响效果不同,苗木年龄较小,处理效果差异较明显,生长调节剂对侧枝芽的萌发影响较大。对 7 年生苗,修剪和激素的交互作用明显地影响了处理效果,效果最好的处理是 C3(去顶芽后用 $500 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的 6BA 涂抹保留芽),J2(强度修剪后用 $300 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的 6BA 涂抹保留芽)处理效果最差;而对 5 年生苗,修剪和激素的交互作用对处理效果的影响不显著,处理效果最好的是 E2(去顶芽后用 $300 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 6BA 涂抹保留芽),效果最差的处理是 G4(篱式修剪后用抽枝宝涂抹保留芽)。

(5)对于促进青海云杉采穗圃苗木芽的生长发育的研究,探索青海云杉采穗圃营建技术,国内外均较少进行,本文仅做了初步探索,得出采用几种修剪方式和生长调节剂处理青海云杉苗,对苗木芽生长发育的影响效果;但修剪和生长调节剂对苗木芽组织结构的影响以及对其生长发育影响的生理生化因素;年龄、修剪和生长调节剂之间交互作用及作用机理,以及用不同浓度激素处理云杉苗时,是通过抹芽或喷洒还是通过茎干注射的方式,哪一种方式更有利于促进苗木芽的生长发育,还有待于进一步试验研究。

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(6): 24 ~ 31
- [2] Bengt B. Large Scale Propagation of Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) by Cuttings [A]. Symposium on Clonal Forestry [C]. Uppsala, Sweden, 1981: 33 ~ 56
- [3] Bentzer B G. Rooting and early shoot characteristics of *Picea abies* (L.) Karst cutting originating from shoots with enforced vertical growth [J]. Scand J For Res, 1988, 3: 481 ~ 491
- [4] Domling I, Kellerström H. Rooting and rejuvenation in propagation Norway spruce cutting [A]. In: Symposium on Clonal Forestry [C]. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala Res Notes, 1981 (32): 65 ~ 72
- [5] 陈益泰,何贵平,封剑文,等. 杉木采穗圃的树体管理和插条选择 [J]. 林业科学研究, 1995, 8(6): 611 ~ 618
- [6] 杨俊明,沈熙环,赵士杰,等. 华北落叶松采穗圃经营管理技术 [J]. 北京林业大学学报, 2002, 24(3): 28 ~ 34
- [7] 来端. 火炬松、湿地松和马尾松采穗圃营建技术 [J]. 福建林学院学报, 2001, 21(2): 165 ~ 168
- [8] 陈永辉,殷云龙,刘勇健,等. 中山杉采穗圃的营建和更新技术研究 [J]. 江苏林业科技, 1997, 24(2): 13 ~ 17
- [9] 张葳,王思恭,刘永红,等. 云杉苗期和幼林期种间性状变异初探 [J]. 陕西林业科技, 1999(2): 11 ~ 12
- [10] Michael A. Cohen Shoot Apex Development and Rooting of *Pinus strobes* L. by Dwarf Shoots [J]. Amer Soc Hort Sci, 1978, 103(4): 483 ~ 484
- [11] Haines R J, Walker S M, Cople T R Y. Morphology and rooting of shoots developing in response to decapitation and pruning of Caribbean pine [J]. New Forests, 1993, 7: 133 ~ 141
- [12] Kossuth S V. Induction of fascicular bud development in *Pinus sylvestris* L [J]. Hort Science, 1978, 13(2): 174 ~ 176
- [13] Edson J L. Inducing long-shoot growth for vegetative propagation of western larch [J]. New Forests, 1991, 5: 51 ~ 60
- [14] Clai J B Sr C, Kleinschmit J, Svolba J. Juvenility and serial vegetative propagation of Norway spruce clones (*Picea abies* Karst.) [J]. Silvae Genetica, 1985, 34(1): 42 ~ 46
- [15] 王笑山,马常耕,寇金堂,等. 日本落叶松整形修剪对插穗产量及生根率的影响 [J]. 林业科学, 1995, 31(2): 116 ~ 124
- [16] Donald L. Copes Effects of long-term pruning, meristem origin, and branch order on the rooting of Douglas-fir stem cuttings [J]. Can J For Res, 1992, 22: 1888 ~ 1894
- [17] Henny R J. BA Induces lateral branching of *Peperomia obtusifolia* [J]. Hort Science, 1985, 20(1): 115 ~ 116
- [18] Mazzola M, Costante J F. Efficacy of BA for the promotion of lateral bud formation on Douglas-fir and Colorado blue spruce [J]. Hort Science, 1987, 22(2): 234 ~ 235
- [19] 黄卫东,韩振海,李文清,等. 6BA 复合软膏对幼年苹果树萌芽抽梢和整形的影响 [J]. 中国农业科技导报, 1999(2): 72 ~ 75
- [20] Forshey C G. Branching responses of young apple tree to application of 6-benzylaminopurine and gibberellin [J]. Amer Soc Hort Sic, 1982, 107: 538 ~ 541
- [21] 张石成,刘祖祺. 植物化学调控原理与技术 [M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1999
- [22] 孟昭清,刘国杰,李建华,等. 发枝素对苹果苗生长及圃内整形作用试验 [J]. 中国果树, 1996(2): 15