

朱 晗, 罗红艳, 李 茂, 等. 生根粉处理对杉木扦插生根和内源激素含量的影响[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(24): 104–108.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.24.025

生根粉处理对杉木扦插生根和内源激素含量的影响

朱 晗^{1,2}, 罗红艳^{1,2}, 李 茂^{1,2}, 陈齐明³, 叶义圣¹, 曹光球^{1,2}, 林开敏^{1,2}, 叶义全^{1,2}

(1. 福建农林大学林学院, 福建福州 350002; 2. 国家林业局杉木工程技术研究中心, 福建福州 350002;

3. 福建省鑫闽种业有限公司, 福建福清 350301)

摘要: 为了解杉木穗条生根过程中的生根特征与穗条内源激素含量的相互关系, 探明穗条内源激素对杉木扦插生根影响, 以杉木优良无性系 020 半木质化穗条作为扦插材料, 采用 $L_9(3^4)$ 正交试验设计, 研究不同 ABT1[#] 生根粉浓度、穗条长度和切口类型对杉木优良无性系穗条生根特性的影响。在此基础上, 进一步分析生根率最高和最低处理穗条在不同生根时期内源激素含量的变化规律及其差异。结果表明, 在 250 mg/L ABT1[#]、穗条长度为 10 cm 和 60°斜切口条件下, 穗条生根率最高, 达 86.68%。在穗条生根过程中, 内源吲哚乙酸 (IAA) 含量逐渐增加, 并在不定根形成时期 (20 d) 达到峰值, 随后下降, 并且 T9 处理 (生根率最低) 内源 IAA 含量极显著高于 T5 处理; 而内源脱落酸 (ABA) 和玉米素 (ZT) 含量则随着扦插时间的增加而不断降低, 而且 T5 处理穗条的 ABA 和 ZT 含量显著低于 T9 处理。上述结果表明, 外源生根粉处理通过影响穗条内源激素的水平, 进而调控穗条生根, 过高的 IAA、ABA 和 ZT 浓度均不利于杉木穗条的生根。

关键词: 生根粉; 杉木; 扦插; 生根机制; 植物激素; 不定根

中图分类号: S791.270.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)24-0104-04

杉木是我国特有的优良速生用材树种, 主要分布在我国南方 16 个省份, 因其具有速生、丰产等特点被广泛种植, 在我国南方乃至全国用材林树种中占据重要地位^[1]。目前, 杉木育苗主要有实生、扦插和组培等多种手段, 但实生育苗存在种子萌芽率低、无法稳定保持亲本优良性状、苗木质量参差不齐等问题, 组培育苗存在增殖系数低、生产成本高、组培苗造林萌芽严重等问题, 这都极大地限制了杉木优良材料的应用和推广。扦插繁殖是目前杉木良种繁育采用的主要方式, 它能较好地克服实生苗和组培苗的缺点, 能继承亲本全部的遗传信息, 保持亲本优良的性状^[2-4]。此外, 研究表明, 杉木扦插无性系林的造林效果优于实生苗造林, 无论是胸径、树高还是单株材积扦插无性系林的生长量均显著高于同期实生苗林^[5-6]。早在 20 世纪 70 年代, 我国就已经有学者开展杉木扦插繁殖技术的研究^[7]。截至目前为止, 关于杉木扦插的研究报道已有许多, 一些学者围绕扦插基质、穗条来源、激素种类和浓度、扦插季节等对杉木扦插穗条生根的影响因素展开了大量研究^[4,8-11]。杨家鸿等通过比较不同扦插基质和穗条长度对杉木扦插生根的影响发现, 7~9 cm 的杉木穗条在河沙:珍珠岩为 1:1 的基质上最有利于生根, 可以提高杉木扦插苗的质量^[4]。何振革等比较了吲哚丁酸 (IBA)、奈乙酸 (NAA)、ABT1[#] 等 3 种生长激素对杉木扦插生根的影响发现, ABT1[#] 处理的杉木插穗生根效果优于 IBA 和 NAA^[8]。苏治南

等分析不同生根剂对杉木扦插生根的影响, 结果表明, ABT1[#] 对杉木扦插生根具有显著的促进作用, 100 mg/L ABT1[#] 生根粉的效果最佳^[10]。上述研究结果对于明确不同影响因素在杉木穗条生根过程中的地位和作用具有重要意义。但目前关于杉木扦插技术的研究主要集中在扦插条件优化、扦插苗解剖生理、扦插苗生长和造林效果等方面^[12-16], 而对于杉木扦插穗条生根过程中内源激素含量的动态变化与生根机制的研究较少, 特别是对于生根差异显著的不同处理之间, 它们在不同的生根时期穗条内源激素含量是如何变化的以及它们之间是否存在差异, 这种变化和差异与穗条生根率之间存在何种关联尚不完全清楚。因此, 开展杉木扦插技术研究, 分析生根率差异显著处理在其生根过程中内源激素含量差异及变化规律, 阐明内源激素对扦插生根的调控机制, 对于建立杉木高效的扦插繁殖技术体系具有重要的指导意义。

本试验以杉木优良无性系 020 穗条为材料, 采用正交试验设计, 通过 ABT1[#] 浓度、穗条长度、穗条切口类型等 3 个因素对杉木优良无性系扦插生根影响的研究, 筛选适宜杉木优良无性系 020 生根的处理条件。在此基础上, 分析生根率最高和最低的处理杉木穗条在生根的不同时期内源激素含量的差异和变化规律, 探讨内源激素含量与杉木穗条生根率之间的相互关系, 初步阐明内源激素介导的杉木穗条扦插生根的调控机制, 研究结果对进一步丰富杉木扦插生根调控理论, 提高杉木扦插成活率具有一定的借鉴意义。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

扦插试验于 2017 年 4—6 月开展, 试验地位于福建农林大学科技园实验室 2 号楼后院沙地苗圃, 地处 119°19'E, 26°07'N, 属亚热带季风性气候, 全年冬短夏长, 雨热同期, 温

收稿日期: 2018-09-05

基金项目: 国家重点研发计划项目 (编号: 2016YFD0600301)。

作者简介: 朱 晗 (1995—), 女, 湖北十堰人, 硕士研究生, 主要从事森林培育研究。E-mail: 1732302787@qq.com。

通信作者: 叶义全, 博士, 讲师, 主要从事森林培育和林木逆境生理研究。E-mail: yeyiquan008@163.com。

暖湿润,无霜期达 326 d,日照时数为 1 700~1 980 h,年平均降水量为 900~2 100 mm,年均温为 20~26 ℃。

1.2 试验设计

供试杉木穗条来源于福建洋口林场 020 优良无性系。所用生根粉 ABT 为 ABT1[#],由中国林业科学研究院提供。采用 4 因素 3 水平 L₉(3⁴) 正交试验设计,设置穗条长度、ABT1[#]生根粉浓度、切口类型等 3 个因素。按照正交表 L₉(3⁴) 安排试验(表 1),共设置 9 个处理,每 1 处理重复 3 次,每次重复 30 个插穗,共 810 个插穗。试验时提前在圃地上方搭建塑料薄膜并盖上遮阳网,同时将圃地床面整平,并提前 1 d 用高锰酸钾 1 000 倍液对沙地进行浇灌消毒。在试验当天 9 h 前采集杉木无性系无机械损伤和病虫害的健康、半木质化的穗条进行扦插试验,将采集的穗条按照试验设计剪取相应的长度、切口角度,并浸泡对应的生根粉的浓度,将杉木穗条基部在生根粉溶液中浸泡 10 min,然后在圃地中打孔将杉木直插并压紧周围的沙土,株行距为 6 cm×10 cm,扦插深度为 3 cm 左右,生根期间进行正常的喷水管理,同时每隔 1 周就用多菌灵和波尔多液 800 倍液轮流进行消毒,防止病虫害发生。扦插试验开始时,首先对新采来的穗条进行取样,取样时将距离顶芽末端 3 cm 内的全部嫩叶剪下,用液氮速冻,随后放入-80 ℃冰箱保存,用于后续内源激素含量测定。扦插试验开始后,分别在扦插初期(5 d)、扦插穗条不定根形成时期(20 d)和穗条大量生根时期(30 d)分别取样 3 次,取样部位和方法与第 1 次一样,每个重复每次取 2 株穗条,用剪刀剪取穗条顶芽 2 cm 的嫩叶,混合后作为 1 个生物学重复样品,取样后样品用液氮速冻,保存于-80 ℃冰箱,用于内源激素含量的测定。

表 1 正交试验设计因素水平

水平	因素		
	穗条长度(cm)	ABT1 [#] 生根粉浓度(mg/L)	切口类型
1	8	100	平切口
2	10	250	30°斜切口
3	12	500	60°斜切口

1.3 内源激素含量测定

内源激素含量测定参照唐尚格等的方法^[17],采用酶联免疫吸附分析法分别测定杉木顶芽末端嫩叶中的吲哚乙酸(IAA)、脱落酸(ABA)和玉米素(ZT)的含量。每次取样随机抽取 6 株穗条,两两混合作为 1 个重复,每个处理共设 3 个生物学重复。

1.4 根长和生根数量测定

处理结束时,将全部处理的扦插苗整株挖起,用清水洗净,吸水纸吸干,随后用直尺直接测量每个扦插条上所有的根

长度并目测生根数量,同时统计生根率,生根率即每种组合处理扦插杉木生根的枝条数占该组合处理扦插杉木总枝条数的百分比。

1.5 数据处理

试验数据使用 SPSS 19.0 进行方差分析和 LSD 多重比较法分析,用 Excel 2010 整理数据并绘制图表,试验数据均以 3 次重复的平均值±标准差表示。

2 结果与分析

2.1 不同处理对杉木扦插穗条生根率的影响

由表 2 可知,不同处理对杉木穗条扦插生根率有明显影响。生根率最高的为 T5 处理,平均生根率达 86.68%,而生根率最低的为 T9 处理,其平均生根率仅为 16.38%。根据极差的大小可以得出影响杉木穗条扦插生根率的 3 个因素主次关系表现为 ABT1[#]浓度>穗条长度>切口类型。方差分析结果(表 3)表明,ABT1[#]浓度对杉木穗条扦插生根率有极显著影响($P<0.01$),而穗条长度和切口类型对穗条生根率并无显著影响($P>0.05$),表明 ABT1[#]浓度对杉木穗条的生根具有决定性的作用。此外,不同因素的不同水平对杉木穗条生根的影响同样存在差异,就穗条长度而言,以 k₂ 水平最佳;就 ABT1[#]浓度而言,同样以 k₂ 为最佳;而在切口类型中,平切口的生根率优于其他 2 种类型切口。因此,杉木穗条扦插生根率优化组合方案:穗条长度为 10 cm,ABT1[#]浓度为 250 mg/L,切口类型为平切口。

表 2 L₉(3⁴) 正交试验分析结果

处理号	穗条长度 (cm)	ABT1 [#] 浓度 (mg/L)	切口类型	生根率 (%)
T1	8	100	平切口	74.84±1.45cd
T2	8	250	30°斜切口	71.04±1.67d
T3	8	500	60°斜切口	25.77±2.95f
T4	10	100	30°斜切口	81.18±1.86ab
T5	10	250	60°斜切口	86.68±2.38a
T6	10	500	平切口	34.07±3.55e
T7	12	100	60°斜切口	69.65±3.02d
T8	12	250	平切口	77.32±3.06bc
T9	12	500	30°斜切口	16.38±2.46g
k ₁	57.22	75.22	62.08	
k ₂	67.31	78.35	56.20	
k ₃	54.45	25.41	60.70	
极差	38.58	158.82	17.64	

注:k₁、k₂、k₃ 分别表示同一因素的 3 个不同处理水平的扦插生根率。同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。表 4 同。

表 3 不同处理对杉木扦插苗生根率方差分析结果

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
穗条长度	294.731 1	2	147.365 5	11.713 3	0.078 7
生根粉浓度	5 525.063 3	2	2 762.531 7	219.578 2	0.004 5**
切口类型	70.381 7	2	35.190 9	2.797 1	0.263 4
误差	25.162 2	2			
总和	5 915.338 3	8			

注:**表示在 0.01 水平上影响显著。表 5 同。

2.2 不同处理对杉木扦插穗条平均生根数和平均根长的影响

由表 4 可知,不同组合处理对杉木扦插苗平均生根数量的影响具有明显差异。其中,T5 处理的穗条平均生根数量最多,平均每个穗条根数达 13.5 条,而 T9 处理的生根数量最低,平均每个穗条数量仅有 6.5 条。不同处理的平均生根数量表现为 T5 > T8 > T4 > T1 > T7 > T2 > T3 > T6 > T9。方差分析结果(表 5)表明,不同组合处理对穗条平均生根数量存在极显著影响($P < 0.01$)。T5 组合处理对杉木扦插穗条生根数量具有良好的促进作用。

除了生根数量外,根长也是衡量植物扦插效果的一个关键指标。穗条不定根长度分析结果表明,不同组合处理对杉木扦插穗条平均根长具有不同影响。由表 4 可知,T4 处理下杉木扦插穗条平均根长最长,达 1.05 cm,T5 处理次之,平均根长为 0.97 cm,多重比较结果表明,二者之间不存在显著差异。与平均生根数量结果类似,T9 处理下杉木扦插穗条平均根长最短,仅为 0.30 cm。不同处理平均根长表现为 T4 >

T5 > T8 > T7 > T2 > T1 > T6 > T3 > T9。方差分析结果(表 5)显示,不同组合处理对杉木穗条平均生根长度具有极显著的影响($P < 0.01$)。T4、T5 组合处理对杉木扦插穗条生根数量具有良好的促进作用。

表 4 不同处理对杉木扦插苗平均根数和平均根长的影响

处理	平均根数 (条)	平均根长 (cm)
T1	11.39 ± 0.55abc	0.68 ± 0.08cd
T2	10.16 ± 0.06bcd	0.69 ± 0.01cd
T3	8.67 ± 1.89ede	0.40 ± 0.08e
T4	12.17 ± 1.53ab	1.05 ± 0.20a
T5	13.51 ± 1.97a	0.97 ± 0.22ab
T6	8.40 ± 1.04de	0.45 ± 0.13de
T7	10.85 ± 1.91abcd	0.75 ± 0.03bc
T8	12.72 ± 0.55ab	0.92 ± 0.06abc
T9	6.50 ± 0.71e	0.30 ± 0.09e

表 5 不同处理杉木扦插苗平均生根数和根长方差分析结果

指标	变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
平均生根数	处理间	83.084 8	8	10.385 6	5.984	0.007 4 **
	处理内	15.618 8	9	1.735 4		
	总变异	98.703 6	17			
平均根长	处理间	1.107 1	8	0.138 4	9.52	0.001 4 **
	处理内	0.130 8	9	0.014 5		
	总变异	1.237 9	17			

2.3 不同处理对杉木穗条生根过程中内源激素含量变化的影响

由于植物内源激素含量对扦插穗条的生根具有重要影响,于是比较了生根率最高的 T5 处理和生根率最低的 T9 处理下杉木穗条在不同的生根时期(扦插初期、不定根形成时期和大量生根时期)植物内源激素含量的差异和变化规律。由图 1 可知,不同处理下杉木穗条内源生长素 IAA 含量在整个生根过程中均表现为先增加后降低的变化趋势。在扦插初期(5 d),内源 IAA 含量明显增加;而在扦插穗条不定根形成时期(20 d),其 IAA 含量进一步增加并达到峰值;随后在穗条大量生根期(30 d),IAA 含量明显下降。而且在不同生根时期,T9 处理 IAA 含量均明显高于 T5 处理;在扦插初期、不定根形成时期和大量生根时期,T9 处理穗条 IAA 含量分别是 T5 处理的 1.85、1.71、2.56 倍。不同处理下穗条脱落酸含量

在整个生根过程中表现为逐渐下降的变化趋势(除 T9 处理在 30 d 略有增加),而且在不同生根时期 T5 处理穗条 ABA 含量降幅均大于 T9 处理,在大量生根时期二者差异达到最大,后者 ABA 的含量是前者的 1.47 倍。此外,在不同时期 T5 处理内源 ABA 含量均低于 T9 处理。与 ABA 变化趋势类似的是,不同处理下杉木穗条内源玉米素含量在整个生根过程中均表现为逐渐下降的变化趋势,而且在整个生根过程中,不同时期 T5 处理下杉木扦插穗条内源 ZT 含量均低于 T9 处理,其中在不定根形成时期和大量生根时期这 2 个时间点二者内源 ZT 含量差异最为明显。

3 结论与讨论

扦插作为植物无性繁殖的重要手段广泛应用于园林、造林和珍贵树种的种苗繁育中^[8,18-19]。植物扦插生根除了受自

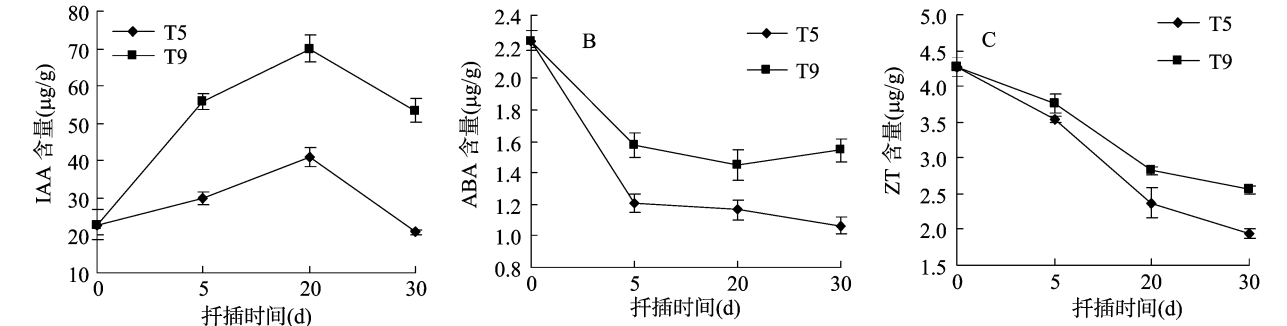


图1 不同处理下杉木扦插穗条生根过程中内源激素含量的变化

身的生物学特性影响外,还受到众多因素的影响,例如外源激素种类和浓度、扦插基质、插穗类型等均对穗条的生根具有重要的影响^[20]。在这些因素中,生长调节剂是最为关键的因素,生长调节剂对不定根形成具有重要的调控作用,它能显著诱导根原基的产生,进而促进不定根的形成^[21]。ABT1[#]生根粉是目前应用十分广泛的一种生根调节剂,它主要由不同比例萘乙酸(NAA)和吲哚丁酸(IBA)组成,对许多难生根的木本植物的生根均具有良好的促进效果^[19]。本研究也发现,ABT1[#]浓度对杉木穗条生根具有极为显著的影响($P < 0.01$),但浓度过高则不利于杉木穗条的生根。苏治南等也认为ABT1[#]浓度越低,杉木扦插根系生长越好,结果表明,100 mg/L 的 ABT1[#]能较好地促进 23 年生母树收集的穗条生根,生根率达 96% 以上^[10]。而在本研究条件下所得杉木穗条最高生根率仅为 86.68%,明显低于苏治南等的研究结果^[10],这可能与插穗来源、穗条年龄、扦插时间等的不同有关。上述结果表明,外源 ABT1[#]处理可有效促进杉木穗条的生根,而且不同 ABT1[#]浓度对杉木扦插生根具有不同的影响,过高的浓度对穗条生根具有显著的抑制效应。此外,综合正交试验结果可以得出,020 杉木优良无性系穗条扦插生根的优化组合方案为穗条长度为 10 cm,ABT1[#]浓度为 250 mg/L,切口类型为平切口。

研究表明,穗条的生根能力与植物内源激素含量密切相关,外源生根剂可以通过调控内源激素的含量,进而实现对穗条不定根诱导和生长发育的调控^[22-23]。的确,本研究也发现在扦插初期高浓度 ABT1[#]处理(T9)的杉木扦插穗条内源 IAA 含量明显高于低浓度 ABT1[#]处理(T5)的穗条 IAA 含量,而且在整个扦插过程不同时期 T9 处理的穗条内源 IAA 含量均明显高于 T5 处理的穗条 IAA 含量,进一步证实了关于外源激素处理对内源激素含量调控的作用。IAA 是诱导不定根形成的主要激素之一,IAA 能显著诱导根原基的启动,增加根原基数量^[24-25]。然而,本研究中发现,在生根率较高的 T5 处理中 IAA 含量较低,而生根率较低的 T9 处理中 IAA 含量较高,这可能是由于杉木穗条对生长素较为敏感,对生长素表现出低促高抑的现象。此外,不同生长时期穗条内源 IAA 含量动态变化趋势表明,在芽形成时期(20 d)须要促进其体内 IAA 的积累来诱导根原基的启动和发育,而在侧根大量形成时期(30 d)则须要消耗大量的 IAA 来促进侧根的伸长。ABA 通常表现为抑制植物不定根的形成^[26],在杉木扦插生根过程的不同时期,具有较高生根率的 T5 处理内源 ABA 含量明显低于具有较低生根率的 T9 处理,上述结果进一步表明,外源 ABT1[#]处理不但可以通过影响 IAA 含量来调控杉木穗条生根数量,而且可以通过降低 ABA 的合成或促进 ABA 降解来降低穗条内源 ABA 的含量,从而提高杉木穗条的生根率,这与前人研究结果^[27]一致。除了 ABA 能抑制植物不定根诱导和发育外,研究表明,细胞分裂素也是抑制不定根根原基形成的主要抑制剂^[28]。本研究中发现杉木扦插生根过程的不同时期,穗条内源 ZT 含量逐渐降低,而且在不定根形成时期内源 ZT 下降趋势更为明显,因此,外源 ABT1[#]处理通过加速 ZT 的降解,来减轻 ZT 对不定根形成的抑制,促进根原基的形成和发育,最终提高扦插穗条生根数量。

综上所述,在杉木穗条不定根形成过程中,ABT1[#]生根粉

通过增加内源 IAA 含量与降低内源 ABA 和 ZT 含量来实现对杉木穗条生根过程的调控。关于低浓度外源生根粉通过何种途径改变内源激素含量以及内源激素通过何种途径对不定根的诱导和发育进行调控的作用机制有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 薛爽,叶义全,饶丽莎,等. 杉木遗传转化中抗生素种类和浓度的筛选[J]. 四川农业大学学报,2017,35(2):227-233.
- [2] 韩吉思,玉志鹏,王芳,等. 生长调节剂及基质对杉木微扦插生根的影响[J]. 林业与环境科学,2017,33(3):44-47.
- [3] 叶丽华. 杉木优良无性系扦插育苗试验[J]. 福建林业科技,2015(2):132-135.
- [4] 杨家鸿,罗扬卓,苏治南,等. 基质和插穗类型对杉木扦插生根的影响[J]. 广东农业科学,2013,40(23):35-38.
- [5] 高振华. 杉木优良无性系扦插育苗经济效益分析[J]. 浙江林业科技,1992,12(4):1-5.
- [6] 胡伯智,厉荣良,冯建国. 杉木优良家系实生苗与扦插苗造林效果比较[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),1999,23(4):74-75.
- [7] 广西林科所. 杉木老枝扦插生根试验初报[J]. 福建林业科技,1976(1):62-66.
- [8] 何振革,黄开勇,陈琴,等. 生根处理和扦插时间对杉木容器扦插育苗效果的影响[J]. 广西林业科学,2017,46(2):215-218.
- [9] 吴鹏飞,马祥庆,黄木生,等. 提高杉木优良无性系插穗生根能力[J]. 福建林学院学报,2007,27(4):337-342.
- [10] 苏治南,陈诗文,杨家鸿,等. 不同生根剂对杉木扦插根形态建成的影响[J]. 基因组学与应用生物学,2013,32(6):787-794.
- [11] 孙玮玮. 试析杉木优良无性系扦插育苗试验[J]. 绿色科技,2017(1):102-103.
- [12] 陈忠林,李国新,黎颖锋,等. 杉木短穗扦插苗与实生苗生长对比研究[J]. 河北林果研究,2004,19(1):6-10.
- [13] 陈代喜,张文娇,葛海雷,等. 杉木无性系扦插育苗试验初报[J]. 广西林业科学,1995,24(2):33-37.
- [14] 马英,严明学. 杉木嫩枝扦插不定根形成的解剖学研究[J]. 华中农业大学学报,1998,17(1):81-83.
- [15] 游水林,代仕高. 杉木无性系扦插育苗技术[J]. 四川林业科技,2000,28(4):23-26.
- [16] 江功汝,莫若坚,李洁钦,等. 杉木无性系扦插苗造林效果分析[J]. 广东林业科技,1994(增刊1):27-30.
- [17] 唐尚格,夏玉先,裴炎. 间接酶联免疫法测定植物内源激素[J]. 西南农业大学学报,1991,13(2):183-186.
- [18] 洪晓松,郑舒文,王昊. ABT1[#]号生根粉对美国红枫“太阳谷”扦插繁殖的影响[J]. 江苏林业科技,2017,44(3):41-44.
- [19] 刘振华,童方平,李贵,等. 青钱柳扦插过程中内源激素变化研究[J]. 湖南林业科技,2016,43(1):16-25.
- [20] Ritchie G A. The commercial use of conifer rooted cuttings in forestry: a word over view[J]. New Forests,1991,5(3):247-275.
- [21] 冯梅. 棱枝山矾扦插繁殖技术和生根机理研究[D]. 南京:南京林业大学,2011.
- [22] Henrique A, Campinhos E N, Ono E O, et al. Effect of plant growth regulators in the rooting of *Pinus* cuttings[J]. Brazilian Archives of Biology and Technology,2006,49(2):189-196.
- [23] Haissig B E. Influence of indoly-3-acetic acid on adventitious root primordia of brittle willow[J]. Planta,1970,95:27-35.

秦江南,郭永翠,王 博,等. 氮肥与甲哌镈耦合对主干形核桃品质及土壤氮素的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(24):108-113.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.24.026

氮肥与甲哌镈耦合对主干形核桃品质及土壤氮素的影响

秦江南^{1,3,4}, 郭永翠^{2,3,4}, 王 博⁵, 孙浩洋⁵, 武鹏宇², 张 锐²

(1. 新疆阿克苏地区林业技术推广服务中心, 新疆阿克苏 843000; 2. 塔里木大学植物科学学院, 新疆阿拉尔 843300;

3. 新疆生产建设兵团塔里木盆地生物资源保护利用重点实验室, 新疆阿拉尔 843300;

4. 新疆特色果树高效优质栽培与深加工技术国家地方联合工程实验室, 新疆阿拉尔 843300;

5. 塔里木大学生命科学学院, 新疆阿拉尔 843300)

摘要:为探讨主干形核桃高产优质栽培的理论基础,选择 8 年生主干形新温 185 核桃为试材,设置不同梯度氮肥与甲哌镈耦合模式,研究其对核桃品质和土壤氮素利用的影响。整个生育期内核桃结果枝节间增长长度在同等氮肥条件下呈“下降—上升”的变化趋势,在成熟期 A2B3 处理下核桃节间增长长度出现最低,为 0.43 cm。在核桃的 4 个生育期内均出现随土层的深度增加而土壤含氮量降低的变化趋势,在油脂转化期 20~40 cm 土层土壤含氮量均低于同期对照,在 16.31~34.03 mg/kg 范围内变化。A2B3 耦合处理下核桃果实三径、单果质量、总糖含量、蛋白质含量、总酚含量均高于对照,而单宁含量却最低,为 1.19%。甲哌镈的喷施浓度为 800 mg/L、氮肥施入水平为 3 271.73 kg/hm² 时,可显著提高核桃对土壤氮素的吸收和利用以及核桃产量。

关键词:核桃;甲哌镈氮肥耦合;土壤氮含量;品质

中图分类号: S664.101 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)24-0108-06

核桃(*Juglans regia* L.)是核桃科胡桃属木本油料,又称胡桃,其坚果果仁含有丰富的黄酮、维生素 E 和不饱和脂肪酸,具有防治血栓、降血压和抗衰老的特殊功效。我国是核桃生产大国,有着 2 000 多年的栽培历史,国内核桃种植分布广泛且品种资源丰富^[1-5]。近年来,核桃主干形因其丰产早、成形快、整枝简单、便于机械化等优点逐渐成为研究热点^[6]。然而主干形核桃由于见效快、结果早、产量高等特点,易造成树体养分消耗过大,加之生产中普遍存在果农对核桃需肥规律不明确,易出现施氮不足或施氮过量的 2 个极端,造成树体营养生长过慢或过旺,导致核桃产量和品质急剧下降^[7]。甲哌镈(1,1-dimethyl-piperidinium chloride,简称 DPC)^[8]作为一种可以阻断植株体内赤霉素的合成,从而控制植株徒长,

促进植株根系活力和产量器官发育的植物生长延缓剂^[9]。前人多以红枣、香梨、苹果为研究对象比较甲哌镈不同施用方式、喷施浓度对果树整形、产量的影响^[10-12],而关于甲哌镈对核桃的品质和控制徒长上的研究较少。因此,本试验以主干形核桃果实品质和土壤氮素含量为研究对象,分析比较能提高核桃产量和品质的最佳氮肥施入量和最适甲哌镈喷施浓度,为核桃的科学管理、提质增效提供重要理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于新疆生产建设兵团第一师三团核桃高新生产示范园内(40°23'N、80°03'E),地处塔克拉玛干沙漠边缘,光热资源丰富,昼夜温差大,年平均气温 11℃,最高气温 43.9℃,最低气温 -27.1℃,无霜期平均 207 d,≥0℃年积温 4 620.8℃,全年太阳总辐射量 142 kcal/cm²,年平均日照 2 793.4 h,年平均降水量 65 mm,年平均蒸发量 2 337.5 mm,气候干燥适宜干果生产。

1.2 材料与方法

1.2.1 试验材料 供试材料为 8 年生主干形新温 185 核桃,

收稿日期:2018-08-20

基金项目:新疆生产建设兵团第一师阿拉尔市科研课题“主干结果树形的构建与示范推广”(编号:2017YY20)。

作者简介:秦江南(1995—),男,河南南阳人,硕士研究生,研究方向为果树栽培。E-mail:1043207489@qq.com。

通信作者:张 锐,博士,教授,研究方向为核桃高产栽培及分子育种。E-mail:zhrghs@163.com。

[24] Casimiro I, Marchant A, Bhalerao R P, et al. Auxin transport promotes *Arabidopsis* lateral root initiation[J]. *The Plant Cell*, 2001, 13(4): 843-852.

[25] Husen A, Pal M. Metabolic changes during adventitious root primordium development in *Tectona grandis* Linn. cuttings as affected by age of donor plants and auxin(IBA and NAA) treatment[J]. *New Forests*, 2007, 33(3): 309-323.

[26] 欧阳芳群,付国赞,王军辉,等. 欧洲云杉扦插生根进程中内源激素和多酚类物质变化[J]. *林业科学*, 2015, 51(3): 155-162.

[27] 詹亚光,杨传平. 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.

[28] 周再知,刘式超,张金浩,等. 外源 IBA 对裸花紫珠扦插生根和内源激素含量变化的影响[J]. *热带作物学报*, 2016, 37(6): 1075-1080.