

# 多效唑对核桃生长发育的影响及其生理基础\*

朱丽华 曹庆昌 李明亮

**摘要** 对8年生晚实嫁接核桃树,于春季新梢长15 cm左右时进行多效唑叶面喷施处理,试验结果表明,1000~2000 ppm浓度的多效唑可显著抑制核桃树营养生长,以2000 ppm处理树于8月27日调查结果为例,新梢长度、节间长度、新梢粗度、干径和叶面积分别比对照降低61.5、21.4、29.1、28.2和59.9%。单株坚果数和产量分别比对照增加57.9和64.9%。多效唑对核桃树的生理效应包括:降低GA<sub>3</sub>、IAA和ABA水平,增加叶绿素、可溶性糖和蛋白质含量,对坚果品质影响不大。讨论了多效唑对核桃树的可能作用机理。

**关键词** 核桃、多效唑(PP<sub>333</sub>)、内源激素、营养物质

核桃(*Juglans regia* L.)是经济价值较高的经济林树种。目前,我国核桃生产中普遍存在着幼树结果晚、早期丰产性差和大树产量低等问题,致使核桃生产效益一直较低。实践证明,核桃晚实低产的原因主要为树体营养生长过旺所致。因此,如何协调营养生长和生殖生长之间的关系是核桃生产中急需解决的一个关键问题。

多效唑(PP<sub>333</sub>)是一种新型的植物生长延续剂,多种果树上的应用都证明其具有抑制营养生长,促进生殖生长,提高产量而不影响品质的良好作用<sup>[1-4]</sup>。已有报道表明多效唑可以提高核桃产量<sup>[5]</sup>。但未见国内外有关多效唑影响核桃生长发育的生理机制研究的报道。本研究拟从生长发育和生理基础两方面对多效唑在核桃上的应用效果及作用机制作一综合探讨,为多效唑在核桃上的应用提供依据。

## 1 材料和方法

试验于1991~1992年在北京市林业果树研究所晚实核桃试验园进行。受取材树所限,试验采用两个品种进行。①以8年生嫁接树东岭6号为试材做生长发育观察。于1991年5月7日(新梢长15 cm左右时)进行多效唑叶面喷施处理,浓度分别为1000和2000 ppm,清水作对照。每树用药量约3 kg(叶面滴水为度)。处理后定期调查新梢长度、粗度和节数,至新梢停止生长为止。生长季末调查叶面积、干径、单株果数、单果重、坚果特性并分析主要品质指标(脂肪酸、蛋白质和单宁)。②以8年生嫁接树中英水1号为试材做生理分析。喷药时间为1992年4月22日(新梢长15 cm左右),施用浓度为2000 ppm,施法同上。处理后定期采样分析叶片叶绿素、可溶性糖和蛋白质含量,取树冠中上部中短枝梢尖或顶芽分析内源

1992-12-29收稿。

朱丽华副研究员(中国林业科学研究院林业研究所 北京 100091);曹庆昌,李明亮(北京市农科院林业果树研究所)。

\*中国林业科学研究院科学基金资助项目。试验分析得到王蕊、周银莲、阮大津、王文芝和李京寅的大力协助,谨此致谢。

激素GA<sub>3</sub>、IAA 和 ABA 含量。所有处理均以单株为小区，重复 3 次。

分析方法：用丙酮比色法测定叶绿素，用 Buch 自动定氮仪测定蛋白质，用萘酚比色法测定可溶性糖，参考 Hardin 等<sup>[9]</sup>方法测定内源激素。

## 2 结果与分析

### 2.1 多效唑对核桃生长量的影响

2.1.1 对新梢长度、粗度和平均节长的影响 从表 1 看出，多效唑处理可显著降低核桃新梢的长度和粗度，并缩短其节间长度，以 2 000 ppm 浓度处理为例，喷施后 1 个月（6 月 8 日）处理树的枝长、枝粗和平均节长即几乎停止生长，而对照树枝长和枝粗则至调查期末仍有一定量增长。从 1 000 和 2 000 ppm 两个浓度看，1 000 ppm 处理树的枝长、枝粗和平均节长均大于 2 000 ppm 处理树，且停止生长期晚于 2 000 ppm 处理树，这表明浓度为 2 000 ppm 时，对树木生长的抑制作用更强。

表 1 多效唑对核桃新梢生长的影响

(单位: cm)

时 期 (1991—月—日)	0 (ppm)			1 000(ppm)			2 000(ppm)		
	枝 长	枝 粗	节 长	枝 长	枝 粗	节 长	枝 长	枝 粗	节 长
05—17	42.7	0.96	5.11	33.8*	1.01	3.70*	32.1*	0.95	4.05*
05—27	61.5	1.13	4.66	41.1*	1.10	3.36*	33.9*	1.01	3.35*
06—08	77.2	1.27	4.49	48.3*	1.18	3.00*	34.1**	1.03*	3.37*
06—17	80.7	1.37	4.19	49.7*	1.21*	2.90	34.1**	1.04*	3.37
06—27	85.5	1.41	4.18	50.3*	1.23	2.93*	34.1**	1.04*	3.37
07—07	87.8	1.46	4.27	50.3*	1.24	2.93*	34.1**	1.05*	3.37
08—27	88.5	1.48	4.30	50.4**	1.26	2.94*	34.1**	1.05*	3.38

注：\* 示 5% 显著水平，\*\* 示 1% 显著水平，以下表类同。

2.1.2 对叶面积和干径的影响 由表 2 可见，处理树的叶面积和干径明显小于对照树，如 2 000 ppm 处理树叶面积为 48.13 cm<sup>2</sup>，为对照树的 71.8%，干径为 0.83 cm，仅为对照树的 40.1%。两种处理浓度间叶面积和干径也有明显差异。

表 2 多效唑对核桃树叶面积和干径生长的影响

浓度(ppm)	叶 面 积		干 径	
	生长量(cm <sup>2</sup> )	占对照(%)	净增长量(cm)	占对照(%)
0	67.08	100	2.07	100
1 000	54.29**	80.9	1.83	88.4
2 000	48.13**	71.8	0.83*	40.1

注：调查时间：叶面积为 1991—07—09，干径为 1992—03~1992—10 的净增长量。

### 2.2 多效唑对核桃树产量及坚果品质的影响

2.2.1 对坚果数、单果重和产量的影响 从表 3 看出，多效唑处理可以明显增加单株果数和单株产量，例如 2 000 ppm 处理单株果数为 60 个，比对照增加 57.9%，株产为 772.2 g，比对照增加 64.4%。处理树单果干重也略高于对照树，但增长幅度较小。从两种处理浓度来看，2 000 ppm 处理对单株果数和单株产量的影响远大于 1 000 ppm。

表3 多效唑对核桃树座果及产量的影响

浓度(ppm)	单株果数		单果重(干重)		单株产量(干重)	
	果数(个)	比对照增加(%)	重量(g)	比对照增加(%)	产量(g)	比对照增加(%)
0	38	0	12.33	0	468.35	0
1 000	41	7.9	12.57	1.9	515.37	10.0
2 000	60	57.9	12.87	4.4	772.2	64.9

注:调查时间为1992—09。

2.2.2 对坚果品质特性的影响 对坚果外观(果壳色泽、整齐度、果形等)、壳厚度、果仁特性(颜色、取仁难易,饱满度、风味)、出仁率等特性测定观察表明,多效唑对上述特性没有明显影响。从表4可以看出,不同浓度多效唑处理,对核仁脂肪酸、蛋白质和单宁等成分的影响不明显。

多效唑对核桃树营养生长的抑制效果和对生殖生长的促进作用,在同时处理的其他几个核桃品种树上也得到了证实(结果待发表)。

表4 多效唑对核桃坚果脂肪酸,蛋白质、单宁含量的影响

浓度(ppm)	蛋白质(%)	脂肪酸(%)	单宁(%)
0	13.12	69.81	1.09
1 000	12.87	69.47	0.99
2 000	13.02	71.64	0.96

注:测定时间为1991—09。

### 2.3 多效唑影响核桃树的生理基础

2.3.1 对叶绿素含量的影响 从外观看,处理后10 d就可明显观察到处理树叶片变绿、变厚,此后出现明显皱缩。对叶绿素含量动态分析表明,除第一次叶样外,其他时期处理树叶片的叶绿素含量均高于对照树(图1),其增加幅度随采样时期的推后而加大,增加范围为5.2%~7.8%。这与在苹果、梨、樱桃上的研究结果一致<sup>[1,2]</sup>。

2.3.2 对叶片可溶性糖含量的影响 从图2可见,在整个采样期间,处理树叶片可溶性糖含量均明显高于对照树,其中尤以处理后27 d(5月19日)增加幅度为大,增加量达83%。处理后2个多月时(6月30日)叶片可溶性糖含量急剧下降,与对照树基本持平。

2.3.3 对叶片蛋白质含量的影响 由图3可以看出,处理树蛋白质含量的变化较大,在处理后一周时(5月13日),处理树叶片蛋白质含量略低于对照树,此后迅速增长,并在较长时期内含量高于对照树,但处理1个多月后含量急剧下降,6月底时含量则低于对照树。

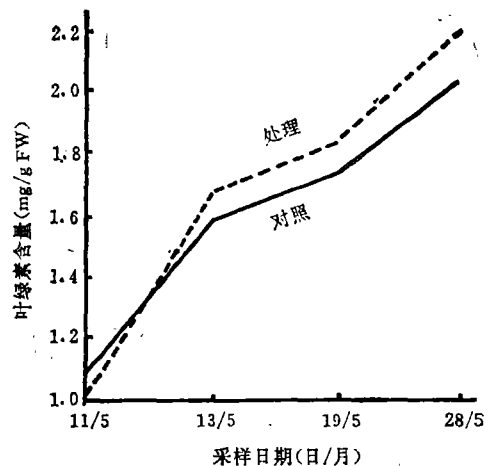


图1 多效唑对叶绿素含量的影响

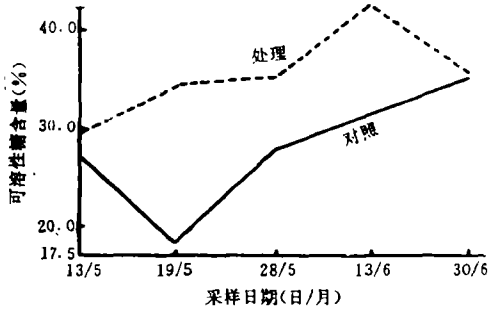


图2 多效唑对叶片可溶性糖含量的影响

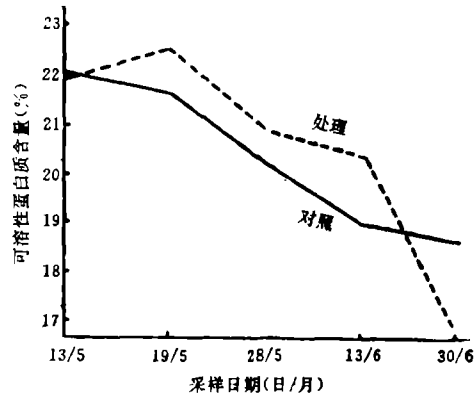


图3 多效唑对叶片可溶性蛋白质含量的影响

2.3.4 对内源激素  $GA_3$ 、IAA 和 ABA 含量的影响 从图 4 可见,多效唑对核桃树内源激素  $GA_3$ 、IAA 和 ABA 水平均有降低作用。 $GA_3$  含量除 5 月 8 日与对照相近外,5 月 23 日至 6 月 26 日期间的含量均低于对照。IAA 含量前期(处理后一个月内)低于对照树,但后期(处理后两个多月)又有较大增加。ABA 在处理 10 d 内含量及下降幅度均明显低于对照树,处理后 1 个多月则与对照接近。这说明多效唑处理对  $GA_3$  含量的作用期较长,而对 ABA 含量的影响期较短。本研究结果与在苹果、水稻、西葫芦上所得的结果较一致<sup>[1]</sup>。

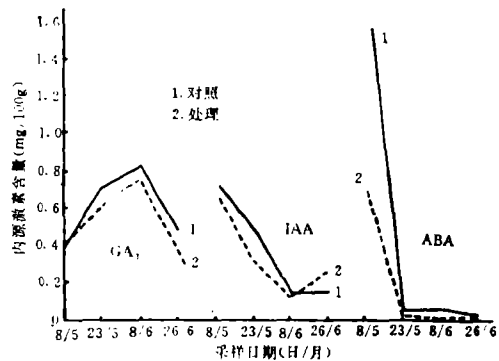


图4 多效唑对内源激素含量的影响

### 3 讨论

苹果、梨、桃等水果类果树的大量试验表明,多效唑对果树生长的主要形态学效应包括:减少新梢的延长生长,缩短节间长度,降低叶面积,增加叶片厚度,增加花芽数量和提高座果率<sup>[1,2]</sup>。本试验结果表明,多效唑对干果类果树核桃也具有同样作用,而且可以大幅度提高单株坚果数和单株产量,不影响坚果品质。这对树体生长易于偏旺的核桃树而言,多效唑应是一种应用潜力较大的生长调节剂。

有关多效唑的作用机理,目前普遍认为其对植物生长的抑制作用主要通过抑制赤霉素的生物合成来实现,这在苹果、西葫芦和水稻等植物上已有证实<sup>[1-3]</sup>。本研究也证明多效唑确实降低核桃内源激素  $GA_3$  水平,对内源激素 IAA 和 ABA 含量也有不同程度降低。此说明多效唑对生长发育的影响不仅仅与某一激素水平有关,其可能涉及到多种激素含量的变化和这些激素之间平衡状态的改变。

本试验从叶绿素、可溶性糖、蛋白质和内源激素水平方面对多效唑影响核桃生长发育的生理基础作了初步探讨。从所得结果看,处理树可溶性糖和蛋白质含量明显高于对照树,这

些物质的增加除与树体生长受抑制,营养物质消耗减少有关外,还与处理树叶绿素含量增加,光合能力增强有关。核桃由营养生长向生殖生长的转变是一个复杂的质变过程,中间涉及到对大量营养和能量物质的需求,营养物质的积累将有利于花芽的分化和形成。本试验中处理树可溶性糖和蛋白质含量增高期与核桃花芽分化期相吻合正好说明了这一点。在苹果、梨、桃等果树上的试验也得到了类似结果<sup>[1,2,7]</sup>。综合上述分析,可以认为,多效唑影响核桃生长发育的机制可能在于,通过调节内源激素含量变化抑制营养生长,进而影响体内营养与能量物质的合成与分配,营养物质的积累促进树体由营养生长向生殖生长的转变,从而最终达到成花多、座果多、结实多和产量增加的效果。

### 参 考 文 献

- 1 黄卫东. PP<sub>333</sub>——一种新的植物生长延续剂. 园艺学报, 1988, 15(1):27~32.
- 2 黄海. PP<sub>333</sub>对果树生长及生理的影响. 果树科学, 1990, 7(1):54~59.
- 3 Steffens G L, Wang S Y, Faust M. Growth, Carbohydrate, and Mineral Element Status of Shoot and Spur Leaves and Fruit of "Spartan" Apple Trees with Paclobutrazol. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1985, 110(6):850~855.
- 4 Li S H, Bussi C, Atger P. Rapidity and Duration of Paclobutrazol Effects on Growth and Cropping in Peach in Relation to Application Method and Concentration Used. Plant Growth Regulator Abstracts, 1989, 15(2):387.
- 5 Kuroпка B. Can the Yields of Walnuts be Increased by Growth Regulators? Erwerbsobstbau, 1989, 31(5):127~129.
- 6 Hardin J M, Stutte C A. Analysis of plant Hormones Using High Pressure Liquid Chromatography. J. of Chromatography, 1981, 208:124~128.

## *The Effect of Paclobutrazol on the Growth and Development of Walnut and Its Physiological Mechanism*

Zhu Lihua Cao Qingchang Li Mingliang

**Abstract** In this paper, the effect of paclobutrazol on the growth and development of walnut and its physiological mechanism were studied. The results showed that paclobutrazol (1 000~2 000 ppm) could significantly depress the growth of shoot (decreased the length and thickness of shoots), reduce the trunk diameter and single leaf area, increase the number of nuts and greatly raised the yield per plant. The physiological effects of paclobutrazol on walnut were as follows: increase the concentrations of chlorophyll, soluble sugar and protein in leaves, reduce the contents of GA<sub>3</sub>, IAA and ABA in shoot tips or buds, and had no influence on the quality of nuts. The paper also discussed the possible mechanism of paclobutrazol affecting walnuts.

**Key words** walnut, paclobutrazol, hormones, nutrient substances

Zhu Lihua, Associate Professor (The Research Institute of Forestry, CAF Beijing 100091), Cao Qingchang, Li Mingliang (Institute of Forestry and Fruit Trees, Beijing Academy of Agriculture).