

# 生长调节剂与板栗生长、 成花及结果的研究\*

朱长进                      刘庆香

(中国林业科学研究院林业研究所)                      (河北省昌黎果树研究所)

赵丽华 巨关升 王蕤

(中国林业科学研究院林业研究所)

**摘要** 应用生长调节剂对板栗处理的结果表明, BA 1 000 ppm 促进了结蓬量、出实率及单株产量而抑制了新梢的粗生长和叶片扩大; 青霉素 150 ppm 和自配的稀土制剂 RS 300 ppm 都能增加出实率, 前者能明显促进雌性成花并对抑制新梢伸长生长有一定作用, 后者则加速了新梢的粗生长; 自配的生长调节剂 MN 500 ppm 在雌性成花、结蓬量、出实率和单株产量四个方面具有显著的促进作用, 而且无其它方面的不良影响; PP<sub>333</sub> 500 ppm 在一定程度上能提高结实率并减缓新梢伸长生长, 同时也抑制了叶片扩大; GA<sub>3</sub> 200 ppm 尽管能增加结实率, 但主要表现为加速新梢伸长生长, 减少结蓬量, 抑制雌性成花, 降低雌雄比例, 显示出雄性化趋势。对内源激素的分析结果也表明, 较高浓度的 GA<sub>3</sub> 更利于雄花分化及发育。

**关键词** 板栗 生长调节剂 雌花形成 结实

板栗在我国有广泛的分布及大面积生产栽培, 但长期来单产一直很低。其原因除了种性之外, 一个很重要的因素就是树体本身雌性成花少, 出实率低, 其中包括较高的空蓬率。在此之前的一些研究曾指出, 通过修剪措施、施尿素及磷肥等可以有效地增加雌花量或雌雄花比, 甚至提高产量<sup>[1~3]</sup>。本研究试图通过植物生长调节剂的处理及对内源激素的分析, 了解并阐述它们对板栗生长、开花和结实的影响, 从而寻求有效地促进雌花和结实的化学控制技术及其依据。

## 1 材料与方 法

试验于1990年3月~1991年11月在河北省昌黎果树研究所板栗试验园内进行。供试无性系品系或品种为107、3113、后20、2399、官厅10。树龄13~15年生。

本文于1991年11月25日收到。

\*本研究得到了人事部回国留学人员基金和中国林科院基金的资助。

## 1.1 处理方法

1.1.1 赤霉素(GA<sub>3</sub>)单因子处理 春季萌发前分别以50、100、200 ppm GA<sub>3</sub>+0.5%尿素+0.2%硼酸进行喷布处理,清水做对照。刚萌动时处理第2次。各处理2株,重复3次,随机区组排列,当年盛花期进行雌雄花调查,10月进行结实调查。

6月底7月初,分别以GA<sub>3</sub>50、100、200 mg的剂量从主干离地面40 cm处注射溶液至木质部,清水做对照,每个处理4株,随机排列。

在主枝基部,将韧皮部纵向刻伤约5 cm,以GA<sub>3</sub>50 mg剂量的水溶性颗粒(日本产)进行包埋,同一株的对应主枝做对照。分别在6月10日、20日、30日各处理一次。同时,设单独植株,在相应的主枝上刻伤做对照。一年后进行结果调查。

1.1.2 多因素处理 表1中的各处理除对照外同时加0.5%尿素和0.2%硼砂做为辅助剂,0.1%吐温-20为展着剂。整株喷布。单株小区,重复3次,随机区组排列。当最初的雄花序刚开始露出时喷布第一次,两周后进行第二次喷布处理。

## 1.2 各指标的调查方法

新梢:新梢停止生长时,每株在树冠四周外围取10个结果枝,测其长和基部第4节间处的直径。

叶:每株在树冠四周外围随机取10片叶,测其长和宽。

雌雄花数:花期在每株树冠四周外围随机取9个结果母枝或开花母枝,每3个为1组计算其平均母枝上的雌雄花序数。

结蓬数:与雌花数的调查方法相同。时间在采果前。

结实数:每株随机取20个蓬并计算平均每蓬的栗果粒数。

出实率:每株随机取20个蓬,计算其中栗果所占的重量百分比。

株产:全株总蓬数与出实率之积。

## 1.3 内源激素及栗果品质的分析方法

内源激素分析的前处理根据Hardin的方法<sup>[4]</sup>,但为避免细胞分裂素类的损失,又在流程中增加了正丁醇的提取。用高压液相色谱法测定激素的工作由中国林科院分析中心完成。

栗果品质的分析包括测定维生素C(V<sub>C</sub>)、可溶性糖、淀粉和蛋白质含量四项内容,均由河北省昌黎果树研究所中心化验室完成。

## 2 结果与分析

### 2.1 GA<sub>3</sub>单因子处理效应

在春季萌动前后以50、100、200 ppm GA<sub>3</sub>对栗树进行喷布,在秋季以GA<sub>3</sub>50 mg的剂量对主枝做包埋,这两种处理的雌雄花数量及结实情况与对照相比都无显著差异。

秋季经GA<sub>3</sub>溶液注射处理的板栗主干雌花数量都大幅度减少(表2)。每株50 mg处理的

表1 处理设计

处理号	处理内容	浓度(ppm)
1	清水(对照)	—
2	BA(6-苄基嘌呤)	1 000
3	MN(自行开发的生长调节剂)	500
4	GA <sub>3</sub> (赤霉素)	200
5	CEPA(乙烯利)	1 000
6	PP <sub>333</sub> (多效唑)	500
7	青霉素(80万单位)	150
8	RS(自行开发的稀土制剂)	300

雌花数量比对照减少76.6%，差异极显著。每株100 mg处理减少48.5%，差异显著。每株200 mg处理减少86.8%，差异极显著。各个处理的雄花序数量与对照相比无显著差异，仅从表2直观地看，低剂量的GA<sub>3</sub>处理的雄花数量有所增加，当GA<sub>3</sub>的处理剂量增大时，雄花数量稍有减少。但对雄花数与雌花数的比例分析指出，GA<sub>3</sub>处理都比对照增大，分别是对照的4.37、1.24和5.91倍，表现出较强的雄性化趋向。

## 2.2 各不同化学处理结果及其比较

在春季萌发之后，分别以不同的化学试剂同时进行喷布处理，并在10个不同的指标上对这些处理进行结果调查及统计分析。方差检验结果表明，所有处理对叶宽及单果重都无影响，在其余8个指标上的差异都达到了显著或极显著的水平。而且不同品种或品系对各处理的反应方向是一致的。用LSD法<sup>[6]</sup>进行平均值的统计分析结果见表3。

表3 不同化学处理对板栗生长、成花及结实的影响

处 理	对照(水)	BA	MN	GA <sub>3</sub>	CEPA	PP <sub>333</sub>	青霉素	RS
		(1000 ppm)	(500 ppm)	(200 ppm)	(1000 ppm)	(500 ppm)	(150 ppm)	(300 ppm)
新梢长(cm)	30.3	30.2	30.2	35.6**	—	29.9	28.8	31.1
新梢直径(cm)	0.65	0.59**	0.67	0.66	—	0.66	0.65	0.72**
叶 长(cm)	17.9	16.5*	16.9	18.3	—	16.5*	16.9	16.8
雌花/枝(个)	3.15	4.41	4.96**	2.70	0	4.41	5.15**	3.15
蓬/母枝(个)	3.86	5.52**	6.19**	2.54**	—	3.70	4.72	4.52
果/蓬(个)	2.17	2.47	2.25	2.23	—	2.25	2.13	2.40
出实率(%)	33.8	39.3**	37.5**	36.2**	—	35.8*	35.9**	36.7**
株 产(kg)	2.3	4.1*	4.0*	2.2	—	2.0	3.4	3.5

注：表中\*为与对照比差异显著，\*\*为差异极显著。

在所有8个处理因素中，CEPA对树体产生了药害，表现出叶畸形甚至部分脱落，所以仅对平均母枝上的雌花量做了调查分析。

2.2.1 对新梢生长的影响 GA<sub>3</sub> 200 ppm处理极显著地促进了新梢的伸长生长(表3)，比对照增长达17.5%，对新梢的粗生长却无明显影响，它加剧了营养生长与生殖生长的矛盾，从源一库关系来看它减少了养分向储藏库方向的运转分配，不但有损于当年结果，而且将降低枝条和芽子的充实度，并影响花芽分化及来年结果，同时还将加快结果部位的上移或外移，扩大无效空间。PP<sub>333</sub> 500 ppm和青霉素150 ppm处理的新梢伸长生长表现出减弱趋势，但与对照相比差异不显著，对新梢的粗生长未表现出任何影响。MN 500 ppm处理对新梢伸长生长和粗生长均未表现出变化，BA 1000 ppm处理和RS 300 ppm处理对伸长生长无影响，但前者显著地降低了新梢的粗生长，幅度达9.2%，RS则极显著地促进了粗生长，幅度达10.8%，所以RS处理对花芽分化及来年结果将是有利的。

2.2.2 对叶片生长的影响 BA和PP<sub>333</sub>处理显著地延缓了叶片的纵向生长，由于所有处理均对叶片宽度无影响，所以这两个处理对叶片大小表现出的是明显的负效应。其它各处理则

表2 GA<sub>3</sub>注射处理对成花的影响

指 标	GA <sub>3</sub> (mg/株)			
	对照	50	100	200
雌花/母枝(个)	1.36	0.44**	0.70*	0.18**
雄花/母枝(个)	13.56	19.19	8.63	10.6
雄花/雌花	9.97	43.61	12.33	58.89

注：\*为显著，\*\*为极显著。

对叶片大小未表现出显著效果。一般地讲,叶片增大将有利于结果。

**2.2.3 对雌花量的影响** 对平均母枝上的雌花数量进行统计分析的结果指出, MN 处理显著地增加了雌花量, 青霉素处理则极显著地增加了雌花量, 分别达57%和63%以上, 表明这两种处理在雌性成花上有明显的促进作用。同时, 与对照相比 BA 和 PP<sub>333</sub> 处理表现出雌花量增加的趋势, 可达40%; GA<sub>3</sub> 处理则有减少雌花量的趋势, 达14%以上。但这三种处理均未表现出显著的增加或减少雌花量的效果。RS 处理则完全无变化。CEPA 1 000 ppm 处理可能由于其本身的作用及药害原因导致完全无雌花, 雄花序的发育反而有所加强, 至少表明 CEPA 对雄花序发育的促进作用。

**2.2.4 对结蓬量的影响** 在所有处理中, 以 MN 处理的效果最好, 平均母枝上的结蓬量比对照增加60%以上, 差异极显著。其次是 BA 处理, 增加达43%, 差异也极显著。青霉素和 RS 处理的结蓬量也有所增加, 同为17%以上, 但差异达不到显著水平, 仅是显示出增加趋势。PP<sub>333</sub> 处理略有减少或可以认为无变化。只有 GA<sub>3</sub> 处理导致了结蓬量大幅度降低, 达34%以上, 与对照差异极显著, 这与前述 GA<sub>3</sub> 明显加速新梢伸长生长的结果不无相关。

**2.2.5 对平均栗蓬中栗果数的影响** 方差分析的结果曾表明各处理间具有显著差异。但进一步对平均值进行统计检验的结果认为, 所有处理效果均不显著, 表明它们未能导致栗蓬中栗果数的变化。

**2.2.6 对出实率的影响** 大多数的处理都极显著地提高了出实率, 其中以 BA 处理的效果最高, MN 次之, 分别比对照提高16.3%和10.9%。PP<sub>333</sub> 处理也有效地提高了出实率, 达显著水平, 但其效果低于其它各处理。出实率这一指标包含了平均栗蓬中栗果数和平均单果重的因素, 也包含了空蓬率因素等, 由于前述的结果分析已表明, 各处理与对照相比, 在平均单果重及栗蓬中栗果数方面均无显著差异, 因此, BA 与 MN 等处理在提高结实率的同时, 又意味着它们对于降低空蓬率也发挥了有效的作用。

**2.2.7 对单株产量的影响** BA 和 MN 处理对提高单株产量最为有效, 提高幅度分别为78%和73.9%以上, 与对照相比, 差异显著。RS 和青霉素处理也提高47%以上, 但差异不显著。GA<sub>3</sub> 和 PP<sub>333</sub> 处理效果与对照比不显著, 但其对提高单株产量的抑制作用是比较清楚的。

**2.2.8 MN 和 PP<sub>333</sub> 对栗果品质的影响** MN 处理后, 每百克板栗果的 V<sub>C</sub> 含量比对照降低4.62 mg, 可溶性糖降低1.94 mg, 蛋白质含量则增加0.7 mg, 淀粉含量也有所增加。PP<sub>333</sub> 处理, V<sub>C</sub> 含量降低1.87 mg, 可溶性糖降低1.10 mg, 蛋白质增加0.21 mg, 淀粉增加5.36 mg(表4)。由于栗果在采后储藏过程中, 一部分淀粉将向可溶性糖转化而增加可溶性糖的含量, 同时处理与对照的差异不很大, 所以这两个指标可以不做为衡量品质的主要标准。MN 和 PP<sub>333</sub> 处理尽管都降低了 V<sub>C</sub> 含量, 但均增加了蛋白质含量, 因此认为, 这两种处理对栗

果品质影响不大。

### 2.3 不同器官内源激素的比较

在花序发育期, 从混合花枝顶端附近的混合花序着生部位及靠近基部的雄花序着生部位分别采取雌花序、雄花序、叶片和茎段, 同时从雄花枝上也采取相应部分, 做内源激素分析。结果表明, 无论混合花枝或雄花枝,

表4 MN和PP<sub>333</sub>处理对栗果品质的影响

处 理	V <sub>C</sub> (mg/100g)	可溶性糖 (%)	淀 粉 (%)	蛋白质 (%)
对 照	27.41	15.33	67.79	5.88
MN500ppm	22.79	13.39	71.24	6.58
PP <sub>333</sub> 500ppm	25.54	14.23	73.15	6.09

其同一枝条上不同部位的雄花序之间和雌雄花序之间、甚至同一混合花序上的雌雄花序之间, 在细胞分裂素、 $GA_3$ 、IAA、ABA 含量上没有变化, 同一枝条上不同部位的叶片之间这四类内源激素含量也无变化。混合花枝与雄花枝上对应部位的花序、叶片之间都未表现出各内源激素含量的差异。而雄花枝茎中的  $GA_3$  含量比混合花枝高出近一倍。当年新梢停长、

表5 内源 $GA_3$ 与性别分化和发育

茎 $GA_3$ (mg/10ml)		顶芽 $GA_3$ (mg/10ml)	
混合花枝	雄花枝	粗壮枝	细弱枝
0.007	0.013	0.006	0.012

注: 表中数字均为每10 ml提取液中的含量。

顶芽完全形成时, 对顶芽中内源激素的分析表明, 来年将发育成雄花枝的细弱枝顶芽比将发育成混合花枝的粗壮枝顶芽  $GA_3$  含量也高出一倍(表5), 其它各种内源激素则无明显变化。

### 3 讨论

#### 3.1 $GA_3$ 的雄性化效应

在春季使用  $GA_3$  尽管对结实率有所促进, 但不促进枝条粗生长, 反而加速了新梢的徒长, 降低了雌花量和结蓬量。在秋季使用  $GA_3$  将抑制雌性分化, 减少第二年的雌花量, 雄花量相对明显增加。总之,  $GA_3$  对板栗开花结果表现出负效应。对内源  $GA_3$  的分析也表明较高浓度的  $GA_3$  将促进雄花序分化, 较低浓度  $GA_3$  的环境下更有利于雌花序分化。但杨其光等的试验结果却认为, 使用外源  $GA_3$  将能增加雌花分化, 减少雄花分化, 提高雌雄花比<sup>[8]</sup>。

#### 3.2 各处理因子的综合评价

BA 在结蓬量和出实率等指标上表现出好的效果, 但却明显抑制叶片扩大和新梢粗生长, 会影响第二年结果。由于上述原因  $GA_3$  不适宜使用于板栗。RS 和青霉素分别在新梢粗生长、雌花分化及出实率方面具有良好作用。其中青霉素用于植物尚不多见, 已有的研究认为青霉素能促进根系发育和干物质积累及抑制地上部分生长<sup>[7,8]</sup>, 在本研究中它也是趋向于抑制新梢的伸长生长。RS 和青霉素都有待于进一步试验研究。PP<sub>333</sub> 的效果尚不稳定, 也需继续试验观察。MN 所表现出的显著促进作用在雌花分化、结蓬量、出实率和单株产量四个方面都得到了证实, 它在单株产量上所产生的增产效益为73.9%, 正好反映了在结蓬量及结实率上产生的增产效应之和即70.9%。而且, MN 对生长和果实品质等其它方面无负影响。所以在进一步细致研究的同时, 有必要扩大试验及适当规模的应用。

### 参 考 文 献

- 1 赵永孝. 短截、摘心在栗树修剪上的进展. 林业科技通讯, 1979, (2):11.
- 2 杨其光, 任立中, 杜国华. 板栗性别分化的研究. 安徽农学院学报, 1981, (1):34~38.
- 3 黄宏文. 磷对板栗结实性能及产量的影响. 园艺学报, 1991, 18(1):21~26.
- 4 Hardin J M, Stutte C A. Analysis of plant hormones using high-performance liquid chromatography. *J. of chromatography*, 1981, 208: 124~128.
- 5 南京农学院. 田间试验和统计方法. 北京: 农业出版社, 1979, 90~91.
- 6 Qiguang Y, Lizhong R, Guohua D. Effects of ethephon,  $GA_3$  and nutrient elements on sex expression of Chinese chestnut. *Scientia Hortic.*, 1985, 26: 209~215.
- 7 胡继金. 青霉素(Penicillin)在香石竹组培中的作用. 园艺学报, 1991, 18(1):20~28.
- 8 孙存华. 青霉素对小麦种子发芽和幼苗生长的影响. 植物生理学通讯, 1990, (5):32~34.

*The Effects of PGR on the Growth, Flowering  
and Seed Yield of Chinese Chestnut*

Zhu Changjin

*(The Research Institute of Forestry, CAF)*

Liu Qingxiang

*(The Hebei Changli Fruit Tree Research Institute)*

Zhao Lihua Ju Guansheng Wang Rui

*(The Research Institute of Forestry, CAF)*

**Abstract** It has been evident from the treatment of PGR to Chinese Chestnut that BA(1 000 ppm) promotes fruit bearing number, seed rate and individual tree yield while inhibiting the growth of new shoots the expansion of leaves area; both penicillin and RS(300 ppm, a mixture of chemicals with rare-earth elements) can increase seed rate, but, the former also promotes the formation of female flower and prevents from the stretch of new shoots, the later, on the other hand, has a lot to do in promoting the diameter growth of new shoots; MN(500 ppm, a special combinations of PGRs) has significant effects on promoting the formation of female flower, fruit bearing number, seed rate and individual tree yield; PP<sub>333</sub> (500 ppm) can increase seed rate in some extent but retarding the expansion of leaves area; GA<sub>3</sub> (200 ppm) though can increase seed rate, it promotes the growth of new shoots greatly as well, thus inhibiting the formation of female flower and reducing female/male flower ratio and fruit bearing number. The results of analysis on internal hormones suggest that higher GA<sub>3</sub> concentration is more favorable to the development of male flower.

**Key words** Chinese Chestnut PGR female flower formation  
seed yield