

# N、P 和调花丰产素对板栗生长及 花性别调控研究\*

陈顺伟<sup>1)</sup> 方新高<sup>2)</sup> 朱杭瑞<sup>1)</sup> 王志明<sup>3)</sup> 商建宏<sup>3)</sup>

(1) 浙江省林业科学研究院, 310023, 杭州; 2) 浙江省金华县林业局, 321000, 浙江金华;  
3) 浙江省淳安县林业局, 311700, 浙江淳安; 第一作者 36 岁, 男, 副研究员)

**摘要** 采用正交设计法  $L_9(3^4)$ , 就尿素、过磷酸钙、调花丰产素 3 个因子各水平协同对板栗的雄花数、雌花数、枝长、枝粗、结蓬数共 5 个指标作用效应进行试验。结果表明: 3 因子中过磷酸钙、调花丰产素为影响板栗雌花、结蓬数及新枝增粗生长的显著作用因子, 而尿素作用效应则不显著。其相应的协同作用最佳组合为 0 kg 的尿素, 1.0 kg 的过磷酸钙,  $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的调花丰产素。

**关键词** 板栗; 矿质营养; 调花丰产素; 生长; 花性别

**分类号** S718.43

近年来, 激素调节成花和花性别分化的研究颇受关注。在板栗(*Castanea mollissima* Bl) 花性别数量调控方面, 杨其光、黄宏文等<sup>[1~4]</sup>曾分别利用 N、P 矿质营养, 朱长进、应廷龙等<sup>[5~7]</sup>利用植物生长调节物质对其生长、花性别分化或花性别调节作过研究, 表明 N、P 营养和 6-BA、TDS、PP<sub>333</sub> 等生长调节剂都能不同程度地促进板栗雌花形成, 而乙烯利则具抑雌促雄的作用等。

笔者<sup>[8,9]</sup>曾利用 6 种植物生长调节剂共 18 个处理水平对板栗生长发育影响作过研究, 并从中选出对板栗当年及次年均具促雌抑雄, 且可有效控制其新梢伸长生长、增加新梢加粗生长等利于板栗生长发育及丰产的调花丰产素。植物生长调节剂和矿质营养元素协同作用对板栗生长发育及其成花影响研究鲜见报道, 本文应用正交设计方法探讨调花丰产素与 N、P 营养元素协同处理对板栗生长发育及花性别数量调控的效应。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

试验于浙江省淳安县白马乡栗园进行, 试验材料为 6 年生毛板红品种。该栗园海拔 550 m, 坡向为南坡, 坡度 10~15°; 土壤 pH 6.1, 全 N 含量  $0.11 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 全 P 含量  $0.41 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 速效 K 含量  $31.4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 种植密度  $675 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

### 1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 选用  $L_9(3^4)$  正交试验表, 分别以尿素、过磷酸钙及调花丰产素为本试验主因子, 其主因子水平设置如表 1。

\* 1995~1997 年浙江省自然科学基金资助项目“营养和外源激素对板栗性别分化的调控机理研究”内容之一。  
1998-08-17 收稿。

表 1 主因子水平设置

因 子	水 平			
	1	2	3	4
尿素/ $\text{kg} \cdot \text{株}^{-1}$	0	0.25	-	0.5
过磷酸钙/ $\text{kg} \cdot \text{株}^{-1}$	0	0.5	-	1.0
调花丰产素/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	0	50.0	-	100

1.2.2 处理方法 正交试验中的各种处理均重复 3 次, 单株小区, 随机区组排列, 不同处理间设置保护株。施肥时间为 1996 年 3 月 10 日, 施入时沿树冠投影外缘挖环状沟, 深 20~30 cm, 施后立即覆土; 调花丰产素喷布时间为雄花刚露黄时, 喷布时以板栗叶面滴水为度。

1.2.3 调查指标与方法 于 6 月上旬分别在每株栗树树冠东、南、西、北 4 个方位随机各选取 1 个结果枝, 测其新梢长、基部直径和该枝雌雄花数量, 于 8 月中旬测定相应样树枝条结蓬数等。

1.2.4 数据处理 所有试验数据通过 Foxpro 2.5b 中文版建立数据库, 然后应用 DPS 数据处理系统(浙江农业大学产品)在方正(FP+ 5133 型)微机上进行数据处理分析。

## 2 结果与分析

本试验正交设计表及各处理试验结果如表 2。

表 2  $L_9(3^4)$  正交设计试验结果

试验号	尿素	过磷酸钙	调花丰产素	4	雄花序数 /个·枝 <sup>-1</sup>	雌花簇数 /个·枝 <sup>-1</sup>	平均枝长 /cm	平均枝粗 /cm	结蓬数 /个·枝 <sup>-1</sup>
1	1	1	1	1	10.58	1.67	34.0	0.475	1.50
2	1	2	2	2	10.83	3.50	31.0	0.508	2.67
3	1	3	3	3	8.17	3.25	28.7	0.520	3.08
4	2	1	2	3	9.92	2.42	32.5	0.508	2.33
5	2	2	3	1	9.75	3.17	31.3	0.518	2.92
6	2	3	1	2	9.42	2.50	41.5	0.528	2.25
7	3	1	3	2	9.42	2.50	36.8	0.490	2.50
8	3	2	1	3	12.50	2.58	42.8	0.480	2.08
9	3	3	2	1	9.08	2.92	39.2	0.528	2.92

### 2.1 对板栗新梢加粗、伸长生长的影响

从 3 因素各处理水平对板栗新梢加粗生长影响结果来看(表 3), 尿素对板栗新梢加粗生长作用效应不显著, 但  $0.5 \text{ kg} \cdot \text{株}^{-1}$  尿素处理新梢加粗生长出现负效应, 而  $0.25 \text{ kg} \cdot \text{株}^{-1}$  尿素处理则使板栗梢粗得以增加, 是否由于  $0.5 \text{ kg} \cdot \text{株}^{-1}$  尿素处理对于本试验栗园已系过量, 从而促使新梢出现徒长, 尚有待进一步研究。调花丰产素和过磷酸钙对板栗新梢加粗生长作用效应则与尿素相反, 都显著或极显著地促进了板栗枝条的加粗生长, 且这种增粗效应均随处理质量浓度的增加而递增。其较佳处理组合应为 133 或 122, 即  $0 \text{ kg} \cdot \text{株}^{-1}$  尿素,  $1.0 \text{ kg} \cdot \text{株}^{-1}$  过磷酸钙及  $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的调花丰产素处理, 或  $0 \text{ kg} \cdot \text{株}^{-1}$  尿素,  $0.5 \text{ kg} \cdot \text{株}^{-1}$  过磷酸钙及  $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的调花丰产素处理。

与对板栗新梢加粗生长作用相反, 表 3 试验结果同时表明,  $0.5 \text{ kg} \cdot \text{株}^{-1}$  尿素处理极显著地促进了板栗新梢的伸长生长, 且这种效应随处理用量的增加而增加。而  $50$ 、 $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  质

表3 各处理水平对新梢加粗、伸长生长影响的 Duncan s 新复极差测验多重比较结果

因子	处理号	平均枝粗 /cm	显著水平		处理号	平均枝长 /cm	显著水平	
			5%	1%			5%	1%
尿素	2	0.5175	a	A	3	39.5833	a	A
	1	0.5008	a	A	2	35.0833	ab	AB
	3	0.4992	a	A	1	31.2500	b	B
过磷酸钙	3	0.5250	a	A	3	36.5000	a	A
	2	0.5017	b	AB	2	35.0000	a	A
	1	0.4908	b	B	1	34.4167	a	A
调花丰产素	3	0.5333	a	A	1	39.4167	a	A
	2	0.5192	a	A	2	34.2500	b	AB
	1	0.4942	b	A	3	32.2500	b	B

量浓度的调花丰产素处理则显著或极显著地抑制了新梢的伸长生长。过磷酸钙的施用量虽未对板栗新梢生长产生显著的影响,但随着处理用量的增加,其促进伸长生长效应相应增加。抑制板栗新梢伸长生长,意味着减少了树体的无效空间的扩大。可见,3因素协同作用对于板栗新梢生长的较佳组合应为113或112,即 $0\text{ kg}\cdot\text{株}^{-1}$ 尿素, $0\text{ kg}\cdot\text{株}^{-1}$ 过磷酸钙及 $100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 的调花丰产素处理或 $0\text{ kg}\cdot\text{株}^{-1}$ 尿素, $0\text{ kg}\cdot\text{株}^{-1}$ 过磷酸钙及 $50\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 的调花丰产素处理。

## 2.2 对板栗雌、雄花数的影响

正交设计各处理试验结果及其分析表明,尿素3个处理水平对板栗雌花形成的作用差异不显著,且从其对雌花数量影响的趋势来看,随施用尿素量的增加而雌花数减少,其成因尚待进一步探讨。而过磷酸钙和调花丰产素则对板栗雌花数量的增加有明显的促进作用,其中, $1.0\text{ kg}\cdot\text{株}^{-1}$ 和 $0.5\text{ kg}\cdot\text{株}^{-1}$ 处理与不施用过磷酸钙呈显著差异(为不施用过磷酸钙的131.65%~140.51%);试验同时表明, $50\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 和 $100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 的调花丰产素对板栗雌花数量的增加与不喷布处理呈显著差异(增加130.86%~132.10%),且除 $0\text{ kg}\cdot\text{株}^{-1}$ 过磷酸钙和不喷布调花丰产素处理雌雄花数比值达1:5.1和1:5.0之外,其它各处理雌雄花数比均在较合理的1:4之内。因此,如果单纯从增加雌花数量角度来选择,其最佳组合以123为宜,但从成本综合角度来考虑,因为调花丰产素2个处理水平之间无显著差异,所以也可以选择122组合,即 $0\text{ kg}\cdot\text{株}^{-1}$ 尿素, $0.50\text{ kg}\cdot\text{株}^{-1}$ 过磷酸钙及 $50\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 的调花丰产素(表4)。

表4 各处理水平对雌、雄花数影响的 Duncan s 新复极差测验多重比较结果

因子	处理号	平均雌花簇 数/个·枝 <sup>-1</sup>	显著水平		处理号	平均雄花序 数/个·枝 <sup>-1</sup>	显著水平	
			5%	1%			5%	1%
尿素	1	2.8056	a	A	3	10.3333	a	A
	2	2.6944	a	A	2	10.1389	a	A
	3	2.6667	a	A	1	9.8611	a	A
过磷酸钙	2	3.0833	a	A	2	11.0278	a	A
	3	2.8889	a	A	1	9.9722	a	A
	1	2.1944	b	A	3	9.3333	a	A
调花丰产素	3	2.9722	a	A	1	11.2778	a	A
	2	2.9444	a	A	2	9.9444	ab	A
	1	2.2500	b	A	3	9.1111	b	A

表4 试验结果及其分析同时表明, 尿素和过磷酸钙两处理因素对板栗雄花数量的影响均未达统计学上的显著差异水平, 但从其协同作用对雄花数量平均数变化来看, 则表明增加尿素用量具增加雄花数的趋势, 而过磷酸钙用量则与其雄花量关系呈不规则状态变化。此外, 表4的分析结果还表明, 调花丰产素处理具抑雄效果, 且这种效应随处理浓度的增加而增加, 其中  $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的调花丰产素处理水平与不喷布调花丰产素的处理在抑制雄花数量方面呈显著差异(为不喷布的 123.78%); 但考虑到  $0 \text{ kg} \cdot \text{株}^{-1}$  过磷酸钙处理后雌雄花数比值达 1 : 5.14, 超出了一般认为板栗雌雄花比 1 : 4 的较理想范围, 因此, 其协同作用的较佳组合应为 123, 即  $0 \text{ kg} \cdot \text{株}^{-1}$  尿素,  $0.5 \text{ kg} \cdot \text{株}^{-1}$  过磷酸钙及  $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的调花丰产素处理。

### 2.3 对板栗结蓬数的影响

结蓬数是板栗丰产的最直接指标。表5 试验及其分析结果表明, 尿素处理虽在一定程度上增加了板栗结蓬数(3.45%), 但未达显著水平; 而过磷酸钙和调花丰产素则都随处理浓度的增加其结蓬数量相应增加, 其中  $1.0 \text{ kg}$  过磷酸钙和  $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  及  $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  调花丰产素处理则均使板栗结蓬数的增加达显著水平。其相应的较佳组合则为 133, 132 或 122, 132。

表5 各处理水平对结蓬数影响的 Duncan s 新复极差测验多重比较结果

因子	处理号	平均结蓬数 /个·枝 <sup>-1</sup>	显著水平	
			5%	1%
尿 素	2	2.500 0	a	A
	3	2.500 0	a	A
	1	2.416 7	a	A
过磷酸钙	3	2.750 0	a	A
	2	2.555 6	ab	A
	1	2.111 1	b	A
调花丰产素	3	2.833 3	a	A
	2	2.638 9	a	A
	1	1.944 4	b	A

## 3 结 论

(1) 尿素作用效应: 已有研究表明, 充足的氮素营养有利于某些植物雌性器官分化<sup>[10,11]</sup>, 杨其光<sup>[1]</sup>对板栗施用 N 肥的试验也表明, N 可促进板栗雌花分化。但本试验结果表明, 在所设计的尿素用量范围内, 对板栗各调查指标无显著影响, 而从其对各效应的平均趋势来分析, 随用量的增加, 雌花形成数量减少, 雄花数增加, 且也对雌雄花数比无明显影响; 此外, 尿素用量的增加也促进了新梢的加长生长, 减弱了增粗生长等。其成因尚待进一步试验研究。

(2) P 肥作用效应: 本试验结果表明, 过磷酸钙处理除对板栗新梢伸长生长和雄花数量作用效应不显著外, 对雌花数形成、新梢加粗生长及增加结蓬数等的作用效应达显著或极显著水平, 且使雌雄花数比从不施用过磷酸钙的 1 : 5.14 增至 1 : 3.58 之内的较理想水平。其结果与黄宏文等<sup>[2]</sup>所报道的 P 有利于板栗雌花形成和新梢加粗生长等结论相一致。

(3) 调花丰产素作用效应: 植物的性别分化与特定激素的相关性已被许多试验所证实<sup>[10,11]</sup>, 而其研究材料则大多采用典型的雌雄异株植物如大麻 (*Cannabis sativa*) 和菠菜 (*Spinacia oleracea*), 以及雌雄同株异花的瓜类等作物<sup>[12,13]</sup>。在果树方面, 也进行过一些试验<sup>[14,15]</sup>。而对板栗来说, 杨其光<sup>[1]</sup>的试验表明, 乙烯利处理可增加雄花序, GA<sub>3</sub> 处理则可增加雌花序分化等。本试验结果则表明, 调花丰产素处理各水平均显著地促进了板栗雌花数量, 使雌雄花数由 1 : 5.01 增至 1 : 3.38 之内, 且促进新梢加粗生长及增加结蓬数, 同时也有效地抑制了板栗雄花数和新梢伸长生长。

(4) 最佳效应组合: 综上所述, 本试验效应最佳组合应为  $0 \text{ kg} \cdot \text{株}^{-1}$  的尿素,  $1.0 \text{ kg} \cdot \text{株}^{-1}$

的过磷酸钙及  $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的调花丰产素处理。结合栗园实际情况,也可考虑成本相对较低的  $0 \text{ kg} \cdot \text{株}^{-1}$  尿素,  $0.5 \text{ kg} \cdot \text{株}^{-1}$  过磷酸钙及  $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的调花丰产素。

### 参 考 文 献

- 1 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, 1983, 10(1): 34~38.
- 2 黄宏文,张力田,卢瑛,等. 磷对板栗结实性能及产量的影响. 园艺学报, 1991, 18(1): 21~26.
- 3 薛家翠. 磷对板栗丰产的作用机理与技术措施. 湖北林业科技, 1995(1): 11~12.
- 4 陈在新. 板栗高产的矿质营养基础. 湖北农学院学报, 1994(3): 36~39.
- 5 朱长进. 生长调节剂与板栗生长成花及结果的研究. 林业科学研究, 1992, 5(3): 311~315.
- 6 应廷龙. 不同方法施用 TDS 对板栗增产的影响. 林业科技通讯, 1993(2): 28~29.
- 7 彭雪梅. 板栗叶面喷施 MN 制剂效果初报. 林业科技通讯, 1993(9): 29~30.
- 8 陈顺伟,李春才,余梅林,等. 青霉素对板栗花性别分化和生理特性的影响. 园艺学报, 1996, 23(4): 339~342.
- 9 陈顺伟,李春才,余梅林,等. N、P 营养元素和青霉素对板栗性别分化协同调控效应研究. 浙江林业科技, 1997, 17(3): 29~32.
- 10 王林纬,曹宗巽. 高等植物的性别分化. 植物学通报, 1983(3): 8.
- 11 米宁娜. 在外界环境影响下植物性别的改变. 孙岱译. 北京: 科学出版社, 1986. 67.
- 12 应振土,李曙轩. 瓜类性别表现的研究进展. 生物科学动态, 1989(6): 6.
- 13 汪俏梅,曾广文. 雌雄同株植物性别分化离体试验研究进展. 植物生理学通讯, 1996, 32(5): 385~389.
- 14 马焕普. 果树花芽分化与激素的关系. 中国果树, 1987(1): 1~6.
- 15 曾骥. 果树生理学. 北京: 北京农业大学出版社, 1992. 176, 404.

## Studies on Effects of Nitrogen, Phosphorus and Flowering Regulation and Increasing Yield Agent on Growth and Sex-ratio of *Castanea mollissima*

Chen Shunwei<sup>1)</sup> Fang Xingao<sup>2)</sup> Zhu Hangrui<sup>1)</sup> Wang Zhiming<sup>3)</sup> Shang Jinghong<sup>3)</sup>

(1) Zhejiang Forestry Academy, 310023, Hangzhou, China; 2) Jinhua Forestry Bureau of Zhejiang, 321000, Jinhua, Zhejiang, China; 3) Chunan Forestry Bureau of Zhejiang, 311700, Chunan, Zhejiang, China)

**Abstract** The effects of urea, calcium superphosphate and flowering regulation and increasing yield agent were experimented on male flower, female flower, branch length, branch thickness and fleabane number of *Castanea mollissima* by orthogonal design method  $L_9(3^4)$ . The results showed that, calcium superphosphate and flowering regulation and increasing yield agent were the dominant factors affecting number of female flower, fleabane number and thickness growth of new branch of *C. mollissima*.

**Key words** *Castanea mollissima*; mineral nutrition; flowering regulation and increasing yield agent; growth; sex of flower