

文章编号: 1000-5692(2004)03-0290-05

叶用银杏园密度与定干高度效应分析

姜岳忠¹, 王开芳¹, 刘元铅¹, 吴德军¹, 陈宝泉², 刘维国², 王华田³

(1. 山东省林业科学研究院, 山东 济南 250014; 2. 山东省莒南县林业局, 山东 莒南 276600;

3. 山东农业大学 林学院, 山东 泰安 271018)

摘要: 利用双因素随机区组试验设计, 研究了3种密度与4种定干高度对叶用银杏 *Gingo biloba* 枝梢生长量、叶片产量及叶片主要有效药用成分黄酮和内酯含量的影响。结果表明: 合理密度与定干能明显改善林冠光照条件, 促进枝条萌发和枝条生长, 增加单株叶片数、叶面积和叶产量, 在采叶园的经营初期, 较大密度(60~40 cm×20 cm)仍能获得较高的叶片产量; 叶片黄酮和内酯含量随定干高度的降低而增加; 在不影响产叶量的前提下, 定干高度宜适当降低, 可采用离地30~50 cm截干。表10参5

关键词: 银杏; 叶用林; 密度; 定干高度; 内含物含量; 叶产量

中图分类号: S664.3; S759.3 **文献标识码:** A

银杏 *Gingo biloba* 是我国重要的经济树种, 其生产规模已发展到全国24个省(市), 已成为农村调整种植结构, 增加农民收入的重要途径, 其中以生产银杏叶片为经营项目的采叶专用银杏园占有相当大的比重。但近几年来, 银杏叶的销售出现了内销不旺外销不畅的态势, 叶片质量低下无疑是重要原因之一。因此, 选用叶用银杏优良品种建立银杏专用采叶园以生产高质量叶片, 已成为人们的共识^[1,2]。自2000年起, 我们对叶用银杏园营建的密度与定干高度效应进行了田间定位研究, 以期为银杏的叶用栽培提供技术依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地设在山东省莒南县林业局苗圃(35°N, 118°E), 属暖温带季风性半湿润大陆性气候。年平均气温14~18℃, 年降水量600~1500 mm。土壤为棕壤, 肥力中等; 地下水位为2~3 m。

1.2 试验材料与设计

试验材料为3年生已定植的银杏实生苗, 定植密度为10.0万株·hm⁻²(60~40 cm×20 cm), 平均苗高80~100, 地径0.8~1.0 cm。采用双因素完全随机区组设计。密度设3个水平, 分别为M1(60~40 cm×20 cm, 10.0万株·hm⁻²), M2(60~40 cm×40 cm, 5.0万株·hm⁻²), M3(100~40 cm×20 cm, 2.0万株·hm⁻²)。定干高度设4个水平, 分别为T1(平地截干)、T2(30 cm截干)、T3(50 cm截干)、T4(ck, 不截干)。共12个处理, 3次重复, 36个小区。

收稿日期: 2003-11-12; 修回日期: 2004-03-02

基金项目: 国家林业局“948”项目(944-16)

作者简介: 姜岳忠(1963-), 男, 山东济南人, 研究员, 硕士, 从事森林培育学研究。E-mail: jyz169@sina.com

1.3 测定方法

使用卡尺和钢卷尺测定树高、地径、枝长和枝粗，并记载枝数和叶片数，每处理实测 15 株。采用标准株法，采下全部叶片用叶面积测定仪测定叶面积，每处理实测 3 株。叶产量按机械取样法，每处理实测 15~25 株，分别称鲜质量和烘干质量。叶片含水率=（叶鲜质量-叶干质量）/叶鲜质量×100%。叶片黄酮和内酯测定采用分光光度法，其中黄酮以北京化学试剂公司进口分装芦丁为标样，内酯以美国 Alfa 公司生产的内酯 A 为标样。每处理取 3 株标准株叶片鲜叶的混合样，在 60~80℃下烘干至恒重，研磨，100 目过筛。

用 JD-II 型光照计测定光照强度，每处理分上、中、下 3 个部位，每部位测 10~15 个样点，其平均值与空旷区光照强度的比为该部位的透光率。

以上各项指标及室内实验样品的采集均在每年 8~9 月进行，各项数据使用 SPSS 统计软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 密度与定干高度对银杏生长的影响

2.1.1 密度与定干高度对树高的影响 从表 1 看出，银杏不同密度采叶林的平均树高连续 3 a 均是 M3>M2>M1，方差分析 *F* 值逐年增大，至第 3 年时差异显著（*F*=5.18>*F*_{0.05}=3.40），表明稀植能促进高生长。不同定干高度的树高值连续 3 a 均是 T4>T3>T2>T1，但方差分析的 *F* 值逐年变小，至第 3 年时，除平茬外，30 cm 和 50 cm 定干已与不定干差异不显著，表明截干后银杏侧芽可取代顶芽，有较高的生长量。

表 1 密度与定干对树高影响的多重比较结果

Table 1 Multi-comparison of planting density and heading treatment on tree height growth

时间	M3	M2	M1	T4	T3	T2	T1
第 1 年	110.9a	102.7a	97.6a	146.6a	108.3b	94.2b	66.0c
第 2 年	177.3a	165.6ab	147.9b	196.6a	167.5b	155.0bc	135.3c
第 3 年	261.7a	237.5ab	212.1b	267.7a	244.9a	232.8ab	203.0b

说明：表中横向 M 之间和 T 之间，字母相同者为在 0.05 水平差异不显著

2.1.2 密度与定干高度对长枝数量、总长度及叶片数的影响 表 2 和表 3 结果表明：不同密度的长枝数量和总长度在处理当年差异不显著，自第 2 年开始 M3>M2>M1，表明稀植能促进银杏单株新抽更多枝条，也能促进枝条生长。不同定干的长枝数量和总长度自第 2 年开始已明显高于不定干处理，说明截干不仅对银杏苗木发枝数量有促进作用，也能增加枝条的生长量。

表 4 结果表明：处理当年密度和定干高度对银杏长枝叶片数均有显著影响，密度越稀，长枝叶片数越多。不同定干高度的长枝叶片数，在处理当年以不定干处理最高，0 cm 定干叶片数最少，说明截干当年，虽然长枝总长无显著差别，但截干较低的处理，叶片数仍较少。

表 2 密度与定干对长枝数量影响的多重比较结果

Table 2 Multi-comparison of planting density and heading treatment on long branch number

处 理	第 1 年长枝数/个	第 2 年长枝数/个	第 3 年长枝数/个
密度	M3	8.1a	22.0a
	M2	8.0a	14.5b
	M1	6.8a	12.1c
定干高度	T4	10.9a	11.9b
	T2	7.3b	17.3a
	T3	6.8bc	17.9a
	T1	5.5c	17.6a

说明：表中纵向 M 之间和 T 之间，字母相同者为在 0.05 水平差异不显著

表 3 密度与定干对长枝总长影响的多重比较结果

Table 3 Multi-comparison of planting density and heading treatment on total branch length

处理	第 1 年长枝总长/cm	第 2 年长枝总长/cm	第 3 年长枝总长/cm
密度	M3	287.7a	559.6a
	M2	266.8a	333.4b
	M1	227.6a	296.8b
定干高度	T1	241.8a	444.9a
	T2	312.7a	418.1a
	T3	249.9a	416.3a
	T4	238.4a	267.0b

说明：表中纵向 M 之间和 T 之间，字母相同者为在 0.05 水平差异不显著

表 4 密度与定干对长枝叶片数影响的方差分析

Table 4 Variance analysis of planting density and heading height effect on long branch leaf number

变异来源	自由度	F 值	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$	M3	M2	M1	T4	T3	T2	T1
密度 (M)	2	5.662 **	3.40	5.61	115.9a	103.9ab	90.9b				
定干 (T)	3	8.15	3.01	4.72				121.9a	113.4ab	95.9bc	83.3c
密度×定干	6	1.53	2.51	3.67							
误差	24										
总变异	35										

2.1.3 密度与定干高度对短枝数量及叶片数的影响 表 5 结果表明: 处理当年密度与定干对银杏短枝数量及叶片数的影响显著, 密度越稀, 短枝数量及短枝叶片数越多, 说明稀植有利于短枝数量及叶片数的生长。不同定干处理的短枝数量及叶片数随定干高度的增加而增加, 说明处理当年, 低定干不如高定干的短枝数量多。密度与定干的交互作用明显, 稀植和不定干各组合的短枝数量和叶片数多。

表 5 密度与定干对短枝数及叶片数影响的多重比较结果

Table 5 Multi-comparison of planting density and heading treatment on twig and leaf number

项目	M3	M2	M1	T4	T3	T2	T1
短枝数量	16.0a	13.5ab	10.9b	26.9a	20.1b	6.8c	0d
叶片数	55.9a	36.6b	36.6b	86.8a	60.3b	25.1c	0d

说明: 表中横向 M 之间和 T 之间, 字母相同者为在 0.05 水平差异不显著

2.1.4 密度与定干高度对单株叶片数和叶面积及叶面积系数的影响 方差分析和多重比较表明 (表 6), 在处理当年, 不同密度除对单叶面积影响不显著外, 对银杏单株叶片数、单株叶面积、总叶面积和叶面积系数均影响显著, 其 F 值分别为 4.78, 4.05, 46.58 和 46.42, 均大于 $F_{0.05}=3.40$ 。单株叶片数和单株叶面积均是 $M3>M2>M1$, 但总叶面积和叶面积系数为 $M1>M2>M3$, 说明在处理初期密度越稀, 单株叶片数越多, 单株叶面积也越大。但由于单位面积的株数少, 总叶面积和叶面积系数仍以大密度处理的大。不同定干处理对上述指标的影响均极显著, 其 F 值分别为 32.97, 7.38, 5.50 和 5.51, 均大于 $F_{0.01}=4.72$ 。处理当年截干能明显增加单叶面积, 但由于截干减少了单株叶片数, 截干当年并没能增加单株叶面积。不同定干处理的总叶面积和叶面积系数除 0 cm 定干较低外, 30 和 50 cm 及不定干处理已无显著差异, 说明只要截干高度合理, 截干处理并不减少单位土地上的总叶面积和叶面积系数。

表 6 密度与定干对单株叶片数、叶面积和叶面积系数影响的多重比较

Table 6 Multi-comparison of planting density and heading treatment effect on single tree leaf number, leaf area and leaf area index

处理	单株叶片数/片	单叶面积/ cm^2	单株叶面积/ cm^2	总叶面积/ cm^2	叶面积系数
密度	M3	176.1a	6.64a	1169.6a	194.8c
	M2	144.8b	6.90a	999.8ab	333.2b
	M1	138.8b	6.28a	872.8b	581.7a
定干高度	T4	220.3a	5.60a	1230.8a	422.2a
	T3	173.3b	6.60b	1152.5ab	432.2a
	T2	143.9c	6.70b	964.5b	362.3a
	T1	98.8c	7.17a	708.5c	262.8b

说明: 表中纵向 M 之间和 T 之间, 字母相同者为在 0.05 水平差异不显著

2.2 密度与定干高度对林冠透光率的影响

表 7 表明, 处理第 2 年, 3 种密度之间只有林冠中部透光率差异明显, 透光率随密度的增大而增大。而不同定干处理在林冠上部利中部均有显著差异 ($F_{\text{上部}}=3.15$, $F_{\text{中部}}=15.66$, $F_{0.05}=3.03$), 定干高度越高, 透光率越小, 不定干处理的林冠中部的透光率仅 12.0%, 说明合理截干不仅不减少单位土地上的银杏叶面积系数, 而且能明显改善林冠的光照条件, 有利于叶片充分利用光能。

表 7 密度与定干对林冠透光率影响的多重比较结果

Table 7 Multi-comparison of planting density and heading treatment effect on irradiation transparent coppice crown

部位	M3	M2	M1	T4	T3	T2	T1
上部	90. 1a	87. 0a	94. 0a	95. 9a	92. 9ab	95. 5a	77. 1b
中部	53. 8a	35. 2ab	30. 9b	71. 2a	49. 4ab	27. 3bc	12. 0c
下部	12. 9a	5. 0a	7. 1a	73. 0a	60. 7a	55. 0a	44. 0a

说明：表中横向 M 之间和 T 之间，字母相同者为在 0. 05 水平差异不显著

2 3 密度与定干高度对叶片黄酮和内酯含量的影响

密度与定干对黄酮含量的影响均达到极显著水平，但 $F_T=33. 47$ ，远大于 $F_M=8. 24$ ，说明定干处理比密度对黄酮含量的影响更大。平茬、30 cm 和 50 cm 截干处理的叶片黄酮含量较不截干处理分别提高 63. 7%，36. 4%和 7. 3%，说明截干能增加叶片黄酮含量^[3]。3 种密度之间黄酮含量 M2 最大，M1 最小但又与 M3 无差异（表 8），找不出明显的规律性。密度对叶片内酯含量无显著影响，而定干的影响则达到极显著水平，截干处理的叶片内酯含量较不截干处理可提高 13. 6%~16. 4%，说明截干能增加叶片内酯含量。

表 8 密度与定干对叶片黄酮和内酯含量影响的多重比较结果

Table 8 Multi-comparison of planting density and heading treatment effect on contents of flavonoid and terpin

叶片成分	M3	M2	M1	T4	T3	T2	T1
黄酮	4. 95a	4. 36b	4. 08b	5. 76a	4. 80a	3. 78c	3. 52c
内酯	0. 309a	0. 307a	0. 319a	0. 318a	0. 323a	0. 326a	0. 280b

说明：表中横向 M 之间和 T 之间，字母相同者为在 0. 05 水平差异不显著

2 4 密度与定干高度对叶片含水率的影响

表 9 表明，不同密度与定干高度对叶片含水率无显著影响。但随着密度的增大，叶片含水率有逐渐增加的趋势，说明相同质量的鲜叶产量，大密度处理的干物质产量低。不同定干高度处理叶片含水率有随着截干强度的增大而增大的趋势，说明截干强度越大，树体萌发叶片鲜嫩，含水率高。

表 9 密度与定干对叶片含水率影响的多重比较结果

Table 9 Multi-comparison of planting density and heading treatment effect on leaf water content

项目	M3	M2	M1	T4	T3	T2	T1
鲜质量	75	75	75	75	75	75	75
干质量	23. 3	24. 3	25. 6	22. 8	24. 2	25. 5	25. 3
含水率	68. 9a	67. 2a	65. 8a	69. 6a	67. 8a	66. 1a	65. 8a

说明：表中横向 M 之间和 T 之间，字母相同者为在 0. 05 水平差异不显著

2 5 密度与定干高度对叶产量的影响

方差分析表明（表 10），密度、定干高度及其组合处理连续 3 a 对单株叶产量和单位面积叶产量均有显著影响。处理后连续 3 a，采叶园密度越稀，单株叶产量越高，至第 3 年时，M1、M2 和 M3 的单株鲜叶质量分别为 0. 372 g，0. 229 g 和 0. 160 g，但单位面积叶产量均以大密度的处理最高，这与其他人的研究结果相一致^[4-5]。不同定干高度的单株叶产量和单位面积叶产量在处理当年，除平茬最低外，30 cm 和 50 cm 定干已与不定干差异不显著，第 2~3 年表现同样的规律，只是平茬处理的单株叶产量与其他处理的显著性变小，说明合理定干不影响单株产量和单位面积叶产量。

3 结论

在银杏采叶园的经营初期，60~40 cm×20 cm，60~40 cm×40 cm，100 cm×40 cm 3 种栽培密度采叶林的平均树高随密度的减小而增大；稀植能明显改善林冠中部的透光率，促进长枝和短枝的萌发数量，增加枝条总长和单株叶片数量，增加单株叶面积及单株叶产量，但对叶片含水率、叶片黄酮和内酯含量无明显影响。由于大密度采叶园具有株数优势，其单位面积的总叶面积、叶面积系数及总产

叶量随着密度的增大而增大; 60 ~ 40 cm× 20 cm 的密度叶产量最高。

表 10 密度与定干对单位面积产叶量影响的方差分析

Table 10 Variance analysis of planting density and heading height effect on field leaf yield

变异来源	自由度	第 1 年 <i>F</i> 值	第 2 年 <i>F</i> 值	第 3 年 <i>F</i> 值	<i>F</i> _{0.05}	<i>F</i> _{0.01}
区组	2	2.58	17.74 **	0.29	3.44	5.72
处理	11	11.89 **	15.23 **	6.05 **	2.26	3.18
密度 (M)	2	50.78 **	73.14 **	25.89 **	3.44	5.72
定干 (T)	3	6.72 **	6.30 **	3.61 *	3.05	4.82
密度×定干	6	1.51	0.38	0.65	2.55	3.76
误差	22					
总变异	35					

平茬, 30 cm, 50 cm 和不定干 4 种定干处理连续 3 a 观测结果表明, 合理截干能明显改善林冠的光照条件; 截干不仅能促进苗木发枝数量, 增加枝条生长量, 也能增加单叶面积; 至第 3 年时, 定干对平均树高、叶片含水率、总叶面积、叶面积系数、单株叶产量和单位面积叶产量已无显著差异, 但截干能显著增加叶片黄酮和内酯含量, 截干处理较不定干处理黄酮含量提高 7.3%~63.7%, 内酯含量提高 13.6%~16.4%。定干高度以离地 30~50 cm 为宜。

参考文献:

[1] 王华田, 孙明高, 皇甫桂月, 等. 叶用银杏园银杏树整形修剪技术研究[J]. 林业科技通讯, 1997, (4): 11—16.
[2] 康志雄, 陈顺伟, 金民赞, 等. 叶用银杏不同施肥处理效应[J]. 浙江林学院学报, 1999, 16 (3): 265—269.
[3] 谢友超, 曹福亮, 吕祥生. 截干对叶用银杏叶片生理生化特性及产量的影响[J]. 林业科学研究, 2001, 14 (3): 340—344.
[4] 郑国华, 卢友芳, 陈国良, 等. 银杏叶用林密度、截干与产量试验初报[J]. 浙江林业科技, 1998, 18 (1): 49—52.
[5] 康志雄, 吕爱华, 金民赞, 等. 密度与株形对叶用银杏产叶量的影响[J]. 福建林学院学报, 2000, 20 (4): 321—324.

Effect of density and heading height on leaf-use *Ginkgo biloba* forest

JIANG Yue-zhong¹, WANG Kai-fang¹, LIU Yuan-qian¹, WU De-jun¹,
CHEN Bao-quan², LIU Wei-guo³, WANG Hua-tian³

(1. Shandong Forestry Academy, Ji'nan 250001, Shangdong, China; 2. Forest Enterprise of Ju'nan County, Ju'nan 276600, Shangdong, China; 3. Forestry College, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, Shangdong, China)

Abstract: By double-factor randomized block field test, shoot growth, leaf yield, and the contents of main medicine components flavonoid and terpin of 3 densities and 4 heading heights in leaf-use *Ginkgo biloba* forest were tested. The results showed that the suitable density and heading height treatment could improve the illumination conditions for the crowns, promote the germination and growth of branches, increase the number, area and yield of leaf in each tree. The contents of leaf flavonoid and terpin content decreased with the increase in the heading height. Denser forest (60 ~ 40 cm× 20 cm) at early stage would make a higher yield of leaf. The heading height can be shortened properly on the precondition that it will not affect the yield of leaves. The stem can be cut at 30—50 cm from the ground. [Ch, 10 tab, 5 ref.]

Key words: *Ginkgo biloba*; leaf-use forest; density; heading height; content of medicine components; leaf yield