

文章编号: 1001-1498(2007)04-0458-06

杜仲高产胶无性系遗传参数估计与改良效果分析

李芳东¹, 乌云塔娜², 杜红岩¹

(1. 中国林业科学研究院经济林研究开发中心, 河南 郑州 450003; 2. 中南林业科技大学, 湖南 长沙 410004)

摘要:以杜仲 35 个无性系为研究材料, 以 5 a 的性状测定数据为基础, 对杜仲无性系叶片性状、树皮性状、果实性状、产量进行了遗传参数估计和改良效果分析。结果表明: 叶片性状、树皮性状、果实性状、产量性状的重复力均较高, 为 0.54 ~ 0.97。表型变异系数叶片性状和树皮性状的较低, 而果实性状和产量性状的相对较高。分别根据叶片含胶率、树皮含胶率、果实含胶率和产量筛选出了 4 个高产胶无性系, 其遗传改良效果分析结果表明, 叶片含胶率、树皮含胶率、果实含胶率和产量的遗传增益分别为 21.10%、54.95%、12.17% 和 55.22%。说明这些性状的遗传改良效果均较好, 所筛选出来的无性系可以大大提高产胶量和果实产量, 该研究为杜仲高产胶优良无性系的进一步栽培和推广提供了重要的理论依据。

关键词:杜仲; 高产胶无性系; 遗传参数; 改良效果

中图分类号: S722.5

文献标识码: A

Genetic Parameter Estimation and Analysis on Improvement Effect of High-Yielding Gutta-percha Clones Associate with *Eucommia ulmoides* Oliv.

LI Fang-dong¹, WUYUN Tana², DU Hong-yan¹

(1. Non-timber Forestry Research and Development Center, CAF, Zhengzhou 450003, Henan, China;

2. Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, Hunan, China)

Abstract: Based on 5 years' data of traits from 35 *Eucommia* clones, genetic parameter estimation and improvement effect analysis were conducted respectively on traits of leaf, bark, samara and yield. The results indicated that repeatability as high as 0.54 ~ 0.97 was obtained from traits of leaf, bark, samara and yield. The genetic parameters of leaf trait and bark trait were low while genetic parameters were higher from trait of samara and yield. Four high-yielding gutta-percha clones were selected by means of gutta-percha containing rate in leaf, bark and samara as well as total yield. Analysis on genetic improvement effect suggested that genetic gains were 21.10%, 54.9%, 12.17% and 52.22% in terms of gutta-percha containing rate in leaf, bark, samara and total yield, respectively, which indicated that the effect of genetic improvement was going well and yield of gutta-percha was enhanced.

Key words: non-timber forestry; *Eucommia ulmoides*; high yield gum clone; genetic improvement

杜仲 (*Eucommia ulmoides* Oliv.) 是第四纪冰期后残留下来的古老树种。自然分布在我国的中亚热带到暖温带地区, 是世界上适应范围最广的重要胶源树种^[1,2]。利用杜仲胶独具的橡(胶)塑(料)二重

性, 可以开发出具有热塑性、热弹性和橡胶弹性三大功能材料, 应用前景十分广阔^[3~7]。由于它雌雄异株, 异花授粉的特性, 容易产生个体变异。因此, 在果实、树皮和叶片生长发育特点以及次生代谢物的

收稿日期: 2007-03-15

基金项目: 国家高技术项目“杜仲良种快繁及高产栽培技术研究”(99-15)的部分研究内容

作者简介: 李芳东(1963—), 男, 河南太康人, 研究员, 博导。主要研究方向: 经济林栽培和育种。

形成积累等方面都会表现出不同的特点。树木个体遗传的差异能够通过无性系充分而稳定的表现出来。不同部位含胶率差异较大,其中杜仲果实含胶率最高,一般为 10% ~ 12%,树皮含胶率 5% ~ 10%,而叶片含胶率一般在 1% ~ 3%。不同无性系其叶片含胶率、树皮含胶率、果实含胶率和产量方面均存在很大的差异,为杜仲高产胶、高产量优良无性系选育提供了物质基础。

数量性状的遗传参数估计对遗传改良及林木育种工作具有指导意义,如重复力可以衡量无性系选择中性状的稳定性,表型变异系数可以衡量各性状的选择潜力,相关系数可以显示每两个性状之间的密切程度^[8,9]。而遗传改良指标可以评价所筛选出来的无性系的改良效果,通过遗传改良指标可以较准确的认识改良后无性系改良性状上的提高程度^[10]。本研究以 35 个杜仲无性系(1 个对照)果实、树皮、叶片和产量为对象,对其数量性状进行遗传参数估计,并对选择后的优良无性系进行遗传改良效果分析,为杜仲高产胶、高产量无性系选择提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 优树选择及无性系造林测定试验设计

采用单株选择的方法进行杜仲优树选择。对选择的优树采用嫁接的方法进行无性繁殖,嫁接苗造林,砧木均为华仲 2 号杜仲实生苗。于 1996 年春季 2 月下旬至 3 月中旬在洛阳市郊区杜仲试验基地建立杜仲高产胶无性系测定林,参试杜仲无性系 35 个及 1 个对照。无性系测定采用随机区组设计,6 株小区,4 次重复,栽植密度 3 m × 3 m。试验区周围和各区组之间均配置 1 行授粉树,授粉品种为‘华仲 1 号’杜仲优良无性系(雄株),授粉树呈田字形栽植在试验区。

1.2 果实、树皮和叶片取样与处理

果实样品:每个无性系每个区组在树冠中部外围阳面结果枝上随机采集 6 × 20 个果实,分别调查果长、果宽、果厚;随机抽取 6 × 100 个果实烘干后,用 1/1 000 g 的天平测定其干粒质量。另外取同一部位的果实 6 × 100 g,混匀后及时带回室内自然风干,用于杜仲含胶率测定。

树皮样品:每个无性系选择典型样本 3 株,每样株在主干 110 ~ 150 cm 处环状采皮,之后及时用塑料袋将杜仲皮包装,带回室内将所有树皮样品分无

性系进行发汗处理。

叶片样品:每个无性系在每个区组取样叶 6 × 20 片,分别调查叶长、叶宽、叶厚,烘干后计算平均单叶质量。另外取同一部位的叶片 6 × 100 g,混匀后及时带回室内处理。采用美国产 Li-3000A 便携式叶面积仪测量其叶长、叶宽和叶面积;采用游标卡尺测定其叶厚,将 20 片叶均匀叠放在一起,取其平均值,即可得叶的厚度;单叶质量用 1/1 000 天平称取,取 20 片叶样品烘干质量的平均值。

1.3 杜仲无性系抽枝结果特点、产量调查与样品采集

杜仲无性系萌芽抽枝特点、结果习性和产果量调查从建园第 3 年结果开始,每年 10 月 10 日—10 月 20 日,每个区组中每株选择 1 个主枝,分别调查 35 个无性系和 1 个对照的单枝当年平均成枝数、单枝平均结果数。将每区组内所有单株果实全部采集,测定单株平均产果量。

1.4 杜仲胶分离与测定方法

含胶率的测定采用杜仲胶综合提取法^[11]。

1.5 数量性状的分析方法

所有数量性状遗传分析等均采用 SAS 8.2 软件进行统计分析。计算公式如下:

重复力 (Re): $Re = (V_1 - V_2) / V_1$

表型变异系数: $CV_p: CV_p = p/x$

选择差 (s): $s = \bar{x} - x$

选择响应 (Sr): $Sr = S \times Re$

选择强度 (D): $D = S / p$

遗传增益 (G): $G(S \times Re/x) \times 100\%$

上述各式中, V_1 ——无性系间均方; V_2 ——无性系内均方; p : 表型标准差; x ——群体平均值; \bar{x} ——入选无性系性状均值。

2 结果与分析

2.1 叶片性状遗传参数估算与改良效果分析

杜仲 35 个无性系叶片性状遗传参数估计见表 1。从表 1 中可以看出,叶长、叶宽、叶形指数、叶面积、单叶质量、叶片含胶率等性状的重叠力均较高,为 0.54 ~ 0.94,表明叶片性状在无性系选择中均表现为较稳定,都可以作为无性系选择的依据。表型变异系数除了叶面积 (0.43) 和叶长 (0.17) 两个性状的表型变异系数比较高外,其他性状的表型变异系数均不高,为 0.01 ~ 0.11。这表明,在不同无性系之间叶面积、叶长在无性

系选择中潜力比较大,而其他性状在无性系间变异较小,在无性系选择中意义不大。

叶片性状和叶片含胶率的相关分析结果^[12],叶片各性状与叶片含胶率之间的相关系数分析表明,叶长和单叶质量等性状与叶片含胶率之间的相关性分别可达 0.330 和 0.401,显著性检验表明均能达显著水平,相关性较密切,可以根据这 2 个性状对叶片含胶率进行早期选择或间接选择,但相关系数并不高。而其它 4 个性状与叶片

含胶率的相关性不密切。因此,本文以叶片含胶率作为选择的主要性状,以对照为依据从 35 个杜仲无性系筛选出 4 个(9526、9533、9519、9502)叶片富胶优良无性系,其遗传改良效果见表 1。从表 1 中可看出,叶片含胶率在 4 个优良无性系中选择差较高,为 0.86,选择响应和选择强度均较高,分别为 0.46 和 0.22,遗传增益可达 21.10%,表明这 4 个无性系的改良效果较好。

表 1 杜仲无性系叶片性状遗传参数估计和改良效果分析

叶片性状	均值	重复力	表型变异系数	选择差	选择响应	选择强度	遗传增益
叶长	12.19	0.85	0.17	1.65	1.40	0.08	11.48
叶宽	6.51	0.78	0.07	0.96	0.75	0.00	11.57
叶形指数	1.88	0.94	0.04	-0.01	-0.009 4	-0.00	-0.5
单叶面积	57.76	0.93	0.43	19.60	18.23	369.19	31.56
单叶质量	0.58	0.88	0.01	0.21	0.18	0.00	31.03
叶片含胶率	2.18	0.54	0.03	0.86	0.46	0.22	21.10

2.2 树皮性状遗传参数估算与改良效果分析

杜仲 35 个无性系树皮性状遗传参数估计见表 2。从表 2 中可以看出,树皮性状的重复力均较高,为 0.90~0.97,表明树皮性状在无性系选择中表现稳定,可以作为无性系选择的依据。从表型变异系数来看,木栓层厚占皮厚比例的表型变异系数较大,达 0.80,而其他性状的表型变异系数均不高,为 0.000 4~0.063,说明在不同无性系之间木栓层厚占皮厚比例遗传变异较大,有利于无性系选择,而其他性状在无性系间变异较小。

树皮性状和树皮含胶率的相关性分析结果表明^[13],胸径、木栓层厚、木栓层占皮厚比例与树皮含胶率的相关系数 -0.42~-0.69,相关性达到显著或极显著水平,而其它性状与树皮含胶率之间不存在相关性。说明胸径生长量越大,木栓层越厚,杜仲皮的含胶率越低。由于木栓层不含杜仲胶,木栓层越厚,

树皮内杜仲胶的含量越低^[13]。但胸径、木栓层厚的表型变异系数较低,不宜做选择的指标。其他性状与含胶率相关性不显著,也不宜作为选择指标,故本研究直接以树皮含胶率为依据筛选出 4 个无性系,为杜仲优良无性系的栽培推广及遗传育种提供物质基础。

以树皮含胶率作为选择的主要性状,对 35 个杜仲无性系进行树皮高产胶优良无性系选择。若以对照为依据进行选择时,从 35 个无性系中可筛选出 17 个优良无性系,而以群体均值为依据进行筛选时,从 35 个无性系中可筛选出 13 个优良无性系,这样选择的结果导致遗传改良效果均不明显。因此,为了在选择中提高遗传改良效果,从 35 个无性系中筛选出 4 个(9516、9526、9503、9528)树皮富胶优良无性系,其遗传改良效果见表 2。从表 2 可看出,树皮含胶率的选择差较高,4 个优良无性系遗传增益可达 54.95%,改良效果显著。

表 2 杜仲无性系树皮性状遗传参数估计和改良效果分析

树皮性状	均值	重复力	表型变异系数	选择差	选择响应	选择强度	遗传增益 /%
胸径	8.25	0.97	0.006	-0.09	-0.087	-0.004	-0.04
树皮厚	0.26	0.97	0.000 4	0.00	0.00	0.00	0.00
木栓层厚	0.06	0.96	0.002	-0.025	-0.001 5	-0.00	0.00
木栓层厚占皮厚比例	23.26	0.96	0.80	-9.5	-9.12	-178.94	-18.63
树皮密度	0.19	0.98	0.005	-0.005	-0.004 9	0.00	0.00
树皮含胶率	7.88	0.95	0.03	2.04	1.94	0.522	54.95
杜仲胶密度	15.15	0.90	0.063	1.76	1.20	1.70	18.89

2.3 果实性状遗传参数估算与改良效果分析

杜仲 35 个无性系果实性状遗传参数估计见表 3。不同的果实性状其重复力均较高,为 0.68 ~ 0.87,说明这些性状均可以作为无性系选择的依据。果实性状表型变异系数均较大,为 0.17 ~ 0.40,说明以这些性状为依据进行无性系选择存在很大的潜力。

果实性状与果实含胶率之间的相关性分析结果表明,只有果皮含胶率与果实含胶率之间的相关性可达极显著水平,为 0.90,而其它性状与果实含胶率的相关性均不密切^[14]。因此,以果实含胶率为主要选择性状,以对照为依据进行选择时,从 35 个无性系中可以筛选出 20 个果实高产胶优良无性系,以群体均值为依据进行选择时,可以筛选出 18 个果实高产胶优良无性系。虽然通过这两种选择依据可以大量筛选出优良无性系,但其遗传改良效果不显著。

因此,为了提高改良效果,从 35 个杜仲无性系中筛选出了 4 个(9503、9526、9532、9525)果实富胶优良无性系,其遗传改良效果见表 3。从表 3 中可看出,杜仲无性系果实各性状的重复力均较高,为 0.68 ~ 0.87;表型变异系数以单果含胶量为最大,达 0.40,果形指数表型变异系数最小,为 0.17;选择差、选择响应、选择强度、遗传增益和实际增益均以果皮含胶率和果实含胶率最大,而果实千粒质量、果厚、果宽、果形指数、果长遗传增益相对较小。从选择的角度来看,千粒质量重复力较高,在选择中较稳定,且表型变异系数较大,选择潜力也较大。但千粒质量与果实含胶率的相关性不密切,因此,以果实含胶率作为选择依据进行选择时,选择差、选择响应、选择强度、遗传增益等遗传改良出现负值。在果实性状中,果皮含胶率和果实含胶率的选择效果最显著,改良效果明显。

表 3 杜仲无性系果实性状遗传参数估计和改良效果分析

果实性状	均值	重复力	表型变异系数	选择差	选择响应	选择强度	遗传增益 / %
果长	3.31	0.76	0.28	0.29	0.22	0.31	6.65
果宽	1.07	0.75	0.19	0.04	0.03	0.19	2.81
果形指数	3.08	0.81	0.17	0.12	0.10	0.23	3.16
果厚	0.16	0.87	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00
千粒质量	71.39	0.84	0.32	-0.39	-0.33	-0.02	-0.46
果皮含胶率	14.42	0.75	0.21	2.53	1.91	0.85	13.22
果实含胶率	9.85	0.68	0.21	1.76	1.20	0.86	12.17
单果含胶量	7.04	0.74	0.40	1.20	0.88	0.42	12.54

2.4 无性系结果性状遗传参数估算与改良效果分析

杜仲 35 个无性系生长和结果性状的遗传参数比较结果见表 4,从表 4 中可看出历年杜仲成枝力、单枝结果数和单株产果量的重复力均达到较高的水平,分别平均为 0.79、0.84、0.85。单枝成枝数不同年份表型变异系数变化不大,为 0.21 ~ 0.32。单枝结果数的表型变异系数不同年份差异较大,其中建园第 7 年的最小,为 0.19,建园第 6 年的最大,为 0.71。单株产果量的表型变异系数在不同年份也具有较大的差异,其中建园第 3 年的最小,为 0.31,建园第 7 年的最大,为 0.89。说明单枝结果数和单株产果量在无性系选择中具有较好的潜力。

杜仲成枝力、单枝结果数与单株产果量的相关分析表明,成枝力、单枝结果数与单株产果量的相关系数均达到极显著水平,分别为 0.75 和 0.58^[15]。

以 35 个无性系的群体均值为主要依据,以单株产果量为主要选择性状时,从 35 个杜仲无性系中可以筛选出杜仲高产优良无性系 16 个,为了提高遗传改良效果,从中筛选了 4 个无性系(9503、9516、9532、9520)为高产优良无性系,其遗传改良效果见表 4。遗传改良效果在不同年份具有一定的规律,即在结果小年时,成枝力、单枝结果数和单株产果量的选择差、选择响应、选择强度、遗传增益和实际增益均较高,而在结果大年的各遗传参数相对较小。在结果小年时进行高产胶优良无性系的选择具有更好的选择效果;不同生长结果性状的遗传参数也存在较大差异,单株产果量和单枝结果数的选择差、选择响应、选择强度、遗传增益和实际增益均较高,成枝力的遗传参数最小。单株产果量和单枝结果数的遗传改良效果较显著。

表 4 杜仲无性系结果性状遗传参数估计和改良效果分析

遗传参数	均值	重复力	表型变异系数	选择差	选择响应	选择强度	遗传增益 /%	
单枝成枝数	第 3 年	8.38	0.73	0.21	1.12	0.82	0.64	9.82
	第 4 年	7.65	0.75	0.29	0.48	0.36	0.22	4.71
	第 5 年	6.53	0.82	0.29	0.04	0.03	0.02	0.50
	第 6 年	5.51	0.83	0.32	0.52	0.43	0.29	7.84
	第 7 年	3.77	0.80	0.20	0.28	0.23	0.37	5.97
	平均	6.37	0.79	0.26	0.49	0.37	0.31	5.77
单枝结果数	第 3 年	8.60	0.79	0.20	0.85	0.67	0.50	7.77
	第 4 年	6.14	0.85	0.69	3.61	3.06	0.85	49.88
	第 5 年	9.26	0.80	0.46	1.27	1.01	0.59	10.95
	第 6 年	5.68	0.87	0.71	3.65	3.18	0.90	55.91
	第 7 年	9.20	0.89	0.19	1.32	1.17	0.76	12.72
	平均	7.78	0.84	0.45	2.14	1.82	0.72	27.45
单株产果量	第 3 年	105.0	0.81	0.31	32.15	26.18	0.99	24.93
	第 4 年	516.2	0.83	0.66	318.10	265.36	0.93	51.41
	第 5 年	1 905.3	0.87	0.65	834.93	723.47	0.67	37.98
	第 6 年	1 487.8	0.89	0.84	1 661.53	1 470.95	1.06	98.87
	第 7 年	2 987.2	0.87	0.89	2 152.38	1 879.45	0.80	62.92
	平均	1 400.3	0.85	0.67	999.82	873.08	0.89	55.22

3 小结与讨论

本研究根据叶片含胶率、树皮含胶率、果实含胶率和产量筛选出的优良无性系有所不同。如叶片含胶率较高的 4 个无性系分别是 9526、9533、9519、9502；树皮含胶率较高的无性系分别是 9516、9526、9503、9528；果实含胶率较高的无性系分别是 9503、9526、9532、9525；产果量较高的无性系为 9503、9516、9532、9520。通过综合比较和筛选，可以筛选出杜仲高产胶优良无性系。(1) 9526 无性系叶片、树皮、果实含胶率均较高，产量也比较高；(2) 9503 无性系：果实含胶率、树皮含胶率、产量高；(3) 9532 无性系：果实含胶率和产量均较高；(4) 9516 无性系：树皮含胶率和产量均较高，果实含胶率也较高；(5) 9525 无性系：果实含胶率高，产量较高；(6) 9533、9519、9502 无性系：叶片含胶率较高，可作为育种材料。

在进行林木特别是经济林无性系育种时，采用嫁接苗进行无性系测定应用较为普遍。但由于砧木对嫁接品种（无性系）生长发育的影响较大。因此，在进行无性系测定时，选择适宜的和一致的砧木对保证测定结果的可靠性极为重要。由于杜仲仅 1 属 1 种，杜仲实生苗对无性系的影响较小，而采用同一无性系实生苗做砧木具有更好的一致性。

虽然树皮性状中胸径、木栓层厚、木栓层占皮厚比例与树皮含胶率之间呈显著或极显著的负相关（相关系数 $-0.42 \sim -0.69$ ），但这些性状的表型变异系数均较低，利用这些性状进行选择时，改良效果

不明显，故不宜用综合指标进行选择。从测定和统计结果来看，有薄皮含胶率相对高，厚皮含胶率较少的趋势，本文计算的是含胶率，不是含胶量。这说明树皮生长速度越快，含胶率越低，树皮生长速度越慢，含胶率相对较高。

由于树皮性状中胸径、树皮厚、木栓层厚、木栓层厚占皮厚比例、树皮密度、树皮含胶率、杜仲胶密度中胸径、树皮厚木栓层厚、木栓层厚占皮厚比例与含胶率呈负相关关系，并达到显著或极显著水平，但这些性状的遗传变异系数较低，不宜做选择的指标。其他性状与含胶率相关性不显著，也不宜作为选择指标，故本文以树皮含胶率为依据筛选出 4 个无性系，为杜仲优良无性系的栽培推广及遗传育种提供物质基础。

一般情况下，选择差和遗传增益应为正值。而本文中筛选出的优良无性系是以含胶率为主要依据，而胸径等树皮性状，叶形指数等叶片性状，果实千粒质量等果实性状与含胶率成负相关，故计算选择差时出现负值；同样，筛选的 4 个无性系提高了树皮含胶率，但胸径和果实千粒质量等没有提高，反而降低了。因此，遗传增益出现负值。

遗传参数估计在遗传改良和育种工作中具有理论指导意义。本研究中，叶片性状、树皮性状、果实性状、结果性状的重复力均较高，这些性状都可以作为无性系选择的依据。从性状表型变异系数来看，叶片性状和树皮性状的表型变异系数不高，而果实性状和结果性状的表型变异系数均较高，表明果实性状和结果性状的遗传差异较大，无性系选择中潜

力较大。选择差、选择响应、选择强度、遗传增益等从不同角度衡量遗传改良的效果,其中遗传增益是较直接的衡量指标。本研究中,叶片含胶率、树皮含胶率、果实含胶率和产量遗传增益均较大,分别为 21.10%、54.95%、12.17%和 55.22%。表明这些性状的遗传改良效果均较好,所筛选出来的无性系可以大大提高产果量和产胶量,研究结果为今后杜仲高产胶优良无性系选育提供了重要的理论依据,为杜仲胶生产和产业化开发提供了良种资源。

参考文献:

- [1] 杜红岩. 杜仲优质高产栽培 [M]. 北京:中国林业出版社, 1996: 11~13, 215~219
- [2] 李芳东, 杜红岩. 杜仲 [M]. 北京:中国中医药出版社, 2001: 261~280
- [3] 杜红岩, 赵戈, 卢绪奎. 论我国杜仲产业化与培育技术的发展 [J]. 林业科学研究, 2000, 13(5): 554~561
- [4] 严瑞芳. 杜仲胶研究进展及发展前景 [J]. 化学进展, 1995, 7(1): 65~71
- [5] 陈士明. 杜仲橡胶的开发和应用 [J]. 橡胶工业, 1993, 40(11): 690~698
- [6] 张乔. 杜仲橡胶的开发与利用 [J]. 橡胶工业, 1996, 43(11): 690~693
- [7] 杜红岩, 谢碧霞, 邵松梅. 杜仲胶的研究进展与发展前景 [J]. 中南林学院学报, 2003, 23(4): 95~99
- [8] 张胜利, 杨秀文. 遗传参数不同估计方法的比较 [J]. 遗传, 1995, 17(6): 21~23
- [9] 黄勇. 绿竹不同种源遗传参数估计及生长差异研究 [J]. 福建林业科技, 2006, 33(1): 83~86
- [10] 盖钧铭. 植物数量性状遗传体系的分离分析方法研究 [J]. 遗传, 2005, 27(1): 130~136
- [11] 杜红岩, 杜兰英, 李芳东. 杜仲果实内杜仲胶形成积累的规律 [J]. 林业科学研究, 2004, 17(2): 185~191
- [12] 杜红岩, 杜兰英, 陆志科, 等. 杜仲无性系叶片含胶特性的差异及其相关性分析 [J]. 中南林学院学报, 2004, 24(4): 17~19, 23
- [13] 杜兰英, 杜红岩, 乌云塔娜, 等. 杜仲树皮含胶特性的个体变异规律 [J]. 林业科学研究, 2005, 18(2): 169~172
- [14] 杜红岩, 杜兰英, 李芳东, 等. 杜仲果实含胶特性的个体变异规律 [J]. 林业科学研究, 2004, 17(6): 706~710
- [15] 杜红岩, 乌云塔娜, 杜兰英. 杜仲高产胶良种的选育 [J]. 中南林学院学报, 2006, 26(1): 6~10

《结构化森林经营》一书正式出版

《结构化森林结构》一书由中国林科院研究员、博导、德国洪堡学者惠刚盈博士和世界著名森林经理学家、德国哥廷根大学教授 Klaus von Gadow 博士等合著,是惠刚盈博士等多年从事森林经营研究与实践的结晶,在总结国内外众多森林经营方法的基础上,博采众家之长,从现代森林经营的角度出发,倡导“以树为本、培育为主、生态优先”的经营理念,首次提出了基于空间结构优化的森林经营方法即结构化森林经营,理论新颖,独树一帜,见解独到。

书中介绍的结构化森林经营以培育健康稳定的森林为目标,以优化林分空间结构为手段,注重改善森林的空间结构状态,倡导以树为本的经营理念,师法自然,为森林资源的可持续经营提供了可行的方法,在保护和培育森林资源,高效发挥森林的多种功能和多重价值方面有着重要的理论指导意义和实践应用价值。因此,结构化森林经营不失为一种现代的、科学的森林经营方法,大力推广与实施结构化森林经营必将为可持续林业做出的积极的贡献。

该书已由中国林业出版社正式出版,对生态学、林学、森林保持学和环境科学等学科的科研、教学和管理人员具有重要参考价值,可作为大学相关专业的本科生和研究生的教材,也可作为营林技术人员的经营指南。

(林 讯)