

湿地松幼林营养的 DRIS 诊断*

洪顺山 庄珍珍 胡炳堂 李锦清 余建新

摘要 用 DRIS 和临界浓度值法对湿地松幼林的营养状态比较研究发现,在诊断针叶磷素营养状态时,用 DRIS 法比临界浓度值法更准确。施用磷肥能显著地提高湿地松幼林生长量,并与 DRIS 指数密切相关;但与叶片中磷的浓度相关不显著。植株从磷肥吸收的磷量被林分生长的“稀释效应”所抵消,使施磷植株叶片中磷的浓度没有明显提高。同临界浓度值法一样,DRIS 法也受林龄和立地环境因素的影响,故用于计算诊断参数的高产群体应当从当地的同龄林选择。根据 DRIS 的诊断结果,江西永丰低丘红壤湿地松造林施肥的效应机理为:氮肥增加针叶 N 素的过量积累,加剧了养分的不平衡状态,对生长无益。单施钙镁磷肥,每公顷施纯磷 21.82 kg,就可全面改善幼林的营养状态,使主要养分元素 N、P、Ca、Mg 达到理想的平衡状态,显著促进幼林生长。钾肥提高幼林钾的吸收量,但可能属奢侈吸收状态,对生长无影响。

关键词 湿地松幼林、营养诊断、DRIS、临界浓度值法、肥效机理

农林作物营养诊断最普遍使用的方法是土壤测定和组织养分临界浓度值法。但正如 El-wali 和 Gascho^[1]指出,这两种方法都存在不少问题,影响诊断结果的可靠性。土壤测定的主要问题是土壤肥力不均匀,难于精确采样;组织养分临界浓度值法的主要缺点是养分浓度随作物年龄和生长季节而变动。因此营养诊断方法仍处在不断探索和改进之中。1973 年,Beaufils 提出一种新方法,称为 DRIS(Diagnosis Recommendation Integrated System),其理论依据是作物正常代谢所需的各种养分元素必需是平衡的,一种元素与其它各种元素的比值存在一个最佳平衡值(最适值),待诊作物养分实测比值距最适值越近,养分越接近平衡;反之,结果亦反之。它的最适值来自当地高产群体叶分析元素比值的平均值。该方法提出之后受到广泛的注意,随后在农作物^[2,3]、果树和林木^[4,5]的营养诊断证明,它比传统的养分浓度临界值法的诊断更准确。当然 DRIS 法仍有不足之处^[6],应用时仍需非常小心。

本文的目的在于:①以湿地松幼林的田间施肥试验为检验标准,探讨 DRIS 法作湿地松营养诊断方法的可行性;②阐述湿地松幼林施肥的效应机理。

1 材料和方法

1.1 湿地松造林基肥试验

试验林位于中亚热带江西省永丰县恩江林场。立地为低丘台地,土壤母质为第四纪红色粘土,土层深厚,表土 pH4.8~4.9,含有机质 0.79%,全 N 0.095%,全 P 0.034%,全 K 0.79%,碱解 N 83.8 mg/kg,速效 P 0.59 mg/kg(0.05 N HCl-0.025 N H₂SO₄ 浸提),速效 K 24.5 mg/kg,交换性 Ca、Mg 含量分别为 0.24 和 0.11 cmol/kg。试验林属国家造林项目林木施肥试

1994-11-10 收稿。

洪顺山副研究员,庄珍珍,胡炳堂(中国林业科学研究院亚热带林业研究所 浙江富阳 311400);李锦清,余建新(浙江省余杭县长乐林场)。

* 本文为国家攻关项目林木施肥专题部分内容,田间试验得到李祖勋、肖齐绪等同志帮助,特此致谢。

点,设置 11 个造林施肥处理,即 $P_1, P_2, P_3, N, K_1, K_2, NP_2, P_1K_1, P_2K_1, NP_2K_1$ 和对照(CK)。四次重复。各元素施肥水平(kg/hm^2)为 $N 100, P_1 21.82, P_2 43.63, P_3 87.28; K_1 83.0, K_2 166.0$ 。N、P、K 肥源分别为尿素、钙镁磷肥和氯化钾。

1991 年 1 月造林,栽植密度为 $2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$,处理小区 36 株树。1993 年 3 月和 1994 年 4 月分别从两个区组采集近期成熟针叶分析主要养分元素含量供诊断之用。

1.2 湿地松高产幼林

试验区设置在中亚热带北缘地区浙江省余杭市长乐林场,立地为低海拔缓坡丘陵,土壤母质为页岩风化残积物,土层厚度 80 cm 以上。表土养分含量为有机质 1.33%,全 N 0.081%,全 P 0.024%,碱解 N 88.7 mg/kg,速效 P 5.8 mg/kg,速效 K 57 mg/kg。前作泡桐,1990 年春营造湿地松,栽植密度 $2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$,每株施 250 g 钙镁磷肥作基肥。1992 年 6 月调查,平均树高 $1.96 \text{ m} \pm 0.07 \text{ m}$,林分速生而且整齐。为了创造更优越的生长条件和更复杂的肥力环境,用以建立湿地松幼林的营养诊断参数,设置了 6 组追肥处理(表 1),第个处理 30 株树,1992 年 6 月,施下全部肥料。

1993 年 3 月和 11 月,分别采集近期成熟针叶分析,供营养诊断之用。

表 1 湿地松幼林追肥试验设计

处 理	施 肥 等 级 (g/株)					
	CK	1	2	3	4	5
N_v	N_0	N_{10}	N_{20}	N_{40}	N_{80}	$N_{120}^{①}$
N_v+PK	N_0PK	$N_{10}PK$	$N_{20}PK$	$N_{40}PK$	$N_{80}PK$	$N_{120}PK^{②}$
P_v	P_0	P_5	P_{10}	P_{20}	P_{40}	P_{60}
P_v+NK	P_0NK	P_5NK	$P_{10}NK$	$P_{20}NK$	$P_{40}NK$	$P_{60}NK$
K_v	K_0	K_{14}	K_{28}	K_{56}	K_{84}	K_{112}
K_v+NP	K_0NP	$K_{14}NP$	$K_{28}NP$	$K_{56}NP$	$K_{84}NP$	$K_{112}NP$

①元素右下角数字代表该元素每株施用克数。②配合的 NPK 肥施用量统一为每株施 40、60、40 g。

1.3 针叶养分测定方法

全部样品由浙江省农科院中心实验室统一测定。用克氏法定氮,钼锑抗比色法定磷,1 N 盐酸浸提,原子吸收光谱法测定钾、钙、镁。

1.4 DRIS 指标(指数)含义及计算方法

DRIS 指数值表示养分元素的平衡状态,正值表示含量足够,负值则含量不足,零值表示最佳平衡状态,正负数绝对值越大,养分越不平衡,对生长越不利。DRIS 指数的各种平衡状态有不同的划分标准,本文采用 Beaufils^[5]提出的标准,即养分比例标准平均值 $\pm 4/3 SD$ (标准差)为适宜范围临界值; $\pm 8/3 SD$ 为严重不平衡临界值,介于两者之间则为中度平衡。

DRIS 指数的计算方法,作者在前文^[4]曾作过简要介绍,更详细了解可参阅有关的专题评论^[7,8]。

2 结果与分析

2.1 诊断参数

长乐林场试验林的施肥处理未发现对生长有显著影响(表 2),1993 年各处理的树高生长量都达到 1 m 左右,属优良林分,全部列入高产组诊断参数的统计。

表2 长乐林场湿地松幼林施肥处理1993年树高生长量 (单位:m)

处 理	施 肥 水 平					平均	CK
	1	2	3	4	5		
Nv	0.98	1.08	1.10	0.95	1.00	1.02	1.02
Nv+PK	0.95	1.02	0.96	1.05	0.87	0.97	1.15
Pv	0.93	0.95	0.92	0.95	0.97	0.94	0.99
Pv+NK	0.90	0.80	0.98	1.37	1.05	1.02	1.03
Kv	1.25	0.93	1.10	1.19	0.96	1.09	1.07
Kv+NP	1.22	1.32	1.39	1.11	1.10	1.23	1.23
平 均						1.05	1.08

2.1.1 养分比值及其变异系数 从1993年和1994年两个春季取样分析统计发现(表3),湿地松幼林阶段养分比的年度变化相当大,主要养分N/P和N/K的平均值相差约1.5~2倍标准差,将对诊断结果有严重影响。随后研究又发现,不同地区同一林龄的养分比值相差也较大,因此,林木的DRIS诊断不宜按农作物的方式建立统一的养分比值标准诊断参数^[3],除非对不同林龄或立地影响因素进行修正^[5]。如果采用当地同龄的高产林统计养分比率作诊断参数,就可以消除林龄和立地差异的影响,获得满意的诊断结果(见2.2节)。

表3 长乐林场湿地松(高产组)养分比值及其变异系数(n=36)

调查时间 (年-月)	项 目	N/P	N/K	N/Ca	N/Mg	K/P	Ca/P	P/Mg	K/Ca	K/Mg	Ca/Mg
1993-03	平均值	16.26	2.52	4.96	16.64	6.61	3.31	1.03	2.02	6.72	3.38
	标准差	2.13	0.42	0.71	2.18	1.13	0.40	0.13	0.43	1.06	0.38
	变异系数(%)	13.07	16.67	14.31	13.10	17.10	12.08	12.62	21.30	15.77	11.24
1994-04	平均值	13.30	1.85	3.83	13.90	7.24	3.49	1.05	2.10	7.57	3.64
	标准差	1.46	0.20	0.39	1.01	0.94	0.38	0.12	0.32	0.92	0.31
	变异系数(%)	10.98	10.81	10.18	7.27	12.98	10.89	11.43	15.24	12.15	8.52

2.1.2 养分平衡状态的DRIS指数度量标准 DRIS指数的理想值为0,但是实测结果总有一定偏差,最好的丰产林养分比的实测值有一定的变化范围。从长乐林场丰产林的36块标准地统计,各种平衡状态的DRIS临界值如表4。以N为例,如果N的DRIS指数绝对值小于13.2,则表示N素养分状态落在适宜范围;落在13.2~19.2之间则表示中度不平衡,如为负数则可能出现缺N;如绝对值大于19.2,表示N素状态极不平衡,如为负数则可能严重缺N。余者类推。表4中NII(Nutrient Imbalance Indices)称为养分不平衡指标,为各养分元素DRIS指标值绝对数之和,用于衡量总体养分的平衡状态。NII小于54,则表示养分在总体上处于理想的平衡状态;大于72预示养分严重不平衡,对生长有显著影响。

表4 湿地松幼林DRIS指数养分平衡状态划分标准

项 目	N	P	K	Ca	Mg	养分不平衡指标 NII
适宜临界值($\pm 4/3 SD$)	± 13.2	± 11.8	± 15.9	± 17.5	± 13.0	54
严重不平衡临界值($\pm 8/3 SD$)	± 19.2	± 17.4	± 23.5	± 25.7	± 20.2	72

2.2 湿地松基肥效应营养诊断

2.2.1 2龄林的营养诊断 从永丰恩江林场湿地松造林施肥试验的生长调查发现,凡施钙镁

磷肥的处理,都明显优于其它各处理,因此,凡施磷肥的处理都被列入高产组,用以统计标准的 DRIS 诊断参数(表 5)。并以表 5 为参数,计算 2 龄林主要养分的 DRIS 指数(表 6)。

表 5 恩江林场 2 龄林湿地松 DRIS 指数计算参数

项 目	N/P	N/K	N/Ca	N/Mg	K/P	Ca/P	P/Mg	K/Ca	K/Mg	Ca/Mg
平均值	23.78	4.10	5.11	18.26	5.95	4.71	0.771	1.28	4.63	3.61
标准差	1.65	0.70	0.68	2.53	0.97	0.60	0.111	0.22	1.21	0.59
变异系数(%)	6.95	18.05	13.31	13.86	16.30	12.74	14.40	17.19	26.13	16.34

树高与针叶养分浓度及 DRIS 指数相关分析结果表明(表 6),两种诊断指标在许多方面表现一致:(1)树高生长与针叶 N 浓度和 N 的 DRIS 指数呈极显著负相关;(2)树高生长与针叶 Mg 的浓度和 Mg 的 DRIS 指数呈极显著相关;(3)树高生长与 K、Ca 浓度及 DRIS 指数相关不密切,但也存在明显的差别。特别是对磷素营养的诊断,磷的 DRIS 指数与树高生长相关极显著,并与施肥肥效反应一致;然而针叶磷浓度与树高生长量不存在明显的相关性。从生长反应推断,造林时施磷肥促进幼林生长,可以认为施磷肥幼林的吸收磷量增加了,但被树体增大所“稀释”了,导致施磷处理针叶磷的浓度没有明显的增加。这一点也说明,DRIS 法比临界浓度值法优越,它不受“稀释效应”的影响。

表 6 恩江林场湿地松 2 龄林针叶养分浓度及其 DRIS 指数

区组	处理	树高 (m)	养 分 浓 度 (%)					DRIS 指 数					NII	
			N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg		
I	P ₁	2.99	1.27	0.055	0.30	0.22	0.064	3.4	8.1	-0.8	-8.1	-2.7	23.1	
	P ₂	2.84	1.22	0.054	0.26	0.25	0.076	-3.0	4.7	-12.1	1.1	9.3	30.2	
	P ₃	3.15	1.15	0.051	0.26	0.26	0.077	-7.6	0.2	-11.0	6.9	11.4	37.1	
	N	1.89	1.89	0.047	0.29	0.21	0.051	66.1	-21.1	-4.3	-13.8	-27.0	132.3	
	K ₁	2.19	1.49	0.058	0.40	0.25	0.056	13.0	2.7	12.7	-5.7	-22.7	56.8	
	K ₂	2.09	1.60	0.064	0.35	0.27	0.049	21.2	14.3	2.7	1.1	-39.2	78.5	
	NP ₂	2.94	1.31	0.056	0.29	0.20	0.062	8.4	11.6	-2.1	-13.8	-4.1	40.0	
	P ₁ K ₁	2.66	1.05	0.047	0.30	0.22	0.058	-5.6	2.8	6.0	-0.6	-2.6	17.6	
	P ₂ K ₁	2.80	1.00	0.043	0.31	0.23	0.060	-9.6	-6.6	8.9	6.9	0.5	32.5	
	NP ₂ K ₁	2.76	1.08	0.042	0.29	0.23	0.060	-0.7	-10.6	3.9	6.6	0.8	22.6	
CK	1.75	1.56	0.048	0.27	0.26	0.058	31.1	-13.6	-9.7	5.6	-13.5	73.5		
II	P ₁	2.73	1.32	0.050	0.26	0.26	0.061	10.4	-2.8	-10.4	9.3	6.4	39.3	
	P ₂	2.76	1.08	0.046	0.27	0.20	0.067	-2.0	0.3	-0.8	-7.5	9.5	20.1	
	P ₃	2.70	1.07	0.047	0.25	0.22	0.072	-5.6	0.8	-7.1	-1.4	13.3	28.2	
	N	2.01	1.63	0.043	0.28	0.22	0.053	48.6	-23.1	-2.8	-6.2	-16.5	97.2	
	K ₁	1.81	1.73	0.051	0.38	0.28	0.053	34.8	-18.2	8.4	5.4	-30.4	97.2	
	K ₂	2.09	1.43	0.048	0.35	0.22	0.048	25.1	-7.2	12.2	-4.5	-25.5	75.5	
	NP ₂	2.85	1.11	0.041	0.20	0.20	0.071	8.2	-8.4	-18.8	0.6	18.4	54.4	
	P ₁ K ₁	2.64	1.09	0.051	0.40	0.26	0.054	-12.8	1.7	20.8	7.0	-16.6	58.9	
	P ₂ K ₁	2.64	1.12	0.045	0.30	0.24	0.052	1.8	-4.0	5.3	8.2	-11.4	30.7	
	NP ₂ K ₁	2.83	1.10	0.046	0.30	0.18	0.052	5.6	5.4	10.2	-14.5	-6.6	42.3	
CK	2.11	1.54	0.049	0.28	0.23	0.053	32.7	-7.4	-4.8	-2.4	-18.0	65.3		
与树高相关系数			-0.847**		-0.388		0.671**		-0.755**		0.084		-0.717**	-0.825**
				-0.099		-0.314			-0.655**		0.120			
显著水平			* $r_{0.05} = 0.423$					** $r_{0.01} = 0.537$						

2.2.2 3龄林的营养诊断 1994年4月,又对恩江林场湿地松施肥试验林继续采样分析,了解其生长1a后的营养状态的变化。诊断参数仍由磷肥处理的高产组统计得出(表7)。诊断结果表明(表8),经过又1a的生长,3龄湿地松幼林的营养状态,若与2龄林比较,有3方面起了明显改变:第一,对照和不施磷肥的其它处理的叶N浓度明显下降,N的浓度已降到接近正常值,与施磷处理无显著差别。第二,对照处理磷的DRIS指数由负值转变为正值,不施磷的处理不再表现缺磷象征,显示3龄幼林利用土壤磷的能力增强。第三,针叶Ca的浓度与生长呈显著相关,多数生长差的DRIS指数亦呈较大的负数,预示随着林分生长加速,有可能出现缺Ca。

表7 恩江林场湿地松3龄林DRIS指数计算参数

项 目	N/P	N/K	N/Ca	N/Mg	K/P	Ca/P	P/Mg	K/Ca	K/Mg	Ca/Mg
平均值	19.8	3.87	3.59	14.8	5.21	5.61	0.752	0.950	3.92	4.18
标准差	1.58	0.62	0.55	1.64	0.79	0.89	0.079	0.221	0.82	0.56
变异系数(%)	8.00	16.02	15.32	11.08	15.16	15.86	10.51	23.26	20.92	13.40

表8 恩江林场湿地松3龄林针叶养分浓度及其DRIS指数

区组	处理	树高(m)	针叶养分浓度(%)					DRIS 指 数					NII
			N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	
III	P ₁	2.99	1.04	0.057	0.27	0.27	0.077	-3.7	6.4	-2.4	-8.2	7.9	28.6
	P ₂	2.84	1.07	0.060	0.25	0.25	0.072	1.5	15.4	-6.7	-12.9	2.6	39.1
	P ₃	3.15	1.12	0.058	0.27	0.32	0.089	-2.5	-2.5	-7.9	-1.4	14.3	28.6
	N	1.89	1.35	0.060	0.30	0.24	0.063	26.5	9.0	2.8	-20.6	-17.7	76.6
	K ₁	2.19	1.21	0.066	0.37	0.25	0.060	8.6	19.7	17.0	-19.2	-26.0	90.5
	K ₂	2.09	1.11	0.063	0.37	0.26	0.060	0.6	16.7	18.9	-13.2	-23.0	72.4
	NP ₂	2.94	1.21	0.059	0.28	0.26	0.071	11.3	7.6	-1.8	-13.3	-3.9	37.9
	P ₁ K ₁	2.66	0.96	0.057	0.33	0.31	0.063	-12.6	9.1	12.2	4.0	-12.8	50.7
	P ₂ K ₁	2.80	1.16	0.060	0.43	0.27	0.073	-2.6	0.8	26.2	-16.9	-7.5	54.0
	NP ₂ K ₁	2.76	1.11	0.056	0.31	0.30	0.077	-1.2	-0.7	3.6	-3.5	1.8	10.8
CK	1.75	1.11	0.068	0.29	0.25	0.057	4.0	31.9	2.4	-13.6	-24.7	76.6	
IV	P ₁	2.73	1.11	0.049	0.22	0.28	0.063	15.6	-1.5	-11.0	2.4	-5.4	35.9
	P ₂	2.76	1.05	0.055	0.29	0.34	0.082	-8.4	-3.5	-1.2	5.3	7.9	26.3
	P ₃	2.70	0.97	0.051	0.23	0.35	0.076	-8.4	-2.8	-12.4	15.0	8.6	47.2
	N	2.01	1.16	0.053	0.27	0.22	0.053	23.6	10.3	4.6	-16.4	-22.0	76.9
	K ₁	1.81	1.12	0.054	0.33	0.29	0.056	8.5	2.8	13.2	0.5	-25.0	50.0
	K ₂	2.09	0.99	0.048	0.41	0.30	0.052	-3.3	-8.4	36.7	5.5	-30.5	84.4
	NP ₂	2.85	1.15	0.054	0.26	0.33	0.081	3.0	-5.7	-8.5	3.6	7.7	28.5
	P ₁ K ₁	2.64	0.95	0.047	0.28	0.30	0.068	-4.8	-6.9	5.1	5.6	1.1	23.5
	P ₂ K ₁	2.64	1.07	0.052	0.29	0.34	0.066	0.4	-3.9	2.1	10.3	-9.0	25.7
	NP ₂ K ₁	2.83	1.16	0.053	0.29	0.35	0.072	4.4	-7.6	-1.0	8.7	-4.4	26.1
CK	2.11	1.25	0.054	0.27	0.27	0.060	22.5	2.3	-1.3	-5.8	-17.6	49.5	
与树高相关系数			-0.299	-0.227	-0.316	0.500*	0.842**	-0.416	-0.489*	-0.193	-0.297	-0.817**	-0.797**
显著水平			* r _{0.05} =0.423				** r _{0.01} =0.537						

2.3 湿地松基肥效应机理

2.3.1 氮肥 用表4的标准衡量,2、3龄林施纯N处理的DRIS指数都超出养分严重不平衡

的界限;N 的 DRIS 指数又为正数,说明单施 N 肥加剧叶中 N 的过量累积,有可能抑制 Ca、Mg 的吸收;N 肥配合 P、K 施用虽无害处,也没明显的益处。

2.3.2 磷肥 供试磷肥实际上是含有大量副成份的钙镁磷肥。从 2 龄林的 DRIS 指数看,对照处理之所以生长不良,是因为 N 素过量积累,而 P、Mg 养分缺乏。施了钙镁磷肥后,N、P、Mg 这 3 个养分元素的不平衡状态均得到根本改善,其指数值都落在适宜范围之内。每公顷钙镁磷肥的施用量按 21.82 kg/hm² 的含磷量计算就已足够。

2.3.3 钾肥 虽然永丰恩江林场第四纪红壤速效 K 含量比较低,只有 24.5 mg/kg,但从生长反应考察,钾肥效果不明显,说明湿地松的钾素养分水平相对较低。又从针叶养分状态比较,钾肥还是有影响的,钾肥同时提高针叶 K 的浓度和 DRIS 指数,显示幼林对钾肥的吸收属于“奢侈吸收”。钾肥还可能对 Ca、Mg 的吸收起抑制作用。

3 结论与建议

(1)通过对湿地松幼林施肥试验针叶 N、P、K、Ca、Mg 5 个元素的营养诊断,发现用 DRIS 法的诊断结果与肥料试验的生长效应相一致,DRIS 法比临界浓度值法更精确,尤其表现在对磷素的营养诊断,由于林木生长对养分的“稀释效应”导致临界浓度值法不能对磷素营养状态作出正确的诊断,而用 DRIS 法可以克服养分“稀释效应”的影响,获得正确的诊断结果。

(2)DRIS 诊断与临界浓度值法同样受林木年龄和立地因素的影响。为了克服这个缺点,作为诊断参数来源的高产群体应从当地优良的同龄林选择,才能取得正确的诊断结果。

(3)湿地松幼林肥效机理:江西永丰恩江林场第四纪红色粘土在不施肥的情况下栽培的湿地松幼林,针叶的养分状态呈现严重不平衡,即氮素过量积累,而磷、镁明显不足,若每公顷施含磷素 21.82 kg 的钙镁磷肥,就可以全面调节针叶主要养分达到最佳的平衡状态,促进幼林速生。施纯氮扩大养分不平衡;施纯钾导致幼林对钾的“奢侈吸收”;N、P、K 配合施用,其营养状态仍与单施钙镁磷肥相似。研究还发现,3 龄湿地松幼林自身利用土壤磷的能力明显增强,不施磷肥的幼林磷素营养已恢复到正常生长的含量水平。

参 考 文 献

- 1 Elwali A M O, Gascho G J. Soil testing, foliar analysis, and DRIS as guides for sugarcane fertilization. *Agronomy Journal*, 1984, 76: 466~470.
- 2 Jones C A, Bowen J E. Comparative DRIS and crop log diagnosis of sugarcane tissue analyses. *Agronomy Journal*, 1981, 73: 941~944.
- 3 Elwali A M O, Gascho G J, Sumner M E. DRIS norms for 11 nutrients in corn leaves. *Agron. J.*, 1985, 77: 506~508.
- 4 洪顺山, 胡炳堂, 江业根. 毛竹营养诊断研究. *林业科学研究*, 1989, 2(1): 15~24.
- 5 Rathfon R A, Burger J A. Diagnosis and recommendation integrated system modifications for fraser fir christmas trees. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 1991, 55: 1026~1031.
- 6 Hanson R G. DRIS evaluation of N, P, K status of determinant soybeans in Brazil. *Commun. in Soil Sci. Plant Anal.*, 1981, 12(9): 933~948.
- 7 Sumner M E. Use of the DRIS system in foliar diagnosis of crops at high yield levels. *Commun. in Soil Science and Plant Analysis*, 1977, 8(3): 251~268.
- 8 黄宗玉. 诊断施肥综合法(DRIS)的原理与应用问题. *土壤学进展*, 1990, 18(1): 22~26.

Nutrient Diagnosis on Young Stands of Slash Pine by DRIS

*Hong Shunshan Zhuang Zhenzhen Hu Bingtang
Li Jinqing Yu Jianxin*

Abstract A comparative nutrient diagnosis on young stands of slash pine by DRIS and critical concentration value approach (CCVA) was conducted. The results showed that the DRIS produced more accurate nutritional diagnosis than that by CCVA when diagnosing phosphorus nutritional status in leaves. That is, the phosphorus application enhanced the growth of slash pine and the growth was significantly interrelated to phosphorus DRIS indexes, but there was no response for phosphorus concentration in leaves. DRIS diagnosis was also influenced by the age of trees and site environment as the CCVA. So, high-yield populations for calculating diagnosis parameter should be chosen from the stands of the same age at the local site. According to the diagnosis results by DRIS, the mechanism of N P K fertilizers to the growth of young slash pine was considered as follows: N application increased the N concentration and the unbalance of leaf nutrition and was not benefitable to the growth. The application of calcium-magnesium phosphate alone at the rate of P 21.82 kg/hm² would improve the N, P, Ca and Mg nutritional status in leaves significantly, reaching the optimum balance. Besides, it was found that P nutritional status in the control treatment was obviously improved in the third year after planting, indicating the young trees were able to use soil P to meet the need of P for their growth.

Key words young stand of slash pine, nutrient diagnosis, DRIS, critical concentration value approach, mechanism of fertilizer response

Hong Shunshan, Associate Professor, Zhuang Zhenzhen, Hu Bingtang (The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF Fuyang, Zhejiang 311400); Li Jinqing, Yu Jianxin (Changle Forest Farm of Yuhang County, Zhejiang Province).