

落叶松叶蜂生物学特性及防治途径研究*

周淑芷 黄孝运 张真 王鸿斌 张培毅

摘要 落叶松叶蜂 *Pristiphora erichsonii* (Hartig) 在北京地区 1 a 一代,以老熟幼虫在树冠下及周围的枯枝落叶层及松软的土壤中结茧,以预蛹越冬。幼虫群集危害落叶松。卵和幼虫的有效积温分别为 110.458 6 和 383.525 8 日度。幼虫发育的最适温度为 16~20℃。林缘及东南方向比林内及西北方向产卵多,分别为 0.73、0.3 块/枝。茧期各种天敌的总寄生率为 83.23%。以白僵菌、苏云金杆菌、昆虫寄生线虫及敌灭灵进行防治途径研究,结果表明,利用线虫防治室内效果达 80%~100%,敌灭灵野外效果达 98%~100%,而白僵菌效果为 28%~52%,苏云金杆菌的 2 个亚种效果均不理想,分别为 20.83% 和 9.095%。

关键词 落叶松叶蜂、生物学、生物防治、线虫

落叶松叶蜂(落叶松红腹叶蜂) *Pristiphora erichsonii* (Hartig) 属膜翅目 Hymenoptera、广腰亚目 Symphyta、叶蜂科 Tenthredinidae、丝角叶蜂亚科 Nematinae、锉叶蜂属 *Pristiphora* Latreille^[1,2]。主要危害华北落叶松 *Larix principis-rupprechtii* Mayr、兴安落叶松 *L. gmelini* Rupr 人工林,可使幼树新梢弯曲,枝条枯死,难以郁闭成林。国内分布于内蒙古、陕西、山西、辽宁、黑龙江、河北、北京。国外分布于美国、加拿大、欧洲、前苏联、日本。据报道 80 年代末在内蒙古约发生 2.8 万 hm^2 ,90 年代在陕西、河北、北京地区大面积危害。崔凤花^[3]和李惠成等^[4]分别在山西雁北地区和内蒙古卓资县对该虫的生物学特性作了研究,郭飞等^[4,5]进行了化学和物理防治方法研究。为了解不同地理带落叶松叶蜂生活史的差别,作者于 1990~1992 年在北京市门头沟区百花山林场以对该叶蜂的生物学特性作进一步研究,特别是对前人未研究过的卵至 5 龄幼虫的有效积温、天敌种类及寄生情况和几种生物制剂及新型农药敌灭灵的室内外防治效果进行了研究。现报道如下。

1 材料和方法

1.1 试验区概况

百花山位于 39°49'~39°53' N,115°30'~115°38' E,其地理分布为古北区华北地区太行山 H 支脉燕山,是蒙古高原与华北平原的地貌分界地,植物区大部分属于中国—日本植物亚区,属暖温带落叶阔叶林区。华北落叶松人工林面积约 350 hm^2 ,分布于海拔 1 100~1 900 m 之间。

1.2 室内饲养

采用 100 mL 三角瓶,瓶中放少许泥砂,然后插入刚产上卵的落叶松小枝条,逐日观察卵的发育及孵化情况。供试虫均采自百花山林区。幼虫饲养同法插入落叶松小枝,每瓶接入初

1994—03—15 收稿。

周淑芷副研究员,黄孝运,张真,王鸿斌,张培毅(中国林业科学研究院森林保护研究所 北京 100091)。

* 本项研究为 1990~1992 年国家自然科学基金资助项目。承中国科学院动物研究所赵建铭先生鉴定寄蝇学名,王淑芳先生鉴定寄生蜂学名;中国林科院吴坚先生鉴定蚂蚁学名,特此一并致谢。北京市门头沟林业局张惠亮参加部分工作;中国林科院戴莲韵提供苏云金杆菌菌剂,张永安提供白僵菌菌剂,李虹、任立宗参加部分工作。

孵幼虫1条,每天定时观察,及时更换饲料,并用喉头喷雾器喷一定量的清水,以保持湿度。茧期观察将茧纵向剖开,逐日观察蛹的发育。成虫观察将新鲜的落叶松枝条插入200 mL广口瓶中,瓶口用脱脂棉塞紧,然后放入直径17.5 cm、高48 cm的玻璃筒中,顶端罩上纱布,接入刚羽化的成虫,观察其寿命及产卵情况。

1.3 有效积温测定

在恒温箱内采用12、16、20、24、28℃进行饲养,观察各虫态所需温度和历期。饲养时每天光照14 h,光照强度410 lx,每个温度处理100头幼虫,分别进行个体饲养,于1991、1992年重复2次。具体方法同室内饲养。

1.4 野外调查

采用标准枝调查法,在各样株的东、西、南、北、中部各抽取约35 cm长的落叶松枝条,统计样枝上的叶蜂数量、虫态及天敌数量。

1.5 幼虫毒效测定方法

1.5.1 球孢白僵菌 *Beauveria bassiana* Vuillemin 采用从叶蜂虫体上分离到的球孢白僵菌3号和30号2个菌株。取定量水加入少许吐温80,再加入分生孢子,用玻棒搅拌使孢子分散开,配成1.5亿/mL两种不同浓度备用。将50头幼虫放在干净培养皿中,均匀喷洒菌液,使虫体变湿后,接到插有新鲜落叶松枝上,放入玻璃缸内,上盖两层纸,保湿观察。对照采取同样方法喷一定量的清水,使虫体湿润为止。处理3 d后开始记录死亡数。

1.5.2 苏云金杆菌 *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* De Barjac et Iemille, *B. thuringiensis* subsp. *dendrolimus* Krieg 取30±1℃培养4~5 d的菌斜面,用灭菌的0.1%吐温80蒸馏水洗下菌苔,振荡摇匀,制成10亿/mL孢子悬液。将落叶松枝插入200 mL广口瓶内,分别用原液、稀释1、4、8倍的菌液喷洒,然后将松枝放入玻璃缸内,接入供试的2~3龄叶蜂幼虫,保湿观察。同法用清水作对照。

1.5.3 线虫 *Steinernema feltiae* Beijing, *S. feltiae* Mex, DD136 喷叶面:取含线虫6 000条/mL的原液0.5 mL,相当于3 000条,适当稀释后直接喷在落叶松叶上,然后接上叶蜂幼虫,插入小玻璃瓶中,放入玻璃缸,上盖两层纱布,保湿,叶被食光后换入新叶。Beijing品系另设2.5万头作高浓度处理。用同样方法喷清水作对照。

喷土面:在面积为143 cm²的玻璃皿内放入厚度约为5 cm的森林地表土,压平。将相当于50、70、100条/cm²的线虫喷洒于土面,插入落叶松枝,接上4~5龄幼虫,老熟幼虫入土结茧时接触带线虫的土壤。同法喷清水于土面作对照。

1.5.4 敌灭灵(Dimilin)(荷兰杜邦公司生产)在百花山艾峪林区海拔1 200 m的落叶松林内进行试验,林龄10 a,平均树高约5 m。设浓度为20、25、30、40 ppm及对照,各处理设3重复,共选15个标准枝,每枝有2~3龄叶蜂幼虫50头左右,喷药后套以长50 cm、直径25 cm的铁纱笼,每隔48 h检查效果。

2 结 果

2.1 生物学特性

2.1.1 生活史 该虫在北京地区1 a一代,以预蛹在树冠下及其周围的枯枝落叶层和松软的土壤中越冬。成虫羽化高峰期在6月上旬。成虫羽化后即产卵,高峰期为6月中旬。5月底开

始出现幼虫,7月上旬为结茧盛期。生活史详见表1。

2.1.2 各虫态生物学特性 蛹期:5月上旬预蛹开始化蛹,初期蛹为淡绿色,逐渐变为黑褐色。复眼由红色变暗。足由红变黑褐色。蛹的历期长短随不同海拔高度及坡位、坡向而异,在百花山林区为10 d左右。

成虫期:成虫主要营孤雌生殖,百花山地区的整个调查过程仅见到一只雄虫。成虫羽化后24~48 h即开始产卵。产一粒卵的时间为1~4 min,平均2 min 10 s。一成虫一般在1~5枝条上产卵,产卵量为20~120粒。

卵期:新梢端部交错排列成二卵列,卵粒数为10~80粒,平均50粒。随着卵粒的发育,枝条顶梢部逐渐弯曲呈钩状。产卵部位的形成层和韧皮部干裂。卵的历期为3~5 d。孵化率平均为85.96%。卵的发育可分为四个阶段。第一阶段卵壳乳白色透明,原生质充满卵壳;第二阶段卵壳浅黄绿色,原生质浓缩形成胚胎;第三阶段卵壳浅灰白色,胚胎白色透明出现红色眼点;第四阶段卵壳呈灰白带黑色,能见黑色的眼点和红色上颚。以上结果与李惠成观察基本一致。

表2 落叶松叶蜂各龄幼虫头宽、体长及历期 (1990年)

虫 龄	头壳宽 (mm)	体 长 (mm)	历 期 (d)	平均历期 (d)
1	0.548	3~5	4~5	4.98±0.14
2	0.828	4~6	3~4	3.20±0.40
3	1.165	8~10	3~5	4.13±0.50
4	1.860	12~15	3~6	4.52±0.70
5	2.520	16~20	5~9	7.41±1.14

幼虫老熟后,从树上爬下或掉下,在土壤或枯枝落叶层下结茧。茧长径8.3~10.6 mm,平均9.86 mm,短径3.9~5.3 mm,平均4.53 mm,茧内预蛹持续时间长达10个月。

2.1.3 有效积温 卵及各龄幼虫的有效积温测定结果见表3,4。

表3 落叶松叶蜂有效积温历期

(单位:d)

虫 态	12 ℃	16 ℃	20 ℃	24 ℃	26 ℃
卵	11.756 1	7.256 6	5.740 0	5.262 3	4.252 4
幼虫 (龄期)	1	6.657 5	3.977 0	3.018 6	2.155 6
	2	4.919 4	3.107 2	2.202 2	1.867 5
	3	5.070 2	3.333 3	2.683 5	1.833 3
	4	5.823 5	3.880 6	3.081 1	2.579 7
	5	8.687 5	7.326 5	6.408 3	5.814 8

表1 落叶松叶蜂生活史

(百花山林场)

5月		6月			7月			8月			9月~4月			
上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
⊖	⊖	⊖												
⊕	⊕	⊕	⊕	⊕										
	+	+	+	+	+									
			.	.	.									
			-	-	-	-	-	-						
						⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖

⊖预蛹,⊕茧,+成虫,·卵,-幼虫。

幼虫期:初孵幼虫群居,1龄幼虫仅取食幼嫩叶肉,形成干枯的叶簇。2龄以后逐渐取食整叶。3龄以后转移到老叶上,从上向下啃食。5龄以后开始弱分散。此虫为单食性,虫口密度大时,将针叶食光,虫体在枝条上缠绕成团。本地区的各龄虫体皆比内蒙古大^[4],各龄的头宽、体长及历期见表2。

茧:幼虫老熟后,从树上爬下或掉下,在土

1)李惠成,恩和图布斯,王建中.落叶松红腹叶蜂的研究.内蒙古自治区乌兰察布盟森林病虫害防治检疫站,1989,39.

表4 落叶松叶蜂有效积温(K)和发育起点温度(C)计算结果

虫态	有效积温(日度)		发育起点温度(℃)	
	K	S _K	C	S _C
卵	110.458 6	10.581 8	1.834 3	1.740 2
幼虫 (龄期)	1	44.530 6	5.103 8	1.724 9
	2	36.211 8	1.527 7	4.352 8
	3	37.777 9	3.545 1	4.846 3
	4	57.514 6	2.093 8	1.656 1
	5	207.490 9	5.577 4	-12.084 1

由各虫期的有效积温及发育起点温度得到如下的预测式:

$$\begin{aligned}
 \text{卵期: } N_e &= \frac{110.458\ 6 \pm 10.581\ 8}{T - (1.834\ 3 \pm 1.740\ 2)} & \text{3龄幼虫: } N_{L3} &= \frac{37.777\ 9 \pm 3.545\ 1}{T - (4.846\ 3 \pm 1.422\ 0)} \\
 \text{1龄幼虫: } N_{L1} &= \frac{44.530\ 6 \pm 5.156\ 4}{T - (5.103\ 8 \pm 1.724\ 9)} & \text{4龄幼虫: } N_{L4} &= \frac{57.514\ 6 \pm 2.093\ 8}{T - (1.656\ 1 \pm 0.667\ 8)} \\
 \text{2龄幼虫: } N_{L2} &= \frac{36.211\ 8 \pm 1.527\ 7}{T - (4.352\ 8 \pm 0.660\ 1)} & \text{5龄幼虫: } N_{L5} &= \frac{207.490\ 9 \pm 5.577\ 4}{T - (-12.084\ 1 \pm 0.862\ 4)}
 \end{aligned}$$

以上预测式可用于该叶蜂在不同地理地带及不同立地条件下从卵到5龄幼虫期间任何一时期的发生期预测预报。

2.2 发生与环境因子间的关系

2.2.1 温度和光 温度:从有效积温的研究可以看出,在发育起点温度以上,温度越高,发育越快。所以海拔越高,发育越慢,阳坡比阴坡发育快,郁闭度越大,发育越慢。从表5中可以看出,温度太高或太低其死亡率都较大,发育的最高温度不能超过30℃,最适温度为16~20℃。从不同龄期看,5龄结茧时的死亡率最高,1龄次之,2~4龄死亡率较低。

表5 落叶松叶蜂不同温度下死亡率统计

(单位:%)

幼虫龄期	12℃	16℃	20℃	24℃	26℃	平均
1	27.00	16.00	6.00	10.00	16.32	15.10
2	11.00	3.00	7.00	7.00	3.60	6.12
3	5.00	9.00	8.00	5.00	6.95	6.78
4	6.00	5.00	5.00	9.00	21.74	9.34
5	35.00	18.00	27.00	42.00	57.00	35.80
总计	84.00	51.00	53.00	73.00	97.39	

光:落叶松叶蜂喜光,强光下活动性强,据标准枝调查,林缘及东南方向平均卵块数为0.73块/枝,林内及西北方向为0.3块/枝。说明更喜欢在阳光充足的地方及向阳面产卵。

2.2.2 天敌 落叶松叶蜂天敌较多,茧期有球孢白僵菌、苏云金杆菌、黑瘤姬蜂 *Coccygomimus* sp.、惊蠊姬蜂 *Phobocampe* sp.、小室姬蜂 *Scenocharops* sp.、恩姬蜂 *Endasys* sp.、选择盆地寄蝇 *Bessa parallela* (Meigen)。表6看出,各种天敌的总寄生率达83.23%,成虫羽化率仅16.37%,所以茧期天敌对叶蜂有较大的抑制作用。

幼虫期主要是蚂蚁、蜘蛛、猎蝽等捕食性天敌起作用,常见的有日本弓背蚁 *Camponotus japonicus* Mayr, 蝽 *Arma custos* (Fabricius), 单环真猎蝽 *Harpactor altaicus* Kiritschenko。

表6 落叶松叶蜂越冬茧天敌 (1990年)

项 目	天 敌 种 类			羽化 成虫数
	白僵菌	苏云金杆菌	寄生蜂	
虫数(头)	58	48	37	28
寄生及羽化率(%)	33.92	28.07	21.64	16.37

2.3 室内白僵菌对落叶松叶蜂幼虫毒效

用白僵菌处理 3 d 后的死亡率及检验结果见表 7。可以看出白僵菌所致死亡率为 28%~52%，两种菌的不同浓度之间，经检验差异不显著，而两菌株之间差异显著，菌株 30 号效果好于 3 号。

表 7 室内白僵菌对落叶松叶蜂幼虫毒效测定 (1990—06)

日 期 (月—日)	菌 株 30 号				菌 株 3 号				对 照	
	1 亿/mL		5 亿/mL		1 亿/mL		5 亿/mL		清 水	
	死亡数 (头)	死亡率 (%)	死亡数 (头)	死亡率 (%)	死亡数 (头)	死亡率 (%)	死亡数 (头)	死亡率 (%)	死亡数 (头)	死亡率 (%)
06—21	16	32	4	8	1	2	0	0	0	0
06—22	18	36	4	8	1	2	0	0	0	0
06—23	18	36	9	18	3	6	5	10	0	0
06—24	19	38	12	24	10	20	8	16	0	0
06—25	26	52	23	46	18	36	14	28	0	0
总死亡率(%)	52		46		36		28		0	
检验结果	$u=0.60$				$u=0.86$					
可靠性 95%	$u < u_{0.05} = 1.96$, 差异不显著				$u < u_{0.05} = 1.96$, 差异不显著					
平均死亡率(%)	49				32					
检验结果	$u=2.45$									
可靠性 95%	$u > u_{0.05} = 1.96$, 两种菌株间差异显著									

2.4 室内苏云金杆菌对落叶松叶蜂幼虫毒效

苏云金杆菌 *B. t. dendrolimus* 略优于 *B. t. kurstaki* 亚种,在 10 亿/mL 浓度下杀虫效果分别为 20.83% 和 9.09%。

2.5 线虫对落叶松叶蜂幼虫毒效

利用线虫的三个不同品系试验结果见表 8。经检验(表 9),三个品系喷叶处理之间差异极显著,其中 Mex 品系效果最好,Beijing 品系次之,DD136 效果较差。Beijing 品系不同浓度之间差异极显著,2 500 条明显优于 300 条,高浓度的 Beijing 品系与 Mex 品系的效果之间差异不显著,所以两者均能取得较好效果。

表 8 线虫对落叶松叶蜂幼虫毒效测定 (1990—06)

处 理	密 度 (条)	供试虫数 (头)	各 日 死 亡 虫 数 (头)					计死亡数 (头)	死亡率 (%)	校正死亡率 (%)
			2	4	6	8	10			
Mex 喷叶	3 000/mL	51	46	0	1	2	0	48	94.1	93.0
Beijing 喷叶	3 000/mL	54	14	18	1	2	0	35	64.8	58.2
DD136 喷叶	3 000/mL	50	12	7	0	5	0	24	48.0	38.3
Mex 喷土	50/cm ²	98	3	61	28	0	0	92	93.8	92.6
Mex 喷土	70/cm ²	99	1	60	16	4	0	80	80.8	77.2
Mex 喷土	100/cm ²	48	48	0	0	0	0	48	100.0	99.18
Beijing 喷土	50/cm ²	97	0	37	10	10	0	57	58.8	51.1
Beijing 喷土	70/cm ²	100	0	42	46	1	0	89	89.0	86.9
Beijing 喷土	100/cm ²	49	25	14	1	0	0	40	81.6	78.2
DD136 喷土	100/cm ²	52	36	4	1	0	0	41	78.8	74.9
Beijing 喷叶	25 000/mL	50	37	6	0	0	0	43	86.0	83.3
对 照	—	51	0	0	2	1	5	8	15.7	—

表9 线虫对落叶松叶蜂幼虫毒效测定结果检验

(1990—06)

不同密度处理比较				结果	不同密度处理比较				结果
Mex 喷叶	3 000	Beijing 喷叶	3 000	4.38**	Beijing 喷叶	3 000	Beijing 喷土	50	0.84
Mex 喷叶	3 000	DD136 喷叶	3 000	6.06**	Beijing 喷叶	3 000	Beijing 喷土	100	2.16*
Mex 喷叶	3 000	Beijing 喷叶	25 000	1.71	DD136 喷叶	3 000	DD136 喷土	100	3.73**
Mex 喷叶	3 000	Mex 喷土	50	0.044	Mex 喷土	50	Mex 喷土	100	1.74
Mex 喷叶	3 000	Mex 喷土	100	0.039	Mex 喷土	100	Beijing 喷土	100	3.40**
Beijing 喷叶	3 000	DD136 喷叶	3 000	1.99*	Beijing 喷土	50	Beijing 喷土	100	3.19**
Beijing 喷叶	3 000	Beijing 喷叶	25 000	2.96**	Beijing 喷土	100	DD136 喷土	100	0.39

线虫密度:喷叶为条/mL,喷土为条/cm²。*表示检验可靠性95%, $U_0=1.96$;**表示可靠性99%, $U_0=2.58$ 。

从喷土试验结果看,100条/cm²的浓度下,Mex品系与Beijing品系和DD136品系差异极显著,说明前者明显优于后两者,而Beijing品系和DD136品系之间差异不显著。Mex品系不同浓度之间比较差异不显著,说明该品系各种浓度下都能取得较好的效果;而Beijing品系不同浓度之间差异显著,50条/cm²效果明显不好。

通过不同喷施方法的比较,100条/cm²的Beijing品系和DD136品系喷土均与喷叶3000条/mL处理之间差异显著,喷土效果明显好于喷叶。而Mex品系两种不同方法之间差异不显著,都能得到很好的效果。

落叶松叶蜂感染线虫后,首先食欲减退,反应迟缓,排稀便,幼虫死亡前头向上,虫体垂直,有的死于枝条上,有的掉入土中,有的钻土半截后死去。死虫略短,体色无明显变化。经解剖,死虫内线虫数最少1头,最多177头,平均24.5头。多集中在头胸之间。

2.6 林间 Dimilin 对落叶松叶蜂幼虫毒效测定

表10表明,喷Dimilin之后10d内叶蜂几乎全部死亡,死亡高峰为4~6d。

表10 Dimilin 防治落叶松叶蜂试验结果

(1991—06—20)

浓度 (ppm)	总虫数 (头)	各日死亡虫数(头)				死亡数 (头)	活虫数 (头)	死亡率 (%)	校正死亡率 (%)
		2	4	6	9				
20	76	6	23	40	6	75	1	98.68	98.29
25	119	4	45	68	2	119	0	100.00	100.00
30	80	6	20	50	4	80	0	100.00	100.00
40	36	6	3	27	0	36	0	100.00	100.00
对照	112	0	0	0	2	2	110	1.82	

3 讨论

通过本研究认为,线虫是防治落叶松叶蜂比较理想的方法,是具有很大应用前途的微生物制剂。特别是通过喷土实验说明,利用该制剂在叶蜂下树结茧期喷在地面,感染老熟幼虫,这将是一个省工省时,使用简单的方法。但对线虫在野外的存活情况还需进一步深入研究,如能在野外长期存活,那将能够长期地在林中控制叶蜂发生,那将更为理想。苏云金杆菌2个亚种的制剂防治效果虽不理想,但在自然界从落叶松林下土壤中分离出的4个菌株初步试验效果较好,因此对于应用苏云金杆菌防治此虫,有待于进一步研究。Dimilin效果好,对天敌没有杀伤作用,不污染环境,值得在生产上推广应用。

参 考 文 献

- 1 萧刚柔,黄孝运,周淑芷,等.中国经济叶蜂志(1).北京:天则出版社,1991,125~126.
- 2 Wang H R. The external morphology of the adults and ultimatarval instar of the larch sawfly *Pristiphora erichsonii* (Htg.) (Hymenoptera: Tenthredinidae). Can. Ent., 1963, 95(9): 897~921.
- 3 崔凤花.落叶松叶蜂.见:中国林业科学研究院主编.中国森林昆虫.北京:中国林业出版社,1980. 899~901.
- 4 李惠成,王建中,郭飞.落叶松叶蜂生物学特性及防治方法研究.林业科学,1992,28(4): 317~322.
- 5 郭飞,巴音达来.低容量喷洒灭幼脉三号防治落叶松叶蜂试验.内蒙古林业科技,1990,(1): 33~34.

A Study on the Biology and Ecology of the Larch Sawfly *Pristiphora erichsonii* and Its Control

Zhou Shuzhi Huang Xiaoyun Zhang Zhen Wang Hongbin Zhang Peiyi

Abstract *Pristiphora erichsonii* (Htg.) has one generation a year in Beijing area with prepupae overwintering in cocoons in the litter and soil under the tree crown. The effective accumulative temperature for the eggs and larvae was studied by means of linear regression method, which were 110.458 6 and 383.523 8 day · degree. The optimal developmental temperature for larvae ranges from 16~20 °C. The average number of egg mass per twig is 0.73 at the border of the larch forest or at the western and northern part of the tree, while 0.3 per twig inside the forest or at eastern or southern part of the trees. The parasitic rate of cocoons reached 83.23%. The effects of abiotic and biotic factors on its occurrence were discussed.

According to the results from indoor and field control experiments using *Beauveria*, *B. t.*, and nematodes as control agents, it is assumed that the nematodes are the best biocontrol agents which can infect the larvae on the trees and mature larvae on the ground with a mortality of 80%~100%. The mortality caused by *Beauveria* and *B. t.* are 28%~52% and 5%~27%, respectively, with a mortality as high as 98%~100%. Dimilin is also a good insecticide to control the sawfly.

Key words *Pristiphora erichsonii*, biology, biococntrol, nematodes

Zhou Shuzhi, Associate Professor, Huang Xiaoyun, Zhang Zhen, Wang Hongbin, Zhang Peiyi (The Research Institute of Forest Protection Beijing 100091).