

## 桑寄生危害西南桦人工林的调查研究\*

Investigation of *Loranthu sparasitica* Damaging Plantation of *Betula alnoides* in Guangxi庞正轰<sup>1</sup>, 周燕萍<sup>2\*\*</sup>, 曹书阁<sup>1\*\*</sup>, 刘有莲<sup>1</sup>, 陈顺秀<sup>3</sup>, 黄弼昌<sup>2</sup>, 吴国东<sup>2</sup>, 方焕忠<sup>2</sup>PANG Zheng-hong<sup>1</sup>, ZHOU Yan-ping<sup>2</sup>, CAO Shu-ge<sup>1</sup>, LIU You-lian<sup>1</sup>, CHEN Shun-xiu<sup>3</sup>, HUANG Bi-chang<sup>2</sup>, WU Guo-dong<sup>2</sup>, FANG Huan-zhong<sup>2</sup>

(1. 广西生态工程职业技术学院, 广西柳州 545004; 2. 天峨县林朵林场, 广西天峨 547300; 3. 广西大学, 广西南宁 530004)

(1. Guangxi Eco-engineering Vocational and Technical College, Liuzhou, Guangxi, 545004, China; 2. Linduo Forest Farm of TianE County, TianE, Guangxi, 547300, China; 3. Guangxi University, Nanning, Guangxi, 530004, China)

**摘要:** 为探索桑寄生 (*Loranthu sparasitica*) 对西南桦 (*Betula alnoides*) 人工林可能造成的危害, 于2009~2011年在广西14个林场(乡)的西南桦造林地, 采用线路调查法和标准样地法对西南桦人工林受桑寄生危害情况进行调查。结果表明, 广西天峨县林朵林场桑害生危害较重, 其余地点发生危害较轻。西南桦桑寄生丛数量差异大, 最多的每株树达5丛, 最少的1丛; 桑寄生主要寄生西南桦主干的中上部; 坡位不同, 寄生率不同; 中坡寄生率高, 长势好; 桑寄生不仅降低寄主生长量, 而且可致寄主枯死。桑寄生可通过营林措施等多种方法进行防治。为确保西南桦人工林健康生长, 应当注意防治桑寄生危害。

**关键词:** 西南桦 桑寄生 危害 调查

中图法分类号: S792.15 文献标识码: A 文章编号: 1005-9164(2012)02-0187-05

**Abstract:** In order to control the possible damage of *Loranthu sparasitica* to plantation of *Betula alnoides*, the investigation of the plantations of *Betula alnoides* was carried out in 14 forest farms or towns in Guangxi from 2009 to 2011 by reconnaissance survey and reference land unit method. The results showed that the damage of *Loranthu sparasitica* was more serious in Linduo Forest Farm of TianE County, Guangxi, but the damages were very light in other places. There were different quantities of parasites (*Loranthu sparasitica*) from trees to trees. The most was 5 parasites on a tree and the least was only 1. There were different parasitism rates of *Loranthu sparasitica* in different slope places of the mountains or the hills. The most parasitism rate was in the middle slopes where the parasites grew very well. The *Loranthu sparasitica* not only reduced the growing of the host trees, but also could kill some of them. The damage of *Loranthu sparasitica* can be controlled by afforestation and other many measures. The prevention and control of *Loranthu sparasitica* damage should be taken into account, in order to keep the health of plantation of *Betula alnoides*.

**Key words:** *Betula alnoides*, *Loranthu sparasitica*, damage, investigation

收稿日期: 2012-01-01

修回日期: 2012-04-05

作者简介: 庞正轰(1957-), 教授、博士, 主要从事森林培育和林业有害生物控制技术研究, Email: pangzhenghong21@163.com。

\* 广西林业“十五”科技项目(桂林科学[2001]第80号)资助。

\*\* 通讯作者: 周燕萍(1969-), 女, 工程师, 主要从事森林培育工作。

Email: ldlesck@163.com; 曹书阁(1968-), 女, 讲师, 硕士, 主要从事林业有害生物控制技术教学和研究工作, Email: csgcjq@163.com。

桑寄生 (*Loranthu sparasitica*) 是一种寄生性有害植物, 寄生在寄主的干、枝上, 形成丛状物, 大量消耗寄主的营养而影响寄主正常生长, 严重时可能导致寄主死亡<sup>[1-2]</sup>。西南桦 (*Betula alnoides*) 是热带、亚热带地区的珍贵速生树种, 具有生长迅速、适应性强、材质优良、用途广泛、经济效益好等特性。20世纪90年代中后期以来, 西南桦开始成为云南和广西部分地区的人工造林树种之一。据作者统计, 至2010年我

国西南桦人工林面积达到 90000hm<sup>2</sup><sup>[3]</sup>,其中广西 10000 hm<sup>2</sup><sup>[3]</sup>。2005 年在广西天峨县林朵林场发现桑寄生危害西南桦人工林以来,至 2009 年该场发生危害面积已超过 100hm<sup>2</sup>。此外,在广西田林县和靖西县等地也发现了桑寄生危害西南桦。桑寄生危害西南桦 4 年后,桑寄生的吸盘直径可达到 2.5cm,厚度可达 1.0cm,吸盘可侵入树干的韧皮部和木质部,形成瘤状物,造成西南桦木材纹理混乱;而且被寄生的树木,其长势弱,常常伴随发生溃疡病、腐烂病等,从而降低西南桦的木材品质,甚至导致西南桦植株枯死。因此,我们于 2009~2011 年在广西天峨县林朵林场等 14 个林场(乡或实验中心)的西南桦造林地,对西南桦人工林受桑寄生危害情况进行调查,掌握桑寄生对西南桦人工林造成的危害,以便进一步采取必要措施控制桑寄生危害。

## 1 材料与方 法

### 1.1 调查地点

调查地点选择位于广西的天峨县林朵林场(立兴、顶皇、巴拥、芭龙分场)、靖西县五岭林场、百色市田林县老山林场、田林县福达乡、百色市右江区大楞乡、百色市右江区者袍乡、隆林县猪场乡、乐业县同乐乡、田东县作登乡、乐业县雅长林场、昭平县大脑山林场、中国林科院热带林业试验中心(凭祥市)、广西高峰林场(南宁市)、融水县贝江林场共 14 个林场(乡或实验中心)的西南桦造林地。其中,以广西天峨县林朵林场立兴分场 1999 年 3 月营造的西南桦人工纯林为主要调查点。该林分株行距 2m×4m,林地海拔 600~900m,属亚热带季风气候。近 10 年来广西天峨县林朵林场的最高气温 37.9℃,最低温度 2.9℃,年平均气温 20.9℃,年积温 7475.2℃,平均日照时数 1232.2h,年平均降水量 1253.6mm,年平均无霜期 336d。天峨县林朵林场西南桦人工造林地的土壤为砂页岩发育而成的黄壤、黄红壤和红壤,大部分林地土层厚 100cm 以上,表土层厚 10~30cm,土壤质地多为壤土或轻壤土,结构疏松。

### 1.2 调查内容与方 法

#### 1.2.1 广西各地西南桦造林点被桑寄生危害调查

采用线路调查法,在广西天峨县林朵林场(I)、靖西县五岭林场(II)、百色市田林县老山林场(III)、田林县福达乡(IV)、百色市右江区大楞乡(V)、百色市右江区者袍乡(VI)、隆林县猪场乡(VII)、乐业县同乐乡(VIII)、田东县作登乡(IX)、乐业县雅长乡(X)、昭平县大脑山林场(XI)、凭祥市热带林业实验中心(XII)、南宁高峰林场(XIII)、融水县贝江林场(XIV)

IV)共 14 个西南桦造林点,沿林间小路进行踏查,观察小路两侧 30m 范围内西南桦枝、干上是否有桑寄生。每个点调查 50 株以上。每 66.67hm<sup>2</sup> 设置 1~3 个调查点<sup>[4]</sup>,每个调查点随机选择 50 株树木进行调查西南桦桑寄生率、枯死率。

#### 1.2.2 桑寄生丛在西南桦各单株间、主干与侧枝、树干不同高度分布情况调查

采用标准样地法调查西南桦各单株间、主干与侧枝、树干不同高度受桑寄生危害情况。在广西的天峨县林朵林场立兴分场 6 林班西南桦林分内按上坡、中坡、下坡设置 3 个标准样地。标准样地面积为 30m×30m。在标准样地内随机调查 50 株样树,统计有桑寄生 0 丛、1 丛、2 丛、3 丛、4 丛、5 丛的样株数量;样株主干与侧枝上分别有桑寄生丛数;用目测法将样株主干依次划分为距地 0~4.0m、4.1~8.0m、8.1~12.0m、12.1m 以上 4 个区间,统计各区间的桑寄生丛数。

#### 1.2.3 不同坡位西南桦林被桑寄生危害、桑寄生丛生长势和鸟类出入情况调查

采取标准样地法,在广西的天峨县林朵林场立兴分场 6 林班西南桦林分内按上坡、中坡、下坡设置 3 个标准样地。标准样地面积为 30m×30m,在标准地内随机调查 50 株样树。统计上坡、中坡、下坡的西南桦被桑寄生为害的桑寄生率、西南桦枯死率。目测各桑寄生丛的冠幅宽、桑寄生丛高度,按冠高指数=桑寄生丛平均冠幅×桑寄生丛平均高,计算冠高指数;冠高系数越高,桑寄生丛长势越好;冠高系数越低,桑寄生丛长势越差。观察并记录各标准地内每小时鸟类出现的只次。并记录上坡、中坡、下坡的坡度、土层厚度等。

#### 1.2.4 桑寄生对西南桦生长量影响调查

采用分组对比调查法,在广西天峨县林朵林场立兴分场 6 林班开展对比调查。分 3 个组,每组分别随机调查有桑寄生和没有桑寄生的西南桦植株 30 株,测定样株的树高、胸径,并计算其平均值,按  $V = \pi d^2 hf / 40000$  (其中,  $V$  为材积,  $\pi$  为常数,取 3.14,  $d$  为胸径,  $h$  为树高,  $f$  为形数,取 0.5)<sup>[5]</sup> 计算平均材积。

## 2 结果与分析

### 2.1 广西各地西南桦造林点被桑寄生危害情况

表 1 结果表明,调查了 14 块西南桦人工林造林地,其中,有 4 块造林地的西南桦被桑寄生危害,占 28.6%。调查西南桦植株 2150 株,有 100 株西南桦被桑寄生危害,桑寄生率为 4.7%;其中西南桦枯死 5

株 枯死率 0.23%。天峨县林朵林场、靖西县五岭林场、田林县老山林场、田林县福达乡的西南桦桑寄生率分别为 20.6%、10%、5.3%、3.3%。其余地点西南桦造林地未发现桑寄生。由此可见,桑寄生危害西南桦就全广西而言不是很普遍,也不是很严重。但是,在天峨县林朵林场和靖西县五岭林场西南桦受桑寄生危害比较严重,在田林县老山林场也不可轻视。

## 2.2 桑寄生丛在西南桦各单株间、主干与侧枝、树干不同高度分布情况

### 2.2.1 桑寄生丛在西南桦各单株间分布情况

表 2 结果表明,在西南桦各单株植株上有桑寄生丛 5 丛、4 丛、3 丛、2 丛、1 丛的分别为 0.7%、0.7%、2%、12%、22.7%。桑寄生丛数量在各个寄主之间差异较大,以 1 丛/株的最多,2 丛/株的次之,4 丛/株及 5 丛/株的最少。鸟类对寄主树是否有选择性,目前还不清楚。

表 1 广西各地西南桦造林点受桑寄生危害情况

Table 1 Plantations of *Betula alnoides* damaged by *Loranthu parasitica* in Guangxi

调查地点 Places	造林年度 Planted year	调查面积 Area (hm <sup>2</sup> )	调查株数 Survey quantity	桑寄生株数 Para-sitical quantity	桑寄生率 Parasi-tical rate(%)	枯死树 Death	枯死率 Death rate (%)
I	1999	241.0	350	72	20.6	5	1.4
II	2006	66.7	150	15	10.0	0	0
III	2004	65.3	150	8	5.3	0	0
IV	2005	45.3	150	5	3.3	0	0
V	2004	60.0	150	0	0	0	0
VI	2006	42.9	150	0	0	0	0
VII	2002	66.7	150	0	0	0	0
VIII	2004	25.3	150	0	0	0	0
IX	2004	392.0	150	0	0	0	0
X	2003	1781.0	150	0	0	0	0
XI	2003	16.2	150	0	0	0	0
XII	2001	264.5	150	0	0	0	0
X III	2002	8.0	100	0	0	0	0
X IV	2004	5.0	50	0	0	0	0
合计 Total			2150	100	4.7	5	0.23

### 2.2.2 桑寄生丛在西南桦主干与侧枝分布情况

表 3 结果表明,桑寄生丛在西南桦植株主干和侧枝分别为 76 丛、12 丛,分别占桑寄生丛总数的 86.4%、13.6%。前者是后者的 6.3 倍。由此可见,桑寄生丛主要寄生在西南桦植株主干上。这可能与树干面积较大,容易接收到带有桑寄生种子的鸟粪有关。桑寄生丛着生在树干上对主干生长影响比较大。

表 2 桑寄生丛在西南桦各单株间分布情况

Table 2 Distribution of parasitica quantities on different hosts

样地号 No.	坡位 Slope place	调查株数 Survey quantity	桑寄生丛合计 Total parasites	桑寄生丛在西南桦各单株间分布情况 Distribution of parasitica quantities on different hosts(株)					
				0 丛	1 丛	2 丛	3 丛	4 丛	5 丛
1	上 Upper	50	5	45	5	0	0	0	0
2	中 Middle	50	52	22	12	11	3	1	1
3	下 Lower	50	31	26	17	7	0	0	0
	合计 Total	150	88	93	34	18	3	1	1
	比例 Ratio(%)		100	62.0	22.6	12.0	2.0	0.7	0.7

表 3 桑寄生丛在西南桦主干与侧枝分布情况

Table 3 Distribution of parasitica quantities on trunks or branches

样地号 No.	坡位 Slope	调查株数 Survey quantity	桑寄生丛总数 Total Parasites	桑寄生丛在寄主的主干与侧枝的分布数 Parasitica quantities on trunk or branch	
				主干 Trunk	侧枝 Branch
1	上 Upper	50	5	5	0
2	中 Middle	50	52	43	9
3	下 Lower	50	31	28	3
	合计 Total	150	88	76	12
	比例 Ratio(%)		100	86.4	13.6

### 2.2.3 桑寄生丛在西南桦树干不同高度分布情况

表 4 结果表明,寄生丛在树干 0~4.0m、4.1~8.0m、8.1~12.0m、12.1m 以上的分布率分别为 1.1%、0%、10.2%、88.7%。寄生丛主要集中在树干的中上部。这可能与鸟类喜欢在树冠中上部栖息和活动,带有桑寄生种子的鸟粪掉在树冠中上部有关。鸟类在树冠中上部栖息和活动,不容易受人畜和其它动物干扰。

## 2.3 不同坡位西南桦林受桑寄生危害、桑寄生丛生长势、鸟类出入情况

### 2.3.1 不同坡位西南桦林受桑寄生危害情况

表 5 调查结果表明,同一林班同一坡向的上坡、中坡、下坡的桑寄生率分别为 10%、56%、48%;西南桦枯死率分别为 0.8%、3%。中坡的桑寄生率最高,危害最重;上坡的桑寄生率最低,危害最轻。桑寄生在不同坡位的危害可能与鸟类栖息和活动有关。上坡风大影响鸟类栖息和活动;下坡人为活动较多影响鸟类栖息;而中坡风较小,人为活动也较少,最适合鸟

类栖息,带有桑寄生种子的鸟粪多,桑寄生率也就最高。

### 2.3.2 不同坡位西南桦林桑寄生丛生长势情况

表6 调查结果表明,桑寄生丛平均冠幅65cm,平均高93cm。其中,中坡、下坡和上坡的寄生丛平均冠幅分别为101cm、91cm、53cm,平均高分别为105cm、95cm、80cm,冠高指数分别为10605、8645、4240。中坡和下坡桑寄生丛的平均冠幅、平均高、冠高指数明显高于上坡。从外观上看,中坡和下坡桑寄生丛长势比较旺盛,枝条粗壮,叶片翠绿;上坡桑寄生丛长势较弱,枝条细小,叶片暗黄。这可能与坡位的生境条件有关,中坡和下坡地势比较平坦、土层厚,水肥条件相对比较好,对桑寄生生长有利,而上坡土壤水肥条件比较差,风也比较大,对桑寄生生长不利。

### 2.3.3 不同坡位西南桦林鸟类出入情况

桑寄生由大山雀(*Parus major*)等鸟类<sup>[1,2]</sup>取食桑寄生成熟果实后,在西南桦树上滞留,桑寄生种子

表4 桑寄生丛在西南桦树干不同高度分布情况

Table 4 Distribution of parasitical quantities on different trunk heights

样地号 No.	坡位 Slopes	调查株数 Survey quantity	分布数量 Distribution quantities				分布率(%) Distribution rates					
			0~ 4.0m	4.1~ 8.0m	8.1~ 12.0m	≥12m	小计	0~ 4.0m	4.1~ 8.0m	8.1~ 12.0m	≥12m	小计 Total
1	上 Upper	50	0	0	2	3	5	0	0	2.3	3.4	5.7
2	中 Middle	50	0	0	6	46	52	0	0	6.8	52.3	59.1
3	下 Lower	50	1	0	1	29	31	1.1	0	1.1	32.9	35.2
合计 Total		150	1	0	9	78	88	1.1	0	10.2	88.7	100

### 表5 桑寄生对不同坡位西南桦的危害比较

Table 5 Comparison of *Loranthu parasitica* damaging *Betula alnoides* on the different slopes

样地号 No.	坡位 Slope	树高 Height( m)	胸径 Diameter ( cm)	调查株数 Survey quantity	桑寄生丛数 Parasitical quantity	桑寄生率 Parasitical rate( %)	枯死株数 Death quantity	枯死率 Death rate ( %)
1	上 Upper	15.9	15.3	50	5	10	0	0
2	中 Middle	15.6	14.7	50	28	56	4	8
3	下 Lower	13.8	13.4	50	24	48	1	2
合计 Total				150	57	38	5	3.3

### 表6 不同坡位西南桦林桑寄生丛生长势情况

Table 6 Growing situation of *Loranthu parasitica* on different slope positions

样地号 No.	坡位 Slope	坡度 Degree	土层厚度 Soil thick ( cm)	调查株数 Survey quantity	被桑寄生株 数 Damaged quantity	桑寄生丛数 Parasitical quantity	桑寄生丛平 均冠幅 Crown( cm)	桑寄生丛平 均高 Height( cm)	冠高指数 Index ( tall× crown)
1	上 Upper	25	80	50	5	5	53	80	4240
2	中 Middle	20	105	50	28	52	101	105	10605
3	下 Lower	20	110	50	24	31	91	95	8645
合计 Total				150	57	88	65	93	6045

随鸟粪落在西南桦树干或树枝上,桑寄生种子发芽生根后侵入西南桦树皮形成寄生。鸟类在林内活动越频繁,桑寄生发生危害的可能性就越高。根据在广西天峨县林朵林场立兴分场6林班上坡、中坡、下坡设置30m×30m标准地林分内的观测,每小时大山雀等鸟类出入林分的次数分别为2只次、10只次、8只次;而上坡、中坡、下坡的桑寄生株率分别为10%、56%、48%。鸟类活动与桑寄生率密切相关。除了大山雀以外,可能还有其它种类的鸟在传播桑寄生种子,这有待于做进一步研究。

### 2.3.4 桑寄生对西南桦生长量影响

表7 调查结果表明,在广西天峨县林朵林场立兴分场进行3组无桑寄生与有桑寄生西南桦立木材积调查,有桑寄生植株平均材积比无桑寄生植株低7.01%。桑寄生对西南桦生长量影响明显,桑寄生降低了西南桦植株的立木材积。

表 7 桑寄生对西南桦生长量影响

Table 7 Effect of *Loranthu parasitica* on plantations of *Betula alnoides*

组别 Group	寄生植株 Parasitical plants	调查株数 Survey quantity	平均树高 Height (m)	平均胸径 Diameter (cm)	平均材积 Volume (m <sup>3</sup> )	对比低 Compa- rison (%)
1	无 No	30	16.0	15.6	0.1528	5.04
	有 Have	30	15.8	15.3	0.1451	
2	无 No	30	15.6	15.3	0.1433	10.4
	有 Have	30	15.3	14.7	0.1298	
3	无 No	30	13.8	13.7	0.1017	7.73
	有 Have	30	13.6	13.3	0.0944	
合计 Total	无 No	90	15.1	14.8	0.1298	7.01
	有 Have	90	14.9	14.4	0.1213	

### 3 结束语

本次调查发现广西天峨县林朵林场和靖西县五岭林场的西南桦人工造林地受桑寄生危害比较严重。桑寄生丛数量在西南桦各植株之间差异比较大,最多的每株树上可以有桑寄生 5 丛。桑寄生丛主要寄生在西南桦植株主干的中上部,侧枝受害相对较少。同一坡向,中坡的西南桦桑寄生率最高,危害最重,下坡次之;上坡的西南桦桑寄生率最低,危害最轻。就长势而言,中坡和下坡桑寄生丛长势比较旺盛,上坡桑寄生丛长势比较弱。桑寄生由大山雀等鸟类粪便传播,因此,鸟类出入频繁的西南桦林分,桑寄生率高。桑寄生对西南桦生长量影响明显,降低了植株的立木材积。

目前,桑寄生危害西南桦在广西虽然不普遍,也不很严重。但是,桑寄生危害西南桦不仅会降低林木

生长量,还可能降低木材质量,严重的甚至造成植株枯死。随着广西西南桦造林面积的扩大,尤其在天然次生林周边营造西南桦人工林,对桑寄生危害就不能掉以轻心,应当引起重视,并采取有效措施加以防治。

按照适地适树原则种植西南桦人工林,应当尽可能避开在天然林或天然次生林附近营造西南桦人工林,减少桑寄生种子通过鸟类传播,从而达到降低桑寄生发生危害的目的。同时,应当加强西南桦人工林抚育管理,促进西南桦植株生长,早日郁闭成林。桑寄生主要发生在西南桦 4 年生以上的人工林,因此,应当重点加强 4 年生以上林分的监测,每年调查 1~2 次,做到及时发现及时防治。目前,对西南桦桑寄生还没有找到经济实用有效的生物、物理和化学的防治方法。但是,桑寄生危害发生后,采取人工根除桑寄生丛的方法,可以收到良好的防治效果。

参考文献:

- [1] 黄金义,蒙美琼. 林木病虫害防治图册[M]. 南宁: 广西人民出版社, 1986: 81.
- [2] 周仲铭. 林木病理学[M]. 第 2 版. 北京: 中国林业出版社, 1990: 187-190.
- [3] 庞正毅. 我国西南桦研究进展[J]. 广西科学院学报, 2011, 27(3): 243-250.
- [4] 黑龙江省牡丹江林业学校. 森林病虫害防治[M]. 第 2 版. 北京: 中国林业出版社, 1988: 303.
- [5] 孟宪宇. 测树学[M]. 第 2 版. 北京: 中国林业出版社, 1996.

(责任编辑: 邓大玉)

### K-ras 突变体对肺癌影响研究获进展

肺癌是严重危害我国人民生命健康的重大疾病之一,揭示其中关键的致病基因在肺癌发生发展及存活中的作用将为临床上肺癌的“个体化”分子靶向治疗提供潜在的药靶和新的策略。可时空调控基因表达的小鼠模型能够更好地促进肺癌发病分子机理的研究。目前国际上应用最广泛的肺癌动物模型就是 LSL-K-rasG12D 小鼠模型,可以通过鼻腔滴入携带 Cre 表达基因的腺病毒或与肺上皮细胞特异性的 Cre 转基因小鼠杂交来实现 K-ras 突变体的激活,从而导致肺癌的发生。但是模型唯一的最大的缺点是 K-ras 突变体一旦激活,就无法调控其表达和活性。最近,中国科学院上海生命科学研究院的科研人员在 LSL-K-rasG12D 小鼠模型基础上,构建了一个可时空调控 K-ras 突变体表达的小鼠模型 LSL-ER-K-rasG12D。该模型的小鼠 ER-K-rasG12D 表达可被 CRE 诱导,ER-K-rasG12D 蛋白激活可以通过 Tamoxifen 来调控。Tamoxifen 处理小鼠胚胎成纤维细胞可以诱导 ER-K-rasG12D 激活,促进细胞异常增殖、恶性转化以及侵袭和浸润;而 Tamoxifen 去除后,小鼠胚胎成纤维细胞增殖、恶性转化及侵袭能力可以基本恢复到正常水平。Tamoxifen 腹腔注射进入小鼠体内可持续激活 K-rasG12D 并促进小鼠肺部肿瘤的早期发生,而 Tamoxifen 撤掉后大部分的肺部肿瘤会发生细胞凋亡。该模型在很大程度上提高了人们对 K-ras 突变体在肺癌发生、发展及存活中作用的认识,并为将来深入研究肺癌发病分子机理提供一个较为理想的研究体系,对新型肺癌小鼠模型的建立和发展具有重要意义。

(据科学网)