

蒜头果他感作用的初步研究

潘晓芳, 黎向东

(广西大学林学院, 广西南宁 530001)

摘要: 蒜头果具有自毒现象, 为研究其他感作用, 用蒜头果新鲜果皮与蒸馏水按 1:1 比例进行浸提, 以蒸馏水(A₁, 对照)、稀释 4 倍液(A₂)、稀释 2 倍液(A₃)和母液(A₄)对萝卜、马尾松、重阳木种子进行随机区组发芽试验, 3 个重复。结果表明: 蒜头果果皮水浸提液的他感作用极其显著, 但对不同植物的影响不同, 不同浓度浸提液对萝卜全部表现为抑制作用, 对其它植物既有抑制作用也有促进作用。浸提液明显抑制所供试植物幼苗生长, 抑制强度顺序是 A₄>A₃>A₂。不同植物的敏感程度是萝卜>重阳木>马尾松。

关键词: 他感作用; 蒜头果果皮; 浸提液; 种子萌发

中图分类号: Q945.79 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2003)03-0271-05

Studies on the allelopathy of *Malania oleifera*

PAN Xiao-fang, LI Xiang-dong

(Forestry College, Guangxi University, Nanning 530001, China)

Abstract: It is natural phenomenon that *Malania oleifera* may poison itself. To research its allelopathy, we extracted its fresh pericarp with distilled water in proportion as 1:1. *Raphanus sativus*, *Pinus massoniana* and *Bischofia polycarpa* seed were treated in germination test respectively by distilled water(A₁, CK), the extracted liquor diluted with four times distilled water(A₂), another one diluted with twice(A₃), and mother liquor (A₄). The experiment was done with randomized blocks, three repetitions. The results showed that: the allelopathy of extracted liquor by *Malania oleifera* pericarp was extremely significant. Its allelopathic effects were dissimilar to different plants. The different concentrations treatments showed inhibitory effect on *Raphanus sativus*, and showed stimulating and inhibitory effects on others. The extracted liquor expressly inhibited the growth of all tested seedling. The sequence of inhibited intensity was A₄>A₃>A₂. The sensitive extent of different plants was *Raphanus sativus*>*Bischofia polycarpa*>*Pinus massoniana*.

Key words: Allelopathy; *Malania oleifera* pericarp; Extract liquor; Seed germination

蒜头果(*Malania oleifera* Chun et Lee)属铁青树科(Olacaceae)植物, 常绿乔木, 为我国重点保护的稀有物种(傅立国, 1992)。据研究发现, 蒜头果的果皮对其种子发芽和苗木生长均有明显的抑制作用, 具有自毒现象(潘晓芳, 1999)。植物除了存在自毒现象外, 还存在植物间相克或相生的现象(陶燕铎等, 1992), 自 Molish(1937)提出他感作用概念以

来, 他感作用在国内外已进行了广泛的研究(王子定, 1982; Mallic, 1987; Penafiel, 1988; 王德艺等, 1999; 曾任森等, 1997), 但至目前为止, 仍未有关于蒜头果他感作用的报道。本研究用马尾松(*Pinus massoniana*)等种子为受体进行试验, 以探明蒜头果果皮是否存在他感作用, 为蒜头果的保护和综合利用, 特别是其肉质果皮开发利用提供理论依据。

收稿日期: 2002-03-12 修订日期: 2002-06-24

基金项目: 广西区林业局“九五”科研项目子课题

作者简介: 潘晓芳(1963-), 男, 广西武鸣县人, 讲师, 从事经济林栽培学教学和科研工作。

1 材料与方 法

1.1 材料

蒜头果成熟果实于 2000 年 9 月 15 日采自广西巴马县燕洞乡交乐村,马尾松种子由广西大学林学院造林实验室提供,重阳木(*Bischofia polycarpa*)种子于 2000 年 10 月 3 日采自广西大学林学院校园内,萝卜(*Raphanus sativus*)种子购于市场。

1.2 方法

1.2.1 蒜头果新鲜果皮浸提液的制备 将蒜头果成熟果实洗净剥下果皮、捣碎。按果皮:蒸馏水=1:1 的重量比进行浸泡。每天搅拌 1 次。浸泡 96 h 后,去渣,然后用 3 层纱布过滤,所得滤液为浸提母液。将母液用蒸馏水按 1:2、1:4 进行稀释,配制 成稀 释 2 倍 液、稀 释 4 倍 液。并 分 别 测 定 pH 值。将所有的浸提液装入棕色瓶,置于低温下保存待用。

1.2.2 浸提液对种子萌发他感作用试验方法 采用随机区组进行试验设计。供试植物为萝卜、马尾松、重阳木,各种植物种子分别用蒸馏水(A₁,对照)、稀 释 4 倍 液(A₂)、稀 释 2 倍 液(A₃)、母 液(A₄)处 理。具体方法如下:

将各种植物纯净的种子进行预处理,即先用 0.5% KMnO₄ 溶液浸泡 1 h,然后用蒸馏水冲洗干净、凉干,再分别用母液、稀释 2 倍液、稀释 4 倍液和蒸馏水浸泡 24 h 后,倒去处理液,用四分法分别将处理后的种子分成 4 份,从每份中随机抽取 25 粒组成 100 粒,放入垫有滤纸的已消毒的培养皿中,每处理共取 4 份 100 粒(国家标准总局,1982)为该处理的一个组合,共 3 个重复(华中农业大学,1991)。置床后,置于室内随机区组排列,在室温下进行发芽试验。

每天检查,保持湿润,及时补充相应的处理液,以种子 4 周不出现水膜为度。拣出轻微发霉的种子,用相对应的处理液冲洗,冲洗后仍放回培养皿中。

每天定期观察发芽情况,观察记录正常发芽粒数、腐烂粒和异常发芽粒。3 种植物种子均以其幼根长度大于种粒的长度为正常发芽粒数;异常发芽粒为:胚根短、生长迟滞、并且异常瘦弱、胚根腐坏、胚根出自珠孔以外的部位;胚根呈负向地性;胚根蜷曲;子叶先出等;腐坏粒即内含物腐烂的种粒。

发芽末期,连续 5 d 发芽种子的粒数平均不足供试种子的 1%时结束试验。试验结束后,仍按上述方法管理和观察 15 d,以观察是否有萌发反常的

现象,最后将各重复中未发芽粒逐一切开,统计空 粒、硬粒、未发芽粒和腐坏粒的平均百分数。

1.2.3 母液对幼苗生长的他感作用试验方法 用蒸馏水对供试种子进行浸泡 1 d 后催芽,发芽后将同一种植物同一天萌发的正常发芽粒分成 2 份,每份 30 粒以上,分别置于垫有二层滤纸的培养皿内,然后分别用蒸馏水(A₁,对照)、母液(A₄)湿润滤纸,最后将培养皿排放在光照培养箱内,每天光照 7 h,温度控制在 25℃(±1℃)。各试验均设 3 次重复。每天用相对应的处理液喷雾 2 次,保持滤纸湿润。5 d 后测定幼苗的生长情况,幼苗长度为从顶芽至幼根根尖的长度。

2 结果与分析

在室温 24~28℃下,供试植物各处理的发芽指标平均数如表 2~4。方差分析时先对发芽率、发芽势的原始数据进行 $X'_{ij} = \arcsin \sqrt{X_{ij}}$ 变换,平均发芽速、发芽结束时间的原始数据作 $X'_{ij} = \sqrt{X_{ij}}$ 变换使其满足正态、等方差要求后再进行。

2.1 不同浸提液的 pH 值

经测定,A₂、A₃ 和 A₄ 的 pH 值分别为 5.5、5.0、4.8,蒜头果果皮浸提液呈棕褐色,强酸性。

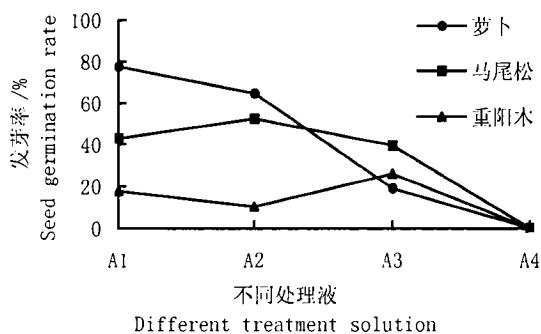


图 1 不同处理液对试验植物种子萌发的影响
Fig. 1 The effect of different treatments solution on tested plant seeds

2.2 蒜头果果皮浸提液对萝卜种子发芽的影响

萝卜经 A₁、A₂、A₃、A₄ 处理后,其发芽率分别为 77.3%、64.7%、19.1%、0,发芽势分别为 73.5%、40.5%、15.5%、0,平均发芽速分别为 2.1 d、3.3 d、9.3 d、不发芽。由图 1 可见,不同浓度的浸提液对萝卜种子的发芽均有抑制作用,随着浓度增加发芽率降低,抑制作用增大,用母液处理时,发

芽率为 0。

方差分析结果表明, 萝卜种子的各项发芽指标存在极显著差异(表 1)。

经邓肯氏新复极差测验法(华中农业大学, 1991)比较, 不同处理的萝卜种子发芽率差异极显著(表 2)。稀释 4 倍液、稀释 2 倍液和母液处理后的

发芽率均极显著低于对照, 对萝卜种子萌发有极显著地抑制作用。不同浓度的浸提液对萝卜种子萌发也存在极显著差异, 抑制效果最大的是母液, 完全抑制萝卜种子的萌发; 其次是稀释 2 倍液, 表现出很强的抑制作用, 处理后萝卜种子的发芽率只有 19.1%, 比稀释 4 倍液低 45.6 个百分点。

表 1 供试植物种类的各项发芽指标方差分析 F 值

Table 1 The F value of variance analysis of different germinative target on tested varieties of plant

植物种类 Plant variety	发芽率 % Germination rate	发芽势 % Germinating viability	平均发芽速度/日 Average germination speed	发芽结束时间/d Time of germination end
萝卜 <i>Raphanus sativus</i>	3 099.5 **	14 459.2 **	1 309.8 **	19.5 **
马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	310.5 **	272.7 **	16.1 *	24.4 **
重阳木 <i>Bischofia polycarpa</i>	350.8 **	254.4 **	26.4 **	179.9 **

$F_{0.01}(3,6)=9.78, F_{0.05}(2,4)=6.94, F_{0.01}(2,4)=18.0$

表 2 萝卜种子各项发芽指标新复极差测验

Table 2 The Duncan's new multiple range test on different germination index of *Raphanus sativus*

发芽指标 Germination index	处理 Treatment	平均数 Average	差异显著性 Deviate striking	
			5%	1%
发芽率 % Germination rate	A ₁	77.3	a	A
	A ₂	64.7	b	B
	A ₃	19.1	c	C
	A ₄	0.0	d	D
发芽势 % Germinating viability	A ₁	73.5	a	A
	A ₂	40.5	b	B
	A ₃	15.5	c	C
	A ₄	0.0	d	D
平均发芽速/日 Average germination speed	A ₄	不发芽	a	A
	A ₃	9.3	b	B
	A ₂	3.3	c	C
	A ₁	2.1	d	D
发芽结束时间/d End time of germination	A ₄	不发芽	a	A
	A ₃	10.7	b	B
	A ₂	9.1	c	C
	A ₁	7.5	d	D

不同处理间的发芽势、平均发芽速、发芽结束时间等差异极显著。浸提液对萝卜种子萌发的抑制作用表现为随着浓度增加, 发芽势变小, 平均发芽速变高, 发芽不整齐, 发芽开始时间和结束时间均比对照延迟。用蒸馏水处理的置床 1 d 后即可发芽, 而用稀释 4 倍液和稀释 2 倍液处理的均需 4 d 才开始发芽, 比对照延迟 3 d。对照发芽结束时间为 7.5 d, 稀释 4 倍液处理的发芽结束需要 9.1 d, 稀释 2 倍液处理的发芽结束时间为 10.7 d, 都比对照推迟。

不同浓度浸提液对幼苗的生长也有影响, 以稀释 2 倍液的影响较大, 种子从露白到幼根长至与种

子等长平均需要 2 d, 幼根稍扭曲, 根毛少, 有 40.7% 的幼苗根尖受害; 而稀释 4 倍液的仅需 1 d, 幼根直伸, 根毛稍多, 未发现根尖受害的现象。

对未发芽种子解剖发现, 用母液处理的种子, 所有供试种子的种皮均变为棕褐色, 胚稍收缩呈黄褐色, 种子外观和胚的形态完好如初, 无水渍状腐烂, 不发霉。稀释 2 倍液处理的种子中呈水渍状腐烂占供试种子总数的 22.3%, 有 47.0% 的种子与母液处理的种子表现的症状相同, 胚已开始萌动或刚露白即生长停滞的占 11.6%。稀释 4 倍液和蒸馏水处理的种子中未发芽粒全部呈水渍状腐烂。

2.3 蒜头果果皮浸提液对马尾松种子发芽的影响

马尾松种子经 A₁、A₂、A₃、A₄ 处理后, 发芽率分别为 43.1%、52.5%、39.4%、0, 发芽势分别为 38.2%、49.5%、35.7%、0, 平均发芽速分别为 9.8 d、10.5 d、12.4 d、不发芽。不同浓度的浸提液对马尾松种子的发芽有不同的影响, 以 A₂ 处理的种子发芽率最大, 具有促进作用。A₃ 表现出具有抑制作用, 当用 A₄ 处理时, 马尾松种子萌发完全被抑制。

方差分析结果表明, 马尾松种子的发芽率、发芽势差异极显著, 平均发芽速差异明显。

经邓肯氏新复极差测验法(华中农业大学, 1991)比较, A₂ 极显著地促进马尾松种子的发芽, A₄ 极显著地抑制发芽, 且抑制效果极显著高于 A₃, A₃ 抑制作用不明显。

发芽势、发芽结束时间在不同处理间的差异极显著, 平均发芽速不同处理间的差异明显。浸提液对马尾松种子萌发的他感作用还表现在对发芽整齐程度、速度、开始时间和结束时间的影响, 经 A₂ 处

理后,种子发芽整齐程度极显著高于其它处理, A_3 与对照相比略差但不明显。发芽速度顺序是 $A_1 > A_2 > A_3 > A_4$, 各处理间差异明显。对照置床 4 d 后便开始发芽, 而 A_2 需要 5 d, A_3 需要 7 d。各处理的发芽结束时间差异也极显著, A_2 比对照延迟 2.2 d, A_3 比对照延迟 3.6 d。

不同浓度的浸提液对马尾松幼苗的生长也有影响, 以 A_3 对幼苗生长的影响较大, 种子从露白到幼根长至与种子等长时平均需要 4 d, 幼根稍扭曲, 有 27.1% 的幼苗根尖受害, 11.9% 的种子当萌发至 0.08 cm 左右时便停止生长, 根颜色变暗, 最后腐烂。而 A_2 仅需要 2 d, 发芽粒的幼根新鲜, 萌发后能继续生长无腐烂现象, 也未发现根尖受害。

表 3 马尾松种子各项发芽指标新复极差测验

Table 3 The Duncan's new multiple range test on different germination index of *Pinus massoniana*

发芽指标 Germination index	处理 Treatment	平均数 Average	差异显著性 Deviate striking	
			5%	1%
发芽率 % Germination rate	A_2	52.5	a	A
	A_1	43.1	b	B
	A_3	39.4	b	B
	A_4	0.0	c	C
发芽势 % Germinating viability	A_2	49.5	a	A
	A_1	38.2	b	B
	A_3	35.7	b	B
	A_4	0.0	c	C
平均发芽速 / 日 Average germi- nation speed	A_4	不发芽	a	A
	A_3	12.4	b	B
	A_2	10.5	c	C
	A_1	9.8	d	D
发芽结束时间 / d End time of germination	A_4	不发芽	a	A
	A_3	19.7	b	B
	A_2	18.3	c	C
	A_1	16.1	d	D

对未发芽种子解剖结果是 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 的新鲜粒占供试种子总数分别为 24.5%、19.7%、21.4%、0, 水渍状腐烂粒分别为 26.5%、23.4%、22.4%、8.1%, 在 A_3 、 A_4 处理中, 外观和胚的形态完好如初、无水渍状腐烂的种子分别为 12.5%、86.9%。由此可见, A_4 使马尾松种子完全受害而丧失生命力, 所有供试种子的种皮有褪色现象, 推迟出现水渍状腐烂的时间。 A_3 出现水渍状腐烂和无水渍状腐烂的总和明显高于 A_2 , 也略高于对照, 对马尾松种子也有一定的毒害作用。

2.4 蒜头果果皮浸提液对重阳木种子发芽的影响

重阳木种子经 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 处理后, 发芽率

分别为 17.8%、10.5%、25.9%、0, 发芽势分别为 15.0%、6.9%、18.4%、0, 平均发芽速分别为 5.0 d、14.7 d、20.2 d、不发芽。不同浓度的浸提液对重阳木种子的萌发也有不同的影响, A_3 处理对种子的萌发有促进作用, A_2 、 A_4 处理具有抑制作用, 与浓度梯度无规律性变化。

各处理间各项发芽指标差异极显著。经邓肯氏新复极差测验法(华中农业大学, 1991)比较, A_3 极显著地促进种子的发芽, A_2 和 A_4 极显著地抑制发芽, A_4 抑制效果极显著高于 A_2 。发芽势、平均发芽速和发芽结束时间等不同处理间也达到极显著水平。

浸提液对重阳木种子萌发的他感作用也表现在对发芽整齐程度、速度、开始时间和结束时间的影响, A_3 处理后, 种子发芽整齐程度显著高于对照但未达到极显著水平, 极显著高于其它浓度。 A_2 极显著低于对照。发芽速度顺序是 $A_1 > A_2 > A_3 > A_4$, 各处理间差异明显。对照置床 4 d 后便开始发芽, 而 A_2 和 A_3 各需要 13 d。各处理的发芽结束时间差异也极显著, A_2 比对照延迟 2.5 d, A_3 比对照延迟 12.0 d。

不同浓度的浸提液对重阳木幼苗生长的影响相似, 在 A_2 、 A_3 处理中, 种子从露白到幼根长至与种子等长平均需要 3 d, 分别有 18.9%、21.4% 的种子露白时便停止生长, 根尖颜色变暗、腐烂。

对未发芽种子解剖的结果是 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 的新鲜粒占供试种子总数分别为 31.8%、47.2%、25.4%、0, 水渍状腐烂粒(不包括露白时便停止生长的种子)分别为 50.4%、23.4%、19.0%、0。在 A_3 、 A_4 处理中, 外观和胚的形态完好如初但无水渍状腐烂的种子分别为 8.3%、100%。由此可见, A_4 使重阳木种子完全受害而丧失生命力, 无水渍状腐烂现象, 所有供试种子的种皮均褪色。 A_2 的新鲜粒比其它处理高, 几乎达半数, 似对重阳木种子有一定的保护作用。 A_3 对重阳木种子则有一定的毒害作用, 有 8.3% 的种子具有与母液相同的现象。

2.5 蒜头果果皮浸提液对幼苗生长的影响

处理前萝卜幼苗平均长度为 1.08 cm。处理 3 d 后, 用蒸馏水处理的幼苗生长正常, 颜色新鲜, 平均长度为 1.87 cm, 最长为 3.90 cm, 最短的也达 0.86 cm; 而用母液处理的有 46.5% 幼根受害致死, 有 14.5% 幼苗受害致死, 其余的幼苗停止生长, 颜色变暗。处理 5 d 后, 蒸馏水处理的生长正常, 颜色

新鲜,平均长度为 2.42 cm,最长为 4.41 cm,最短的也达 1.38 cm;在母液处理中,有 98.2%的幼苗受害致死,有 1.8%的幼苗一直停止生长,颜色变暗,根尖腐烂。

表 4 重阳木种子各项发芽指标新复极差测验
Table 4 The Duncan's new multiple range test on different germination index of *Bischofia polycarpa*

发芽指标 Germination index	处理 Treatment	平均数 Average	差异显著性 Deviate striking	
			5%	1%
发芽率 % Germination rate	A ₃	25.9	a	A
	A ₁	17.8	b	B
	A ₂	10.5	c	C
	A ₄	0.0	d	D
发芽势 % Germinating viability	A ₃	18.4	a	A
	A ₁	15.0	b	A
	A ₂	6.9	c	B
	A ₄	0.0	d	C
平均发芽速 /日 Average germi- nation speed	A ₄	不发芽	a	A
	A ₃	20.2	b	B
	A ₂	14.7	c	C
	A ₁	5.0	d	D
发芽结束时间/d End time of germination	A ₄	不发芽	a	A
	A ₃	21.4	b	B
	A ₂	11.9	c	C
	A ₁	9.4	d	D

处理前马尾松幼苗平均长度为 0.92 cm。处理后 3 d,用蒸馏水处理的幼苗生长正常,颜色新鲜,平均长度为 1.21 cm,最长为 3.05 cm,最短的也达 0.34 cm;而用母液处理时有 25.5%的幼苗幼根受害致死,74.5%的幼苗停止生长,颜色变暗。处理 5 d后,蒸馏水处理的生长正常,颜色新鲜,平均长度为 1.98 cm,最长为 4.12 cm,最短的也达 0.85 cm;而用母液处理时有 94.6%的幼苗受害致死,有 3.6%的幼苗一直停止生长,颜色变暗,根尖腐烂,1.8%的幼苗稍有生长但下胚轴弯曲,子叶变短、厚。

处理前重阳木幼苗平均长度为 0.35 cm。处理 3 d后,用蒸馏水处理的幼苗生长正常,颜色新鲜,平均长度为 0.69 cm,而在母液处理中,所有的幼苗停止生长,颜色变暗,根尖腐烂。处理 5 d后,蒸馏水处理的生长正常,颜色新鲜,平均长度为 1.02 cm,但在母液处理中,97.7%的幼苗受害致死,有 2.3%的一直停止生长,颜色变暗,根尖腐烂。

3 结论与讨论

(1)蒜头果果皮浸提液对萝卜种子萌发的他感

作用极显著,母液、稀释 2 倍液、稀释 4 倍液对萝卜种子萌发均有极显著的抑制作用,且随着浓度的增加抑制作用极显著增加,主要表现发芽率降低,发芽势变小,发芽不整齐,发芽延迟。

(2)不同浓度的浸提液对马尾松、重阳木种子萌发的影响无规律性变化,既有促进作用也有抑制作用。稀释 4 倍液对马尾松种子萌发有极显著的促进作用,而稀释 2 倍液有抑制作用但不明显,母液则完全抑制其萌发。稀释 2 倍液对重阳木具有极显著的促进作用,母液和稀释 4 倍液则极显著抑制种子萌发。这可能与种子的内含物和种子萌发过程的生理生化变化有关。

(3)蒜头果果皮浸提液对马尾松、重阳木的他感作用比较复杂,在有促进作用的浓度下,虽然发芽率最大,发芽相对整齐,但发芽缓慢,开始发芽时间推迟,发芽时间长。这既与种子、幼苗的生理生化有关,也与浸提液中物质的作用有关,在一定浓度下,蒜头果果皮的水溶性物质促进种子萌发,但又抑制幼根生长。

(4)母液完全抑制所有供试植物种子的萌发,对萝卜、马尾松、重阳木种子都产生毒害使其丧失生活力,但供试种子在试验期间未出现水渍状腐烂。稀释 2 倍液也有类似的现象。

(5)萝卜、马尾松、重阳木的平均发芽速、发芽结束时间变化规律相似,同一种植物同一发芽指标的变化是母液 > 稀释 2 倍液 > 稀释 4 倍液 > 蒸馏水,不同处理液间差异极显著。

(6)蒜头果果皮浸提液明显抑制所有供试植物幼苗生长。随着浓度增加,对供试植物幼苗的抑制作用增强,幼根生长变慢。抑制强度顺序是母液 > 稀释 2 倍液 > 稀释 4 倍液,当用母液处理时,所有供试植物幼苗基本受害致死,虽然有极少数幼苗仍有生活力,但已无利用价值。稀释 2 倍液可造成幼苗根尖受害或种子露白后停止生长。不同植物幼苗对不同浓度浸提液敏感度不同,萝卜 > 重阳木 > 马尾松。

(7)本研究仅涉及种子从萌发到初期生长的短暂时期,所得结果只是初步的,在更长的生长发育过程中的反应还需进行田间试验给予验证。此外,拟用田间杂草进一步试验,以探讨蒜头果果皮作为除草剂替代物的可能性。

(8)蒜头果果皮既有自毒作用也有他感作用,这(下转第 225 页 Continue on page 225)

- 赵锡文. 1992. 古气候学概论[M]. 北京:地质出版社, 141-163.
- 郭双兴. 1979. 两广南部晚白垩世和早第三纪植物群及其地层意义[A]. 见:中国科学院古脊椎动物与古人类研究所,中国科学院南京地质古生物研究所编. 华南中、新生代地层[C]. 北京:科学出版社,223-230.
- 陶君容. 2000. 中国晚白垩世至新生代植物区系发展演变[M]. 北京:科学出版社,1-126.
- 蒋有绪,王伯荪,臧润国,等. 2002. 海南岛热带林生物多样性及其形成机制[M]. 北京:科学出版社,33-42.
- Du NZ(杜乃正). 1987. Preliminary study on Paleocene fossil woods from Fushun of Liaoning Province(辽宁省抚顺古新世木化石的初步研究)[J]. *Bot Res* (植物学集刊), **3**:63-81.
- Guo SX(郭双兴), Sun ZH(孙喆华), Li HM(李浩敏), et al. 1984. Paleocene megafossil flora from Altai of Xinjiang(新疆阿勒泰古新世植物)[J]. *Bull Nanjing Inst Geol Palaeont, Acad Sinica* (中国科学院南京地质古生物研究所丛刊), **8**:119-146.
- Hongqi Li, Baolin Tian, Edith L Taylor, et al. 1994. Foliar anatomy of *Gigantonoclea guizhouensis* (Gigantopteridales) from the Upper Permian of Guizhou Province, China[J]. *American Journal of Botany*, **81**(6):678-689.
- Hongqi Li, Edith L Taylor, Thomas N Taylor. 1996. Permian Vessel Elements[J]. *Science*, Vol, **271**:188-189.
- Jin JH(金建华), Shang P(商平). 1998. Discovery of Early Tertiary Flora in Shenbei Coalfield, Liaoning(辽宁沈北煤田早第三纪植物群的发现)[J]. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni* (中山大学学报), **37**(6):129-130.
- Meyen SV. 1987. *Fundamentals of Palaeobotany* [J]. London & New York, Chapman & Hall:1-432.
- Pearson LC. 1995. The diversity and evolution of plants [J]. *New York*, CRC Press:1-646.
- Shang P(商平), Jin JH(金建华), Sun DJ(孙德君), et al. 2001. Early Miocene Flora from Pingzhuang Basin of Inner Mongolia and its Palaeoenvironment(内蒙古平庄盆地中新世早期植物群与古环境)[J]. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni* (中山大学学报), **40**(5):108-112.
- Wang WM(王伟铭). 1992. Palynofloristic changes in the Neogene of South China(中国南方晚第三纪孢粉植物群的变迁)[J]. *Acta Micropalaeont Sinica* (微体古生物学报), **9**(1):81-95.

(上接第 275 页 Continue from page 275)

是浸提过程中释放出的内含物直接影响还是转化为次生物后再作用、他感作用的物质及其作用机制等尚需进一步的研究。

参考文献:

- 王子定. 1982. 森林植物之毒他作用[J]. 中华林学季刊, **15**(4):1-12.
- 华中农业大学. 1991. 果树研究法[M](第二版). 北京:农业出版社,26-27,148-159.
- 国家标准总局. 1982. 林木种子检验方法[S]. 北京:技术标准出版社,1-46.
- 陶燕铎,张宝琛. 1992. 中国林业生态中的植物生化他感作用[J]. 化学生态学, (1):117-124.
- 傅立国. 1992. 中国植物红皮书——稀有濒危植物(第一册)[M]. 北京:科学出版社,480.
- Mallie AV. 1987. Allelopathic potential of *Kalmia angustifolia* to black spruce[J]. *Forest Ecology and Management*, **20**(1~2):43-51.
- Molish H Der. 1937. Einflusseiner pflanze auf die andere Allelopathie Fischer[M]. Jena.
- Pan XF(潘晓芳). 1999. A preliminary research on *Malaria oleifera* seeding(蒜头果育苗情况初报)[J]. *Journal of Guangxi Agric and Biol Science* (广西农业生物科学), **18**(3):236-238.
- Penafiel SR. 1988. Effects of three pasture Plant extracts on germination of Benguet pine(*Pinus kesiya* koyle ex. Gordon)[J]. *Malaysian Forester*, **49**(1~2):181-184.
- Wang DY(王德艺), Feng XM(冯新满), Wei HX(魏红侠), et al. 1999. Studies on allelopathic effects of 741-Poplar(741杨他感作用的研究)[J]. *Journal of Agricultural University of Hebei* (河北农业大学学报), **22**(3):47-51.
- Zeng RS(曾任森), Li PW(李蓬为). 1997. Allelopathic effects of *Eucalytus exserta* and *Eucalytus urophylla* (窿缘桉和尾叶桉的化感作用研究)[J]. *South China Agr Univ* (华南农业大学学报), **18**(1):6-10.