

# 柚木种实萌发生理的研究\*

宋学之 刘文明 邱坚锋

(中国林业科学研究院热带林业研究所)

**摘要** 本文阐述了有关柚木种实萌发的生理问题。通过一系列试验与分析研究,找出了柚木种实萌发慢而不规律的主要原因在于中果皮和内果皮存在巨大的机械束缚力及其在类型或个体之间的差异性。由于种实遗传生理生化的特性所决定,其主要萌发条件是要求高、变温及良好的通气状况。

**关键词** 柚木种实;萌发生理;萌发条件;机械束缚力

柚木(*Tectona grandis* L.)原产东南亚,材质极佳,用途甚广,为世界名材之一。地处热带或南亚热带的许多国家或地区,都已引种栽培这一国际性的重要树种<sup>[1]</sup>。

柚木种实若不经催芽处理,萌发慢和不规律,发芽率低且往往持续数月,甚至一年以上。从1942年起,就有人试验促进柚木种实的萌发<sup>[2]</sup>。在原产地和引种地区,先后曾经研究或生产上经验性使用过预处理方法,但由于对存在问题的主要原因未弄清,加之各地播种育苗的具体技术条件(包括土壤、气候、播种技术和管理措施等)千差万别,所以效果很不稳定,甚至完全失败,造成较大的经济损失。从1985年开始,我们对这个问题进行了较系统的试验与分析研究,获得了较为肯定的结论,现报告如下。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料来源与采集

柚木种实采自海南省尖峰岭林区,对绒毛和光皮两个类型分株进行采集、清杂、晒干和包装。基本上做到同批试验处理用同一株母树所采的种实。

### 1.2 试验方法

1.2.1 播种与管理 采用塑料冲盆(20.5 cm×25.5 cm×4.5 cm)或培养皿(φ15 cm)盛砂,将种实果蒂部位朝下播入砂内,顶部与砂面相平。每处理40粒,重复4次。发芽试验是在恒温培养箱和LRH-250-GS人工气候箱内进行。变温黑暗处理有两种管理方法:一种是在同一人工气候箱内,用外黑内红两层布遮光;一种是按时交换放入不同温度的两个恒温培养箱内。所有处理都根据砂面干燥程度进行淋水。每天观察记载发芽粒数,结束时逐一检查未发芽者,判别空粒及种子完好情况,统计实际发芽率、腐烂率等。

#### 1.2.2 预处理方法

1.2.2.1 干去——少量试品用利刀刮削去中果皮,大量试品则将种实蘸水稍湿后用石臼木棒舂去。

本文于1990年7月7日收到。

\*本研究为中国林科院科学基金项目。钟丽英同志参加部分试验工作。

1.2.2.2 水浸——用自来水浸泡于瓦钵中，每天换水，浸泡时间3~7天。

1.2.2.3 石灰浆浸——用熟石灰加水调成稀糊状，倒入种实搅拌，使之全部被灰浆包埋，每天加水重新搅拌一次，浸泡时间3~7天，视中果皮变软用手可掐去为度，浸泡时间随气温升高而减少。浸泡毕，先用大股自来水冲洗去灰浆，续用小股水流冲洗至种实完全闻不出石灰气味时为止。

1.2.2.4 石去——用大股自来水冲洗去灰浆后，先用石臼木棒舂去中果皮，再用小股水流冲洗。

1.2.2.5 对照——不经任何预处理。

### 1.3 观测方法

1.3.1 吸水率测定 将处理过的种实风干后与对照分别按一定粒数分成4份，称其原始重量，再用纱布包扎系上编号牌，同时依次将它们浸入玻璃缸清水中。每天换水一次，并隔一定时间依次取出，用干毛巾擦去表面吸附的余水称其重量，直至基本吸足水分，重量不再明显增加为止。分别测出中果皮、内果皮和种子的鲜干重，计算出吸水率和最后含水量。

1.3.2 中、内果皮对种子机械束缚力的估测 采用M-4型木材万能试机测定种实破裂所需机械压力(kg/粒表示)。每一处理测定35粒，统计平均数和标准差。

1.3.3 种子呼吸强度测定 用GH-2型光合仪测定，将完整种实放入反应瓶内，经一定时间测定pH变化，计算出CO<sub>2</sub>增加量，循环测定三次，最后剖开内果皮或中、内果皮取出种子测定其干重，计算呼吸强度(CO<sub>2</sub> mg/g·h)。

1.3.4 中果皮浸出液抑制效应的测定 用利刀刮削下中果皮，称一定重量用纱布包扎，按重量加一定倍数的蒸馏水于烧杯中浸泡48 h后，用手挤出浸液。将精选出的小白菜和水稻种子按每一处理浓度100×4粒分别浸入浸出液和对照蒸馏水中24 h。取出后，分别播在培养皿内滤纸上，添加蒸馏水或原处理的浸出液维持皿内滤纸湿润，放在25℃或30℃人工气候箱内培养。逐日观察，记载发芽数，结束时并测量幼苗的胚轴(或芽鞘)与根的长度，统计出发芽率、胚轴(或芽鞘)与根长的平均值和标准差。

1.3.5 种实解剖结构的观察 用利刀对半劈开种实，修整出基本平面，用Olympus(日产)变倍立体显微镜观察并照片。

1.3.6 光照强度 用Lange照度计测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 种实萌发慢且不规律的主要原因

根据历来对柚木种实采用的预处理方法及某些研究者的看法，可归纳为以下几个问题。我们从摸清问题的实质及主导原因出发，先后逐一设计试验进行研究观测。

2.1.1 种子是否存在休眠或后熟现象 种实从母树上采下后，立即进行发芽试验的结果如表1。表1表明在较适宜的萌发条件(40/30℃，5000 lx)下，两个类型的种实都能在播种14~15天后开始萌发，未经任何处理的对照虽然开始萌发的时间晚4~10天，发芽率也低10%~17%，但可以看出种子并不存在休眠或后熟现象，从种子培养试验结果也证明了这点。

2.1.2 中果皮是否含有抑制物 多次重复进行中果皮浸出液对小白菜和水稻种子萌发的影响的试验，获得完全一致的结果，选其中两次试验结果列如表2(图1)。可以看出，两个类型

表 1 种实采收后立即播种发芽试验结果

项 目	絨 毛 型		光 皮 型	
	对 照	石 去	对 照	石 去
播种日期(月·日)	3·11	3·6, 3·11	12·26	12·20, 12·26
开始发芽日期(月·日)	3·25~28	3·21~27	1·20~27	1·10~12
发 芽 周 序	1	6.3	4.4	2.5
	2	10.1	21.3	2.5
	3	10.7	30.0	3.8
	4	8.8	8.1	3.8
	5	13.2	5.0	6.3
	6	8.2	5.0	8.2
	7	2.5	0.6	5.0
	8	2.5	2.5	4.4
	9			2.5
	10			5.0
	11			2.5
	12			3.8
	13			2.5
	14			
	15			
发芽率(%)	62.2	76.5	53.3	64.1
空粒率(%)	12.8	13.4	13.2	10.1
腐烂率(%)	18.2	7.5	19.6	11.4
实际发芽率(%)	71.3	88.4	61.3	71.4

注：40℃ 10h变至30℃ 14h；5000 lx光照12h；40×4平均。

种实的中果皮浸出液，确实具有一定抑制萌发的作用，特别是对双子叶植物小白菜，说明中果皮中可能含有某种对萌发不利的物质。随着浸出液浓度增加或在萌发过程中续加原处理的浸出液而增加其抑制强度。主要作用表现在抑制胚根的生长，造成部分或全部烂根的现象。用同浓度浸出液处理过的种子，当播种后添加蒸馏水保持垫纸湿润时，则极显著地减轻其抑制作用，甚至对水稻的根与芽鞘生长反而表现出某些促进作用，这说明似乎并不是抑制其萌发生理机制。当浸出液浓度降低到1/40时，可完全消除其抑制作用，如果在播种后不再继续添加浸出液，而是添加蒸馏水，则消除抑制作用的浸出液浓度可能在1/10~1/20之间。

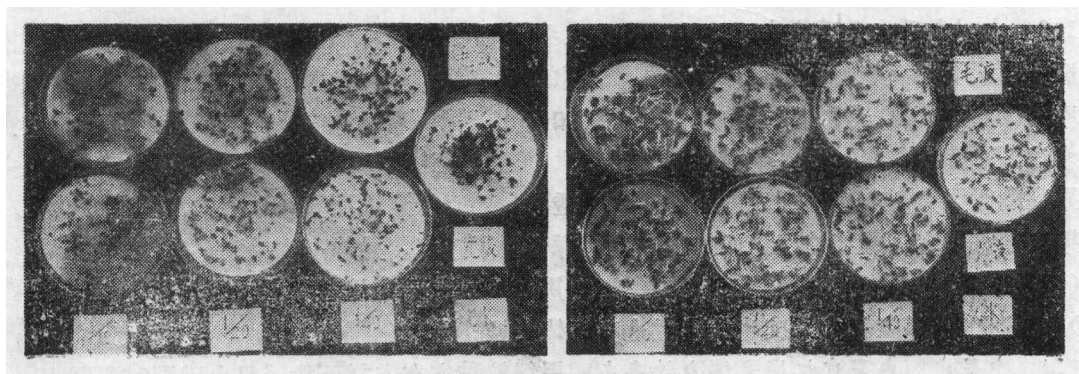


图 1 柚木种实中果皮浸出液对种子萌发的影响  
(左——小白菜 右——水稻)

表2 中果皮浸出液对萌发的影响

(1988年)

种实类型	浸液浓度	小白菜 (上海育)							发芽率 (%)	根长 (cm)	胚轴长 胚鞘长 (cm)	试验序号
		发 芽 天 序										
		1	2	3	4	5	6	7				
皮	CK	97.7	1.6	0	0	0	—	—	99.3	4.2±1.35	1.65±0.42	I
	1/10	12.0	56.0	14.0	1.0	0	—	—	83.0	2.1±1.43	2.1±0.39	
	1/20	40.3	58.0	0.3	0	0	—	—	98.7	4.25±1.16	2.25±0.41	
	1/40	94.3	4.7	0.3	0	0	—	—	99.3	4.75±1.01	2.0±0.35	
	CK	97.7	1.6	0	0	0	—	—	99.3	4.2±1.35	1.65±0.42	
	1/10	37.0	57.7	0.6	0	0	—	—	95.3	0.75±0.39	1.45±0.50	
	1/20	88.7	8.6	1.0	0	0	—	—	98.3	2.65±0.94	1.85±0.43	
	1/40	96.0	3.0	0.3	0.3	0	—	—	99.7	4.14±1.29	2.0±0.36	
绒		小白菜 (绿叶白)										
	CK	21.5	51.3	8.0	4.0	1.5	1.0	0.3	87.5	3.65±1.02	2.3±0.42	II
	1/10+液	0	2.0	49.9	6.7	3.7	1.0	1.3	64.6	全 烂	0.95±0.42	
1/10+水	9.5	24.8	29.4	10.2	8.7	2.3	2.6	87.5	2.95±0.91	1.5±0.53		
毛		水 稻										
	CK	60.3	32.8	2.8	0.8	0.5	0.3	0	97.3	4.4±0.89	2.65±0.59	I
	1/10+液	2.0	86.5	4.0	1.5	0	0.3	0	94.5	2.1±0.98	1.67±0.85	
	1/10+水	9.5	55.8	5.0	0.5	0	0	0	95.0	4.96±0.79	3.4±0.54	
	CK	94.7	2.3	1.0	0	—	—	—	98.0	3.0±1.01	0.96±0.37	
	1/10	73.0	19.9	1.0	0	—	—	—	93.7	2.9±0.59	0.53±0.24	
	1/20	82.7	8.0	3.7	0	—	—	—	94.3	2.1±1.25	0.9±0.37	
	1/40	90.3	6.0	0	0	—	—	—	96.3	2.2±0.84	0.88±0.43	
光	CK	94.7	2.3	1.0	0	—	—	—	98.0	3.0±1.01	0.96±0.37	
	1/10	70.7	20.3	2.0	0	—	—	—	93.0	1.9±0.61	0.7±0.24	
	1/20	96.7	0	0	0	—	—	—	96.7	2.7±0.76	0.7±0.22	
	1/40	94.7	2.0	0.3	0	—	—	—	97.0	3.1±0.73	0.9±0.29	

注: I. 4月2~4日浸提, 4~5日浸种, 5日播种, 小白菜1/10处理大部分烂根, 100×3平均。

II. 8月27~29日浸提, 29~30日浸种, 30日播种, 100×4平均。

培养条件: 人工气候箱内25℃, 5000 lx光照12h。

2.1.3 中、内果皮是否存在不透性, 阻碍吸水与透气 有人认为柚木种实的中果皮和内果皮厚而坚硬, 存在着不透性, 阻碍种子吸水和透气而影响萌发<sup>[3]</sup>。我们经多次进行种实吸水率的测定, 获得一致的结果, 选其一次列如表3。可以看出, 中果皮虽然有一定延缓种实吸水达到平衡的作用, 但并不能阻断种子吸水, 当吸水达到平衡时, 种子含水量反而是未去中果皮的对照大于其它处理。中果皮不但能透水, 而且吸水快而多, 最后含水量近600%。内果皮含水量在对照与处理之间的差别也同样说明了这点。另外, 内果皮具有特殊的解剖结构(详见下文), 对种子吸水和透气起到保证作用。从多次不同处理种实呼吸作用测定结果(表4)也证明了中果皮和内果皮也不能阻止其气体交换。

2.1.4 中果皮、内果皮机械束缚力的存在 用每粒种实在木材万能试验机上破裂时所需压力来估测中果皮与内果皮对种子所存在的机械束缚力, 其结果如表5。可以看出, 这种机械束

表3 不同处理种实吸水率测定

测 定 时 间 (月·日)	时 间 (h)	石 去	干 去	水 浸	对 照
		吸水重 原重 (%)	吸水重 原重 (%)	吸水重 原重 (%)	吸水重 原重 (%)
9·13	7:00~10:00	12.69	13.41	35.21	26.36
	13:00	2.62	2.96	9.99	12.57
	19:00	3.65	3.00	10.19	27.95
9·14	7:00	1.86	1.73	4.68	13.77
	19:00	0.63	0.82	0.12	2.23
9·15	7:00	0.02	0.48	0.28	0.89
	19:00	0.11	0.41	1.73	1.05
9·16	7:00	—	0.11	3.01	2.29
	19:00	0.14	-0.02	0.94	0.36
9·17	7:00	-0.05	-0.14	0.03	0.32
	19:00	0.16	0.14	3.14	1.85
9·18	7:00	0.18	0.09	2.33	2.18
	19:00			1.65	0.75
9·19	7:00			1.11	0.33
	19:00			4.44	2.91
9·20	7:00			0.80	-0.17
	19:00			0.21	3.45
9·21	7:00			0.04	-0.45
	19:00			0.29	0.47
9·22	7:00			-0.3	0.08
	19:00			0.33	0.09
9·23	7:00			0.16	0.02
	19:00			0.18	0.13
含水量 (干重%)	种 子	32.08	34.72	37.79	41.37
	内 果 皮	44.74	46.03	54.61	62.86
	中 果 皮			574.58	599.18

注: 试验在室温下进行, 含水量系结束时测定。

表4 不同处理种子呼吸强度测定

时 间 (月·日)	呼 吸 强 度 (CO <sub>2</sub> mg/g·h)		
	干 去	石 去	对 照
6·17	1.3503	1.3778	2.0275
6·19	2.3495	0.7833	1.8967
6·21	0.4086	0.2144	0.5639
6·24	0.3149	0.1622	0.4150
平均	1.1058	0.6344	1.2258

注: 室温28~30℃下, 同一材料连续对比测定, 3个重复。

表5 柚木种实破裂所需压力测定结果

(单位: kg/粒)

测 定 期	絨 毛 型			光 皮 型		
	对 照	干 去	石 去	对 照	干 去	石 去
播 种 前	140.0±14.2	80.0±8.7	81.0±8.2	164.0±25.2	113.4±24.3	98.9±20.7
播 种 3 天 后	104.5±16.1	70.7±9.1	55.7±10.7	123.1±21.1	93.6±21.8	79.4±17.0

注: 果蒂朝下竖置于台上测定。

缚力确实是相当巨大的(80~164 kg/粒),它随种实类型、预处理方法以及播种前后而变化,其变化趋势完全与种实萌发难易程度一致。

**2.1.5 种实解剖结构特征** 从解剖结构(图版 I)来看,两个类型除存在共同点外,还明显存在着差异。共同点是石质化内果皮从果蒂处往里有1~2条孔道通到中心腔,而且种子所处的房壁近中心腔很薄,这就从结构上保证了种子萌发所需水分和氧气的进入。明显的不同点是:①绒毛型的中果皮疏松,并可见由外果皮突变而成的绒毛,光皮型的中果皮紧密并已不见绒毛;②绒毛型的内果皮有2条孔道通中心腔,且空间所占比例大,光皮型的只有1条孔道通中心腔,且空间所占比例小;③内果皮的构造也是绒毛型比光皮型疏松。这些结构特征和类型之间的差异,除保证种子萌发所需水分和氧气的进入外,还与产生对种子束缚力的大小及类型之间差异密切相关。

关于柚木种实萌发问题的研究,Dnyansagar, V. R.等(1982)曾提出柚木种子萌发取决于种皮(testa)的不透性,只要种皮一变成为可透的,种子就容易萌发;Bhumibhamon, S.等(1980)<sup>[4]</sup>曾指出中果皮(mesocarp)的水或酒精提取液,能抑制稻谷和松类种子的萌发,表明含有除莠剂(phytocide);一些学者报道了果实大小和种源对萌发的影响等<sup>[5,6]</sup>。我们通过综合分析上述试验结果则认为柚木种实萌发快慢主要在于中、内果皮对种子存在的机械束缚力的大小,它与类型及解剖结构特征密切相关。种子本身完全没有休眠或生理后熟现象;中、内果皮并不阻碍水分和氧气的供应;中果皮浸出液对双子叶植物种子的萌发虽有一定的抑制胚根生长作用,但在育苗过程中经常淋水的条件下,其浓度一般都远低于其作用范围,即使有时因淋水少而提高其浓度,也可对萌发有所影响,但绝不会是导致萌发慢的主导原因。很明显,柚木种实萌发慢的主导原因是中、内果皮对种子存在巨大的机械束缚力。凡是有利于减少或促进种子本身克服这种束缚力的措施(包括预处理和管理措施)或萌发条件,都可能加速其萌发。从萌发条件和预处理效果的对比试验中,得到了有力的证实。至于不规律的主要原因则是由于这种束缚力在种实类型(或地理种源)、个体和采集年份之间存在着较大差异所致。

## 2.2 关于萌发条件

柚木属马鞭草科(Verbenaceae),种实为坚果,藏于由花萼发育而成的种苞(制种时一般搓去)中。种子一般1~2枚,很少3~4枚,处于石质化的内果皮(俗称种壳)中,极难取出,所以一般以种实进行播种育苗。经分析种子(俗称种仁)蛋白含量44.7%,粗脂肪含量41.3%,总淀粉含量1.2%,属于蛋白、脂肪兼性类型。由于不同地区和年份的气候、土壤和母树营养状况的差别,对种实受精、发育的影响,使种实质量相差甚大,特别是空粒率更干扰发芽率的统计。故规定每粒种实只要有1枚种子萌发即算萌发,多于1枚者不重计,除统计总发芽率外,还扣除空粒换算出实际发芽率,以排除空粒的干扰。

萌发条件是由种子遗传与生理生化特性所决定的,柚木种实也一样。从多次不同温度及光暗条件下进行对比发芽试验所获得的结果(表6)可以看出其主要萌发条件,如下。

**2.2.1 高、变温** 柚木种实在不同温度下,其萌发情况不同。在恒温条件下,低于暗25℃(含25℃),不管处理与否,一律都不萌发。先在暗25℃经过22天后,转入35℃,则所有处理与对照都可以萌发,而且发芽率以对照最高。在30℃下,一般可以萌发,如果加以光照5 000 lx 12 h,则极显著地促进其萌发,特别是光皮型石去处理和绒毛型种实。在暗35~40℃情况

表6 柚木种实在室内不同条件下发芽试验结果

条 件	光				皮				绒				毛		试 验 年 序
	对 照		水 浸		干 去		石 去		对 照		干 去		石 去		
	发 芽 (%)	空 腐 (%)	发 芽 (%)	空 腐 (%)	发 芽 (%)	空 腐 (%)	发 芽 (%)	空 腐 (%)	发 芽 (%)	空 腐 (%)	发 芽 (%)	空 腐 (%)	发 芽 (%)	空 腐 (%)	
暗 25 ℃	0	41.3	0	33.8	0	22.5	0	29.5	—	—	—	—	—	—	
暗 25 ℃ 22 天 转入 35 ℃	55.0	18.8	31.3	11.3	31.3	33.8	30.0	46.3	—	—	—	—	—	—	I
暗 15~35 ℃	11.3	27.5	1.3	29.4	7.5	27.5	3.1	18.8	—	—	—	—	—	—	
光 5 000 lx 15~35 ℃	46.9	28.1	28.8	31.3	37.5	12.5	51.9	20.1	—	—	—	—	—	—	
暗 35 ℃	10.0	56.6	—	—	2.4	62.5	16.1	65.4	27.3	46.2	0.6	—	9.6	60.0	
暗 40 ℃	27.2	55.7	—	—	3.6	73.9	4.2	74.5	47.7	35.3	18.0	59.0	13.1	69.6	II
暗 25~40 ℃	17.4	64.8	—	—	11.4	53.8	14.2	65.9	60.8	28.7	10.5	77.6	30.1	52.2	
光 5 000 lx 25~40 ℃	26.9	64.4	—	—	18.0	54.4	44.1	48.5	54.9	38.3	33.1	56.0	45.7	45.2	
暗 30 ℃	1.3	40.7	—	—	—	—	0	60.0	6.5	49.6	—	—	3.9	47.2	
光 5 000 lx 30 ℃	34.0	30.0	—	—	—	—	53.0	32.1	85.4	13.0	—	—	73.7	19.3	
暗 35 ℃	24.1	37.9	—	—	—	—	9.4	71.0	44.7	37.6	—	—	22.3	55.3	III
暗 40 ℃	45.1	44.9	—	—	—	—	44.9	41.8	97.0	1.4	—	—	49.9	42.4	
暗 30~40 ℃	43.8	32.3	—	—	—	—	25.2	59.7	52.6	32.2	—	—	55.9	29.1	
光 5 000 lx 30~40 ℃	53.7	24.0	—	—	—	—	12.4	67.0	86.7	7.5	—	—	72.5	21.4	

注: I. 1987年, 观测期121天, 空粒未扣除, 25 ℃及25 ℃转35 ℃, 40×2 平均, 余为40×4 平均;

II. 1988年, 观测期76天, 空粒已扣除, 种实质量差;

III. 1989年, 观测期98天, 空粒已扣除。

下, 一般以不经任何处理的对照萌发较好。在变温条件下的试验, 因设备所限, 先后设置15~35 ℃、25~40 ℃及30~40 ℃三种, 是根据观测结果逐步提高其起始温度的。可以看出, 一般以30~40 ℃萌发效果较好, 也就是说其低温最好能与其萌发阈值温度一致, 特别是不经任何处理的对照种实。如果加以光照 5 000 lx 12 h, 则其起始温度也可适当降低一点, 而且效果一般显著高于其相对应的变温暗处理。

2.2.2 良好的通气 从表6 数字上看, 有光照比全黑暗效果好, 但从种子培养试验以及沙床露播的发芽试验结果中, 则看不出光照或日光对其萌发过程有特殊的作用(如打破光休眠)。不过从管理观察过程中发现, 在相同的控制温度(无论恒温或变温)下, 培养皿(盆)中的砂层干燥快慢则有极显著差别, 有光照的比没光照的快1~2倍, 因而浇水次数也要多1~2倍。分析增加光照影响的原因有二: ①砂层水分蒸发快因而干湿交替变化快, 通气状况良好; ②光辐射使砂层与种实的温度高于其一般所控制的温度。上述光照对在30 ℃恒温或起始温度较低的变温条件下, 柚木种实萌发能显著促进的原因可能就在于此。

柚木为热带树种, 其适生环境自然温度高, 而且种实的中、内果皮存在对种子的巨大机械束缚力, 因此在萌发过程中, 要求高温(30 ℃以上)是必然的。提高环境温度, 加快种子呼吸作用, 或加之变温条件, 有利于种子积蓄能量迅速达到冲破束缚力的阈值。另外柚木种实为蛋白、脂肪兼性, 在萌发时种子进行呼吸作用也必然需氧量高, 切忌水分过多不透气。如

果温度高,但受水淹等引起透气不良,则种子容易腐烂而丧失发芽力,这种现象在生产实践或试验研究中是屡见不鲜的。

### 3 结 论

柚木种实,特别是光皮型,难萌发的主要原因在于其中、内果皮对种子存在着相当巨大的机械束缚力(140~164 kg/粒)。种子并不存在休眠或生理后熟现象,只要条件适宜,采种后即行播种,即使不经任何预处理,约14~24天后就开始萌发,并能获得较高的发芽率(60%~70%)。中果皮的浓浸出液(1/10以上)虽然对双子叶植物种子的胚根生长有一定阻抑作用而影响发芽速率与发芽率,但在生产实际中经常淋水情况下,其浸出液浓度很低远远超出其作用范围,不可能对种子萌发产生阻抑作用。光皮型与绒毛型种实的解剖结构存在明显的差异,前者结构紧密,孔道和中心腔所占比例小,后者结构较疏松,孔道和中心腔所占比例较大,因而产生两个类型存在束缚力大小与萌发难易之间的差异;又由于两者内果皮具有孔道和中心腔的结构特点,保证了种子萌发时的吸水和通气,因而中、内果皮并不存在对水、气的不透性。

柚木适生于热带,种实为蛋白、脂肪兼性,决定其主要萌发条件是要求高、变温和良好的通气状况。而这些条件恰好又有利于种子在萌发过程中积蓄能量,迅速达到冲破机械束缚力的阈值。

### 参 考 文 献

- [1] 中国树木志编委会, 1981, 柚木, 中国主要树种造林技术, 846~851.
- [2] Banerjee, H. P., 1942, An attempt on quick germination of *Tectona grandis*, *Ind. For.*, 63, 240~244.
- [3] Dnyansagar, V. R., et al., 1982, Problem of teak seed germination, *Ind. Jour. of For.*, 5(2), 94~98.
- [4] Bhumibhamon, S. et al., 1980, Germination complex of teak fruits, In workshop on tropical forest seed problems, San Felipe-Bacalar, Mexico.
- [5] Kumar, A., 1979, Effect of fruit size and source on germination of teak (*Tectona grandis* L.F) seed, *The Sri-Lanka Forester*, 14(1~2), 58~63.
- [6] Ahmad, Darus Bin Haji, 1980, Effect of fruit size on germination of teak (*Tectona grandis*), *Malays For.*, 43(3), 396~397.
- [7] Yap, S. K. et al., 1983, Seed biology of *Acacia mangium* and *Tectona grandis*, *Malays For.*, 46(1), 26~45.

## *A Study on the Germination Physiology of Teak Fruit*

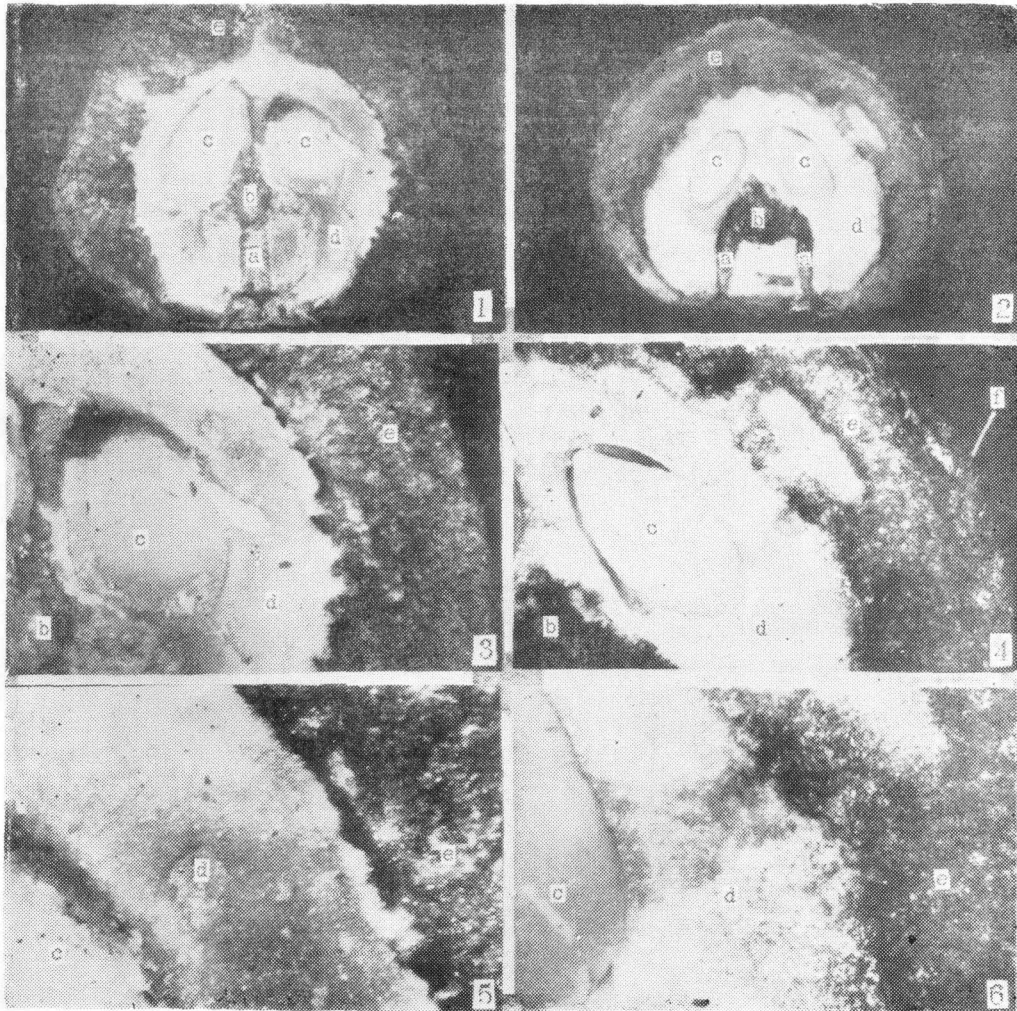
Song Xuezhi Liu Wenming Qiu Jianfeng

(The Research Institute of Tropical Forestry CAF)

**Abstract** This paper deals with the physiological problems on germination of teak (*Tectona grandis*) fruit. After a series of experiments and analysis, it had been found that the principal cause of the slow germination of teak fruit is the tremendous machinal resistance of its mesocarp and endocarp, and the variation existed in different individuals and types. The major conditions for germinating were decided by its genetic, physiological and biochemical characteristics, which are high, alternate changing-temperature and good aeration status.

**Key words** teak fruit; germination physiology; conditions for germinating; machinal resistance





柚木种实纵剖面结构 1.光皮型, 2.5×; 2.绒毛型, 2.5×; 3.光皮型, 5.6×; 4.绒毛型, 5.6×; 5.光皮型, 13.6×; 6.绒毛型, 13.6×。a.孔道; b.中心腔; c.种子; d.内果皮; e.中果皮; f.外果皮(绒毛)。