

1979—1982 年
科研论文和报告选编

北京林学院造林学教研室

1983 年

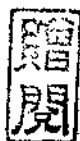
北京林学院1979年从云南迁回以后，办学条件非常困难。我组教师在努力完成教学任务、承担校外工作的同时，积极开展科学研究，取得了一定的成绩。据不完全统计，自1979至1982年的四年中*，共写出科研论文和报告等30多篇，其中大部分在公开发行的刊物上发表，少量在内部期刊上披露。此外，还出版了多种教材、林业技术书籍，翻译了大量国外林业科技资料等，对提高教学质量及解决造林生产中的技术问题起了良好作用。

现在我们选择部分论文、科研报告，稍加整理，汇编成册，做为对自己工作的一个回顾。为了节省篇幅，在编辑过程中我们删除了文章的参考文献和部分摘要。由于我们的业务水平不高，编辑时间又较仓促，因此无论从文章内容上还是形式上都可能存在着不足之处，敬请读者予以批评指正。

编者

1983年11月20日

* 本《选编》也选登了数篇1983年的论文



目 录

昆明地区云南松结实特性的研究·····	王九龄 (1)
紫椴种子休眠原因的初步研究·····	王九龄 杨建平 (7)
刺槐种子形态类型的初步研究·····	王九龄 陈义 (15)
苗木年生长的探讨·····	孙时轩 (23)
核桃种子不同放置方法对出苗和苗木生长的影响 ·····	宋廷茂 (30)
华北落叶松幼苗早期封顶问题的研究初报··	宋廷茂 (33)
苗木产量质量抽样调查与计算方法的探讨 ·····	印佩文 宋廷茂 田淑静 董乃钧 孙时轩 (41)
关于苗木自然类型区的划分意见 ·····	宋廷茂 孙时轩 印佩文 田淑静 (51)
主分量分析法在苗木分级中的应用 (一) ·····	田淑静 印佩文 宋廷茂 孙时轩 (60)
苗木质量的分级方法 (二) ·····	田淑静 印佩文 宋廷茂 孙时轩 (67)
小叶椴种子休眠的解除及播种育苗的研究··	杨建平 (74)
华北和西北地区干旱条件下的造林技术问题··	王九龄 (84)
影响北京市西山地区油松人工林生长的立地因子 ·····	沈国舫 关玉秀 周沛村 邢北任 (94)
北京市西山地区适地适树问题的研究 ·····	沈国舫 关玉秀 齐宗庆 冯令敏 陈义等 (103)
北京西山地区油松元宝枫混交林的根系的研究 ·····	翟明普 (118)

应用 ^{32}P 研究混交林中油松和元宝枫的相互关系	翟明普 (128)
北京西山地区油松元宝枫混交林生物量和营养元素	
循环的研究	翟明普 (133)
土壤含水量对苗木造林成活的影响	寇纪烈 尹五元 (143)
杨树、刺槐和茅草相互关系的初步研究	
	王九龄 朱靖才 倪秉瑞 (146)
北京市门头沟区大村公社现有天然生物能源资源的研究	
	寇纪烈 郎南军 (150)
附：其他科研报告及书籍名录	

昆明地区云南松结实特性的研究*

王九龄

1974、1975和1978年，我们在云南省昆明地区安宁县笔架山、板栗箐等地，对云南松开花结实特性进行了初步观察，调查的林分均为天然次生林，纯林，林龄一般不超过30年，郁闭度0.7左右，同时还调查了少量散生树木。由于附近人为活动比较频繁，选定标准地时曾特别注意避开遭受过破坏的地点。调查地区海拔1900—2100米之间，年平均温度14.7℃，年降水量941.0毫米，土壤多为红壤。

一、开花结实的物候形态特点

云南松小孢子叶球在3月中下旬突破芽鞘显现（平均气温13.3—14.1℃），初期为深黄色，体积较小，富含水分，由密生的小孢子叶集聚而成。经过3—5天的发育，小孢子叶球充分展开，变为长卵圆形，长约1.2厘米，径约0.6厘米，色泽变淡，含水量渐少。在3月下旬至4月上旬（平均气温14.1—15.4℃），小孢子叶球发育成熟，花粉囊开裂，大量散出花粉。此后，小孢子叶球逐渐干枯脱落。

每年大孢子叶球出现的时间较小孢子叶球晚5—6天。初现时为黄绿色，长圆筒形，长约1.5厘米，径约0.7厘米。3月下旬末期至4月上旬（平均气温14.1—15.4℃）遇飘散的花粉而受精。单花的花期3—5天。大孢子叶球受精后，经过短时间的发育，形成具有球果雏形的幼果，当年体积不再增大。此时幼果为灰褐色，卵圆形，长1.2—1.5厘米，径约1.0—1.2厘米，其上有棱形果鳞状物，排列整齐。翌年3月下旬，相邻的叶芽伸长抽出新梢，幼果体积同时迅速膨大，经7—8个多月的发育，最后于12月完全成熟。云南松球果成熟后，在通常的气候条件下，果鳞开裂较迟，一般要推迟到次年的2—3月份才能开张散出种子，如无鸟兽等为害，采种期可适当拖长。

开花结实物候期，是植物的不同发育阶段。每一物候期的到来常与以有效积温为主要环境因子的综合影响有关。调查地区一月上旬平均气温 $\geq 6^{\circ}\text{C}$ ，此时树液已开始流动，自该月起始统计的故有效积温。云南松在有效积温达到约750℃时就可以开花，这一数值与油松**、红松达到开花物候期的有效积温750℃相近。这说明松属树种开花所需的积温或许是一致的。

*林业系水土保持专业程积民、张福计、贾喜亮、王素平、段培红等同学参加1978年的部分调查

**系自树液流动至雄花散粉期的有效积温

小孢子叶球着生于当年枝条基部向上约2.5—5.0厘米的范围内，密集成丛地围满枝条四周，数量多少不等，少的每枝仅有稀落的数枚，多的可达几百枚。当年生的雄花枝，其上部多着生针叶，基部一段或一侧着生小孢子叶球，当小孢子叶球脱落后，呈“光杆”状态，这是识别雄花枝的一个重要依据。

小孢子叶球直接着生在二级侧枝上，这一特点对刚进入开花结实龄的林木尤其明显，也就是说只有当一级侧枝的年龄超过3年以上时，从其上发生的当年新枝才可能产生小孢子叶球。

进入结实龄不久的林木，大孢子叶球主要着生在一级侧枝或主干的当年生枝条顶端。每一枝条顶端一般有1—2个大孢子叶球，多时可达4个。随林龄增大，枝序增多，大孢子叶球的着生部位也由主干和一级侧枝为主逐渐向以二级侧枝为主过渡。

二、树冠结构及结实特点

(一) 侧枝的形成、数量及其结实能力

云南松各级侧枝发生的顺序有一定的规律性。一般在3—4年生时开始出现最早的一轮一级侧枝，以后一直不断地重新发生一级侧枝，或延长原有的一级侧枝。在7—9年生时形成二级侧枝，以后在一级侧枝发生和延长的同时，二级侧枝也相应地继续增长。到11—13年生时发生三级侧枝。林龄30年生左右的云南松，三级侧枝是其最高级别的枝序，四级侧枝仅在某些生长健壮的大树上偶而可以见到，生长非常纤弱。这说明在三级侧枝发生后的十七、八年期间，更高级别的枝序基本上不再发生。

云南松各级侧枝（活枝）的数量及其比例如表1。

表1 云南松各级侧枝（活枝）数量及其比例

调查时间及地点	林龄	郁闭度	枝序	平均每株林木的枝条		备 注
				数量	%	
1978年笔架山	25	0.8	一级侧枝	42	1.0	系9株标准木的平均值
			二级侧枝	529	12.6	
			三级侧枝	405	9.6	
1978年笔架山	20	0.8	一级侧枝	44	1.0	系3株标准木的平均值
			二级侧枝	333	7.6	
			三级侧枝	282	6.4	
1974年板栗箐	20	0.6	一级侧枝	36	1.0	系5株标准木的平均值
			二级侧枝	585	15.4	
			三级侧枝	445	11.7	

从表1可以看出,云南松各级侧枝的数量相差悬殊,其中二级和三级侧枝所占比例较大,一级侧枝所占比例甚小。各类枝条的数量是处于不断变化之中的,林龄增大,较高级别的侧枝数量也增多;郁闭度大,又使较高级别的侧枝数量减少。

不同级别的侧枝,其结实能力有很大的差别,种子重量指标也稍有差异(表2、表3)。

表 2 云南松林木1974年单株球果产量及种实重量

调查日期及地点	林龄	枝序	平均侧枝数	种实产量		种实重量		备注
				球果数(个)	%	平均每个球果重量(克)	种子千粒重(克)	
1974年板梁背	20	一级侧枝	38	5.4	26.6	31.7	16.7	
		二级侧枝	585	14.9	73.4	30.4	16.4	
		三级侧枝	446	0	0	—	—	
		总计	1069	20.3	100.0	—	—	

表 3 云南松林木1978年单株球果产量

调查日期及地点	林龄	枝序	平均侧枝数	种实产量		备注
				球果数(个)	%	
1978年笔架山	25	一级侧枝	42	2.3	18.8	系9株标准木平均值
		二级侧枝	429	9.3	76.2	
		三级侧枝	405	0.6	5.0	
		总计	876	12.2	100.0	

表2及表3说明,云南松林木在进入结实盛期以前,单株结实量一般较低。在两个不同年度分别进行的调查均表明,二级侧枝和一级侧枝结实较多,三级侧枝极少有或完全没有球果着生。一级侧枝枝数虽少,但由于其占有良好的营养空间,球果产量约可达总产量的1/5—1/4,故在一定时期内,它仍然是重要结实部位。二级侧枝枝条结实率不高,但因枝数较多,且有相对较好的光照和养分、水分条件,故球果产量在各级枝条中最高,只是球果重量和种子重量略逊于一级侧枝。预计林龄越大,二级侧枝枝条结实率会有所增加,产量会进一步提高,因为一级侧枝的伸长,将带来二级侧枝的数量成倍增多。以目前三级侧枝球果着生数量极少的情况判断,集中结实的枝序恐不会向更高枝序发展,而可能维持现状。

云南松,除了在侧枝上结实以外,球果最早出现在主干上。因为每株林木只有一个主干,故在一般情况下其结实数量有限。树木从幼年阶段向成熟阶段过渡,最先出现发育阶段质变,即发生性细胞的部位是主干。因此,当主干顶芽生长时,位于其旁的大孢子叶球也受精发育为球果。

根据对云南松各类侧枝形成、数量及其结实能力的研究,可以认为,一级侧枝不仅是

一定时期内结实的场所，更重要的是它是能够多量结实的二级侧枝的发生基地。因此，要使林木种实持续增产，必须给一级侧枝的发育留出较大的空间，否则产量就会落空。

(二) 树冠长度、幅度与结实状况

主干的延伸，是冠长或轮生枝层的生长；一级侧枝的伸展，是冠幅的增大；两者在水平和垂直方向上的发育，是树冠体积的增加。

1. 冠长：云南松树冠由一级侧枝组成骨架，轮生枝有明显的成层性。冠长、轮生枝层数及同层内枝条数量和分化情况的差异，最终必然反映到种实的产量上来。

据调查，在林分郁闭度相同的情况下，冠长及轮生枝层数等随林龄大小而变化，但并不呈现一定的比例关系（表4）。这显然是因为树体体积增大，林分越来越密，自然整枝逐渐加速，造成树冠下部轮生枝条生长衰弱，以至死亡。而处在光照条件较好的开阔环境下的散生木，树冠发育得庞大而低垂，轮生枝层数较高。

表 4 不同年龄的云南松林木及散生木树冠长度及轮生枝层数

调查时间及地点	郁闭度	林龄	平均树高 (米)	平均胸径 (厘米)	平均冠幅 (米)	平均冠长 (米)	平均轮生 枝层数	平均每层轮生枝层的一 级侧枝数
1974年板栗营	0.7	10	3.9	4.4	1.7×1.7	3.4	6.0	—
	0.7	15	5.2	6.8	2.4×2.4	4.0	10.7	3.6
	0.7	20	7.0	9.5	2.9×2.9	5.2	12.7	3.5
	0.7	25	9.4	11.8	3.8×3.8	6.7	14.6	2.9
1978年笔架山	散生	25	10.1	12.3	4.2×4.3	7.8	17.5	2.7

刚结实的林木轮生枝层数少，球果仅能在少数发育阶段较老的枝条上形成，大部分枝条则不能结实。以后，轮生枝层数增加，新枝序出现，结实部位在纵向上不断上升，整个树冠形成立体结实。

2. 冠幅：云南松从开始形成一级侧枝时出现树冠，以后冠幅逐渐增大。从表4可以看出，郁闭度为0.7的林分，约自10年生以后，林木分化逐渐变得明显，优势木树冠扩展迅速，直至25年生不见衰减。

由于云南松强烈的喜光特性，一个侧枝的延长，往往导致其下出现较早且级别较低的侧枝的死亡。因此，结实部位不断外移，球果集中在树冠外层，而“内膛”却非常空虚。

调查云南松树冠发育进程发现，冠幅与胸径呈直线关系，相关系数 $r=0.843$ ，相关程度密切，经回归分析，找出数学模式为：

$$D_K = 0.5255 + 0.2471d$$

式中 D_K ——为树冠直径

d ——为胸径

生产上在改造幼林为母树林，或进行母树林疏伐时，可参照这一公式，根据胸径和

树冠占有的空间面积以及要求的郁闭度，计算单位面积的母树保留株数，确定适宜的疏伐强度。现在有些地方采用的使疏伐后林分郁闭度保持0.6的做法，或使树冠与树冠相距1—2米的经验，恐怕是值得研究的。因为云南松的侧枝每年伸长20—40厘米，以这样的生长速度推算，每隔3—5年就要疏伐一次，否则郁闭度又会过大，影响树冠正常发育。但是这种间隔期不长的疏伐在实践上会给植株的去留造成困难，无法保证母树的均匀分布。因此，为了更好地经营和培育母树林，给树冠充分发育创造条件，应尽可能早地选定优良植株做为永久保留对象，并分期对非培育对象进行疏伐，每次疏伐的强度宜稍大。

2. 树冠不同部位与方位的结实：采用标准枝法分层调查25年生林木证明，种实在树冠各部位的分布如图1。

在一定的年龄阶段，林木结实部位随树高增加而上升。如调查一株10年生散生林木发现，每株结实25个，分布在地表以上60—200厘米范围内树冠上，但20年生的散生林木，枝下高达150—200厘米，结实部位大大上移了。结实部位上移虽并非没有止境，但如不加以控制，就会影响圆满树冠的形成，不利于采收种实。

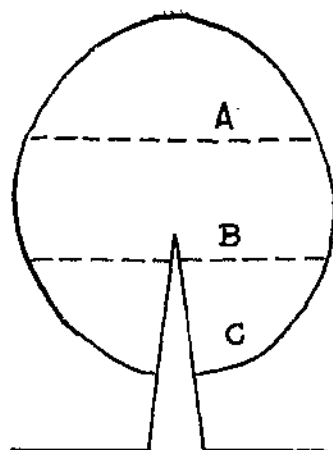
除树冠的部位外，枝条的朝向不同，结实量也不相同（表5）

表 5 云南松树冠不同部位及枝条不同方位结实情况

树冠部位	上 部				中 部				下 部				备 注
	结实状况	调查株数	结实果数	平均每枝结实数(个)	%	调查株数	结实果数	平均每枝结实数(个)	%	调查株数	结实果数	平均每枝结实数(个)	
枝条朝向													
东		10	7	0.7	20.0	10	13	1.3	23.2	10	5	0.5	1978年调查
南		10	11	1.1	31.4	10	21	2.1	37.5	10	11	1.1	
西		10	10	1.0	28.6	10	14	1.4	25.0	10	11	1.1	
北		10	7	0.7	20.0	10	8	0.8	15.3	10	4	0.4	
总 计		40	35	0.9	(28.7) 100.0	40	56	1.6	(45.0) 100.0	40	31	0.8	(25.4) 100.0

调查和观察表明，云南松最上部的一、二层轮生枝条不能结实，因球果从花芽奠基到发育成熟要跨三个年头，年龄尚未达到，其余枝条结实稍多。树冠下部年龄较老的枝条，生长势衰弱，其上的针叶寿命短，脱落早，结实较少。树冠中部枝条，生长旺盛，发育健壮。一般以光照条件较好的南及西向最多，东及北向较少。在郁闭度较大的林内，有些伸展至树冠间隙的枝条，因可能利用的阳光较多，结实量增加。

根据树冠部位和方位的产量分布可以看出，在林内林木彼此相互遮蔽的情况下，要提高种实产量质量，应该及时地进行疏伐。



平均每枝结球果数 占总产量的百分率	A $\frac{0.87}{28.7}$	B $\frac{1.40}{45.9}$	C $\frac{0.78}{25.4}$
----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

图 1 云南松树冠不同部位的结实状况

三、开始结实年龄

树木开始结实，是生长发育进入一个新阶段的表现，它标志着质上的重要飞跃。不同树种的始实年龄，既与其本身的遗传性有关，也受一系列外因的影响。

云南松林木开始结实的年龄分布如图2。

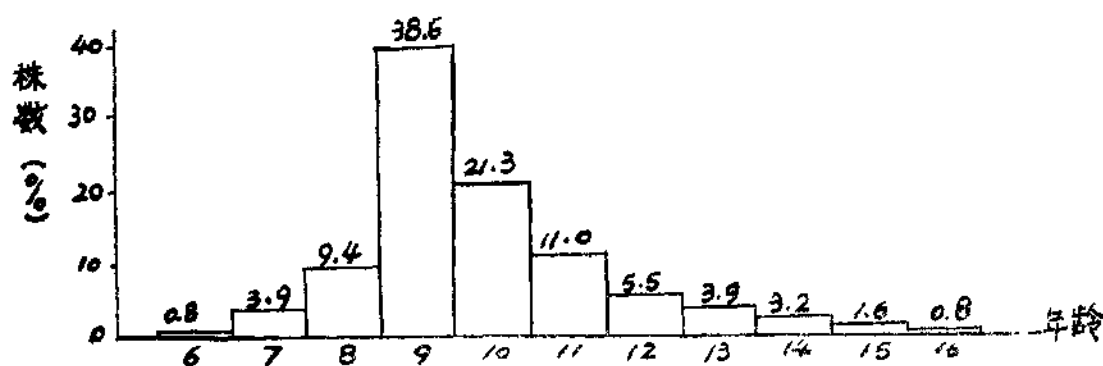


图 2 云南松林木开始结实年龄的分布

大量调查表明，云南松开始结实的年龄变异很大。天然林木多数在 8—11 年始实，最早的为第 6 年，最迟的为 16 年。开始结实的年龄还取决于植株偏雌或偏雄性属性、生

紫椴种子休眠原因的初步研究

王九龄 杨建平

紫椴 (*Tilia amurensis* Rupr.) 在我国主要分布于东北长白山和小兴安岭地区。多年来, 包括紫椴在内的天然椴树林, 不断被采伐利用, 面积逐渐缩小。据调查, 吉林和黑龙江两省林业系统, 仅1973—1978年就采伐椴树木材150万立方米。椴树虽然可以萌芽更新, 但次生林的蓄积量一般都不太高。随着生产的发展, 要求营造椴树林, 扩大其资源的呼声越来越高。

椴树大面积更新造林的困难, 主要是苗木繁殖不易, 来源有限。播种育苗往往因无理想的催芽方法, 发芽率低, 幼苗出土参差不齐, 经常要拖至第二、三年才能陆续出土, 既影响抚育管理, 又降低产苗量。扦插及其他无性繁殖方法技术上不过关, 暂时还不能做为主要育苗措施加以应用。因此, 为了尽快地发展椴树, 需要解决大量育苗的一些关键性技术措施。

椴树在系统发育过程中, 为了适应严酷的外界环境条件, 形成了种子休眠的特性。这种长期休眠的特性是进行实生繁殖的最大障碍。目前, 关于椴树种子休眠的原因, 国外有许多不同的见解, 如Spacch L. N. 认为美国椴 (*Tilia americana* L.) 种子休眠是由于种皮的不透性; Maria Nagy等人认为大叶椴 (*Tilia platyphyllos* Scop.) 主要是由于种子内部存在着抑制物质; 还有的认为是由于种皮的不透性、胚休眠和果皮坚韧造成的。至于紫椴种子休眠的原因, 国内外少有报道。因此, 研究并搞清紫椴种子休眠的原因, 对探索解除休眠的途径和制定有效的催芽技术措施, 在理论和实践上都有重要意义。

本试验所用的种子系1980年4月从黑龙江省尚志县林木种子站购入。1979年9月采种。种子纯度90%, 含水量7.9%, 千粒重25.9克。种子品质较差, 空腐种粒占52%, 饱满种粒的生活力仅60%。

长地点的立地条件及所处的生长状态等。云南松虽为雌雄同株异株, 但雌雄性倾向不同, 有的结实早且数量多, 有的结实晚但数量少, 有的介于两者之间, 故始实年龄及结实能力也不相同。据广泛调查, 云南松有到22年生仍完全不着生一个球果的散生雄性植株, 这种植株在林内的比例约为2—3%。生长在不同坡向上的林木结实迟早不同, 一般阳坡的林木开始结实龄较阴坡提早2—3年, 生长在山坡上的比沟谷中的, 开始结实龄要早2—3年。散生木较林木初实年龄早, 一般为8—9年生, 但有些植株也会拖延至第16—17年生。

(《林业科学》, 1979, No4)

一、种皮构造与种子休眠的关系

(一) 种实的形态特征

紫椴果实为坚果状核果，倒卵形。果实由果皮、种皮、胚乳和胚组成（图1）。成熟的果实通常仅有一粒或两粒胚珠发育而成的正常的胚。果皮褐色，厚度0.1—0.2毫米，易碎，易与种皮分离，并可迅速吸水。种皮深褐色，紧贴于胚乳，厚度0.05—0.1毫米，脆硬。

将种皮用石蜡切片法制片，在显微镜下观察其解剖构造有如下特点：种皮外层呈角质状，此层细胞个，排列紧实，胞壁加厚。中层为致密的厚壁栅状组织。栅状组织上部约1/3处形成一完全不透光的区域，可能系由果胶质或胼胝性物质所组成（图2）。

种皮的这种构造，与豆科植物种子硬实的种皮结构相似。据 Esau 及 White (1908)、Kühn (1925)、Coc (1920) 等研究，这种种皮能够严重地阻止气体交换和水分吸收。因此，紫椴种皮的这一特殊结构可能是造成休眠的原因。

(二) 种皮的透性

1. 种皮的透水性：为了了解种子在一般条件下的吸水膨胀特点，我们从试料中

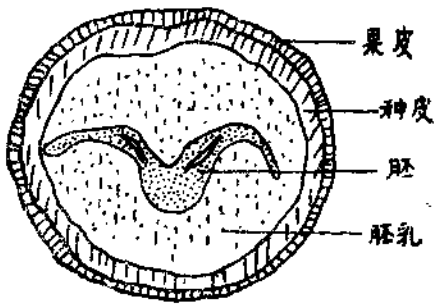


图1 紫椴果实的横切面

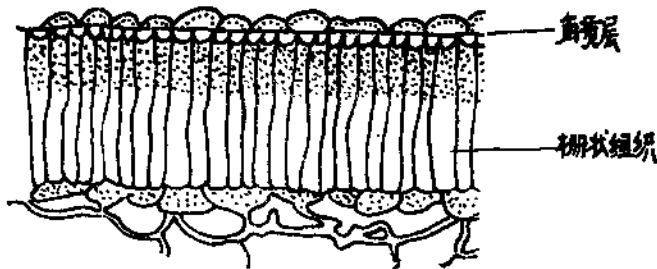


图2 紫椴种皮的横切面

取带果皮的完整种子400粒，其中200粒剥去果皮，分别浸于室温（20—22℃）下的蒸馏水中，每日换水一次，每五日统计一次吸胀和未吸胀的种子数，至第三十日停止观察。观察结果见表1。

从表1可以看出，紫椴种子吸胀过程缓慢，无论是带果皮的种子，还是剥去果皮的种子，浸种5天仅吸胀51—54%。随浸泡时间延长，吸胀的种子数目虽有所增加，但至第30天吸胀率也仅达79.5—82.0%。剥去果皮的种子与带果皮的种子，在各浸泡时间的吸

表 1

完整种子在室温条件下浸泡的吸胀情况

试验材料	测定项目	观 察 时 间 (日)					
		5	10	15	20	25	30
带果皮的种子	吸胀粒数	108	135	141	151	156	159
	吸胀率 (%)	54.0	67.5	70.5	75.5	78.0	79.5
	未吸胀率 (%)	45.0	32.5	29.5	24.5	22.0	20.5
剥去果皮的种子	吸胀粒数	102	112	140	148	161	164
	吸胀率 (%)	51.0	56.0	70.0	74.0	80.5	82.0
	未吸胀率 (%)	49.0	44.0	30.0	26.0	19.5	18.0

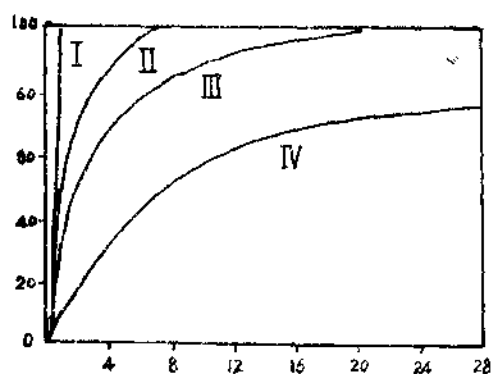
注：试验重复一次，取平均值

胀数相近，最终两者均仍有约18.0—20.5%的种子完全不吸水。试验结果说明，果皮并不影响吸水，而种皮由于其特殊构造对水分的渗透影响很大。

剖开种子观察，吸胀的种子，胚乳湿润，子叶开张，很容易与胚乳分离；未吸胀的种子，种皮坚硬，胚乳干燥，胚与胚乳紧密连结在一起很难分离。用四氮唑染色法测定生活力*表明，未吸胀种子的生活力高达35.2%，显然这部分种子是播种后出苗整齐与否和产苗量高低的关键。

为了寻求能使种子尽快吸水膨胀的方法，又分别取种子3组，做机械破坏(刺破)种皮、浓硫酸浸种和热水浸种等处理，统计吸胀数量，并测定各处理的生活力，结果见表2。在此项试验的基础上，再从每组中选一种吸胀率、生活力均较高的处理，做进一步研究，观察其吸水进程，计28日，并测定2日的吸水率，结果见图3和图4。

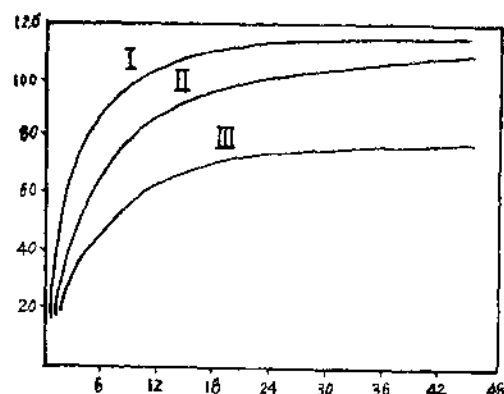
▲ 吸胀率 (%)



I 机械破坏种皮 II 浓硫酸处理1小时
III 60°C热水浸种 IV 室温下冷水浸种(对照)

图 3 不同处理方法的吸水进程

● 吸水率 (%)



I 机械破坏种皮 II 浓硫酸处理1小时
III 室温下冷水浸种(对照)

图 4 不同处理方法的种子吸水率

*目前，我国尚无用四氮唑法测定林木种子生活力的标准图谱。我们参照国外某些树种和农作物种子的标准，按凡胚全部染成红色或胚根1/2以上染成红色的为有生活力，仅有少量浅红色斑点或不能染色的为无生活力

表 2

种子用各种方法处理后的吸胀数及生活力

处 理 方 法	粒数	处理时间 或温度	吸胀粒数	吸胀率 (%)	生活力 (%)	备 注
浓硫酸浸种	500	10分钟	115	23.0	55.0	浓硫酸处理后, 再在冷水中浸24小时
	500	30分钟	412	82.4	60.5	
	500	1小时	425	85.0	60.0	
	500	2小时	490	98.0	35.0	
	500	4小时	500	100	0	
	500	6小时	500	100	0	
	500	8小时	500	100	0	
热水浸种	500	41℃	75	15.0	58.5	浸种水温至自然冷却, 放置24小时
	500	60℃	90	18.0	60.5	
	500	80℃	125	25.0	20.5	同 上
	500	100℃	475	95.0	0	
	500	100℃	75	15.0	62.5	开水中浸2秒钟, 转入冷水再浸24小时
	500	100℃	95	19.0	32.0	开水中浸10秒钟, 余同上
	500	100℃	105	21.0	0	开水中浸20秒钟, 余同上
机械制破种皮	200	室温	200	100	62.0	冷水浸种24小时
带果皮种子 (对照1)	200	室温	20	10.0	53.8	同 上
剥去果皮种子 (对照2)	200	室温	22	11.0	57.6	同 上

注: 试验二次重复, 取平均值。热水浸种因种子量大, 且需同时制开, 故计数以5为单位。

从表2、图3和图4可以看出, 采用不同方法破坏或损伤种皮, 可使其透性表现出程度上的差异, 因而吸水速度、吸水量、吸胀率及生活力明显不同。首先, 刺破种皮的种子, 吸水速度快, 吸水量大, 可以在短时间内全部吸胀, 并保持较高的生活力。其次, 热水浸种可以增加种皮透性, 一般随水温增高和沸水浸种时间增长, 吸胀率增高, 种子的生活力急剧下降, 达到一定程度则完全丧失。如当水温为45℃和60℃时, 生活力与对照接近, 而当水温为80℃时, 吸胀率虽然增加, 生活力却明显下降。在100℃水中浸2秒钟, 吸胀率仅15%, 但生活力较高, 当时间增至20秒钟时, 吸胀率虽有一定提高, 生活力却下降至0%。经60℃热水浸种的种子, 其吸胀率高于对照, 一直上升, 到最后可达90%以上。最后, 浓硫酸处理对增强种皮的透水性也有明显效果, 一般处理时间越长, 吸胀率越高, 但生活力也因之下降。当处理时间为30分钟至1小时, 吸胀率较高, 对生活力也无影响; 时间过长, 则生活力丧失。经浓硫酸处理1小时的种子, 其吸胀率高于60℃热水浸种和对照, 吸水率也比对照高。以上试验说明, 种皮对水分的渗透的确具有阻碍作用, 而采取某些措施以增强其透性而又不降低生活力是可能的。

对上述各处理的已吸胀的种子, 还进行了发芽试验, 结果是无论何种处理均不能发芽, 这说明种子吸水膨胀虽是萌发的先决条件, 但已吸胀的种子仍不能发芽, 意味着还有其他因素的制约。

2. 种皮的透气性: 为了研究种皮的透气性, 我们从样品中取出14组种子, 分别进行

不同的处理，并用草酸滴定法测定各组的呼吸强度。试验结果见表3。

表 3 种子用不同方法处理后的呼吸强度

试 样 号	I	II	III ₁	III ₂	III ₃	IV ₁	IV ₂	IV ₃	V ₁	V ₂	V ₃	VI ₁	VI ₂	VI ₃
试验处理	带果皮干种子	剥去果皮干种子	带果皮水浸6小时	带果皮水浸12小时	带果皮水浸24小时	剥去果皮水浸6小时	剥去果皮水浸12小时	剥去果皮水浸24小时	机械破坏种皮干种子	机械破坏种皮水浸2小时	机械破坏种皮水浸9小时	浓硫酸处理30分钟	浓硫酸处理2小时	浓硫酸处理12小时
呼吸强度 (CO ₂ 毫克/100克·小时)	3.96	2.20	5.54	8.36	11.88	12.94	14.56	16.72	5.10	9.24	20.86	2.64	5.28	2.64

注：每组三次重复，取平均值

从表3可以清楚地看出，种皮对呼吸强度有明显的影响。机械破坏种皮并水浸6小时的种子，呼吸强度最大，而完整的带果皮的种子水浸6小时仅及它的1/4。机械破坏种皮的干种子，呼吸强度比仅剥去果皮的干种子高两倍多，这说明种皮明显地阻碍着气体交换。带果皮的干种子比剥去果皮的干种子呼吸强度高，而在吸水后的各相同浸泡时间，后者的呼吸强度又大大超过前者，这可能是由于带果皮种子吸水后，果皮和种皮的细胞间隙都充满了水分，更不利于气体渗透的缘故。用浓硫酸处理2小时的种子，其呼吸强度与机械破坏种皮的干种子接近。除此以外，各组均有随浸泡时间增长而加强呼吸强度的规律。

发芽试验证明，机械损伤种皮和剥除种皮的种子，虽不再存在严重影响通气的条件，并可以吸水膨胀，但也是无一种子能够发芽。

根据上述材料可以认为，果皮并不妨碍种子吸水膨胀，但对呼吸有一定的影响，种皮由于其特殊的解剖构造，对水分和空气的透入有明显的阻止作用。所以，看来种子吸胀缓慢或不能吸胀以及通透性不良，是造成休眠的一个原因。类似的结论也可从国外文献上看到，如Заболовский Е.П. (1962) 认为心叶槲 (*T. cordata* Mill.) 和 Spaeth J.N. 认为美国槲都是由于种皮不透性引起休眠的。但从我们试验的各处理种子都不发芽这一事实分析，种皮仅是造成紫槲种子休眠的原因之一。因此，一定还存在着其他的影响因素需要进一步探索。

二、种子生理后熟与种子休眠的关系

许多树种的种子休眠，往往是由于需要生理后熟所引起的。为此，我们对紫槲的种胚进行了研究。

为了使种子尽快吸胀，采用了前面刺破种皮后浸水24小时的试验方法，吸胀后将胚

剥出，放入铺有湿滤纸的培养皿中，在室温下分别光照和黑暗条件进行培养，其发芽情况如表4。

表 4 胚 培 养 情 况 统 计

培 养 条 件	胚的数目 (个)	发芽数 (个)	胚 根 长 (毫米)	备 注
光 照	100	64	13	胚根长系发芽天的长度
黑 暗	100	60	15	

从表4可以看出，胚剥离胚乳后，无论在光照条件下，还是在黑暗条件下，可有50—64%能够发芽。同时胚根可以持续生长，长度不断增加。据 Заборовский Е.П. (1962) 报道，由心叶槲种子取胚所获的幼芽，由于未完成生理后熟，生活力弱，很快就死亡了。但我们的试验证明，紫槲大部分的胚可以继续生长，似乎其本身并不存在需要生理后熟的问题。据此，可以推断紫槲种子休眠的原因，显然与胚乳、种皮或二者综合作用以及其他因素影响有关。

三、种子内含抑制物质与种子休眠的关系

近年来，在很多的树种种子中发现存在着抑制物质，一般认为含有抑制物质是造成种子休眠的一个重要原因，如Maria Nagy等(1974)发现大叶槲种子内含有类似脱落酸性质的物质影响萌发；王文章等(1979)认为抑制红松种子萌发的主要物质也是脱落酸。

为初步确定紫槲种子各部位是否含有抑制萌发的物质、此种物质在各部位的相对含量及其作用机制，按下述方法进行了提取和测定。

(一) 种子各部分提取物的制备

用未经处理的干种子，称重后剥为果皮、种皮和胚乳三部分，再分别称重，计算各部分重量比例。根据古谷雅树等人的方法，分别进行水溶性提取和含水乙醇提取。然后，由一定量样品至最后浓缩浸提液，计算出种子各部分每毫升浸提液中相对干物质含量，如表5。

(二) 生物鉴定

生物鉴定用不同稀释倍数的提取液进行，采用张良成等人的方法测定。具体做法是：加一定量不同浓度的提取液于培养皿的滤纸上，以白菜种子作发芽试验，并用蒸馏水做对照。24小时后测定发芽率，6天后测定胚根和胚茎长度。结果如表6。

表 5

不同浸提方法浸提液中每毫升所含干物质相对量

提取方法	种子部位	试样用量	最后浓缩体积/每毫升含干重		稀释10倍	稀释100倍	种子各部位比
		(克)	(毫升)	(克/毫升)	(克/毫升)	(克/毫升)	
水 提	胚乳	8.53	23	0.371	0.07	0.012	33.17
	种皮	9.47	22	0.431	0.043	0.014	22.93
	果皮	9.22	24.5	0.376	0.038	0.017	44.60
70% 乙 醇	胚乳	10.70	25	0.428	0.043	0.014	
	种皮	9.55	22	0.434	0.043	0.014	
	果皮	7.85	22	0.314	0.031	0.010	

表 6

胚乳、果皮及种皮的提取物对白菜种子发芽的影响

样 品 编 号	胚乳(水提)				果皮(水提)				种皮(水提)				对 照	备 注
	原液	稀10倍	稀20倍	稀40倍	原液	稀10倍	稀20倍	稀40倍	原液	稀10倍	稀20倍	稀40倍		
提取液用量 (毫升)	2	2	2	2	1.9	2	2	2	2.2	2.5	2	2		
相当于干重 (克)	0.74	0.074	0.024	0.012	0.714	0.076	0.023	0.012	0.942	0.106	0.023	0.012	—	
相对比例	100	10	3.24	1.62	100	10.57	3.51	1.74	127.84	14.59	3.78	1.74	—	
发芽率(%)	0	49	72	80	0	7	75	85	0	55	75	85		
第6天 根 长度 (厘米)	0.2	2.0	2.5	2.5	0.5	2.0	2.9	3.0	0.5	2.2	2.6	3.2	3.2	各原液浓度在24小时后有少量种子发芽
样 品 编 号	胚乳(乙醇)				种皮(乙醇)				果皮(乙醇)				对 照	备 注
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
提取液用量 (毫升)	原液	稀10倍	稀20倍	稀40倍	原液	稀10倍	稀20倍	稀40倍	原液	稀10倍	稀20倍	稀40倍		
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
相当于干重 (克)	0.856	0.085	0.023	0.012	0.868	0.086	0.028	0.012	0.12	0.06	0.020	0.012	—	
相对比例	119.58	11.99	3.78	1.62	117.10	11.73	3.78	1.74	4.56	8.4	2.70	1.74	—	
发芽率(%)	0	53	71	80	0	62	74	85	0	79	82	85		
第6天 根 长度 (厘米)	0.8	1.9	2.4	2.5	0.5	2.5	2.8	3.0	0.6	2.4	3.0	3.2	3.2	各原液浓度在24小时后有少量种子发芽
	0.2	2.5	3.2	3.2	0.4	2.5	2.6	2.8	0.5	2.5	2.8	3.1	3.1	

从表6可以看出,第一、水溶性浸提液和70%乙醇浸提液,都抑制白菜种子的发芽和生长;第二、胚乳、果皮和种皮提取物的原液浓度,完全抑制白菜种子的萌发,发芽率为0%;第三、种子各部分的提取液,其抑制作用都随浓度的降低而减弱;第四、从