

生长在太白山上的紫萼丁香木材的生态解剖

邓亮 张新英

(北京大学生物系, 100871)

12

摘要

生长在秦岭太白山北坡的紫萼丁香 (*Syringa oblata* var. *giraldii* Rehd.) 的木材结构随着海拔高度的增加而变化。其年轮宽度, 导管分子长度、直径; 纤维管胞长度、宽度; 射线高度等值逐渐增加。导管频率、射线频率、单孔率值则逐渐减少。导管、纤维管胞的壁减薄, 其次生壁上的螺纹加厚由明显到不明显。

关键词 紫萼丁香; 海拔高度; 木材结构; 生态解剖

六十年代以来, 木材生态解剖学的研究在国际上逐渐引起木材解剖学家们的注意, 他们着重对分布在不同地区、不同海拔高度和不同纬度的一些植物的木材结构进行了比较研究, 认为木材结构变化随着纬度和海拔高度的增加, 导管和纤维的长度和宽度值, 以及射线高度值有逐渐减少的趋势; 导管频率等值则有逐渐增加的趋势。随着旱生程度的增加, 木材组成分子也发生上述变化。有关这方面的工作, 已有过不少报道^[2-9, 11]。上述这一生态趋势都是从世界上分布广泛的科、属植物中进行研究得到的。然而, 迄今对生长在同一山脉, 但分布在不同海拔的同一种植物的木材结构变化, 所表现出的生态趋势仍研究甚少^[9, 11]。

本文选择了生长在我国秦岭太白山北坡, 不同海拔高度的紫萼丁香进行了较为全面的研究, 试图从中找出它们结构之间的差异及其表现出的生态趋势, 并探讨生态因子对木材结构的影响, 为更好地、合理地利用木材, 植树造林等提供一些理论依据。

材料和方法

本研究所用材料为丁香属 (*Syringa* L.) 10 年以上树龄的紫萼丁香 [*Syringa oblata* var. *giraldii* (Lemoine) Rehd.] 木材, 采自秦岭太白山北坡羊皮沟。这种植物从海拔 1050m 开始出现, 直至 1800m 为止都可以生长, 低于 1050m 和高于 1800m 的地方未发现。生长在这一范围的紫萼丁香, 都混生在山坡上的虎榛子属 (*Ostryopsis* Dence.) 和绣线菊属 (*Spiraea* L.) 灌木丛中, 其生长地的降水量随着海拔的增高而增加。其它特征见表 1。

表 1 紫萼丁香的材料号、生长习性及其特征*

Table 1 Number of samples, growth habit and characters of *Syringa oblata* var. *giraldii* Rehd.

材料号 No. of samples	海拔 Altitude (m)	生长习性 Growth habit		株高 Height of plant (m)	材料直径 Diameter of samples (cm)	树龄 Ages (a)
		乔木 Tree	灌木 Shrub			
8601	1050		+	2	2.50	12
8602	1100		+	2.5	4.07	18
8603	1150		+	3	3.36	13
8604	1200		+	3.5	6.25	23
8605	1250		+	3	5.62	20
8606	1300		+	3	4.90	17
8607	1350	+		2.5	4.38	15
8608	1400	+		3	6.28	21
8609	1450	+		4	4.20	14
8610	1500	+		3.5	8.00	26
8611	1550	+		3.5	3.83	12
8612	1600	+		4	6.84	21
8613	1650	+		3.5	6.62	20
8614	1700	+		4	7.10	21
8615	1750	+		3	5.44	16
8616	1800	+		3.5	5.60	16

* 在海拔为 1050 至 1800m 的区域内, 年平均降水量随着海拔的增加从 675mm 增至 900mm (海拔 1900m 以上又逐渐下降)。

In the region between 1050 and 1800 m altitude the annual rainfall increases with altitude from 675 mm to 900 mm per year (above 1900 m it decreases again).

材料分两部分处理:

(一) 离析材料

取靠近形成层的边材部分, 用醋酸: 过氧化氢 (30%) = 1:1 的离析液, 将材料放在离析液中, 置于 60°C 的温箱中离析, 约 20—24 小时, 取出、洗去离析液, 用 2% 的星蓝 (Astra blue) 染色, 冷杉胶封固。

(二) 切片制备

取 10 年以上的边材, 切成 1cm³ 的木块, 水煮软化, 用滑走切片机切成横向、弦向、径向三个方向的切片, 厚度均为 16—18 μm, 用番红 (0.5%): 代氏苏木精 = 96:4 染色, 冷杉胶封固。

用 CMSD-1 型测微目镜数显打印仪, 在离析材料中测量导管、纤维管胞的长度和宽度 (导管若有尾, 则以尾末端作为量度的起点和终点, 导管、纤维管胞的宽度都以最宽处进行测量)。其它指标均在切片上测得。每个指标测量 100 次, 然后计算平均值和方差。

观 察 结 果

(一) 紫萼丁香木材三个切面的一般显微结构

本实验所用术语是根据国际木材解剖学家协会制定的多国文字木材解剖学名词汇

编^[9]和 Tippo^[22] 发表的双子叶植物木材的鉴定特征表所规定的,紫萼丁香木材结构描述如下:

生长轮明显,为半环孔材或环孔材(图版 I, 1、2) 导管横切面多数呈多角形,少数为圆形。导管频率为 332—471个/mm²,导管单孔率为 68—94%,复孔常径向、斜向或切向兼有 2—5 个细胞链或孔团。导管的切向直径为 23.2—35.1 μm ,径向直径增至 47.5—65.4 μm ,壁厚 1—(3—4) μm 。导管分子长度为 314—428(127—529) μm ,导管分子的端壁一般具有倾斜的单穿孔。导管的管间纹孔为互列,稀为对列(图版 I, 3、4)。纹孔圆形至卵圆形,纹孔直径 5—7(4—12) μm ,具狭窄的开口。导管-射线间和导管-薄壁细胞间的纹孔很多,具有退化的具缘纹孔,纹孔小于导管之间的纹孔,直径一般为 4—6(3.5—8) μm 。小导管的次生壁上常具有螺旋加厚(图版 I, 4、6),螺旋加厚通常在纹孔口处更明显。常具薄壁的侵填体。

纤维管胞长度为 612—744(360—1100) μm ,宽为 13.5—17.1(11—22) μm ,细胞壁薄的和厚的类型均有,具有明显的 4—5(—7) μm 直径的具缘纹孔,它存在径向和弦向壁上。缺乏韧型纤维。

薄壁细胞稀少或无,常 2—3 个聚集在一起,呈星散状排列。

射线频率为 89—119 条/mm², 1—3(—5)个细胞宽, 5—11(2—16)个细胞组成高为 0.11—0.20mm 的射线。射线类型为异型 II_A 型(图版 I, 3—6)。

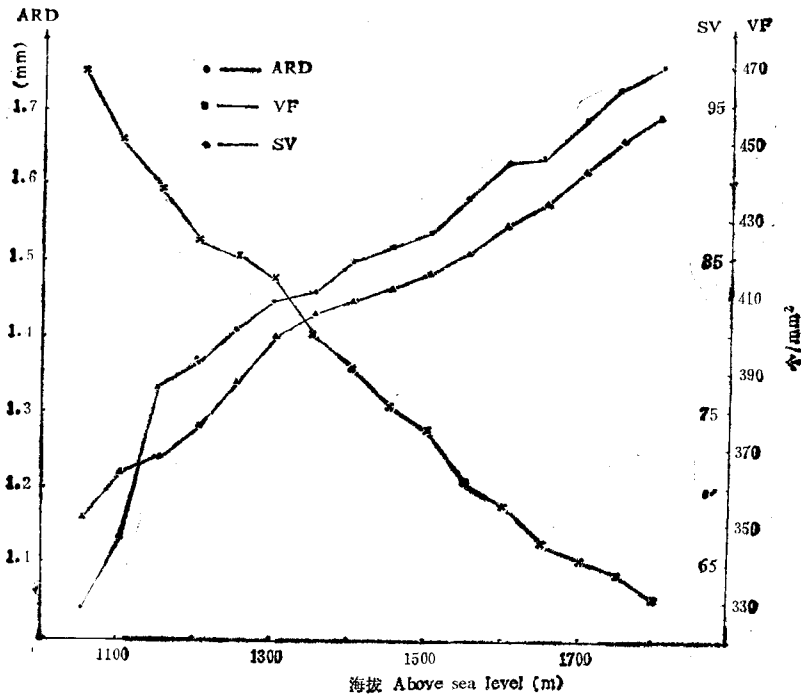


图 1 不同海拔紫萼丁香的年轮宽度 (ARD)、导管频率 (VF) 和单孔率 (SV) 的变化

Fig. 1 Variation of annual ring width, vessel frequency and solitary vessels of the lilacs in various altitude

晶体存在于射线细胞中(图版 I, 4—6),晶体为杆形或立方形至菱形,通常每个细胞中只含有一个晶体。

(二) 不同海拔高度和年降水量条件下紫萼丁香木材结构的变化

紫萼丁香生长在太白山北坡 1050—1800m 的范围内,在此区域内,随着海拔高度的增加,年轮及木材组成分子也发生变化。

1. 年轮的变化 用作比较的主茎的横切面直径见表 1。

从图 1, 图版 I, 1,2 中可以看出,生长在低海拔处的植株的年轮较密,而高海拔处的植株的年轮较疏。从图 1 中还可看出,随着海拔高度的增加,年轮宽度逐渐增加,生长在最高海拔的植株达到最大值,其变化趋势表明,年轮宽度值与海拔高度间存在一个显著的线性相关关系。另外,我们还观察到,生长在低海拔 (1050—1300m) 的紫萼丁香多为灌木,1350m 以上的种类多为小乔木。

2. 木材组成分子的差异 生长在较低海拔 (1200m) 的紫萼丁香,早材的管孔的孔径与晚材的管孔孔径相差较大,管孔的排列方式为半环孔材—环孔材类型(图版 I, 2),而生长在较高海拔 (1600m) 的紫萼丁香早材与晚材的管孔口径相差较小,为典型的半环孔材(图版 I, 1)。

从图 2 中可以看到,随着海拔高度的增加,导管分子的长度、直径值逐渐增加。其增加的趋势表明,导管分子的长度、直径值与海拔高度间也存在一个显著的线性相关关系。

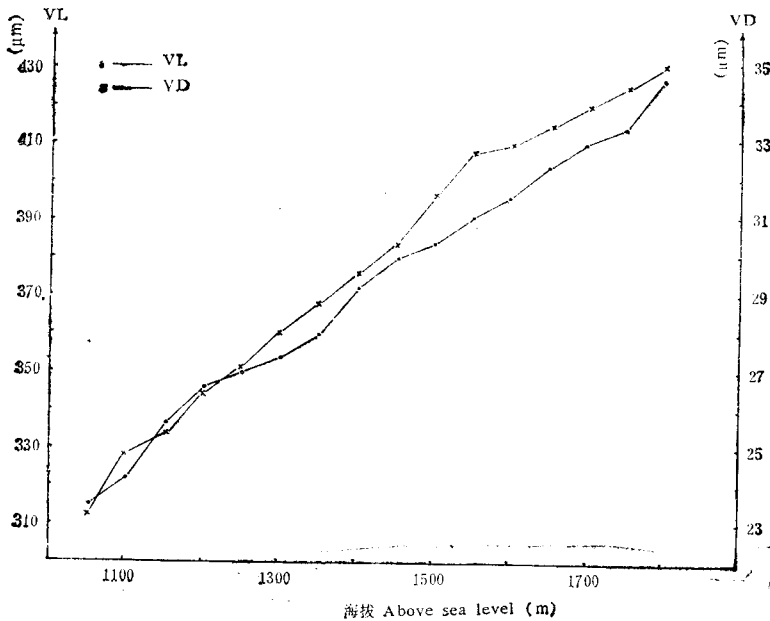


图 2 不同海拔紫萼丁香的导管长度 (VL) 和导管直径 (VD) 的变化

Fig. 2 Variations of vessel lengths and vessel diameters of the lilacs in various altitude

从图 1 中可以看出: 随着海拔高度的增加,导管频率值逐渐降低(图 1),导管频率值

与海拔高度间也存在一定的相关性。导管的单孔率值则随着海拔高度的增加, 其值也逐渐增加, 导管的单孔率值与海拔高度间也存在显著的线性关系(图 1)。

导管壁的厚度与海拔高度呈反相关, 生长在低海拔的植株具有较厚的细胞壁(图版 I, 2), 并在小的导管壁上发生螺纹加厚(图版 I, 4, 6); 而生长在较高海拔(1600m)的植株则壁较薄(图版 I, 1), 也没有明显的螺纹加厚。

纤维管胞的长度、宽度也随海拔高度的变化而变化(图 3)。从图 3 中可以看出, 纤维管胞的长度、宽度值的变化趋势与导管分子的长度、直径值的变化趋势相似。纤维管胞壁的厚度也随着海拔高度的增加而发生变化。生长在低海拔(1200m)的紫萼丁香, 纤维管胞壁较厚(图版 I, 2), 生长在较高海拔(1600m)的种类, 纤维管胞壁较薄(图版 I, 1)。

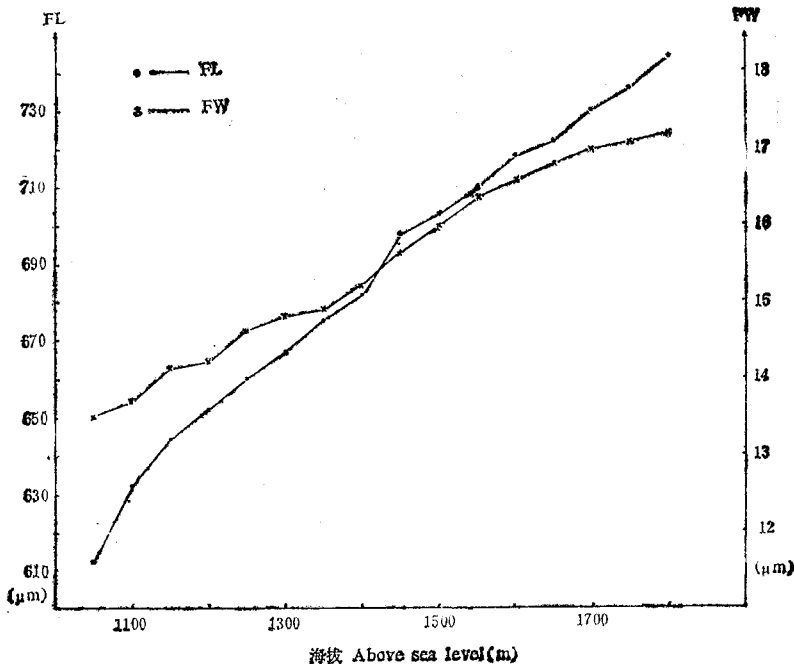


图 3 不同海拔紫萼丁香的纤维长度 (FL) 和纤维宽度 (FW) 的变化

Fig. 3 Variations of fibre-tracheid length and fibre-tracheid width of the lilacs in various altitude

从图 4 中可以看出: 随着海拔高度的增加, 射线高度值逐渐增加, 而射线频率值则减少。射线高度值、射线频率值与海拔高度间都存在一显著的相关性。

年降水量对紫萼丁香的年轮宽度值及木材组成分子具有影响。在紫萼丁香生长的区域内, 随着海拔高度的增加, 年降水量也逐渐增加(表 1)。紫萼丁香受年降水量的影响与它们随海拔高度的变化而发生的变化基本相似, 年轮宽度及其木材组成分子与年降水量间都存在着显著的相关性。

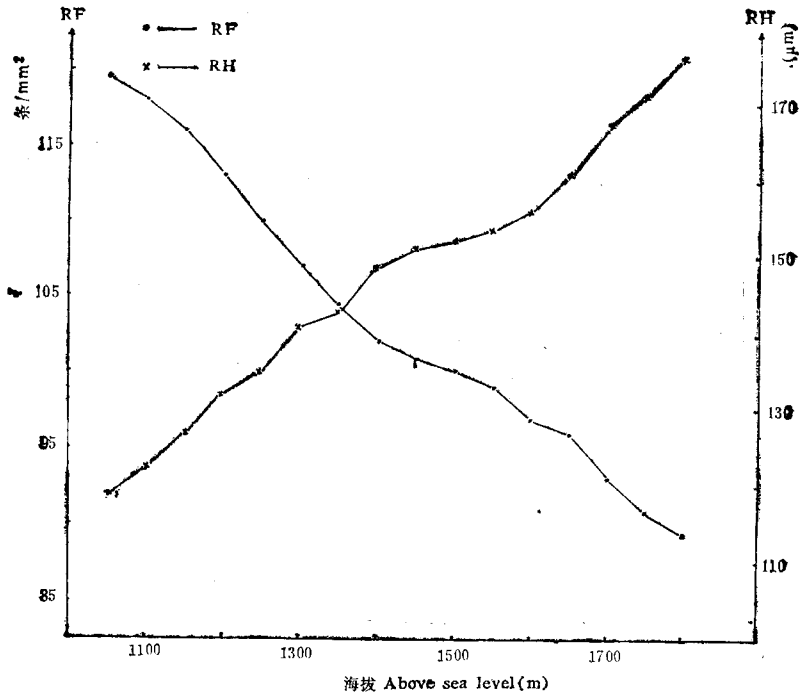


图 4 不同海拔紫萼丁香的射线高度 (RH) 和射线频率 (RF) 的变化

Fig. 4 Variations of ray height and ray frequency of the lilacs in various altitude

讨 论

观察结果表明: 随着海拔高度的增加, 紫萼丁香的年轮宽度, 导管分子长度、直径, 纤维管胞长度、宽度, 射线高度值逐渐增加, 而导管频率、射线频率、单孔率值减少。导管、纤维管胞壁的厚度减弱, 其壁上的螺纹加厚也减弱。这一观察结果与 Baas 等人^[2,9,11]总结的随着海拔高度的增加, 木材各组成分子趋向“小型化”的结果相反。这可能与他们的取材有关, 他们所得的结果是从研究广泛分布于世界的冬青属 (*Ilex*)、山矾属 (*Symplocos*)、罗汉松属 (*Podocarpus*) 得到的。本文所得的结果是从研究分布在太白山北坡 1050—1800m 区域内的紫萼丁香得到的。这种差别可能是由于这个区域的特殊性造成的。

随着海拔高度的增加, 紫萼丁香的年轮宽度及其木材组成分子都发生规律性的变化 (图 1—4)。表面上看, 紫萼丁香的木材结构受海拔高度的影响, 而海拔高度本身只反映某地的绝对高度, 只是随着海拔高度的变化, 多种生态因子 (湿度、温度、土壤等因子) 发生相应的变化, 紫萼丁香的木材结构实质上是受上述多种生态因子的综合影响, 但其中个别因子起主导作用。图 1—4 结果表明: 年轮宽度和木材组成分子值均与海拔高度呈显著的线性相关, 这可说明紫萼丁香木材结构主要受个别因子的影响。生长在太白山海拔 1050—1800m 的紫萼丁香, 随着海拔高度的增加, 小生境未发生变化, 主要是年降水量发生了变化 (表 1), 因此, 作者认为紫萼丁香的木材结构随海拔高度的增加而发生变化主要

是年降水量起作用。但这一结果是否具有普遍意义,尚需进一步研究。

随着年降水量的降低,紫萼丁香的木材组成分子有发生“小型化”的趋势,这一观察与 Carlquist 等^[5,6,8]总结的随着旱生程度的增加,木材分子发生“小型化”观点相似。

木材结构与水分的关系(特别是导管分子与水分的关系),近年来引起植物生理学家和木材解剖学家的重视,生理学家 Zimmermann 等人(1983)^[4,11]认为木材的结构是受水分运输(导管分子的大小、频率)和机械支持(壁厚度和纤维长度)两方面的影响,二者中受导管的影响更大。导管结构与水分运输的有效性和安全性有关。他们认为宽的导管的输导效率高,但易被挤压变形。而窄的导管输导效率低、抗负压能力强。本研究的结果表明:生长在年降水量较高的区域的植株,导管分子直径较宽,其植株为小乔木,似乎可说明其导管分子输导水分的能力较强。而生长在年降水量低的地区的植株为小灌木,其导管分子直径较小,有利于增加体内抗负压的能力,同时,由于导管频率的增加又保障了输导的可靠性。导管壁的厚度也与水分相关,生长在年降水量低的区域的紫萼丁香导管壁较厚,这说明导管壁的厚度对于抵抗负压具有功能上的意义。有人认为,导管壁上的螺纹加厚可增加导管壁的机械强度,同时具有抗负压的作用^[3]。本实验的结果支持这一观点,导管壁上的螺纹加厚的出现可能导致细胞壁的表面积的增加,提高导管对水分的粘着力,增加导管内水分的内聚力,减少气泡产生的危险。我们还观察到生长在年降水量高的地区的导管复孔率高,与 Baas 和 Bissing 等人观察的结果相反(1982)^[3,4],这一现象似乎说明高频率的复孔率与水分没有直接的关系。

从本研究的结果看,紫萼丁香的木材结构的变化主要是受生态因子的综合影响,特别是水分的影响,但同时也应该考虑到植株之间的个体差异。因此,研究生态因子对木材结构的影响,首先必须是在所用的植株的基因型一致的前提下进行,否则难以区分是遗传的影响,还是生态因子的影响。

参 考 文 献

- [1] 马乃喜, 1982: 秦岭主峰——太白山。陕西科学技术出版社, 西安, 33—47。
- [2] Baas, P., 1973: The wood anatomy of *Ilex* (Aquifoliaceae) and its ecological and phylogenetic significance. *Blumea*, 21: 193—258.
- [3] ————, 1982: Systematic, phylogenetic and ecological wood anatomy. History and perspectives. In: “New Perspectives in Wood Anatomy” (P. Baas ed.), Nijhoff/Junk, The Hague, 23—25.
- [4] Bissing, D. R., 1982: Variation in qualitative anatomical feature of the xylem of selected dicotyledonous woods in relation to water availability. *Bull. Torr. Bot. Club.*, 109: 371—384.
- [5] Carlquist, S., 1975: Ecological Strategies of Xylem Evolution. Univ. Calif. Press, Berkeley, 1—31.
- [6] ————, 1977: Wood anatomy factors in wood evolution: A floristic approach. *Amer. Jour. Bot.*, 64: 887—896.
- [7] Chalk, L., 1983: The effects of ecological condition on wood anatomy. In: “Anatomy of Dicotyledons” C. R. Metcalfe and L. Chalk eds.). Clarendon Press, Oxford, 152—156.
- [8] Dickson, W. C., P. M. Rury and G. L. Stebbins, 1978: Xylem anatomy of *Hibbertia* (Dilleniaceae) in relation to ecology and evolution. *Jour. Arnold. Arb.*, 59: 32—44.
- [9] Graff, N. A. van der and P. Baas., 1974: Wood anatomical variation in relation to latitude and altitude. *Blumea*, 22: 101—121.
- [10] IAWA Committee on Nomenclature, 1964: Multilingual Glossary of Terms Used in Wood Anatomy. Konkordia, Winterthur.
- [11] Oever, L. van den, P. Baas and M. Zandee, 1981: Comparative wood anatomy of *Symplocos* and latitude and altitude of provenance. *IAWA Bull. n. s.*, 2: 3—24.

- [12] Tippe, O., 1945: A list of diagnostic characteristics for descriptions of dicotyledon wood. *Trans. Ill. Acad. Sci.*, 34: 1.
- [13] Zimmermann, M. H., 1983: Xylem Structure and the Ascent of Sap. Springer-Verlag, New York, pp. 2—20.

THE ECOLOGICAL WOOD ANATOMY OF THE LILAC (*SYRINGA OBLATA* VAR. *GIRALDII* REHD.) IN TAIBAI MOUNTAIN

Deng Liang and Zhang Xin-ying

(Department of Biology, Peking University, 100871)

Abstract

The wood structure of *Syringa oblata* var. *giraldii* Rehd. grown on the north side of Taibai Mountain varied with the increasing altitude: the width of growth ring, the length of vessel member, the vessel diameter, the length and width of fibre-tracheid and the ray height gradually increased with the altitude; the frequency of vessel, the frequency of ray and the frequency of solitary vessels decreased; the vessel and fibre-tracheid walls grew thinner. The spiral thickenings of the vessel wall and the fibre-tracheid wall in the lower altitude are more evident and them gradually obscure.

Key words *Syringa oblata* var. *giraldii* Rehd.; Altitude; Wood structure; Ecological anatomy

图 版 说 明

1, 2. 紫萼丁香(海拔 1600m, 1200m) 的横切面。表示年轮宽度及导管、纤维管胞壁的厚度。×50 3, 4. 紫萼丁香(海拔 1600m, 1200m) 的弦切面。示晶体(C)和导管次生壁上的螺旋加厚(ST)。×125 5, 6. 紫萼丁香(海拔 1600m, 1200m) 的径切面。示晶体和导管次生壁上的螺旋加厚。×125

Explanation of Plate

Figs. 1, 2. Transverse section of the lilacs (altitude 1600m, 1200m), showing annual ring width and the wall thickness of vessels and fibre-tracheids. ×50 Figs. 3, 4. Tangential section of the lilacs (altitude 1600m, 1200m), showing crystals (C) and spiral thickenings (ST) of the secondary wall of vessels. ×125 Figs. 5, 6. Radial section of the lilacs (altitude 1600m, 1200m), showing crystals and spiral thickenings of the secondary wall of vessels. ×125

