

兴安落叶松单宁含量的器官差异与季节变化



WANG Wen-jie

王文杰, 祖元刚*, 李雪莹

(东北林业大学 森林生态学教育部重点实验室, 黑龙江 哈尔滨 150040)

摘 要: 兴安落叶松是生产落叶松单宁的重要原材料,随着天保工程的实施,使得主要原料树皮供应紧张。通过 2003~2004 年的测定结果表明,除现用的树皮(8.8%~15.4%)生产原料外,根系(约 7.8%)、树枝(1.0%~7.0%)甚至叶片(4.0%~8.0%)都可以成为生产原料,而树干木质部含量过低(0.6%~1.4%)不宜成为生产原材料。不同季节单宁含量差异结果表明,秋季(9~10 月)的落叶松单宁含量都显著高于其它季节,因此,原材料的收集应该在秋季。此外,叶片单宁含量与光照强度呈现显著正相关。

关键词: 兴安落叶松;单宁;季节变化;器官差异

中图分类号:TQ943.2

文献标识码:A

文章编号:0253-2417(2007)02-0081-04

Seasonal Change and Organs Difference of Tannin Content in *Larix gmelinii*

WANG Wen-jie, ZU Yuan-gang, LI Xue-ying

(Key Laboratory of Forest Plant Ecology Ministry of Education of the People's Republic of China,
Northeast Forestry University, Harbin 150040, China)

Abstract: The main raw material for tannin-related products is *Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr. in northeast China. However, bark materials are short of supply since the implementation of forest protection. The results in this study (carried out during 2003-2004) showed that roots (tannins about 7.8%), branches (1.0%-7.0%) even leaves (4.0%-8.0%) can be used as raw materials beside bark (8.8%-15.4%) as the most popular raw materials. However, xylem in stem is not a suitable material because of the too low tannin content (0.6%-1.4%). The data of seasonal changes of tannin in different organs showed a general pattern, i. e. different organs in autumn (Sept. to Oct.) had significantly higher content of tannin compared to other seasons, indicating that autumn is the optimal time for material collection. Furthermore, tannin content in leaves is positively correlated with intensity of sunlight.

Key words: *Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr.; tannins; seasonal changes; organs differences

落叶松单宁是化学结构和生物活性复杂的一类多元酚化合物,与其它类单宁类似,落叶松具有重要的林产化工方面的价值^[1-2],同时也具有重要的植物营养学价值^[3-4]。在木材加工和家具制造以及环境污染治理方面都具有较广泛的用途^[3-7],特别是随着落叶松栲胶替代 60% 苯酚研制酚醛型粉状木工胶黏剂技术的应用,使得落叶松单宁胶成为低度环保新型木材胶合剂,用其制造的胶合板甲醛释放量为 0.01 mg/g,达到国家规定的 E1 级标准^[5-6]。如何更好的使用现有落叶松资源,以最小的资源消耗获得大量的产品成为一个重要科研课题。解决这一问题的重要途径之一是扩大资源使用效率。目前生产单宁的主要原料是树皮,是否可以扩大到其他器官,如枝条、树干、叶片等有待研究。另外一个途径就是选择单宁含量最高的季节对资源进行收割,提高单宁的产率。本研究在兴安落叶松分布区选择落叶松树皮、木质部、针叶、树枝对其单宁含量进行季节变化研究(1~12 月),以便确定最佳采收季节以及使用

收稿日期:2005-11-18

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30300271);科技部重大基础研究前期研究专项资助项目(2004CCA02700)

作者简介:王文杰(1974-),男,河北易县人,副教授,博士,主要研究树木生理生态学;E-mail:wjwang225@hotmail.com

* 通讯作者:祖元刚,教授,博士,主要从事植物生态学及次生代谢产物研究;E-mail:zygorl@vip.hl.cn.

其他器官进行单宁生产的可行性。

1 材料与方法

1.1 试验地与试验材料

原料来源于东北林业大学帽儿山实验林场老山实验站 1969 年栽植且长势良好的兴安落叶松 (*Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr.) 人工林, 平均树高 18.3 m, 平均胸径为 17.2 cm。野外采样从 2003 年 5 月开始至 2004 年 5 月结束, 每月中旬取样, 每次取样时间中午 12:00 ~ 14:00。样品分别为 1 棵树的树皮、木质部、针叶、树枝。重复采样 5 棵树。为了定量分析不同器官的差异, 于 2003 年 6 月 20 日采集树皮、枝条(1~3 年生)、木质部、根(直径 < 2 cm)、针叶。同时, 采集 35 个冠层不同方位和不同高度的针叶样品以验证光照与叶片单宁含量的关系。使用样地内 20 m 高的 CO₂ 通量观测塔进行样品的采集和光照的测定。光照采用 LiCor 公司的 Li-190 光照测定仪进行测定。

1.2 样品处理

样品烘干, 粉碎, 2 mm 标准筛过筛, 置于冰箱保存。准确称取样品 50 mg, 放入具塞试管中, 然后在试管中加入 70% 甲醇 5 mL, 封口摇匀, 在室温下放置 24 h, 然后用 5 000 r/min 离心 10 min, 取上清液备测^[8]。

1.3 单宁含量的测定

用香草醛-盐酸法测定单宁含量。将 4% 香草醛的甲醇溶液 3 mL, 浓盐酸 1.5 和 0.5 mL 的待测液加入用铝箔遮光的试管中摇匀, 放入 20 °C 的水浴锅中反应 20 min, 然后在 510 nm 处测吸光度, 标准样品为儿茶素^[8]。单宁含量以占干质量的百分比计算。主要仪器采用 UNICO2000 紫外-可见分光光度计。

1.4 数据处理

使用 Excel 2003 对不同季节单宁含量差异进行单因素方差分析, 以便确定显著性水平。

2 结果与讨论

2.1 不同器官中单宁含量的差异

从 2003 年 6 月份的测定结果来看, 兴安落叶松不同器官单宁含量有很大的差异, 树皮单宁含量最高, 高达 11.5%, 是木质部单宁含量的 14 倍还多。各个器官单宁含量的高低顺序是: 树皮(11.5% ± 1.7%) > 根(7.3% ± 0.8%) > 针叶(5.1% ± 0.8%) > 树枝(4.0% ± 0.7%) > 茎木质部(0.8% ± 0.2%)。

2.2 树皮中单宁含量的年季变化

由图 1 可以看出, 单宁含量 2003 年的变化范围为 9.8% ~ 15.0% 之间, 而 2004 年的变化范围在 8.8% ~ 15.4% 之间。总体来看, 年度变化并不是很大, 但在一年内 9 ~ 10 月份的单宁含量显著高于其它月份的平均值(29%) ($p < 0.001$)。而 3 ~ 6 月份(树液萌动-叶片舒展期)的平均值较其它月份的平均值低 23% ($p < 0.001$)。这一结果说明, 不同季节采集树皮进行单宁加工对产量有显著影响。

2.3 树干中单宁含量的纵向分布及年季变化

由图 2 可以看出, 落叶松树干的最外层(0 ~ 3 cm)单宁含量最高, 而随着深度的增加, 单宁含量显著降低。与树皮中单宁的变化规律一致, 单宁在不同深度的季节变化存在相同的趋势, 即树液萌动期

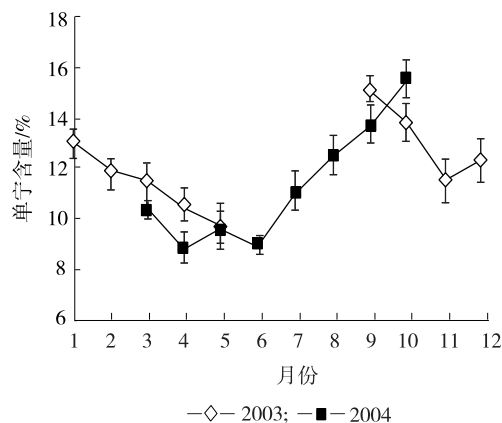


图 1 兴安落叶松树皮中单宁含量季节动态变化和年际变化

Fig. 1 Seasonal and annual changes of tannin content in barks of *L. gmelinii*

(春季)单宁含量较低,而秋季甚至冬季的含量远远高于春季:3~6月份0~3 cm、3~5 cm和>5 cm树干内单宁的平均值分别为2.4%、0.63%和0.61%,而其它月份的对平均应平均值分别为4.0%、1.1%和0.8%,不同树干深度单宁含量在两个时期差异都达到了显著或者极显著水平,其中0~3 cm的显著性水平为 $p=0.016$,3~5 cm为 $p=0.0007$,而>5 cm为 $p=0.03$ 。总体来看,木质部内的变化范围为0.6%~1.4%,而连同树皮在内的树干的变化范围应该在0.6%~6.0%之间。

2.4 不同树龄树枝中单宁含量季节变化

由图3可以看出,不同树龄枝条具有相一致的季节变化规律,即5~6月份最低,冬季和秋季较高。不同树龄枝条在相同月份的变化趋势也一致,即单宁含量3年生>2年生>1年生。年平均值分别为4.9%、3.9%和3.3%。单宁含量的变化范围在1.0%~7.0%之间。

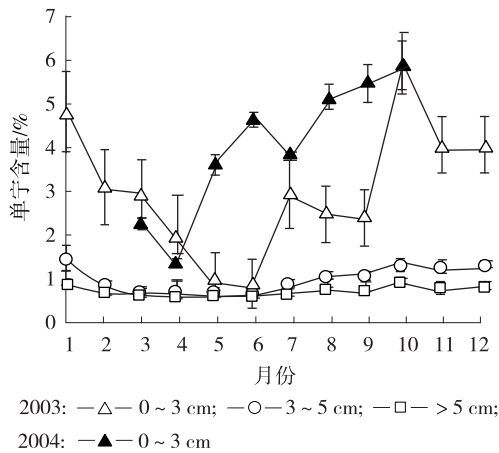


图2 兴安落叶松树干不同深度单宁含量季节变化和年际变化

Fig.2 Seasonal and annual changes of tannin content at different depth of stem of *L. gmelinii*

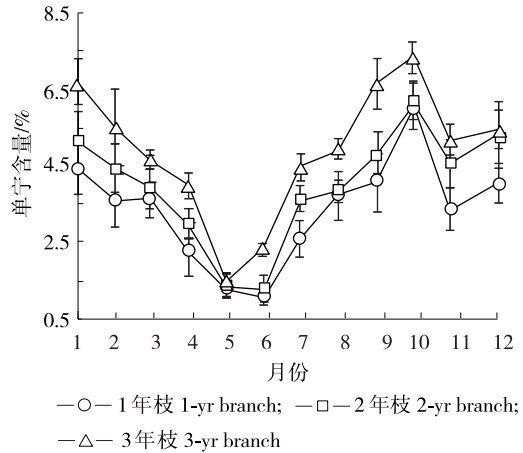


图3 兴安落叶松不同树龄枝条单宁含量季节动态变化(2003年)

Fig.3 Seasonal changes of tannin content in 1-3 a branches of *L. gmelinii*

2.5 叶片中单宁含量的年季变化及叶片单宁与光照的关系

随着叶龄的增长单宁含量升高,而且两年的趋势一致(图4),春季和夏季单宁的含量在4%~6%之间,而秋季(9月)单宁含量多在7%~8%,甚至更高。叶片中的单宁含量除了与叶龄等生长状态有关外,还与叶片所接受的光照水平有关,叶片单宁含量从树冠的下部4%~5%,可以上升到树冠上部的8%左右。而且光照与单宁含量呈显著相关($y=0.028x+3.9809, R^2=0.80$; y 为单宁含量, x 为光照)。从生理角度讲,单宁可作为非酶性自由基的清除剂^[9],由于紫外辐射量在太阳辐射总量中的比例是一定的^[10],故日照时数增长和辐射量的增强也意味着紫外辐射的增强,这种单宁含量的增高将有利于清除紫外辐射产生的有害自由基起到“紫外光过滤器的作用”^[11]。从作为工业原材料来讲,收集阳生叶片作为生产单宁类产品的原材料,如阳坡生长的落叶松或者树冠上方生长的落叶松叶片,可以提高单宁产量。

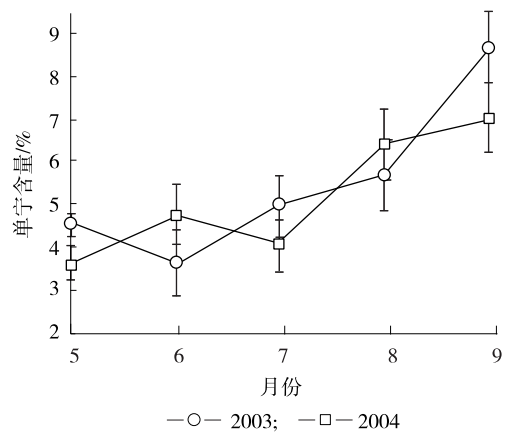


图4 兴安落叶松针叶中单宁含量季节动态变化和年际变化

Fig.4 Seasonal and annual changes of tannin content in needles of *L. gmelinii*

2.6 单株落叶松不同器官单宁的分布

根据异速生长方程(Allometric equations)^[12]和本研究单宁含量结果,对所测林分平均大小的树木不同器官单宁产量的计算结果如表1所示。尽管树皮所占

的生物量很小(12%),但是其产量很高(35.3%);根系所含单宁总量最高(39.5%);而木质部虽然生物量很大(43%),但其单宁总量仅为总单宁含量的8.8%。树枝和叶片单宁总量分别占12.6%和4.1%。

研究表明,对于不同器官来讲,春季(3~6月份)器官内单宁含量都显著低于其它季节,而秋季(9~10月份)的单宁含量都显著高于其它季节。因此,叶片、树枝、根系以及木质部等原材料的收集应该在秋季。

表1 以林分落叶松平均大小(树高(H)18.3 m、胸径(D)17.2 cm)计算单株落叶松单宁含量分布

Table 1 Distribution of tannin in different organs of a standard tree, height 18.3 m and diameter at breast height 17.2 cm

器官 organs	生长方程 ²⁾ allometric equation	生物量/kg biomass	生物量比例/% biomass percentage	单宁含量/% tannin content	单宁总量/kg tannin amount	单宁比例/% tannin percentage
木质部 xylem	$Y = 0.002137(D^2H)^{1.204}$	67.0	43.0	0.8	0.54	8.8
树皮 bark	$Y = 0.001038(D^2H)^{1.14}$	18.7	12.0	11.5	2.15	35.3
树枝 branches	$Y = 0.00324(D^2H)^{1.0106}$	19.2	12.3	4.0	0.77	12.6
叶片 needles	$Y = 0.00021(D^2H)^{1.1687}$	4.8	3.1	5.1	0.25	4.1
根系 ¹⁾ roots	$Y = 0.00169(D^2H)^{1.1881}$	46.1	29.6	7.8	2.41	39.5
总量 total		155.9	100.0		6.10	100

1) 计算根系单宁总量时,木质化根基含量按照总根系量的1/3从根系总量中去除 root base is excluded by a factor of 1/3 of total root biomass when calculating of the total tannins in root system; 2) 生长方程引自同一林分所测定的结果^[9] The allometric equations are from the same plantation in reference^[9].

3 结论

3.1 兴安落叶松不同器官内单宁含量不同。树皮8.8%~15.4%,木质部0.6%~1.4%,根系7.8%,1~3年生树枝1.0%~7.0%,叶片4.0%~8.0%。以林分平均大小树木计算单株单宁总量不同器官分配发现,落叶松单宁总量的39.5%在根系中,35.3%在树皮中,除传统使用的树皮外,根系、树枝和叶片也是生产单宁的良好原料。

3.2 对于不同器官来讲,春季(3~6月份)器官内单宁含量都显著低于其它季节,而秋季(9~10月份)的落叶松单宁含量都显著高于其它季节,原材料的收集应该确定在秋季。

3.3 叶片是年度可再生的资源,秋季叶片自动凋落,而且此季节单宁含量也较高,如果能成为原材料的话,对树木的损害性最小。同时,阳生叶片单宁含量远高于阴生叶片,这与阳生生境紫外线辐射量增加有关。

参考文献:

- [1] 冯辉明,陈通年,孙达旺. 改性落叶松单宁用作复鞣剂的研究[J]. 林产化学与工业,1999,19(4):67-70.
- [2] 孙达旺,赵祖春,罗庆云. 落叶松树皮单宁组分的研究(凝缩类单宁组分研究之一)[J]. 林产化学与工业,1986,6(4):1-7.
- [3] 黄占华,方桂珍. 植物单宁的应用及研究进展[J]. 林产化工通讯,2005,39(5):39-43.
- [4] 何强,姚开,石碧. 植物单宁的营养学特性[J]. 林产化学与工业,2001,21(1):80-85.
- [5] 霍淑贤,董文清,于赛芬,等. 落叶松单宁胶与添加剂用于胶合板的实验研究[J]. 人造板通讯,2003,11:9-10,19.
- [6] 李海燕,张明龙,李年存. 落叶松单宁胶在中密度纤维板生产中的应用[J]. 林业科技开发,2004,18(4):49-50.
- [7] 张力平,孙长霞,江明开. 落叶松单宁净化有毒金属离子的研究[J]. 林产工业,2004,31(2):32-34.
- [8] 武予清,郭予元. 棉花植株中的单宁测定方法的研究[J]. 应用生态学报,2000,11(2):243-245.
- [9] HAGERMAN A E, RIEDL K M, JONES G A, et al. High molecular weight plant polyphenolics(tannins) as biological antioxidants[J]. Agric Food Chem,1998,46:1887-1892.
- [10] 周允华. 紫外辐射的气候学研究[J]. 太阳能学报,1984,5(1):1-11.
- [11] 石碧,狄莹. 植物多酚[M]. 北京:科学技术出版社,2000:118-137.
- [12] WANG W J, ZU Y G, WANG H M, et al. Plant biomass and productivity of *Larix gmelinii* forest ecosystems in Northeast China: intra- and inter-species comparison[J]. Eurasian J For Res, 2005,8(1):21-41.