

Dynamic Distribution of Moisture, Polysaccharides and Tannins in *Larix gmelinii*

Guoqiang Cui, Shuangyang Li, Kexin Hou, Xinran Li, Junling Liu, Mengxia Wei, Chunchao Zhao

Key Laboratory of Forest Plant Ecology, Ministry of Education, Northeast Forestry University, Harbin Heilongjiang
Email: tangzh@nefu.edu.cn

Received: Dec. 9th, 2015; accepted: Dec. 25th, 2015; published: Dec. 30th, 2015

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Ultrasonic-assisted extraction technology was applied for extracting saccharides and tannin from *Larix gmelinii*. The content differences of saccharides and tannins in different parts of *Larix gmelinii* were simultaneously investigated and then the detailed distribution of saccharides and tannin was obtained. Results showed that the transverse moisture content of sapwood is the lowest, followed by bark, and the heartwood is very high, especially the part nearby the pith which is the most abundant. The longitudinal moisture content of *Larix gmelinii* decreased in turn from the roots to trunk (8% - 13%). The transverse saccharides content in *Larix gmelinii* in the outside heartwood nearby the sapwood is the highest, followed by the sapwood and that of the heartwood close to the pith is the lowest. The longitudinal saccharides content increased with the increase of the height and reached the highest at 6 meters high; after that it changed not significantly with the increasing of the height. The content of tannins mainly distributed in the bark and sapwood and the content in bark was about 4 - 5 times that of the sapwood. The longitudinal tannins content increased with the increase of the height and reached the highest at 10 - 12 meters, and then it slightly reduced with the further increasing of height.

Keywords

Larix gmelinii, Moisture, Polysaccharide, Tannin, Ultrasonic-Assisted Extraction

兴安落叶松中水分、多糖和单宁的动态分布

崔国强, 李双阳, 侯可心, 李欣燃, 刘俊伶, 魏梦霞, 赵春超

东北林业大学森林植物生态学教育部重点实验室, 黑龙江 哈尔滨
Email: tangzh@nefu.edu.cn

收稿日期: 2015年12月9日; 录用日期: 2015年12月25日; 发布日期: 2015年12月30日

摘 要

采用超声辅助提法从兴安落叶松原料中提取糖类和单宁, 考察了兴安落叶松树木的不同部位中糖类和单宁的含量差异。进而得出糖类和单宁等成分在兴安落叶松中的分布情况。结果表明: 横向含水率边材较少, 树皮的含水率其次, 而心材的含水率较多, 尤其是靠近髓的部位含水率最多; 纵向含水率由树木的根部至上依次减少(8%~13%)。横向糖类物质的含量心材的外侧靠近边材的部位最多, 边材其次, 心材靠近髓的部位含量更少。纵向糖类物质的含量随高度的增加而增多, 在6米处达到最高, 之后随高度的增加含量变化不明显。单宁物质多集中分布于树皮和边材中, 树皮中含量大约为边材含量的4~5倍, 纵向单宁的含量随高度的增加而增多, 在10~12米处达到最高, 之后随高度的增加含量略有降低。

关键词

兴安落叶松, 水分, 多糖, 单宁, 超声辅助提取

1. 引言

落叶松(*Larix gmelinii*)为松科落叶松属的落叶乔木, 属寒温带及温带树种, 耐旱、耐寒、喜光, 适应性较强, 其天然分布很广, 主要分布于中国东北、北萨哈林岛和东西伯利亚。在我国其林地较广, 蓄积量较大, 是内蒙古林区、东北以及华北、西南的高山针叶林及针阔叶混交林的主要森林组成树种, 在东北分布最多, 为大、小兴安岭海拔 300~1200 m 地带的主要林木, 约占 55%以上, 是东北地区主要三大针叶用材树种之一[1]。落叶松树干端直节少, 心材与边材的区别明显, 纹理直, 材质坚韧而厚实, 是松科植物中耐腐朽性和力学性较强的木材, 可供土木工程、电杆、桥梁、家具、枕木、造纸等用。因此, 大规模的木材利用, 作为生产的副产物, 每年将产生大量的落叶松加工剩余物, 其资源丰富, 价格低廉, 易于采收和保存, 是数量丰富的可再生绿色资源。然而, 在我国的大量的落叶松加工剩余物被当作了废弃物, 浪费了资源, 且会造成环境的污染。

落叶松树中含有单宁和多糖, 单宁(又称单宁酸、鞣酸)是一种广泛分布于药用植物和食用作物中的天然化合物, 医药方面单宁可以用于抗病菌、抗过敏、止血, 尤其具有抗氧化、抗肿瘤、预防心脑血管疾病的作用, 具有一定的药用价值[2], 是近些年酚类化合物研究的热门方向。在落叶松中主要含有的多糖是阿拉伯半乳聚糖, 是由阿拉伯糖与半乳糖组成的中性多糖。在针叶树的木质部中大量含有这种糖, 在落叶松中的含量大约在 15%~20%。在近些年的研究中发现, 阿拉伯半乳聚糖具有十分明显的抗过敏、消除炎症以及提高机体免疫力和免疫细胞活力的作用[3]。同时也具有不粘性、水溶性的特点。因此, 这项研究主要目的是为了应用木材加工所剩余的落叶松的废料进行再利用, 同时, 利用价格低廉、易回收的溶剂提取多糖和单宁用于制药和保健品的研制。树木不同部位的水分含量是不同的, 当木材纤维饱和点高于木材的含水率时, 会导致木材细胞壁中的水分流失, 引起木材的干缩变形, 一些用木材加工的门窗、家具遇到这样的问题会直接影响到产品的质量, 保暖, 甚至使用寿命。因此, 对落叶松不同高度的各个部位进行含水率检测对木材加工行业来说具有重要的意义[4]。本文采用超声辅助提取法提取落叶松木材

的不同部位,对落叶松木材不同部位中的水分含量、多糖含量和单宁含量进行测定,纵向上在不同高度进行取样测定,横向上对树皮、边材以及心材的三个部分进行含量的测定。研究了多糖和单宁在落叶松中的动态分布。

2. 仪器与材料

2.1. 仪器

KQ-250DB 型台式数控超声波清洗器; 3K30 型离心机(SIGMA 公司); 1902 紫外可见分光光度计, 北京普析通用仪器有限责任公司; BS124S 电子天平(北京赛多利斯仪器系统有限公司)。

2.2. 药品及试剂

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*)人工林,选取树高 18 ± 0.5 m, 胸径为 17 ± 1 cm 的落叶松,在落叶松的各个高度分别取样,将所选的落叶松从下往上分割成厚度在 5 cm 左右的圆盘,从圆盘的横切面可以清晰的看出外侧最深颜色的部分即为树皮部分,相邻树皮部分的浅色圆环形区域为边材部分,圆盘中心深色的圆形区域为心材部分,将心材区域的中心点到心材区域的边缘的距离平均分成三段距离,每段距离的区域由内到外分别是心材内、心材中、心材外。分别在落叶松的(0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14) m 高度取圆盘,将每个高度圆盘按照树皮,边材、心材外、心材中,心材五个部分由外到内分割,重复采样 5 棵树。自然阴干后测定各部位的含水率,粉碎并筛取过 2 mm 标准筛为测试样品,置于冰箱保存待用。儿茶素对照品购自中国药品生物制品检定所;乙腈、冰醋酸为色谱纯,色谱分析用二次蒸馏水自制,其它试剂均为国产分析纯。

3. 实验方法

3.1. 落叶松不同部位的木粉含水率测定

准确称取不同高度的不同部位落叶松的木粉 5.00 g,放入 $105 \pm 3^\circ\text{C}$ 的烘箱干燥至恒重并记录,每棵树都依照此种操作进行。

3.2. 多糖分析方法

3.2.1. 苯酚 - 硫酸法[5]

称取苯酚 10.0 g 加入适量蒸馏水混匀,移入 150 mL 的容量瓶中用蒸馏水定容。然后置于棕色试剂瓶内备用。吸取待测溶液 2 mL,加入苯酚试剂 1 mL,迅速加入 5 mL 浓硫酸,摇匀后放置 5 min,置沸水浴中加热 15 min,取出冷却至室温;另以蒸馏水 2 mL,加入苯酚试剂和浓硫酸同上操作为空白对照。利用紫外 - 可见分光光度计,于 490 nm 处测定吸光度值,代入标准曲线,算出样品中相当于葡萄糖的含量。

3.2.2. 配置葡萄糖标准溶液

精密称取干燥恒重的葡萄糖 1.25、2.50、5.00、10.00、20.00 和 40.00 mg,分别置于小烧杯中,加适量蒸馏水溶解,移入 500 mL 的容量瓶中用蒸馏水定容。

3.2.3. 标准曲线的绘制

分别吸取标准溶液 2 mL,加入苯酚试剂 1 mL,迅速加入 5 mL 浓硫酸,摇匀后放置 5 min,置沸水浴中加热 15 min,取出冷却至室温;另以蒸馏水 2 mL,加入苯酚试剂和浓硫酸同上操作为空白对照。利用紫外 - 可见分光光度计,于 490 nm 处测定吸光度值,以吸光值为纵坐标、质量浓度为横坐标作回归处理,得回归方程为: $Y = 10.689X + 0.0116$, R^2 为 0.9994。

3.3. 单宁分析方法

3.3.1. 香草醛 - 盐酸法[6]

称取香草醛 4.0 g 加入适量甲醇溶解并混匀, 移入 100 mL 的容量瓶中用甲醇定容。吸取 4% 香草醛的甲醇溶液 3 mL, 浓盐酸 1.5 mL, 加入待测样品 0.5 mL 于试管中摇匀, 用铝箔遮光, 放入 20℃ 的水浴锅中反应 20 min, 然后利用紫外 - 可见分光光度计, 在 510 nm 处测吸光度值, 代入标准曲线, 算出样品中相当于儿茶素的含量。

3.3.2. 配置儿茶素标准溶液

精密称取儿茶素对照品 2.5、5.0、10.0、20.0、40.0 和 80.0 mg, 分别置于小烧杯中, 加适量甲醇溶解, 移入 100 mL 的容量瓶中用甲醇定容。

3.3.3. 标准曲线的绘制

吸取 4% 香草醛的甲醇溶液 3 mL, 浓盐酸 1.5 mL, 分别加入标准溶液 0.5 mL 于试管中摇匀, 用铝箔遮光, 放入 20℃ 的水浴锅中反应 20 min; 另以甲醇 0.5 mL, 加入 4% 香草醛的甲醇溶液和浓盐酸同上操作作为空白对照。然后利用紫外 - 可见分光光度计, 在 510 nm 处测吸光度值, 以吸光值为纵坐标、质量浓度为横坐标作回归处理, 得回归方程为: $Y = 1.4611X + 0.086$, R^2 为 0.9998。

3.4. 超声提取落叶松木粉

精密称取不同部位的落叶松木粉 2.00 g (绝干计)于锥形瓶中, 以料液比 1:50 加入体积分数为 50% 的乙醇溶液, 将瓶口密闭, 在室温条件下浸润 3 h 后超声提取 40 min。将上层滤液记录体积后分别进行多糖和单宁含量的检测。

4. 结果与讨论

4.1. 兴安落叶松不同部位中水分含量的差异

准确称取不同部位的落叶松木粉 1.00 g 左右(三份), 放入 $105 \pm 3^\circ\text{C}$ 的烘箱干燥至恒重。计算含水率, 见图 1。

由图 1 可知, 落叶松原料的含水率由树木的根部至上依次减少, 距地面高度 2 米处含水率最多, 可达 13% 左右, 0 m 处主要是水分输送功能, 此部位水分停留较少, 由下至上水分含量依次减少, 最少处含水率约为 7%。从图中还可以知道, 在 0~6 m 高度范围内边材的含水率相对于其他四个部位较少, 除 4 m 处含水率略微高于树皮部分。木材的含水率对木材加工具有一定的影响, 即使干燥后的木材的也会随着周围环境的空气湿度变化而变化, 出现干缩或者湿胀的现象, 对木材加工的木制品造成损坏, 因此, 不要在将木材保存到死角不通风处, 或者有雨水沉积的地方, 应该保持储存场所具有一定的通风条件及稳定的干湿度[4]。

4.2. 兴安落叶松不同部位中多糖含量的差异

精密称取不同部位的落叶松木粉 2.00 g (绝干计)于锥形瓶中, 以料液比 1:50 加入体积分数为 50% 的乙醇溶液, 将瓶口密闭, 在室温条件下浸润 3 h 后超声提取 40 min。将上层滤液记录体积后进行糖类(非树皮)含量的检测, 见图 2。

本实验未检测树皮中糖类化合物的含量, 一是由于树皮中糖类化合物的含量极少, 二是由于树皮提取液在 490 nm 有吸收, 空白溶液无法消除此吸收, 所以未进行检测。由图 2 可以看出在落叶松中边材的糖类化合物含量在 0~8 m 高度范围是呈现递增趋势, 在 8 m 处含量最多可达 24 mg 左右, 在 8~14 m 高度

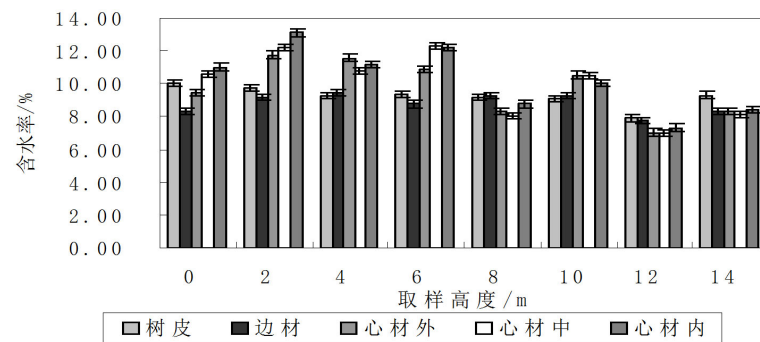


Figure 1. Moisture content in different parts of *Larix gmelinii*

图 1. 落叶松不同部位含水率差异

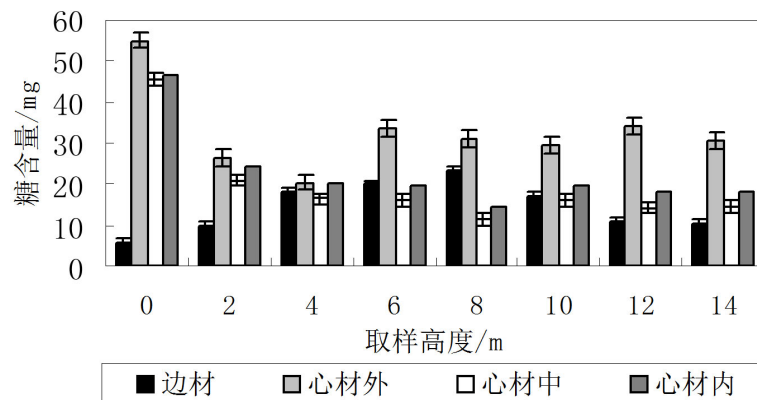


Figure 2. Polysaccharide content in different parts of *Larix gmelinii*

图 2. 落叶松不同部位糖类的含量差异

范围呈现递减的趋势；心材外的部分的糖类化合物含量相对于其他高度都是最高的，在 0 米处最多可达 55 mg 左右；心材中的部分的糖类化合物含量在 0~8 m 的高度范围内，糖类化合物含量是呈现递减的趋势，在 8~14 m 的高度范围，糖类化合物含量趋于稳定，介于 12~18 mg 之间；心材内的部位糖类化合物的含量从 0~8 m 的高度范围是呈现递减的趋势，在 10~14 m 的高度范围内没有明显的含量变化，糖类化合物含量介于 15~20 mg 之间。从横向的上可以看出心材内的部位糖类化合物含量仅次于心材外的部位，除了 6~8 m 的高度范围糖类化合物含量相对于边材部位有所减低。从纵向的上可以看出 0 米处的糖类化合物含量最高。落叶松的根部分在木材加工行业也很少被利用，本文并没有对 0 m 以下的树根部分进行多糖的含量的检测，如果在落叶松根部检测到多糖并且具有较高的含量，不但可以为多糖的提取提供更多的提取原材料，也可以为落叶松根部在再利用开辟新的途径。

4.3. 兴安落叶松树皮和边材中单宁含量的差异

精密称取不同部位的落叶松木粉 2.00 g (绝干计)于锥形瓶中，以料液比 1:50 加入体积分数为 50% 的乙醇溶液，将瓶口密闭，在室温条件下浸润 3 h 后超声提取 40 min。将上层滤液记录体积后进行单宁(树皮和边材)含量的检测，见图 3。

本实验未检测心材中单宁的含量，是因为单宁类物质多集中分布于树木的外部，树皮和边材部分，心材中单宁含量极少。由图 3 可以看出树皮中单宁物质的含量要远远高于为边材中单宁物质含量，树皮中单宁的含量大约介于 270~500 mg 之间，在落叶松的纵向分布上单宁的含量随高度的增加而增多，在 10~12 米处达到最高，之后随高度的增加单宁的含量略有降低，但变化不明显。树皮中的单宁含量远远

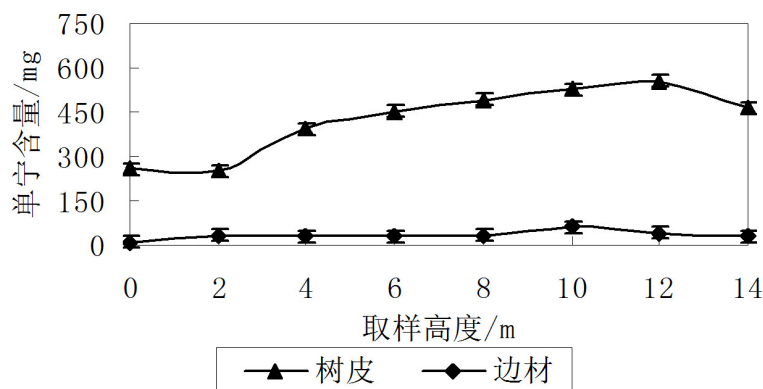


Figure 3. Tannin content in different parts of *Larix gmelinii*

图 3. 落叶松不同部位单宁的含量差异

高于其他部位的含量[6], 因此, 在提取单宁的原料的选择上, 可以有针对性地选择树皮部分作为主要的提取原料, 这不仅为单宁的提取提供了原材料, 也提高了单宁的得率, 节约了提取的成本。

5. 结论

落叶松原料的含水率由树木的根部至上依次减少, 距地面高度 2 m 处含水率最多, 可达 13% 左右, 最少处含水率约为 7%; 在每一个取样高度上边材的含水率较少, 树皮的含水率其次, 而心材的含水率较多, 尤其是靠近髓的部位含水率最多。

在落叶松中心材的外侧靠近边材的部位糖类物质的含量最多, 6 m 处每克心材外侧木粉中糖类物质的含量近 40 mg; 边材的含量其次, 心材靠近髓的部位糖类物质的含量更少, 而树皮中糖类的含量极少不便于检测。在落叶松的纵向分布上糖类化合物的含量随高度的增加而增多, 在 6 m 处达到最高, 之后随高度的增加糖类含量变化不明显, 有时还略有降低。

单宁物质多集中分布于树皮和边材中, 在落叶松中树皮单宁物质的含量大约为边材单宁物质含量的 4~5 倍, 在纵向分布上单宁的含量随高度的增加而增多, 在 10~12 m 处达到最高, 之后随高度的增加单宁的含量略有降低, 但变化不明显。

本文通过横向与纵向方法的测定落叶松不同高度的不同部位的水分含量、多糖含量、单宁含量。为应用木材加工所剩余的落叶松的废料的再利用开辟了新的路径, 为阿拉伯半乳聚糖和单宁的提取提供了原料, 此方法不仅节省了木材资源, 同时, 还可以更加有针对性的选取目标成分较高的部位进行应用, 节约了提取的成本。

基金项目

林业公益性行业科研专项(201304601)资助。

参考文献 (References)

- [1] 丁晓松, 邢立平, 包刚. 落叶松幼林地施肥技术[J]. 中国林业, 2010(19): 54.
- [2] 王川. 葡萄籽单宁的抗氧化性研究[J]. 食品科技, 2009(2): 184-187.
- [3] 张泽生, 王利婷, 陈玥舟, 王浩, 张颖. 落叶松阿拉伯半乳聚糖的提取工艺研究[J]. 食品工业, 2012(7): 55-57.
- [4] 涂平涛. 木材与建筑[J]. 人造板通讯, 2003(9): 26-30.
- [5] 方桂珍, 黄占华, 李淑君, 金钟玲. 微波法提取木材中的阿拉伯半乳聚糖[J]. 林产化学与工业, 2003, 23(3): 81-84.
- [6] 王文杰, 祖元刚, 李雪莹. 兴安落叶松单宁含量的器官差异与季节变化[J]. 林产化学与工业, 2007, 27(2): 81-84.