

# 野生杜鹃林土壤糖类和理化性质变化规律

李朝婵<sup>1,2</sup>, 钱沉鱼<sup>1</sup>, 全文选<sup>1\*</sup>, 陈雪鹃<sup>3</sup>

(1. 贵州师范大学 山地环境重点实验室, 贵州 贵阳 550001; 2. 中国科学院 地球化学研究所, 贵州 贵阳 550018;  
3. 中国科学院 遥感与数字地球研究所, 北京 100101)

**摘要:** 为探明贵州百里杜鹃国家森林公园内杜鹃林凋落物层和土壤表层中的糖类物质和理化性质含量变化规律, 揭示不同土壤层次物质的分布特点及差异。本研究采用常规方法测定土壤理化指标, 通过衍生化处理气相色谱质谱联用(GC-MS)分析土壤中 5 种糖类物质及含量。结果表明: 在所鉴定的 5 种糖类物质中, 质谱匹配度平均为 92.6%, 其中有 4 种化合物的匹配度超过 90%, 平均相对标准偏差为 9.6%。糖类物质垂直分布表现为凋落物层 > 土壤表层 > 腐殖质层, 其中 d-葡萄糖和蔗糖是土壤糖类组成的主要组分。土壤有机碳、全氮、全磷、全钾含量及 pH 值随土壤深度增加而逐渐递减, 杜鹃林土壤糖类物质与土壤理化因子具有明显的相关性。

**关键词:** 杜鹃林; 土壤; 糖类; 快速分析; 分布特征

中图分类号: S147 文献标识码: A 文章编号: 0564-3945(2018)01-0093-06

DOI: 10.19336/j.cnki.trtb.2018.01.13

李朝婵, 钱沉鱼, 全文选, 陈雪鹃. 野生杜鹃林土壤糖类和理化性质变化规律[J]. 土壤通报, 2018, 49(1): 93-98

LI Chao-chan, QIAN Chen-yu, QUAN Wen-xuan, CHEN Xue-juan. Changes of Soil Carbohydrates and Physicochemical Properties in Wild Rhododendron Forest[J]. Chinese Journal of Soil Science, 2018, 49(1): 93-98

森林土壤有机碳是森林可持续经营中主要的养分限制因子之一, 糖类物质是土壤有机碳的主要组成部分。针对森林土壤研究, 前人对凋落物层的关注较多, 涉及凋落物分解的研究方法、分解过程及影响因子等<sup>[1-3]</sup>, 但对森林土壤中糖类物质的研究关注较少。森林有机残体除了一部分被直接分解外, 还有一部分属于腐殖质的糖类化合物参与分解<sup>[4]</sup>, 干湿交替环境利于土壤中氨基葡萄糖和氨基半乳糖的积累<sup>[5]</sup>。鉴于森林土壤中糖类物质的重要性, 对分析不同森林群落土壤层的糖类物质分布规律及与其他理化指标的相关研究显得尤为重要。本研究通过贵州百里杜鹃国家森林公园内不同群落的不同土壤层糖类物质和理化指标的分析, 探讨森林土壤中糖类和理化指标的累积及垂直分布特征。

## 1 材料与方法

### 1.1 长期实验地概况

百里杜鹃国家级森林公园位于贵州西北部黔西县和大方县交界处 (105°50'16" ~ 106°04'57"E, 27°10'07" ~ 27°17'55"N), 海拔 1060 ~ 2121 m, 森林公园内

年均相对湿度为 84%。小气候温凉湿润, 年平均积温 4200 °C, 最冷月(1 月)均温为 2 °C, 最热月(7 月)均温 21 °C。年降水量 1000 ~ 1100 mm, 春夏降水量占 70%, 水热同季。森林公园内的 30 多种高山杜鹃形成了世界上同纬度连片面积最大的野生杜鹃群落。

### 1.2 供试土壤

在高山杜鹃纯林样地的叶片凋落期, 采集研究区内 27 个样地的凋落物层(L 层, 厚度约 5 cm)、腐殖质层(H 层, 厚度约 10 cm)和土壤表层(S 层, 厚度约 20 cm)样品。具体方法为: 在每个样地内按“S”形采集土壤样品, 重复 3 次, 然后将样品集中起来后混合均匀, L 层样品直接放入软塑料窗纱袋 (18 cm × 18 cm), H 层和 S 层样品放入铝盒内, 带回实验室。然后将样品自然晾干, 挑去石块, 用粉碎机研磨, 4 °C 下保存, 供测试分析。

### 1.3 分析项目与测定方法

#### 1.3.1 检测条件

气质联谱仪(美国 Agilent 7890A-5975C, 带 CTC 多功能自动进样器)。GC 条件: 色谱柱 HP-5 MS(60 m × 250 μm × 0.25 μm)毛细管色谱柱, 进样口温度 280 °C; 进样量: 1 μL; 分流比: 10 : 1; 柱流速: 每分钟 1.0 mL;

收稿日期: 2017-06-28, 修订日期: 2017-09-16

基金项目: 国家自然科学基金项目(31460136, 31560223)、贵州省科技计划项目(黔科合 LH 字[2016]7203, 黔科合 SY 字[2015]3022)、贵州省林业科技项目(黔林科合[2016]09)及贵州科学院科研专项资金项目(黔科院[2015]01)资助

作者简介: 李朝婵(1981-), 女, 博士后, 副教授, 主要从事植物生理生态研究。E-mail: chaoclan@gznu.edu.cn

\* 通讯作者: E-mail: wenxuanq@gznu.edu.cn

升温程序:60 ℃ 保持 4 分钟,然后以每分钟 5 ℃ 升到 280 ℃ 保持 5 分钟。质谱条件:离子源温度 230 ℃,四级杆温度 150 ℃,电离能 70 eV,传输线温度 280 ℃,全扫描质量数范围 35 ~ 600 amu,溶剂延迟 15 分钟,采集模式:全扫描(Scan)采集。MS 谱库: NIST 08 库和 Willy 08 库。

### 1.3.2 样品前处理与衍生化处理

称取粉碎后的样品 200 mg 至 10 mL 离心试管,加入 80  $\mu$ L 己二酸内标(235.2  $\mu$ g  $g^{-1}$ )和 5 mL 的甲醇-水-氯仿(V:V=5:3:2)溶液,超声提取 30 min 后在 6000  $r \min^{-1}$  的转速下离心 10 min,取 0.5 mL 上层清液转移至 5 mL 离心试管,用氮气吹干,待衍生化处理。将吹干后的样品加入 200  $\mu$ L 的浓度为 20 ~ 50  $\mu$ g  $g^{-1}$  的甲氧胺盐酸盐溶液,涡旋 1 min 后在 37 ℃ 水浴反应 90 min,然后再加入 100  $\mu$ L 的 N-甲基-N-三甲基硅烷基三氟乙酰胺(MSTFA),再次涡旋 1 min 后在 37 ℃ 水浴反应 60 min,室温静置 1 h,过 0.45  $\mu$ m 滤膜后直接上 GC-MS 进行检测分析。

### 1.3.3 其他土壤理化指标的测定

土壤风干过 0.1 mm 筛后方法参见《土壤农业化学分析方法》<sup>[6]</sup>。其中,土壤有机碳:重铬酸钾外加热法;

全氮:凯氏定氮法;全磷:钼锑抗比色法;土壤相对含水量:105 ℃ 烘干法;土壤 pH:电位法(水土比为 2.5:1)。

### 1.4 数据处理

对总离子流图中的各峰经质谱计算机数据系统检索及核对 Nist 08 和 Willy 08 标准质谱图,确定各相化学成分,用内标法测定了各物质的含量。采用 SPSS 17.0 进行多元统计、LSD 多重比较,采用 R 统计软件和 Origin 软件进行绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同土壤层糖类物质的分离与鉴定

经过色谱分离,结合标准质谱库及前人研究经验鉴定并确定了 5 种主要的糖类物质,其分析结果见表 1。从鉴定的 5 种糖类物质来看,与 Nist 08 和 Willy 08 标准谱库相比,其匹配度均超过 86% 以上,平均匹配度为 92.6%,而超过 90% 以上的化合物有 4 个,表明了所鉴定的化合物结构准确可靠性。从定量相对标准偏差来看,5 种糖类物质的相对标准偏差在 8.9 ~ 10.3% 之间,平均值为 9.6%,说明该方法的稳定性较好,适合于不同土壤层次糖类物质的比较分析。

表 1 不同土壤层次主要糖类物质的定性定量

Table 1 Qualitative and quantitative analysis for carbohydrates at different soil layers

序号 No.	化合物名称 Compound name	分子式 Formula	匹配度 Match	相对标准偏差 Relative standard deviation / %	相对含量 Relative concentration (ng $g^{-1}$ )		
					L 层 L layer	H 层 H layer	S 层 S layer
1	d-果糖(d-fructose)	C6H12O6	95	10.2	17.46 $\pm$ 0.71a	13.62 $\pm$ 0.55b	2.37 $\pm$ 0.21c
2	d-甘露糖(d-mannose)	C6H12O6	90	10.3	7.98 $\pm$ 0.05a	3.93 $\pm$ 0.10b	1.70 $\pm$ 0.16c
3	d-半乳糖(d-galactose)	C6H12O6	96	9.8	11.58 $\pm$ 0.04a	3.64 $\pm$ 0.02b	1.09 $\pm$ 0.12c
4	d-葡萄糖(d-glucose)	C6H12O6	86	8.9	166.46 $\pm$ 15.32a	74.03 $\pm$ 2.48b	127.74 $\pm$ 10.10c
5	蔗糖(Sucrose)	C12H22O11	96	8.9	40.39 $\pm$ 2.77a	32.70 $\pm$ 1.53b	11.82 $\pm$ 1.22c

注:表中同行不同字母表示各层次间差异显著性,小写字母表示( $P < 0.01$ ),下同,匹配度为离子源 EI 中与 Nist 08 标准谱库的匹配程度,当 Nist 08 库检索小于 50% 时用 Willy 08 库检索,相对标准偏差为每个样品测试三次的平均值,相对含量是以己二酸为内标的相对含量值,假定校正因子为 1。

从杜鹃林 L 层、H 层和 S 层中鉴定出的 5 种糖类物质含量均达到差异极显著,说明了杜鹃林下不同土壤层糖类物质组成具有明显差异。其中,d-葡萄糖含量最高,含量分别为 166.46、74.03、127.74  $ng \ g^{-1}$ 。d-果糖、d-甘露糖、d-半乳糖和蔗糖含量从凋落物的 L 层到土壤 S 层相对积累逐步减少,表现为 L 层 > H 层 > S 层( $P < 0.01$ ),即随着 L 层的分解和腐殖化程度的加深 4 种糖类含量逐渐降低。但 d-葡萄糖含量从 L 层到 S 层相对积累表现为先减少后增加的趋势。土壤中糖类含量具有明显的垂直分布特征,均随土壤深度的

增加而显著下降。

### 2.2 不同土壤层糖类物质的组成比例

各土壤层糖类含量组成比例来看,糖类物质的组成没有显著差异,d-葡萄糖是各层的主要组分,其中以 S 层所占比例最高,接近 90%(图 1);其次是蔗糖,以 H 层所占比例最高,约为 25%。d-果糖所占比例随着土壤层的加深表现为先升高后降低的趋势,d-甘露糖、d-半乳糖所占比例随着土壤层的加深表现为先逐渐降低的趋势。

### 2.3 不同土壤层糖类物质的聚类分析

分别对杜鹃林下 L 层、H 层和 S 层中的糖类物质含量进行多元统计,采用 Z-score 标准化方法通过 R 软件进行聚类分析。结果显示,从横轴来看 3 个土壤层次具有较为明显区分,其中 S 层与其他两个层次区别较为明显,充分表明这些糖类物质之间具有差异性。从纵轴来看 3 个不同土壤层糖类物质差异更为显著,糖类物质的聚类结果显示 3 个土壤层中 d-葡萄糖对三种类型的区分具有最大贡献,其次为蔗糖、d-果糖,这 3 种糖类物质是区分杜鹃林土壤层差异的主要组分(图 2)。

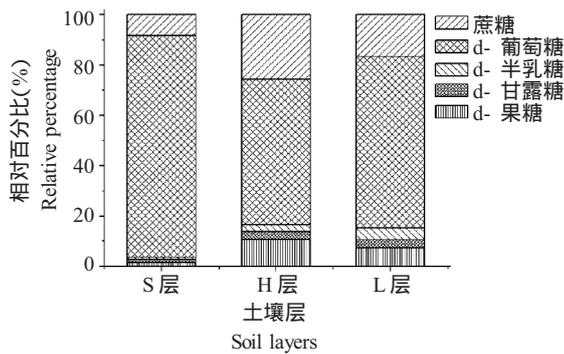


图 1 杜鹃林下土壤层糖类物质组成比例  
Fig.1 Percentage of carbohydrate composition in soil layers under the rhododendron forest

### 2.4 杜鹃林下土壤理化性质及指标的相关性分析

对不同土壤层土壤有机碳、全氮、全磷、全钾含量进行分析(图 3a,b,c,d)。可以看出,随土壤深度的增加,土壤有机碳、全氮、全磷、全钾含量表现出相同的变化规律,即随土壤深度增加而含量逐渐递减。其中各个土壤层次的有机碳、全磷差异极显著, L 层与 S 层的全氮、全钾差异极显著。不同土壤层相对含水量随土壤深度的增加呈先升高后降低的趋势, H 层的含水量最高(图 3e)。土壤 pH 值随土壤深度增加而减小,各个土壤层次间差异极显著(图 3f)。

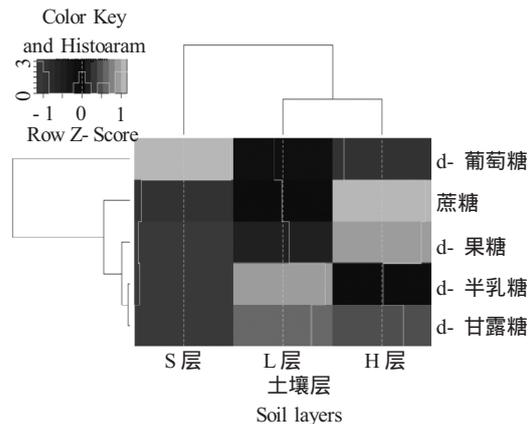


图 2 杜鹃林下土壤层糖类物质的聚类热图  
Fig.2 Clustered heat map of carbohydrate in soil layers under the rhododendron forest

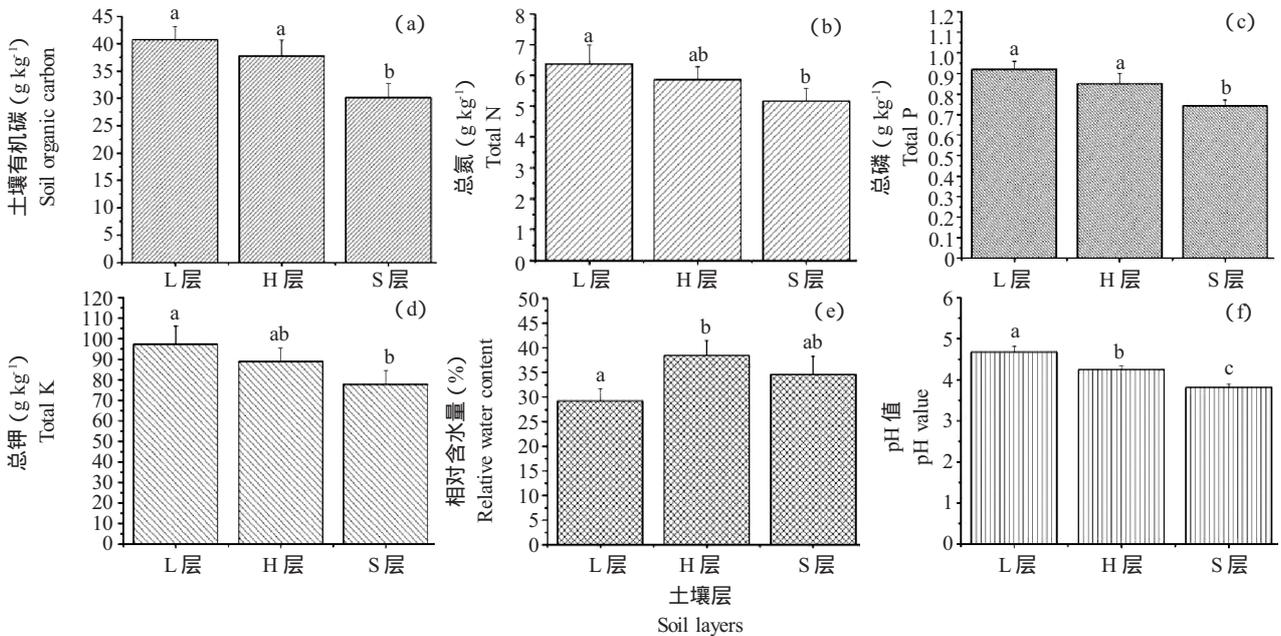


图 3 杜鹃林下各土壤层理化特征及变化  
Fig. 3 Physicochemical characteristics and changes in soil layers under the rhododendron forest

由百里杜鹃国家森林公园内土壤理化指标间的相关关系(表 2)可知,杜鹃林下土壤理化指标之间存在

着密切的相关关系。其中 d-果糖与蔗糖显著正相关。土壤有机碳与 d-果糖和蔗糖显著正相关。土壤全氮

与全磷显著正相关,与全钾极显著正相关。全钾与全磷、pH 值显著正相关。其中土壤相对含水量与各个土

壤化学指标均存在一定的负相关关系,但并未达到显著水平。

表 2 杜鹃林下土壤理化性质指标的相关关系

Table 2 Correlation coefficient among indicators of soil physicochemical properties under the rhododendron forest

	d- 甘露糖 d- mannose	d- 半乳糖 d- galactose	d- 葡萄糖 d- glucose	蔗糖 Sucrose	土壤有机碳 Soil organic carbon	全氮 Total nitrogen	全磷 Total phosphorus	全钾 Total potassium	相对含水量 Relative water content	pH 值 pH value
d- 果糖	0.904	0.845	0.153	1.000*	0.999*	0.982	0.989	0.981	-0.336	0.964
d- 甘露糖		0.992	0.561	0.911	0.917	0.968	0.957	0.969	-0.706	0.985
d- 半乳糖			0.658	0.853	0.861	0.931	0.915	0.932	-0.788	0.957
d- 葡萄糖				0.169	0.185	0.337	0.298	0.340	-0.982	0.411
蔗糖					1.000*	0.985	0.991	0.984	-0.351	0.968
土壤有机碳						0.988	0.993	0.987	-0.365	0.972
全氮							0.999*	1.000**	-0.507	0.997
全磷								0.999*	-0.472	0.993
全钾									-0.510	0.997*
相对含水量										-0.574

注:\*\*在 0.01 水平(双侧)上显著相关,\*在 0.05 水平(双侧)上显著相关。

### 3 讨论

#### 3.1 杜鹃林地土壤糖类物质变化

本文通过研究百里杜鹃国家森林公园内不同层次土壤中糖类物质的含量,评价糖类在森林土壤分布特征、数量变化及其影响因素,探讨土壤类物质的积累和转化特征。森林生态系统中糖类的积累、转化能力与土壤性质和环境因子有关,影响土壤糖类的动态变化的主要因素是凋落物的化学组成、数量、树种等,土壤中的糖类在土壤层的相对积累程度显著高于腐殖质层<sup>[7]</sup>,本研究结果与其相似。

土壤中的糖类物质占有有机质的 5~25%<sup>[8]</sup>,森林生态系统中糖类物质为微生物活动提供碳源,为土壤中的矿物质养分生产提供养分,森林凋落物会促使微生物产生糖类<sup>[9]</sup>。在热带生态系统土壤中葡萄糖、核糖、甘露糖、木糖、半乳糖是最丰富的 5 种单糖,这些物质的含量和组成受气候的影响较大<sup>[10]</sup>。土壤中的糖类物质,尤其是单糖对土壤质量起着重要的作用,对土壤团聚体的形成和稳定起着重要作用<sup>[11]</sup>。在杜鹃林各层土壤中葡萄糖含量最高(58~88%),其次是蔗糖(8~26%),结果与前人的研究较为一致<sup>[12,13]</sup>,这可能与土壤中葡萄糖的双重来源有关,即微生物来源和植物来源,凋落层糖类主要来源于植物,随着土壤剖面的加深主要来源于微生物<sup>[14]</sup>。本研究中杜鹃林土壤有机碳、糖类物质含量均随着土壤剖面的加深而降低。糖类物质是森林土壤土壤有机质的主要组分,去除地上凋落物处理对土壤糖类含量有显著的影响<sup>[15]</sup>。

#### 3.2 杜鹃林地土壤理化性质变化

前人对多种类型的森林类型群落土壤进行研究,

表明土壤有机碳、全氮、全磷、全钾含量随土壤深度增加而逐渐递减<sup>[16-19]</sup>,本研究与前人的结果较为一致。森林土壤有机碳、总氮受季节变化影响较大,同时表层土的变化更为明显<sup>[20,21]</sup>,土壤有机碳、总氮含量随着土壤层的加深含量逐渐降低<sup>[22-24]</sup>。本研究杜鹃林的土壤相对含水量随土壤深度增加呈先升高后降低的趋势,这可能与森林群落中腐殖质层较厚、雨水下渗受阻有关。和丽萍等研究认为高黎贡山 6 个森林类型土壤随深度增加 pH 呈现出增大的趋势<sup>[25]</sup>,曹小玉等认为杉木林土壤 pH 和全钾含量随深度的增加变化不明显,本研究结果与其相似<sup>[26]</sup>。本研究中野生杜鹃林土壤 pH 值随着土壤深度的增加而逐渐递减,并与全钾含量显著相关,呈逐渐酸化的趋势,同时土壤表层是杜鹃植物根系的主要分布层,杜鹃根系分泌的酸类物质累积导致 pH 值的降低。同时,土壤 pH 受降雨和凋落物分解程度的影响较大,所以呈现出与其他森林群落不同的空间分布规律。

前人研究表明,在不同样地间的糖类物质含量与土壤有机质含量密切相关<sup>[27-29]</sup>,本研究野生杜鹃群落中,不同土壤层土壤理化因子与土壤糖类物质含量变化具有明显的相关性,糖类物质含量与土壤有机碳显著正相关,与前人研究一致<sup>[30]</sup>。本研究中土壤有机碳对果糖、蔗糖影响最大,其原因可能是这两类糖类物质本身是土壤有机碳的重要组成。

### 4 结论

(1) 杜鹃林土壤中糖类物质垂直分布表现为凋落物层 > 土壤表层 > 腐殖质层, d- 葡萄糖和蔗糖是土

壤糖类的主要组分。d-葡萄糖随着土层深度的增加呈先降低后升高的趋势,蔗糖、d-果糖、d-甘露糖和d-半乳糖随着土层深度的增加呈逐渐降低的趋势。(2)杜鹃林土壤有机碳、全氮、全磷、全钾含量和pH随土壤深度增加而逐渐降低,相对含水量随土壤深度增加先升高后降低。杜鹃林土壤中的糖类物质与有机碳呈显著正相关关系。

## 参考文献

- [1] 李正才,徐德应,杨校生,等.北亚热带6种森林类型凋落物分解过程中有机碳动态变化[J].林业科学研究,2008,21(5):675-680.
- [2] 王相娥,薛立,谢腾芳.凋落物分解研究综述[J].土壤通报,2009,40(6):1473-1478.
- [3] 刘明国,苏芳莉,谭学仁,等.不同间伐强度下天然次生林凋落物分解进程研究[J].土壤通报,2010,41(4):877-881.
- [4] 李凤珍,刘瑞君,李琦.森林凋落物分解过程中糖类组成变化的研究[J].林业科学,1989,25(4):289-296.
- [5] 韩永娇,张威,何红波,等.干湿交替条件下棕壤氨基糖的动态及指示作用[J].土壤通报,2012(6):1391-1396.
- [6] 鲁如坤.土壤农业化学分析方法[M].中国农业科技出版社,2000.
- [7] 李倩.中性糖在不同森林演替序列土壤碳截获中的作用[D].沈阳理工大学,2013.
- [8] CHESHIRE MV. Nature and origin of carbohydrates in soil[M]. Academic Press: London, 1979.
- [9] RATNAYAKE R R, SENEVIRATNE G, KULASOORIYA SA. Effect of soil carbohydrates on nutrient availability in natural forests and cultivated lands in Sri Lanka[J]. Eurasian Soil Science, 2013, 46(5): 579 - 586.
- [10] NACRO H B, LARRE-LARROUY M C, FELLER C, et al. Hydrolysable carbohydrate in tropical soils under adjacent forest and savanna vegetation in Lamto, Côte d'Ivoire[J]. Soil Research, 2005, 43(6): 705 - 711.
- [11] PUGET P, ANGERS D A, CHENU C. Nature of carbohydrates associated with water-stable aggregates of two cultivated soils[J]. Soil Biology & Biochemistry, 1998, 31(1): 55 - 63.
- [12] SALL S N, BRAUMAN A, FALL S, et al. Variation in the distribution of monosaccharides in soil fractions in the mounds of termites with different feeding habits (Senegal) [J]. Biology and Fertility of Soils, 2002, 36(3): 232 - 239.
- [13] RATNAYAKE R R, SENEVIRATNE G, KULASOORIYA S A. Effect of soil carbohydrates on nutrient availability in natural forests and cultivated lands in Sri Lanka[J]. Eurasian Soil Science, 2013, 46(5): 579 - 586.
- [14] MARTENS D A, LOEFFELMANN K L. Improved accounting of carbohydrate carbon from plants and soils[J]. Soil Biology & Biochemistry, 2002, 34(10): 1393 - 1399.
- [15] 冯文婷.哀牢山常绿阔叶林土壤简单糖类和氨基酸研究[D].中国科学院研究生院,2007.
- [16] 申佳艳,李小英,袁勇.纳板河自然保护区不同森林群落土壤养分特征研究[J].中国农学通报,2017,33(5):54-60.
- [17] 王晓佳.晋西主要林分因子对土壤有机碳及养分含量影响研究[D].北京林业大学,2016.
- [18] 赵维俊,刘贤德,张学龙,等.祁连山青海云杉(Picea crassifolia)林土壤有机碳与化学性质的相互关系[J].冰川冻土,2014,36(6):1565-1571.
- [19] 张继平,张林波,王凤玉,等.井冈山国家级自然保护区森林土壤养分含量的空间变化[J].土壤,2014,46(2):262-268.
- [20] 李岩,方晰,项文化,等.湘中丘陵区4种森林土壤水溶性有机碳含量及其与土壤养分的关系[J].土壤通报,2014,45(6):1483-1490.
- [21] ZHANG R B, DING G J. Seasonal variation of soil carbon and nitrogen under five typical Pinus massoniana forests[J]. Chemistry and Ecology, 2017, 33(6): 543 - 559.
- [22] LUAN J W, XIANG C H, LIU S R, et al. Assessments of the impacts of Chinese fir plantation and natural regenerated forest on soil organic matter quality at Longmen mountain, Sichuan, China[J]. Geoderma, 2010, 156: 228 - 236.
- [23] ZHAO, S S, SUN J B, CUI X Y. Profile distribution and seasonal dynamics of water-extractable carbohydrate in soils under mixed broad-leaved Korean pine forest on Changbai Mountain[J]. Journal of Forestry Research, 2013, 24(3): 509 - 514.
- [24] MEHTA N, DINAKARAN J, PATEL S, et al. Changes in litter decomposition and soil organic carbon in a reforested tropical deciduous cover (India)[J]. Ecological Research, 2013, 28(2): 239 - 248.
- [25] 和丽萍,李贵祥,孟广涛,等.高黎贡山不同森林类型土壤肥力状况研究[J].水土保持研究,2015,22(6):116-121.
- [26] 曹小玉,李际平,张彩彩,等.不同龄组杉木林土壤有机碳和理化性质的变化特征及其通径分析[J].水土保持学报,2014,28(4):200-205.
- [27] LARRE-LARROUY M C, FELLER C. Determination of carbohydrates in two ferrallitic soils: Analysis by capillary gas chromatography after derivatization by silylation[J]. Soil Biology & Biochemistry, 1997, 29(9): 1585 - 1589.
- [28] AMELUNG W, FLACH K W, ZECH W. Neutral and Acidic Sugars in Particle-Size Fractions as Influenced by Climate[J]. Soil Science Society of America Journal, 1999, 63(4): 865 - 873.
- [29] SOLOMON D, FRITZSCHE F, TEKALIGN M, et al. Soil Organic Matter Composition in the Subhumid Ethiopian Highlands as Influenced by Deforestation and Agricultural Management[J]. Soil Science Society of America Journal, 2002, 66(1): 68 - 82.
- [30] 洪坚平,谢英荷,罗培珍,等.五台山区土壤多糖含量及其与农化性状相关的研究[J].山西农业大学学报,1995,15(3):274-276.

## Changes of Soil Carbohydrates and Physicochemical Properties in Wild Rhododendron Forest

LI Chao- chan<sup>1,2</sup>, QIAN Chen- yu<sup>1</sup>, QUAN Wen- xuan<sup>1\*</sup>, CHEN Xue- juan<sup>3</sup>

(1. Guizhou Provincial Key Laboratory of Mountainous Environmental Protection, Guizhou Normal University, Guiyang 550001, China;

2. Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550081, China; 3. Institute of Remote Sensing and Digital Earth, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

**Abstract:** The carbohydrate contents and physicochemical properties in the litter and top soils from the rhododendron forest in the Baili Rhododendron National Forest Park were analyzed to reveal their distribution characteristics and differences among soil layers. In this study, soil physical and chemical indices were determined by conventional methods, and 5 kinds of carbohydrates in soils were analyzed by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). The results showed that the average matching degree of mass spectrometry was up to 92.6% in the identification of 5 carbohydrates. Among them, the matching ratio of 4 compounds was over 90%, and the average relative standard deviation was 9.6%. The vertical distribution of carbohydrates was L layer > H layer > S layer, d- glucose and sucrose were the main soil carbohydrates. Soil organic carbon, total nitrogen, total phosphorus, total potassium and pH values gradually decreased with the increase of soil depth. The contents of soil carbohydrates in rhododendron forest soils were significantly correlated with soil physicochemical index.

**Key words:** Rhododendron forest; Soil; Carbohydrate; Rapid analysis; Distribution characteristics

[责任编辑 孙福军]