

西双版纳热带季节雨林与橡胶林不同径级根分解^{*}

卢华正^{1,2}, 沙丽清¹

(1 中国科学院 西双版纳热带植物园 热带森林生态学重点实验室, 云南 勐腊 666303;

2 中国科学院 研究生院, 北京 100049)

摘要:通过分解网袋法对西双版纳 2 种重要森林类型——热带季节雨林和橡胶林 (*Hevea brasiliensis*) 4 种不同径级的根 (细根 < 2 mm, 2 mm < 小根 < 10 mm, 10 mm < 中根 < 20 mm, 粗根 > 20 mm) 进行为期 1 a 的研究, 发现热带季节雨林根系分解速率小于橡胶林; 细、小根分解速率大于中、粗根; 根分解速率与根自身 C / N, C / P 有强相关性; 热带季节雨林细根、小根、中根、粗根日分解系数分别为 0.001 0, 0.002 5, 0.000 7, 0.000 7, 橡胶林细、小、中、粗根分解系数分别为 0.003 0, 0.001 9, 0.001 3, 0.001 7.

关键词:热带季节雨林; 橡胶林; 根系分解; 不同径级根

中图分类号: Q 948 **文献标识码:** A **文章编号:** 0258 - 7971 (2009) 05 - 0528 - 06

根系是植物体吸收养分和水分的主要器官, 植物与环境之间的物质循环主要是通过根系完成的. 对于森林生态系统, 地下凋落物的主要成分是根系, 尤其是细根, 其年净初级生产力占总净初级生产力的 50% 以上^[1,2]. 通过细根周转每年输入土壤中的 C 约占土壤碳库的 25%~80%^[3], 归还到土壤中的 N 比地上凋落物多 18%~58%^[2,4~7]. 细根分解作为细根周转的主要环节, 控制着细根周转和养分循环速率, 其分解速率主要受环境因子和自身化学成分的影响. 树木种类、根径大小都影响根系化学成分, 如 C / N, C / P 高分解就慢^[8~10], 而随着根径的增加, N 浓度降低^[11], 难分解的木质素、纤维素等增加^[12]. 因此, 不同林型、不同直径的根系分解速率不同, 从而直接影响养分归还速度^[12,13].

热带季节雨林和人工橡胶林是西双版纳地区原始林和大量种植人工林的 2 种代表类型, 占有很大比例. 根据 Li 等^[14] 研究, 热带季节雨林减少了 67%, 而橡胶林面积由 1.3% 剧增到 11.8%. 由于人类活动的加剧, 特别是工业革命后, 全球平均气温增加了 0.6 °C, 导致极地冰盖减少、海平面上升和气候带移动等, 北半球的降雨模式也将会因此发生变化^[15~17]. 土壤作为一个巨大的碳库, 随着利

用和管理方式的不同, 它将充当碳源或碳汇^[18]. 20 世纪 70 年代后, 关于林木细根生长、死亡、寿命、生物量、生产力、周转量、分布、季节动态及细根对森林生态系统碳和养分循环的贡献等研究迅速增加, 并逐渐成为生态系统碳分配格局与过程研究的核心环节^[19]. 国内也逐渐开展了细根的研究^[20~23], 但系统研究不同径级根系分解过程的很少, 尤其中国热带对比研究不同土地利用方式下根系分解未见报道. 本实验采用埋袋法对西双版纳地区 2 种重要林型——热带季节雨林 (Tropical seasonal rain forest, 简称 RF) 和橡胶 (*Hevea brasiliensis*) 人工林 (Rubber plantation, 简称 RP) 4 种不同径级的根进行为期 1 a 的研究, 目的是探讨不同土地利用方式下, 不同径级根系分解速率的差异及其影响因子, 为揭示森林土壤养分循环、土壤碳库动态变化规律提供基础数据和科学参考.

1 研究区概况

热带季节雨林样地位于西双版纳勐仑自然保护区, 地理位置为 21°51' N, 101°12' E, 海拔约 756 m. 属北热带季风气候, 年平均降雨量为 1 557 mm, 全年干湿季分明, 干季 (11 月至次年 4 月) 降雨 264 mm,

* 收稿日期: 2009 - 03 - 05

基金项目: 云南省自然科学基金项目资助 (2004C0052M).

作者简介: 卢华正 (1978 -), 男, 江西人, 硕士生, 主要从事土壤生态和植物生态方面的研究.

通讯作者: 沙丽清, 副研究员, E-mail: shalq@xtbg.ac.cn

占年降雨的 17%,雨季(5月至 10月)降雨 1 293 mm,占年降雨的 83%,年平均相对湿度 86%. 太阳年总辐射量为 $488.7\text{ kJ}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$,年日照时数为 1 787.8 h 年平均气温 $21.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,最热月(5月)均温为 $25.3\text{ }^{\circ}\text{C}$,最冷月(1月)均温为 $15.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 土壤为砖红壤,样地坡度约 25° .

橡胶林样地位于中国科学院西双版纳热带森林生态系统研究站的人工群落试验区内($21^{\circ}56'\text{N}$, $101^{\circ}15'\text{E}$,海拔 580 m),是以 30 年生橡胶林为主的单优人工群落,采用宽窄行密株的种植方式(株距 3.1 m,窄行距 2.5 m,宽行距 19.0 m),群落高 20~30 m,乔木层数目密度 $370\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$. 土壤为砖红壤,土层深厚,坡度约为 15° .

2008 年 2 月在季节雨林和橡胶林各样地取 0~20 cm 深土壤 5 份混合成 1 份土壤样品,每种林型共 4 份混合土壤样品磨碎过筛风干进行土壤初始理化性质分析(表 1).

2 材料与方法

2.1 样地设置 在季节雨林和橡胶林各选取 4 个约 10 m ×15 m 样地(1~4[#]),各样地相隔 5~8 m. 沿 10 m 宽的边上均匀拉 2 根样线,再在每条样线上均匀选取 6 个点,每个点的位置挖 1 个深 10~15 cm 小坑,用于埋入分解袋.

2.2 实验方法 于 2008 年 1 月初,从季节雨林与橡胶林设置的样地周围挖取 0~50 cm 土层中的不同径级的植物根,首先根据颜色、弹性、光泽去除死根,按根的直径分为 4 级:细根 <2 mm;小根 2~10 mm;中根 10~20 mm;粗根 >20 mm. 再把他们分成小段,粗根每小段 10~15 cm,其余 3 种根每小段 5~7 cm. 然后在 40~60 $^{\circ}\text{C}$ 烘干至恒重. 最后装袋标号:细根取 5 g,小根取 10 g 用 10 cm ×10 cm 尼龙网袋装,中根取 4 小段、粗根取 2 小段用 15 cm ×20 cm 尼龙网袋装. 两林型 4 种径级的根各 48 袋,共 $48\times4\times2=384$ 袋,用塑料标签按橡胶林

到季节雨林细小、中、粗依次编号. 所有分解袋于 2008 年 2 月初埋入相应林型样地内,即在每根样线的每个点埋入 4 袋:细根、小根、中根、粗根,然后把原土按层填回、压实.

取样频率:隔月取样 1 次(即 2008 年 4, 6, 8, 10, 12, 2009 年 2 月). 每次在每个样地的 2 根样线上各取 1 个点的根(共 $2\times4=8$ 个重复),取回后在 60 $^{\circ}\text{C}$ 烘箱中烘干 24 h 至恒重,用于失重和养分元素分析.

2.3 数据计算与分析 根据 Olson 负指数方程(1)分析各种径级的根分解速率与时间的关系,可得根分解干物质残留率与时间 t 呈负指数关系^[24]. 采用根系分解失重率表示根系分解快慢,即减少的干重占初始重量的比例,也可用(2)式计算;干重保持率表示根系的分解,即残余干重占初始重量的比例.

$$\frac{X_t}{X_0} = e^{-kt},$$

(1)

$$R = (100 - 100 \times e^{-kt}) \times 100\%,$$

(2)

式中 X_0 , X_t 分别表示根系初始干重(g)和分解 t d 后的残留干重(g); k 为分解系数,其值越大表示干物质损失越快; R 为失重率,用 % 表示.

为检验不同林型、不同直径根系之间的分解差异和求算分解系数等,数据分析采用 SPSS 10.0 (SPSS 10.0) 进行线性非线性相关分析、 T -检验和 LSD 检验;作图利用 SigmaPlot 10.0 和 Excel 2003 软件(设 $\alpha=0.05$).

3 结果与分析

3.1 季节雨林与橡胶林根系初始元素分析 根系初始养分元素含量测定:将根系分解实验采集的根取部分烘干研磨粉碎过筛,每种径级根各 4 份,共 $4\times4\times2=32$ 份,用于初始养分元素 C, N, P, K 分析(表 2).

表 1 季节雨林和橡胶林土壤初始理化性质(平均值 ±标准误)

Tab 1 Physical and chemical properties of soil in tropical rain forest and rubber plantation (mean ±SE)

($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)

林型	pH	有机质	全 N	全 P	全 K	全 Ca	全 Mg
季节雨林	45.64 ±0.32	35.25 ±0.85	1.96 ±0.10	0.47 ±0.02	10.40 ±2.71	0.66 ±0.34	0.80 ±0.15
橡胶林	5.38 ±0.19	25.91 ±2.11	1.89 ±0.10	0.45 ±0.02	10.30 ±0.85	0.75 ±0.07	1.38 ±0.09

表 2 季节雨林和橡胶林不同径级的根初始 C, N, P, K质量比 (平均值 ±标准误)

Tab 2 Total C, N, P, K contents of different - size roots in rainforest and rubber plantation (mean ±SE)

(g · kg⁻¹)

项目	季节雨林				橡胶林			
	细根	小根	中根	粗根	细根	小根	中根	粗根
全 C	491.75 ± 2.06	473.5 ± 5.45	474.75 ± 6.60	487.5 ± 4.65	377 ± 6.06	467.75 ± 2.50	473.5 ± 2.38	473.25 ± 8.96
全 N	9.77 ± 0.45	7.48 ± 0.68	6.39 ± 1.39	6.16 ± 1.11	15.44 ± 0.53	7.99 ± 0.14	7.36 ± 0.39	6.2 ± 1.26
全 P	0.81 ± 0.03	0.82 ± 0.09	0.65 ± 0.11	0.66 ± 0.07	2.27 ± 0.18	1.34 ± 0.07	1.21 ± 0.10	0.87 ± 0.40
全 K	5.4 ± 0.43	5.57 ± 0.47	4.77 ± 1.66	4.26 ± 0.97	7.41 ± 1.10	5.19 ± 0.39	4.82 ± 0.71	4.38 ± 2.17

根系中化学成分、C / N和 C / P与根系分解速率紧密相关,常用来预测根系分解速率以及养分释放情况^[8~10].根系初始养分元素分析结果表明,季节雨林和橡胶林之间、不同径级根之间养分含量有很大差别(表 2).季节雨林 N, P含量明显低于橡胶林,而全 C含量高于橡胶林;对于同种林型,虽然 K含量、细根与小根、中根与粗根 N, P含量无显著差别,但细根、小根明显高于中根、粗根.同时通过 T-检验,对于不同林型相同径级根, C / N, C / P季节雨林大于橡胶林 (P < 0.05);对于同种林型, C / N, C / P细根、小根明显低于中根、粗根 (P < 0.05).

3.2 不同径级根分解动态 总体上,季节雨林和

橡胶林 4种不同径级的根分解均具有基本一致的规律:开始分解速率很小,随着分解时间的增加,残留物质减少,失重率增加;2种林型的细根、小根分解速率比中根、粗根大;但也有因实验误差和空间异质性等原因出现负分解(图 1).分解 8~10个月时,季节雨林细根和小根失重接近 50%,中根和粗根约 20%;橡胶林细根超过 50%,小根约 50%,中根、粗根接近 30%.对于同种林型,通过最小显著差异法(LSD)检验,季节雨林小根分解速率大于中根和粗根,橡胶林细根分解速率大于中根和粗根 (P < 0.05);季节雨林小根分解最快,橡胶林细根最快(图 2,3).

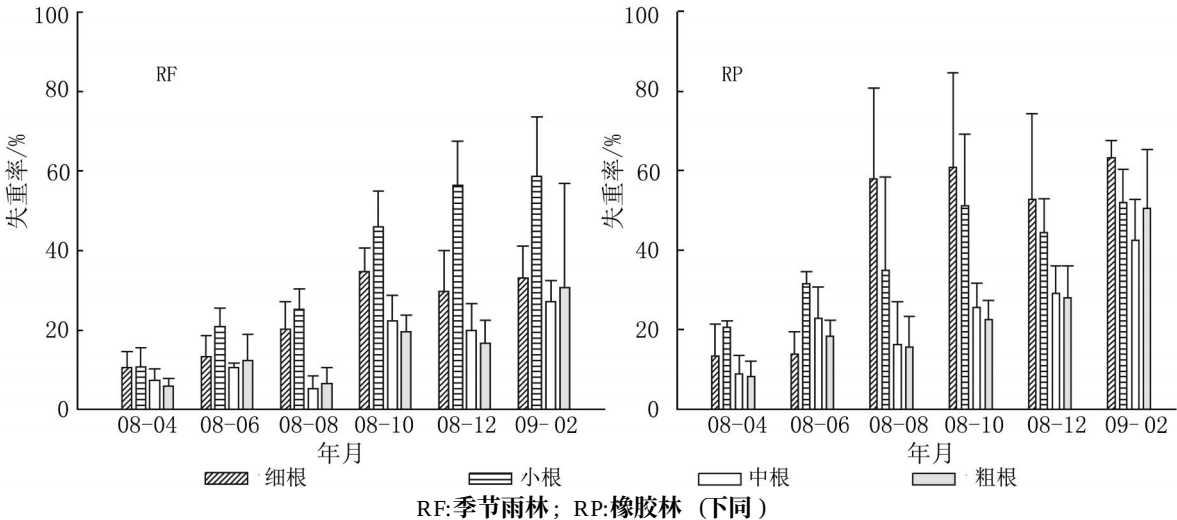


图 1 季节雨林和橡胶林不同径级根分解动态

Fig 1 Decomposition dynamics of different size roots in rainforest and rubber plantation

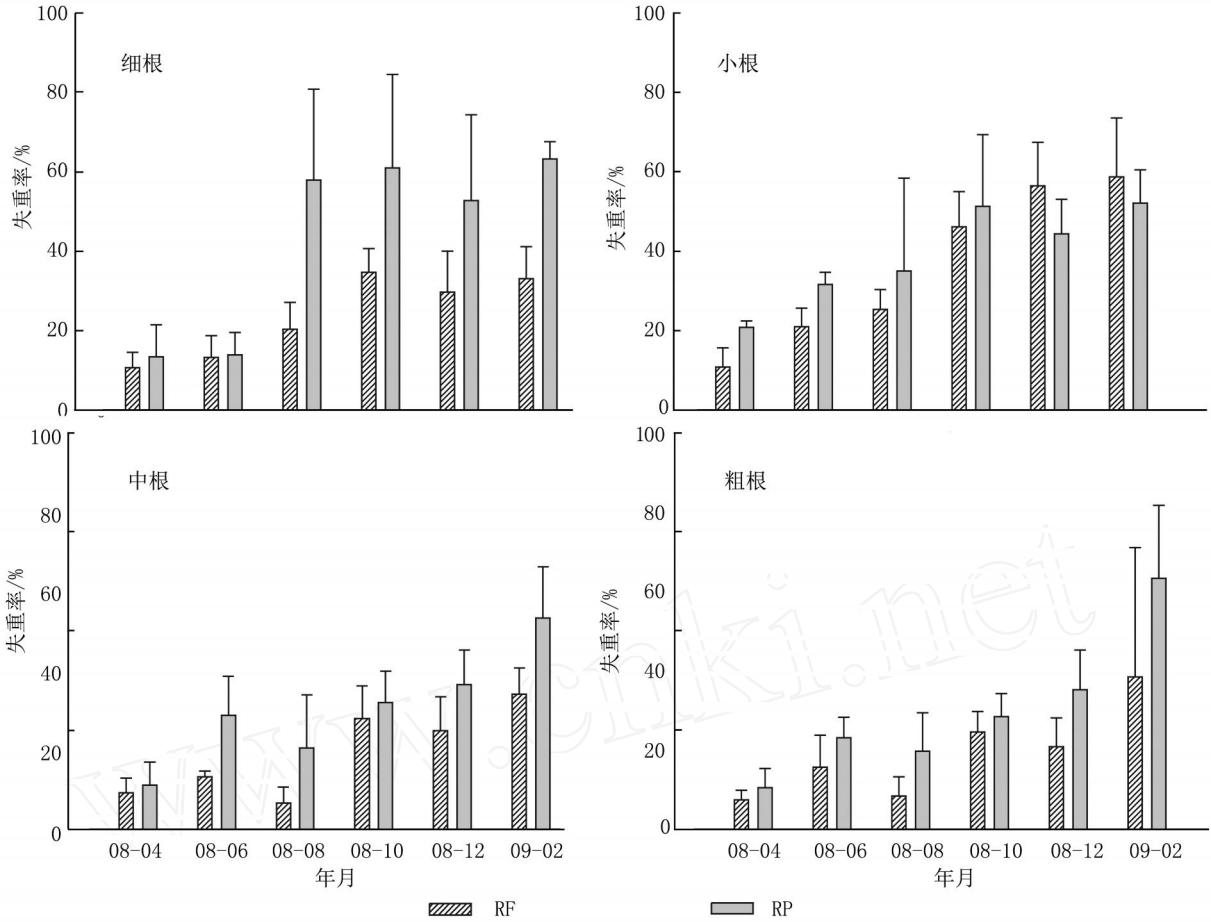


图 2 季节雨林 (RF)和橡胶林 (RP)各径级根分解失重率比较

Fig 2 The differences of mass loss rate of different size root between rainforest(RF) and rubber platation(RP)

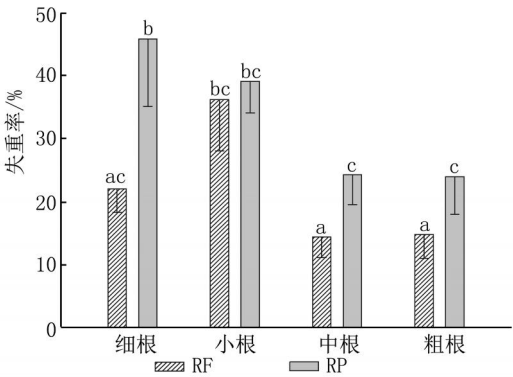


图 3 季节雨林 (RF)与橡胶林 (RP)不同径级根分解速率多重比较

Fig 3 The multiple comparisons of decomposition rate of different - size roots in rain forest(RF) and rubber plantation (RP)

3.3 不同林型根分解速率 不但不同径级根分解速率有明显差别,而且季节雨林和橡胶林根系分解速率也有很大差别.通过 LSD 检验,季节雨林和橡

胶林相同径级根分解速率差别明显,橡胶林各径级根分解速率均大于季节雨林相应的根:细根 ($P < 0.05$),小根 ($P > 0.05$),中根 ($P < 0.05$),粗根 ($P < 0.05$) (图 2, 3). 进一步利用 Olson 负指数方程 (1) 将不同径级根分解速率与时间拟合得到相应根日分解系数 k ,由表 4 可以看出除了小根外,橡胶林各径级根分解系数明显大于季节雨林相应的根.

4 讨论

4.1 根系分解与林型、根径的关系 由于根系分解过程中微生物的作用非常重要,其分解作用受制于凋落物与土壤环境 N 和 P 的有效性,一般认为根系和土壤中 N, P 浓度高,即 C/N , C/P 低,通常具有较快的分解速度^[9, 25]. 季节雨林 4 种径级根和土壤的 C/N , C/P 比均显著高于橡胶林 (表 1, 2),表明橡胶林根分解速率大于季节雨林. 通过 Olson 负指数方程 (1) 拟合也表明季节雨林分解系数小于橡胶林 (表 3).

表 3 季节雨林与橡胶林不同径级根分解 Olson 负指数分析

Tab 3 Analysis of Olson's negative exponential equation simulating the decomposition of different-size roots in rainforest and rubber plantation

统计项目	季节雨林				橡胶林			
	细根	小根	中根	粗根	细根	小根	中根	粗根
分解系数	0.001 0	0.002 5	0.000 7	0.000 7	0.003 0	0.001 9	0.001 3	0.001 7
相关系数	0.764 2	0.954 5	0.716 5	0.459 0	0.796 8	0.885 7	0.913 5	0.822 0

一般认为随着根径的增大,N,P含量降低,C/N,C/P增大,微生物分解作用受制于N供应不足,加上碳水化合物以难分解的木质素、纤维素为主,易分解细胞比重降低^[11],因此较粗的根分解较慢.季节雨林和橡胶林细根小根C/N,C/P比小于中根粗根,因而,分解速率细根小根高于中根和粗根.当然根径对分解速率的影响还与根皮比例、树种根质地软硬和树脂道多少有关^[13,26].

4.2 根系分解影响因子 通过森林地上凋落物和地下根系分解向土壤归还大量养分元素和有机物质,这是森林生态系统物质循环和自肥的重要机制.根系分解与其他凋落物分解一样,既有物理化学过程,又有生物过程,而湿热条件、凋落物性质、微生物和土壤动物是影响凋落物分解的主要因素^[22,27].经过1a的分解,橡胶林细根、小根、中根、粗根残留率分别为37%,48%,59%,49%;季节雨林分别为70%,44%,75%,70%;显然,相应分解速率橡胶林明显大于季节雨林.这个结果与房秋兰等^[28,29]在西双版纳对细根周转的研究相一致,而且季节雨林和橡胶林细根的分解系数0.001 0和0.003 0与之很接近(分别为0.001 9,0.002 7).季节雨林细根失重率低于单建平等^[30]在长白山阔叶红松林的56%,更低于廖利平等^[20]湖南杉木林的61%和火力楠的93%,而橡胶林细根失重率高于前2种林型低于火力楠.这说明不同树种根分解速率差异很大,一般阔叶林的大于针叶林,热带亚热带常绿或落叶阔叶林的快于温带落叶阔叶林.但影响根系分解速率的因素很多,除了水热等环境因素外,根系本身质地、土壤理化性质、土壤微生物活性、土壤动物多少都影响根系的分解^[9,25~27].

5 结 论

热带季节雨林与橡胶林根系分解速率有显著

差异:季节雨林的根分解慢,而橡胶林分解快;2种林型不同径级的根分解速率差异显著,细根小根分解快于中根粗根.

经过1a的分解实验,热带季节雨林细根、小根、中根、粗根失重率分别为30%,56%,25%,30%;橡胶林分别为63%,52%,41%,51%.季节雨林细根、小根、中根、粗根日分解系数分别为:0.001 0,0.002 5,0.000 7,0.000 7,橡胶林细、小、中、粗根分解系数分别为:0.003 0,0.001 9,0.001 3,0.001 7.

致谢:本研究得到中国科学院西双版纳热带植物园版纳生态站和土壤生态组的大力支持和刘梦楠先生、陈志玲女士、周志华先生、彭超贤先生等的帮助,在此一并表示感谢!

参考文献:

[1] HENDRICK R L, PREGITZER K S. The dynamics of fine roots length, biomass, and nitrogen content in two northern hardwood ecosystems [J]. Can J For Res, 1993, 23: 2 507-2 520.

[2] 张小全,吴可红. 森林细根生产和周转研究 [J]. 林业科学, 2001, 37(7): 126-138.

[3] USMAN S, SINGH S P, RAWAT Y S, et al. Fine root decomposition and nitrogen mineralisation patterns in *Quercus leucotrichophora* and *Pinus roxburghii* forest in central Himalaya [J]. For Ecol Man, 2000, 131: 191-199.

[4] BERG B, BERG M P, BOTNER P. Litter mass loss rates in pine forests of Europe and Eastern United States: some relationships with climate and litter quality [J]. Biogeo - Chem, 1993, 20: 127-153.

[5] BUBB K A, XU Z H, SIMPSON J A. Some nutrient dynamics associated with litterfall litter decomposition in hoop pine plantations of southern Queensland, Australia [J]. For Ecol Man, 1998, 110: 343-352.

[6] VOGT K A, GRIER C C, VOGT D J. Production, turn-

- over and nutrient dynamics of above - and below - ground detritus of world forest [J]. *Adv Ecol Res*, 1986, 15: 303-377.
- [7] VOGT K A, VOGT D J, PALM D T T O P A, et al Review of root dynamics in forest ecosystems grouped by climate, climate forest type and species [J]. *Plant Soil*, 1996, 187: 159-219.
- [8] 彭少麟, 刘强. 森林凋落物动态及其对全球变暖的响应 [J]. *生态学报*, 2002, 22 (9) : 1 534-1 544.
- [9] SILVER W L, MIYA R K Global patterns in root decomposition: Comparisons of climate and litter quality effects [J]. *Oecologia*, 2001, 129: 407-419.
- [10] 温达志, 魏平, 张佑昌, 等. 鼎湖山亚热带森林细根分解干物质损失和元素动态 [J]. *生态学杂志*, 1998, 17 (2) : 1-6.
- [11] PREGITZER K S, DEFORST J D, BURTON A J, et al. Fine root architecture of nine North American trees [J]. *Ecol Monogr*, 2002, 72: 293-309.
- [12] FAHEY T J, ARTHUR M A. Further studies of root decomposition following harvest of northern hardwood forest [J]. *For Sci*, 1994, 40: 618-629.
- [13] FAHEY T J, HUGHES J W, MOU P, et al. Root decomposition and nutrient flux following whole - tree harvest of northern hardwood forest [J]. *For Sci*, 1988, 34: 744-768.
- [14] LI H M, MITCHELL A T, MA Y X, et al Demand for rubber is causing the loss of high diversity rain forest in SW China [J]. *Biodiversity Conserve*, 2007, 16: 1 731-1 745.
- [15] FOLLAND C K, KARL T R, CHRISTY J, et al Observed climate variability and change [C] // HOUGHTON J T, DING Y, GRIGGS D J, et al *Climate Change 2001: The Scientific Basis Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001, 99 - 181.
- [16] 张昆, 吕宪国, 田昆. 纳帕海高原湿地土壤有机质对水分梯度变化的相应 [J]. *云南大学学报: 自然科学版*, 2008, 30 (4) : 424-427.
- [17] 陶云, 何群. 云南降水量时空分布特征对气候变暖的相应 [J]. *云南大学学报: 自然科学版*, 2008, 30 (6) : 587-595.
- [18] HOSHIO S, AYAKO K, KAZUMICHI F, et al Carbon dioxide emission derived from soil organic matter decomposition and root respiration in Japanese forests under different ecological conditions [J]. *Soil Science and Plant Nutrition*, 2006, 52: 233-242.
- [19] NADELHOFFER K J. The potential effects of nitrogen deposition on fine root production in forest ecosystems [J]. *New Phytologist*, 2000, 147: 131-139.
- [20] 廖利平, 陈楚莹, 张家武, 等. 杉木、火力楠纯林及混交林细根周转的研究 [J]. *应用生态学报*, 1995, 6 (1) : 7-10.
- [21] 单建平, 陶大立. 国外对树木细根的研究动态 [J]. *生态学杂志*, 1992, 11 (4) : 46-49.
- [22] 温达志, 魏平, 孔国辉, 等. 鼎湖山亚热带森林细根生产力与周转 [J]. *植物生态学报*, 1999, 23 (4) : 361-369.
- [23] 张小全, 吴可红, Dieter Murach 树木细根生产与周转研究方法评述 [J]. *生态学报*, 2000, 20 (5) : 875-883.
- [24] OLSON J S Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems [J]. *Ecology*, 1963, 44: 323-331.
- [25] CHAPIN F S, MATSON P M, MOONEY H A. *Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology* [M]. New York, Berlin Heidelberg: Springer - Verlag, 2002.
- [26] CHEN H, HARMON M E, GRIFFITHS R P. Decomposition and nitrogen release from decomposing woody roots in coniferous forests of the Pacific Northwest [J]. *Can J For Res*, 2001, 31: 246-260.
- [27] BERG B. Litter decomposition and organic matter turnover in northern forest soils [J]. *For Ecol Man*, 2000, 133: 13-22.
- [28] 房秋兰, 沙丽清. 西双版纳热带季节雨林细根周转的研究 [J]. *山地学报*, 2005, 23 (4) : 488-494.
- [29] 房秋兰, 沙丽清. 西双版纳橡胶林细根生物量及其周转 [J]. *中南林业学院学报*, 2005, 25 (5) : 40-44.
- [30] 单建平, 陶大立, 王森, 等. 长白山阔叶红松林细根周转的研究 [J]. *应用生态学报*, 1993, 4 (3) : 241-245.

(下转第 540 页)

等教育出版社, 2001.

- [8] NIJSTEN R, LONDON N, van den Bogaard A. Antibiotic resistance of Enterobacteriaceae isolated from the faecal flora of fattening pigs[J]. Veterinary Quarterly, 1993, 15: 152-157.
- [9] RENSING C, MITRA B, ROSEN P. The *zntA* gene of

Escherichia coli encodes a Zn(II) - translocating P-type ATPase[J]. PNAS, 1997, 94: 14 326-14 331.

- [10] HOU C. Bacterial resistance to copper, zinc and antibiotic amongst *Escherichia coli* and other bacteria isolated from a large commercial piggery[D]. Melbourne: La Trobe University, 2006, 83-99.

Isolation of copper - resistant *Escherichia coli* from pig feces and primary location of copper - resistant genes

GONG Jiao-na¹, DOU Qiu-yan¹, WU Xi-yang², ZHANG Zhi-hui¹, SUN Fang¹, HOU Chun¹

(1. School of Life Sciences, Yunnan University, Kunming 650091, China;

2. Department of Food Science & Engineering, Jinan University, Guangzhou 510632, China)

Abstract Samples of feces from pigs at different ages were taken from 4 commercial piggeries around Kunming, Yunnan Province, and the strains of *E. coli* in pig feces were isolated. The strains of copper - resistant *E. coli* were picked out and the incidence rate of these copper - resistant strains was obtained. The method of determining MIC of CuSO₄ for copper - resistant *E. coli* was explored, and the location of copper - resistant genes was investigated by means of conjugative transfer. The preliminary results showed that the incidence rate of these copper - resistant strains amongst *E. coli* isolated from pig feces is related to the amount of CuSO₄ added to pigs diets. The copper - resistant genes in the 72% copper - resistant strains were found to be located on the mobile conjugative plasmid.

Key words pig feces; *E. coli*; copper resistance; conjugative plasmid

* * * * *

(上接第 533 页)

A decomposition dynamics study of different - size roots between a tropical rain forest and a rubber plantation in Xishuangbanna, Yunnan, SW China

LU Hua-zheng^{1,2}, SHA Li-qing¹

(1. Key Laboratory of Tropical Forest Ecology,

Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Mengla 666303, China;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract A buried bag method was used to investigate the decomposition dynamics of different - size roots in two main forests type in Xishuangbanna, Yunnan Province, the tropical rain forest and rubber plantation. After one - year's experiments, it was found that: ① For different forests, the root decomposition rate in rain forest was much lower than that in rubber plantation; ② For the same forest, the decomposition rates of fine and small roots were much higher than those of medium and coarse roots; ③ The root decomposition rate correlated with C - N or C - P ratio, which the higher the C - N or C - P ratio was, the lower the decomposition rate was; ④ In rain forest, the daily decomposition coefficients of fine (< 2 mm), small (2—10 mm), medium (10—20 mm) and coarse (> 20 mm) roots were 0.001 0, 0.002 5, 0.000 7, 0.000 7, respectively, while in rubber plantation, were 0.003 0, 0.001 9, 0.001 3, 0.001 7, respectively.

Key words tropical seasonal rain forest; rubber plantation; root decomposition; different - size roots