

文章编号: 1001-3776 (2015) 04-0041-06

萌生杉木林经营后林分空间结构变化

周红敏¹, 彭辉², 柳新红^{3*}, 何必庭⁴, 沈斌⁴,

林露花⁵, 郑晓林⁴, 蔡超⁴, 吴方树²

(1. 浙江省龙泉市林业科学研究院, 浙江 龙泉 323700; 2. 浙江凤阳山—百山祖国家级自然保护区凤阳山管理处, 浙江 龙泉 323700;
3. 浙江省林业科学研究院 浙江 杭州 310023; 4. 浙江省龙泉市查田镇林业工作站, 浙江 龙泉 323700;
5. 浙江省龙泉市林业局, 浙江 龙泉 323700)

摘要: 以萌生杉木 (*Cunninghamia lanceolata*) 林为研究对象, 利用结构参数角尺度、大小比数、混交度对改造经营后的萌生杉木林的空间结构进行分析, 结果表明: 经营前后林木的分布格局均为随机分布; 杉木林木分布格局由团状分布转变为随机分布, 木荷仍为随机分布, 其它树种仍为均匀分布; 经营前、后林分的平均混交度分别为 0.438 4、0.514 2, 经营后较经营前有明显的提高, 林分处于中度混交; 经营后杉木的大小比数下降, 木荷 (*Schima superba*)、枫香 (*Liquidambar formosana*)、赤杨叶 (*Alniphyllum fortunei*) 的大小比数增加; 在经营后, 树种的隔离程度、单木的优势度等得到了改善, 有利于大径级材的培育。

关键词: 萌芽林; 杉木; 空间结构混交度; 角尺度; 大小比数

中图分类号: S791.27

文献标识码: A

Changes of Spatial Structure of Sprout Forest after Stand Management

ZHOU Hong-min¹, PENG Hui², LIU Xin-hong^{3*}, HE Bi-ting⁴, SHEN Bin⁴,

LIN Lu-hua⁵, ZHENG Xiao-lin⁴, CAI Chao⁴, WU Fang-shu²

(1. Longquan Forestry Institute of Zhejiang, Longquan 323700, China; 2. Fengyangshan Office of Fengyangshan-Baishanzu National Nature Reserve, Longquan 323700, China; 3. Zhejiang Forestry Academy, Hangzhou 310023, China; 4. Longquan Chatian Forestry Station of Zhejiang, Longquan 323700, China; 5. Longquan Forestry Bureau of Zhejiang, Longquan 323700, China)

Abstract: Fourteen sample plots were established at 2600 m² logged site of *Cunninghamia lanceolata* in 2005 in Longquan, Zhejiang province, and some *Schima superba* were planted in the same year. Transformation of the stand was conducted in 2014. Analysis was made on spatial structure before and after transformation by uniform angle index, neighborhood comparison and mingling degree. The results indicated that distribution of *C. lanceolata* was changed from aggregated to random, that of *S. superba* still random, that of other tree species still uniform. The average mingling degree of sample plots increased from 0.4384 to 0.5142, a moderate mixed plantation. The neighborhood comparison of *C. lanceolata* decreased, on the contrary, that of *S. superba*, *Liquidambar formosana*, *Alniphyllum fortunei* increased. It concluded that transformation improved spatial separation of trees and dominance of single tree for large diameter tree cultivation.

Key words: sprout forest; *Cunninghamia lanceolata*; spatial structure; mingling degree; uniform angle index; neighborhood comparison

近年来, 随着森林可持续经营对森林精确信息的需求增加, 森林空间结构研究越显重要^[1~3]。林分空间结构

收稿日期: 2015-01-15; 修回日期: 2015-04-04

作者简介: 周红敏 (1983-), 女, 山东郓城人, 工程师, 硕士, 从事林木种苗和森林可持续经营研究; *通讯作者。

分析是现代森林经营的基础,空间结构分析已在森林可持续经营中得到高度重视^[4]。分析林分空间结构的基础是对林分空间结构的准确描述^[5]。林分空间结构决定林木间的竞争态势及其空间生态位,在很大程度上决定林分的稳定性、发展的可能性和经营空间的大小^[6~10]。基于应用的相邻木空间关系的林分空间结构描述方法为结构化经营提供了科学依据^[11]。

萌芽更新是我国南方低山丘陵地杉木林的主要更新方式之一,这种更新方式不仅克服了人工造林成本高、水土流失严重等不良后果,而且随着森林经营目标的变化,以及对森林生态系统重要生态服务功能的认识,森林经营由过去那种高投入、高产量、低效益,转而注重经济、社会和生态效益的统一,在这种情形下,萌芽更新尤其受到人们的青睐^[12]。天然林通常分为原始林和次生林,次生林是原始林破坏后在裸地上自然演替的森林,是原始林的一种退化^[13~14]。研究次生林的生态结构关系,对了解次生林内种间群落关系及其演替规律,更好地利用和保护次生林,充分发挥其作用有着重要的意义^[15]。运用结构化森林经营理念,对调查样地的萌生杉木林进行抚育改造,通过调整林分间的树种隔离程度、林木个体在水平地面的分布格局等,促进林分向健康稳定的方向发展,以期创建最佳的林分空间结构。本文运用空间结构参数混交度、角尺度、大小比数对改造后的萌生杉木林进行林分空间结构变化分析,以期更好的为萌生杉木林可持续经营提供依据。

1 研究区概况

研究地点位于浙江省龙泉市,118°42′~119°25′E,27°42′~28°20′N,西邻福建,南接庆元,北连遂昌,东与云和、景宁接壤,东西宽70.25 km,南北长70.8 km,总面积3 059 km²。属于中亚热带季风气候。气候温暖湿润,四季分明,雨量充沛。年均温17.7℃,一月均温6.8℃,七月均温27.8℃,极端最高气温41.5℃,极端最低气温-8.5℃,≥10℃年均积温5 545.7℃,年均无霜期261.2 d,年平均日照时间1 740.9 h,日年均相对湿度79%,年均降水量1 664.8~1 706.2 mm。林地面积26.57万hm²,森林蓄积量1 456万m³;乔木树种1 800多种,占全省的3/4,是华东地区古老植物的摇篮,林木种质资源最为丰富。

研究样地位于龙泉市小梅镇黄南村45小班,该林分为2005年采伐迹地更新(采伐前杉木纯林密度为1 650株/hm²),同年人工栽植一些木荷,此后未进行任何人为经营措施。林分以杉木(*Cunninghamia lanceolata*)为主,另有木荷(*Schima superba*)、赤杨叶(*Alniphyllum fortunei*)、枫香(*Liquidambar formosana*)、樟(*Cinnamomum camphora*)、榆树(*Ulmus pumila*)、苦槠(*Castanopsis sclerophylla*)、红豆树(*Ormosia hosiei*)、马尾松(*Pinus massoniana*)。杉木萌芽林的初始林分密度为3 390株/hm²。经营后的林分密度为1 800株/hm²,树种组成未发生变化。经分析经营前林分的空间结构状态为:林分的平均角尺度为0.512,林分空间格局为随机分布。杉木树种分布格局为团状分布;木荷树种整体分布格局为随机分布;其它树种的整体分布格局为均匀分布。林分的平均混交度为0.438 4,在弱度混交和中度混交之间。林分中树种以胸径作为比较指标的林木个体的优势排列顺序为:苦槠、马尾松>杉木>樟>木荷>枫香、红豆树>赤杨叶>榆树。

2 研究方法

2.1 野外调查

2014年2月进行了全面踏查,于2014年3月选择具有代表性的调查样地,调查样地面积为2 600 m²(65 m×40 m),样地采用罗盘仪和皮尺进行设置,采用相邻格子法进行调查,将样地分为14个小样方进行调查,其中:10 m×20 m小样方12个和5 m×20 m小样方2个,记录海拔、坡向。对样地内胸径大于5 cm的乔木进行每木检尺,同时对样地内的所有林木进行挂牌,记录其坐标、树号、胸径、树种。参照每木调查数据,选择长势较好,可长期保留、在达到目标直径时才利用的树木作为“目标树”,标记为“Z”,周围影响“Z”生长的立木作为“干扰树”,标记为“B”,是抚育采伐的对象(主要是径级较小的杉木);可增加混交树种、保持林分结构或多样性的树木(阔叶树种)作为“生态目标树”,标记为“S”,一律加以保留^[15]。基本方法是保留目标

树和生态目标树, 采伐干扰树^[16], 改造于 2014 年 8 月在技术人员的指导下实施。样地概况见表 1。

表 1 样地概况							
Table 1 Basic information of sample plots							
	平均胸径/cm	平均树高/m	平均枝下高/m	海拔/m	坡度/°	坡向	坡位
经营前	7.7	7.8	1.5	250	25	东南	中上坡
经营后	8.1	8.0	1.6				

2.2 数据处理

在数据分析时, 将标记为“B”的需要采伐的单木去除, 利用林分空间结构分析软件Winkelnass对林分空间结构进行分析, 计算其结构参数角尺度(用来描述相邻树木围绕参照树的均匀性)^[5]、混交度(混交林中树种空间隔离程度)^[5]和大小比数(描述林木大小的分化程度)^[13]。利用Winkless分析林分 3 个空间结构参数时, 为了避免边缘效应对分析结果的影响, 本文将缓冲区设置为 5 m。文中出现的频率是指在相应等级上的林木占样地总株数的比例。

3 结果与分析

3.1 经营后角尺度变化

角尺度是一种用于描述林木个体水平地面上分布形式的空间格局参数, 具有很强的解析能力^[17]; 也为模拟林分水平分布格局的改造提供了有效参照^[18]。图 1 反映的是林地经营前后角尺度的变化。从 1 图可以看出, 角尺度为 0 时经营前后变化不大, 角尺度为 0.25 和 0.5 时经营后均有小幅度增加, 角尺度为 0.25 的频率由原来的 20.9% 增加到了 24.3%, 角尺度为 0.75 和 1 时, 经营后出现小幅下降, 说明经营后林分的聚集程度下降。林分平均角尺度(\bar{W})落在[0.475, 0.517]的范围内, 说明林木整体分布格局属随机分布, $\bar{W} > 0.517$ 时林分内林木的分布格局为团状分布, $\bar{W} < 0.475$ 时林分内林木的分布格局为均匀分布^[18], 经营后林分的角尺度为 0.485 比经营前下降, 但仍在[0.475, 0.517]内, 说明经营后林分整体分布格局仍属于随机分布。

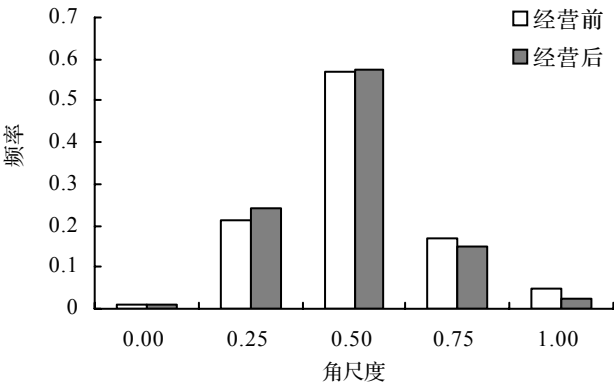


图 1 经营前后林分角尺度变化
Figure 1 Changes of stand uniform angle index before and after

图 2 为经营前后各树种角尺度变化频率分布情况, 因林分中树种以杉木和木荷为主, 其余树种株数较少, 所以将林分中树种分为杉木、木荷和其它树种三组。从图 2 可以看出, 经营后杉木的角尺度变化较显著, 林分经营后, 角尺度分布中 0.5 左侧频率升高, 右侧频率降低, 杉木个体处于很均匀、均匀的频率增加, W_i 为 0.25 时增加幅度最高, 增幅为 7.4%, 不均匀和很不均匀的频率降低, 很不均匀的频率下降较多, 降幅为 6.4%。经营后杉木的平均角尺度降至 0.477 2, 杉木林木分布格局由团状分布转变为随机分布; 经营后木荷左侧角尺度频率升高, 右侧角尺度频率减低, 但变化幅度较小, 木荷的平均角尺度降至 0.502 1, 仍属于随机分布, 木荷为阔叶

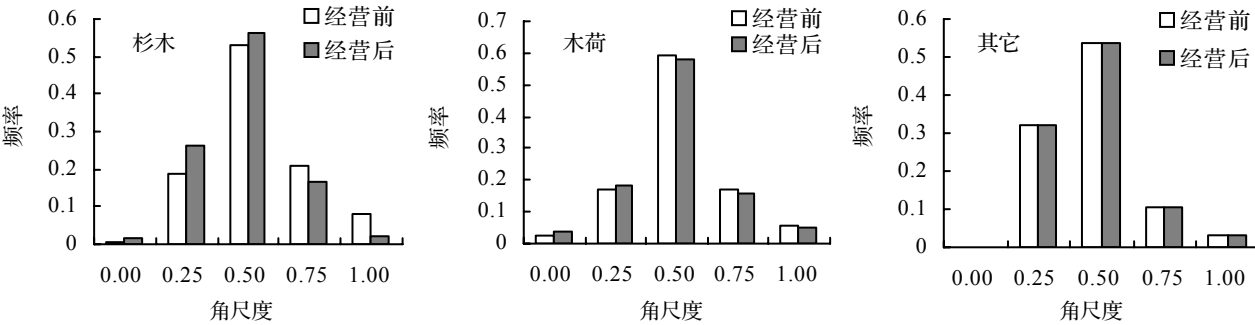


图 2 经营前后各树种角尺度变化
Figure 2 Changes of species uniform angle index before and after transformation

树种,但个别木荷栽植后,部分侧芽萌生为植株,造成两株林木个体紧密相连,在此次经营时,对紧挨着生长较弱的木荷进行间伐,因此木荷的平均角尺度降低;其他树种的平均角尺度未发生任何变化,原因是在经营时,其他树种中没有被伐木或调整对象。

3.2 经营后大小比数变化

从图 3 可知,经营后部分树种的大小比数分布频率发生了变化,红豆树、马尾松和榆树在经营前后大小比数频率未发生变化;杉木和樟处于优势和亚优势的频率增加,苦槠的频率变化较显著,由经营前频率处于优势变为经营后全部处于亚优势;赤杨叶和枫香大小比数频率变化不大;经营后木荷大小比数为 0 和 0.25 的频率降低,木荷处于优势和亚优势的降幅为 5%。

在经营后各树种的生态位发生了变化,但变化不显著,经营后杉木的优势度略有上升,木荷、枫香、赤杨叶、苦槠优势度降低。马尾松在经营前后平均大小比数均为 0,在林分中仍处于绝对优势状态;苦槠经营前大小比数为 0,经营后大小比数为 0.25,在林分中由优势状态转为亚优势状态;经营后杉木的优势度略有上升,平均大小比数由经营前的 0.476 变为经营后的 0.442;赤杨叶、枫香和木荷的平均大小比数增加,赤杨叶、枫香和木荷由经营前的平均大小比数 0.833、0.75、0.561 增加到经营后的 0.854、0.778 和 0.595,木荷的提升幅度比较大。但经营后杉木、木荷和樟的平均大小比数仍在 0.5 左右,说明在以这三种树种为参照树的结构单元中,树种仍处于中庸状态;经营后枫香和赤杨叶的平均大小比数处于 0.75~1,处于劣势向绝对劣势过度的状态;经营后榆树和红豆杉的平均大小比数未发生变化,榆树的平均大小比数为 1,说明在以榆树与参照树的结构单元中,参照树的胸径小于 4 株最近相邻木,处于绝对劣势状态,红豆树的平均大小比数经营后为 0.75,在林分中

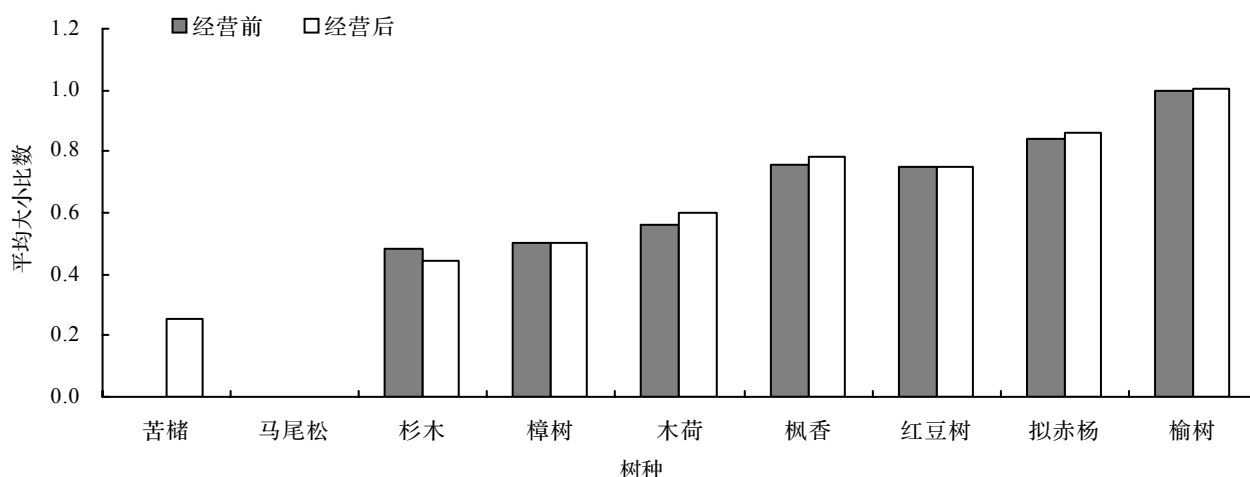


图 3 经营前后各树种平均大小比数变化

Figure 3 Changes of species neighborhood comparison before and after transformation

处于劣势。通过以上分析可知,经营后,苦槠和马尾松在此样地的结构单元中占优势,属于优势木;杉木、木荷和樟为中庸状态,枫香、赤杨叶和榆树在样地的结构单元中处于劣势状态,属于被压木状态。

3.3 经营后混交度变化

经营前林分的平均混交度为 0.438 4,经营后林分的平均混交度为 0.514 2,较经营前有明显的提高。林分由经营前的弱度混交变为中度混交。从图 4 可以看出,经营后混交度频率发生了较明显变化,林分中林木个体处于零度混交、弱度混交的比例下降,零度混交的比例下降将近 10%。中度混交、强度混交和极强度混交的比例均有不同程度上升,中度混交上升幅度最大,上升比例将近 7 个百分点。从图 5 可以看出,经营

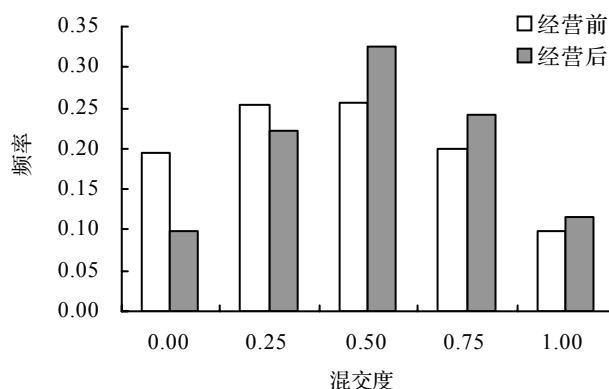


图 4 经营前后混交度分布

Figure 4 Distribution of mingling degree before and after transformation

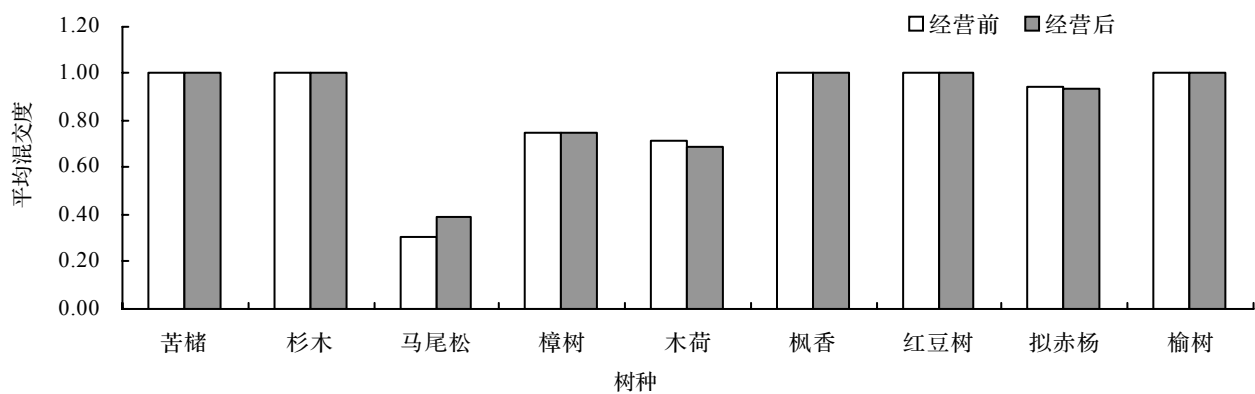


图 5 经营前后各树种平均混交度变化

Figure 5 Changes of mean mingling degree of tree species before and after transformation

后杉木的平均混交度增加, 木荷的平均混交度稍有下降, 其余树种混交度不变。通过以上分析可知, 经营后整体林分的混交度增加, 林分的树种隔离程度增大。

4 结论与讨论

在优化林分空间结构的森林经营措施当中, 可以根据林分平均角尺度和各树种的角尺度、混交度和大小比数的取值和分布情况, 分树种来确定采伐木, 使林分的分布格局趋于随机分布^[19-20], 增高林分的混交度。此次经营通过抚育间伐混交度较低的杉木, 对阔叶树种最大程度的进行保留, 提高了林分的混交度, 经营后林分的平均混交度为 0.514 2, 较经营前有明显的提高, 同时也改善了林分内的通透性。虽然抚育间伐时伐除的是较小的杉木, 因林分内各立木胸径差别不大, 所以对林分内的大小比数的优化程度不明显。经营后林分的角尺度为 0.485 8 比经营前下降, 但仍在[0.475, 0.517]范围内, 说明经营后林分整体分布格局仍属于随机分布。在经营时, 同时也注重各树种林木分布格局的调整, 通过分析角尺度的分布情况, 针对性的调整各树种的水平分布格局, 经营后, 杉木树种的角尺度变化明显, 从经营前的团状分布变为经营后的随机分布。现在只是结构化森林经营的第一步, 在下步的经营中, 考虑补植木荷、枫香、红豆树等乡土树种, 在补植时应根据树种的角尺度来进行, 同时还应考虑林分的混交度问题。

杉木是我国南方主要乡土用材树种, 是我国南方林区最重要的优质用材树种之一。人工更新虽然造林效果好, 幼林生长快, 可以充分的利用资源, 而且造林质量高, 但需要花费大量的物力、人力等, 造林成本较高。本研究以杉木萌生林为研究对象, 通过结构化森林经营, 使杉木萌生林发挥人工造林的优点, 节省了造林成本, 不仅为杉木萌生林结构化经营提供了模板, 而且对实现森林的可持续经营也有重要意义。

参考文献:

- [1] 赵中华, 惠刚盈, 胡艳波, 等. 基于大小比数的林分空间优势度表达方法及其应用[J]. 北京林业大学学报, 2014, 36 (1): 78-82.
- [2] Pommerening A. Approaches to quantifying forest structures[J]. Foresty, 2002, 75 (3): 305-324
- [3] 汤孟平, 唐守正, 雷相东, 等. 林分择伐空间结构优化模型研究[J]. 林业科学, 2004, 40 (5): 25-31.
- [4] 周红敏, 惠刚盈, 赵中华, 等. 林分空间结构分析中样地边界木的处理方法[J]. 林业科学, 2009, 45 (2): 1-5.
- [5] 惠刚盈, Klaus von Gadow, 胡艳波, 等. 结构化森林经营[M]. 北京: 中国林业出版社, 2007.
- [6] 巫志龙, 周成军, 周新年, 等. 杉阔混交人工林林分空间结构分析[J]. 林业科学研究, 2013, 26 (5): 609-615.
- [7] 马琳, 梁军, 周国英, 等. 崑崙山天然赤松次生林空间结构特征的研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2013, 33 (9): 50-51, 54.
- [8] 余韵冰, 李志辉, 唐洁, 等. 湿地松枫香混交林林分空间结构特征研究[J]. 湖南林业科技, 2014, 41 (1): 60-65.
- [9] 周红敏, 惠刚盈, 赵中华, 等. 森林结构调查中最适样方面积和数量的研究[J]. 林业科学研究, 2009, 22 (4): 482-495.
- [10] 惠刚盈, 李丽, 赵中华. 林木空间分布格局分析方法[J]. 生态学报, 2007, 27 (11): 4717-4728.
- [11] 惠刚盈, 克劳斯·冯佳多. 森林空间结构量化分析方法[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2003.
- [12] 俞平. 杉木萌芽更新技术与调查分析[J]. 安徽林业科技, 2011, 37 (5): 20-23.

