

刘少军,张京红,李伟光,等. 不同气候适宜区的橡胶产胶潜力研究[J]. 气象研究与应用,2021,42(1):48–52.

Liu Shaojun, Zhang Jinghong, Li Weiguang, et al. Research on the potential of rubber production in different climate suitable areas[J]. Journal of Meteorological Research and Application, 2021, 42(1): 48–52.

不同气候适宜区的橡胶产胶潜力研究

刘少军, 张京红, 李伟光, 陈小敏, 佟金鹤

(海南省气象科学研究所/海南省南海气象防灾减灾重点实验室, 海口 570203)

摘要: 基于 2000—2015 年 MODIS NPP 遥感数据, 利用橡胶产胶潜力模型得到了中国橡胶主产区年橡胶产胶潜力; 利用橡胶树种植气候适宜性区划的研究成果, 得到了中国橡胶主产区橡胶气候适宜区分布; 在此基础上分析了不同气候适宜区橡胶产胶潜力的差异及不同高程上橡胶产胶能力的差异。结果表明: (1) 中国橡胶主产区中, 云南橡胶产胶潜力最高, 海南次之, 广东最低; 近十多年除云南橡胶产胶潜力呈微弱减少外, 海南、广东两省均呈增加趋势; (2) 高气候适宜区产胶潜力平均值为 $103.25\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$; 中气候适宜区橡胶潜力平均值为 $99.92\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$; (3) 在高、中气候适宜区, 海拔在 500~800m 区域的橡胶年产胶潜力整体高于 500m 以下区域。

关键词: 橡胶; 气候适宜区; 气候生产潜力; 影响

中图分类号: P49

文献标识码: A

doi: 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2021.1.08

OSID:



引言

中国属于非传统橡胶种植区, 橡胶树在生长周期内不可避免会受低温、台风、季节性干旱等的影响, 气候因子是影响橡胶生产的关键因素之一^[1]。目前, 由于橡胶产业国内外环境的变化, 种植橡胶压力加大, 生产成本逐渐增加, 传统种植橡胶生产模式竞争力大幅下降^[2], 追求橡胶单量的增加成为迫切需求。因此, 了解不同气候适宜区橡胶产胶潜力的差异, 对开展合理的橡胶生产布局和种植规划具有重要意义。橡胶产胶潜力直接影响到橡胶产量的高低, 因此选择合理的气候适宜区种植橡胶树是保障橡胶稳产高产的必备条件。目前, 关于橡胶气候适宜性区划已经取得了很大进展^[3-7], 根据以上区划成果, 可充分利用气候资源的优势开展橡胶树的种植。在气象条件对橡胶产量影响方面, 不少学者通过建立气象条件与橡胶产量的关系模型^[1,8-12], 开展气象因子对产量的影响研究; 李国尧等^[1]从气象因子、土壤成分、病虫害、品种和胶园管理等方面归纳了影响橡胶树产胶量的因素; 田耀华等^[13], Canham 等^[14], Wilson^[15]

分别开展了不同海拔梯度对橡胶树产量的影响。在橡胶产胶潜力模型方面, 李海亮等^[16-17]提出了基于 NPP 的橡胶产胶潜力模型并开展了海南橡胶产胶潜力研究; 刘少军等^[18-19]开展了中国橡胶树主产区橡胶产胶能力研究; Yang 等^[20]开展了气候变化对橡胶潜在产量影响研究。目前关于我国不同气候适宜区橡胶产胶潜力的差异分析未见报道。本研究利用橡胶树种植气候适宜性区划的研究成果和遥感反演的中国橡胶主产区橡胶产胶潜力数据, 分析不同气候适宜区橡胶产胶潜力的差异及不同高程上橡胶产胶能力的差异特征, 以期开展中国橡胶产量预估、橡胶园的品种更新和配置提供技术支撑。

1 数据和方法

1.1 数据来源

中国橡胶产区主要分布在海南、云南、广东、广西、福建等 5 省区(图 1), 由于福建和广西橡胶产量的总量约占全国总产量的 0.06% 左右^[18], 因此在本研究中仅考虑海南、云南、广东的橡胶树种植范围。2000—2015 年 MODIS NPP 数据来源于网站(<http://>

收稿日期: 2020-08-01

基金项目: 国家自然科学基金(41765007)、海南省基础与应用基础研究计划(自然科学领域)高层次人才项目(2019RC359)

作者简介: 刘少军(1980—), 男, 湖北天门人, 博士, 正研, 主要从事橡胶气象服务工作。E-mail: cdutlsj@163.com

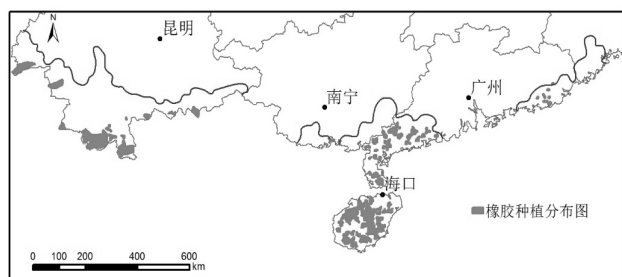


图 1 研究区橡胶种植分布图

//www.ntsug. umt. edu/project/mod17#data-product); DEM 数据来源于 <http://srtm.csi.cgiar.org/>。

1.2 方法

主要采用 ArcGIS 10.1 分别提取中国橡胶气候适宜性分区和橡胶产胶潜力分布数据, 然后开展分析, 具体步骤如下:

(1) 根据研究区橡胶种植分布(图 1), 在中国橡胶树种植气候适宜性区划的成果图^[7]的基础上, 利用 ArcGIS 10.1 中裁切功能, 提取研究区橡胶气候适宜性等级分布。

(2) 在 2000—2015 年 MODIS NPP 数据的基础上, 利用橡胶产胶潜力模型(1)^[16-18], 计算研究区不同年份橡胶产胶潜力数据集。

$$P = \frac{NPP \cdot H_i}{2.5} \quad (1)$$

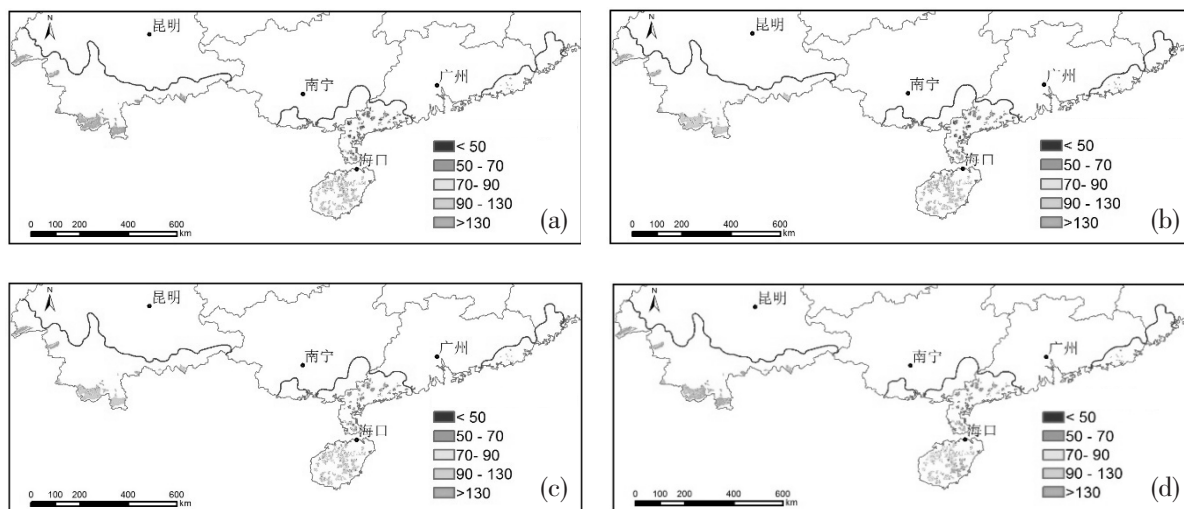
式中为天然橡胶产胶能力($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$), NPP 为橡胶林净初级生产力 ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$), H_i 为橡胶树的干物质分配率, 本研究中的干物质分配率取值范围 21.0%~28.5%^[16-17]。

(3) 采用 ArcGIS 10.1 中 ArcToolbox 的 Spatial Analyst Tools 功能实现, 主要使用 con 函数, 提取不同气候适宜区对应的橡胶产胶潜力; 提取不同气候适宜区、不同高程橡胶产胶潜力数据等。

2 结果与分析

2.1 橡胶产胶潜力时空分布规律

根据中国橡胶现状分布, 提取了橡胶主产区 2000—2015 年年产胶潜力。以 2000 年、2005 年、2010 年、2015 年年产胶潜力分布图为例(图 2), 橡胶主产区平均年产胶潜力分别为 $99.71 \text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ 、 $93.36 \text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ 、 $96.3 \text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ 、 $101.36 \text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ 。从图 2 看出, 中国主要橡胶种植区的产胶潜力存在明显的差异, 云南橡胶的产胶潜力整体高于海南, 海南整体上高于广东。不同省份不同区域在年产胶潜力上也存在较大差异(表 1); 2005—2015 年, 云南橡胶年产胶潜力在 $112.57 \sim 130.06 \text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ 之间, 海南橡胶年产胶潜力在 $87.47 \sim 95.88 \text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ 之间, 广东橡胶年产胶潜力在 $58.62 \sim 64.03 \text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ 之间。云南橡胶年产胶潜力明显高于整个橡胶主产区平均值; 海南、广东橡胶年产胶潜力低于主产区平均值。海南 2000—2015 年橡胶产胶潜力在波动中呈增加趋势, 线性增长率为 $0.24 \text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$, 增加趋势不显著, 从 2000 年 $87.47 \text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ 增加到 2015 年 $95.8 \text{g} \cdot \text{m}^{-2}$; 广东 2000—2015 年橡胶产胶潜力在波动中呈增加趋势, 线性增长率为 $0.3 \text{g}(\text{m}^2 \cdot \text{a})^{-1}$, 增加趋势不显著, 从 2000 年 $58.47 \text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ 增加到 2015 年 $64.03 \text{g} \cdot \text{m}^{-2}$; 云南 2000—2015 年橡胶产胶潜

图 2 年产胶潜力分布图(单位: $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)

(a) 2000 年; (b) 2005 年; (c) 2010 年; (d) 2015 年

表 1 不同年份不同区域橡胶产胶潜力(单位: $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$)

橡胶种植区域	2000 年	2005 年	2010 年	2015 年
云南	130.06	112.57	117.82	123.75
海南	87.47	89.11	89.48	95.88
广东	58.62	60.44	63.39	64.03
三省区域	99.71	93.36	96.3	101.36

力在波动中呈微弱减小趋势,线性减少率为 $0.07\text{g}(\text{m}^2\cdot\text{a})^{-1}$,减少趋势不显著,橡胶产胶潜力从 2000 年 $130.06\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ 减少到 2015 年 $123.75\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ 。

2.2 不同气候适宜区空间分布

根据研究区橡胶种植分布图和中国橡胶树种植

气候适宜性区划图,提取了中国橡胶主产区的气候适宜区,按照等级标准划分为高、中、低气候适宜区(图 3)。高适宜区:主要分布在海南定安、儋州、保亭、乐东、澄迈;广东徐闻、雷州、湛江、阳江;云南景洪、勐腊;福建诏安、云霄。中适宜区:主要分布在海南万宁、东方、琼中、琼海、昌江等地;广东潮州、惠来、茂名、信宜、廉江、高州;云南瑞丽、旧过。低适宜区:主要分布在云南盈江、永德、思茅、屏边等一线;广东阳春、海丰、陆河等地^[7]。从图 3 看出,目前中国橡胶种植区主要分布在高适宜区、中适宜区,而低适宜区种植的量非常少。因此,本研究着重分析高适宜区、中适宜区橡胶的产胶潜力现状。

2.3 不同气候适宜区橡胶产胶潜力分布

根据 2000—2015 年橡胶年产胶潜力遥感数据集,统计 2000—2015 年 16a 橡胶产胶潜力平均值,根据橡胶树种植气候适宜性区分布,利用 ArcGIS 10.1 提取橡胶高气候适宜区产胶潜力分布,高气候适宜区产胶潜力的平均值为 $103.25\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$;中气候适宜区橡胶潜力的平均值为 $99.92\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ (图 4)。

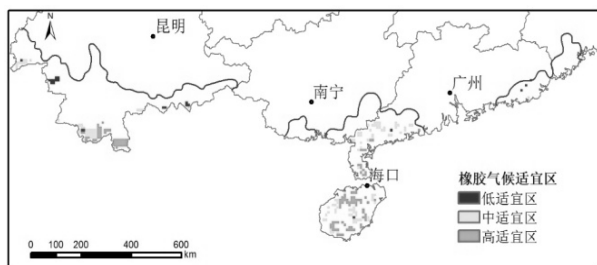


图 3 橡胶树种植气候适宜性区

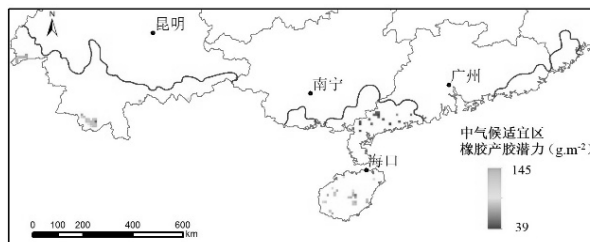
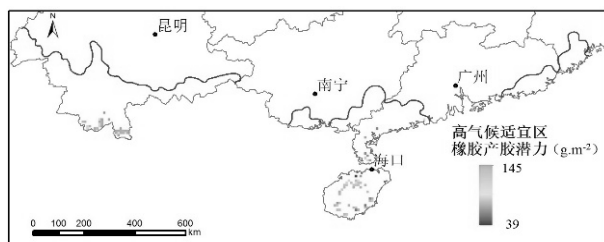


图 4 2000—2015 年不同气候适宜区橡胶年平均产胶潜力分布

2.4 不同适宜区不同高程情况下橡胶产胶潜力分布

根据橡胶种植区高程分布图 5 和图 3 橡胶树种植气候适宜性区划,利用 ArcGIS 10.1 中 con 函数功能,提取不同适宜区和不同高程条件下,橡胶产胶潜力的差异。高适宜区:当高程小于 500m,橡胶产胶潜力最大值为 $130.38\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$,最小值为 $39.24\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$,平均值为 $87.18\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$;当高程在 500~800m 之间,橡胶产胶潜

力最大值为 $137.09\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$,最小值为 $90.1\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$,平均值为 $126.59\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ 。中适宜区:当高程小于 500m,橡胶产胶潜力最大值为 $127.33\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$,最小值为 $50.91\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$,平均值为 $75.13\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$;当高程在 500~800m 之间,橡胶产胶潜力最大值为 $127.35\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$,最小值为 $99.58\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$,平均值为 $117.35\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ 。可以看出,在高程 500~800m 的气候高适宜区、中适宜区,橡胶年平均产胶潜力均优于 500m 以下区域。

3 结论与讨论

3.1 结论

本研究基于卫星遥感数据和橡胶树种植气候适宜性区划的研究成果,分析了不同气候适宜区橡胶产胶潜力的分布特征:

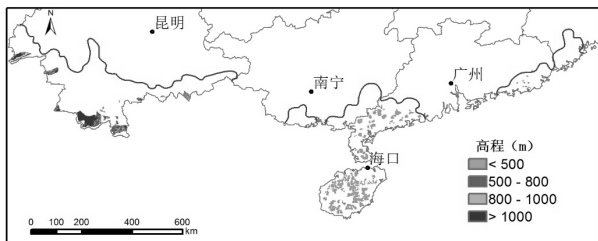


图 5 橡胶种植区高程分布

(1) 针对中国橡胶主产区 2000–2015 年 16a 橡胶产胶潜力平均值而言,中气候适宜区橡胶产胶能力整体低于高气候适宜区,高适宜区橡胶产胶能力比中气候适宜区平均值高 $3.33\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ 。空间分布上,云南橡胶年产胶潜力较高,其次为海南,最低为广东。

(2) 在气候高适宜区和中适宜区,均存在海拔高度不超过 1000m 情况下,橡胶的产量随着海拔升高而提高,在高程 500~800m 区域橡胶树产胶潜力优于 500m 以下区域。

3.2 讨论

根据高、中气候适宜区橡胶树在不同高程上的产胶潜力的差异分析,橡胶树在高程 500~800m 区域橡胶产胶潜力优于 500m 以下区域。这说明在一定的海拔范围内,随着海拔梯度的升高,橡胶的产量会提高,这与前人的研究结论一致^[13–15]。主要原因可能是随着橡胶品种的改良,在气候适宜区,橡胶树具备较高的产量水平和抗逆能力。在高程 500~800m 区域,随着海拔梯度的升高,光照强度增加,橡胶树将更多的碳分配到叶和茎内,有效捕获光能能提高橡胶树本身生长速率,同时将足够的碳分配到根部,从而提高橡胶产量^[13]。当然,目前的橡胶种植线一般不能超过海拔 1000m,因为高海拔区域存在热量不足,会从一定程度上影响橡胶树的生长和产胶潜力。橡胶树产胶潜力的高低受多种因素的影响,既有气候原因,也有橡胶树品种、树龄、管理等方面的原因。本研究仅从宏观上反映了近 16a 中国橡胶树产胶潜力的空间差异,并结合气候适宜性区划成果,从橡胶气候适宜性的角度简要分析了高、中气候适宜区橡胶产胶能力的差异。因此,可以根据研究结果有针对性地开展不同区域橡胶产胶潜力的提升工作。

参考文献:

- [1] 李国尧,王权宝,李玉英,等.橡胶树产胶量影响因素[J].生态学杂志,2014,33(2):510–517.
- [2] 安锋,林位夫,王纪坤.我国巴西橡胶树种植业前景展望[J].中国热带农业,2017(6):6–9.
- [3] 中国农林作物气候区划协作组.中国农林作物气候区划[M].北京:气象出版社,1987:205.
- [4] 齐福佳,邱彭华,吴晓涛,等.基于 GIS 的临高县橡胶种植土地适宜性评价[J].林业资源管理,2014(1):114–119.
- [5] Adzemi M A, Mustika E A, Ahmad F A. Evaluation of climate suitability for rubber (*Hevea brasiliensis*) cultivation in Peninsular Malaysia [J]. Journal of Environmental Science and Engineering, 2013(A2): 293–298.
- [6] 张莉莉.基于 GIS 的海南岛橡胶种植适宜性区划[D].海口:海南大学,2012.
- [7] 刘少军,周广胜,房世波.中国橡胶树种植气候适宜性区划[J].中国农业科学,2015,48(12):2335–2345.
- [8] 张源源,吴志祥,王祥军,等.气象因子与不同产胶特性橡胶树品系早期产量的相关性分析[J].南方农业学报,2017,48(8):1427–1433.
- [9] Rao P S, Saraswathyamma C K, Sethuraj M R. Studies on the relationship between yield and meteorological parameters of para rubber tree [J]. Agricultural and Forest Meteorology, 1998,90(3):235–245.
- [10] Golbon R, Ogutu J, Cotter M, et al. Rubber yield prediction by meteorological conditions using mixed models and multi-model inference techniques [J]. International Journal of Biometeorology, 2015,59(12):1747–1759.
- [11] Yu H, Hammond J, Ling S, et al. Greater diurnal temperature difference, an overlooked but important climatic driver of rubber yield [J]. Industrial Crops Products, 2014(62):14–21.
- [12] 张利才,洪群艳,李志.西双版纳基于气象因子的橡胶产量预报模型[J].热带农业科技,2016,39(3):9–13.
- [13] 田耀华,周会平,罗虎,等.海拔梯度对橡胶树生理特性及产量的影响[J].热带作物学报,2018,39(4):623–629.
- [14] Canham C D. Growth and architecture of shade-tolerant trees: response to canopy gaps [J]. Ecology, 1988,70(9):1634–1638.
- [15] Wilson J B. A review of evidence on the control of shoot: root ratio, in relation to model [J]. Annals of Botany, 1988,61(2):433–449.
- [16] 李海亮,罗微,李世池,等.基于遥感信息和净初级生产力的天然橡胶估产模型[J].自然资源学报,2012,27(9):1610–1621.
- [17] 李海亮,罗微,李世池,等.基于净初级生产力的海南天然橡胶产胶潜力研究[J].资源科学,2012,34(2):337–344.
- [18] 刘少军,张京红,李伟光,等.中国橡胶树主产区产胶能力分布特征研究[J].西北林学院学报,2018,33(3):137–143.
- [19] 刘少军,佟金鹤,张京红,等.基于气候数据的橡胶树产胶能力评估模型[J].中国农业气象,2020,41(2):113–120.
- [20] Yang X, Blagodatsky S, Marohn C, et al. Climbing the mountain fast but smart: Modelling rubber tree growth and latex yield under climate change [J]. Forest Ecology and Management, 2019(439):55–69.

Research on the potential of rubber production in different climate suitable areas

Liu Shaojun, Zhang Jinghong, Li Weiguang, Chen Xiaomin, Tong Jinhe

(Hainan Institute of Meteorological Sciences/Key Laboratory of Nanhai Meteorological Disaster Prevention
and Mitigation of Hainan Province, Haikou Hainan 570203)

Abstract: Based on MODIS NPP remote sensing data from 2000 to 2015, the annual rubber production potential of China's main rubber production areas was obtained by using the rubber production potential model. Using the research results of climatic suitability zoning for rubber tree planting, the distribution of rubber climatic suitable areas in the main rubber production areas in China was obtained. On this basis, the differences in rubber production potential in different climate suitable areas and the differences in rubber production capacity at different elevations were analyzed. The results showed that (1) among the main rubber producing areas in China, Yunnan had the highest potential for rubber production, followed by Hainan, and Guangdong was the lowest. In the past ten years, except for the slight decrease in rubber production potential of Yunnan rubber, Hainan and Guangdong both showed an increasing trend. (2) The average value of rubber production potential in high-level and medium-level climate suitable areas were $103.25\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ and $99.92\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$, respectively. (3) In the high-level and middle-level climate suitable areas, the rubber annual production potential of the area with the altitude of 500–800 m was higher than that of the area below 500 m.

Key words: rubber; climate suitable area; climate potential productivity; impact