

doi:10.11937/bfyy.20172148

库尔勒香梨经济林生物量与 碳储量及空间分布

罗 磊, 王 蕾, 刘 鹏, 杨 艺 渊, 高 亚 琪

(新疆林业科学院 现代林业研究所, 新疆 乌鲁木齐 830063)

摘 要:以 2015 年库尔勒市森林资源二类调查数据,提取的库尔勒分布面积最大的库尔勒香梨经济林生态系统为研究对象,采用平均生物量法测算了库尔勒香梨的生物量和碳储量,研究了库尔勒香梨经济林种植对当地碳储量的影响,以期对新疆人工林森林碳储量进行分析。结果表明:库尔勒市经济林生态系统碳密度不高,固碳潜力大。2015 年库尔勒香梨生物量和碳储量分别为 53.94 万 t 和 26.97 万 t,库尔勒香梨碳储量占经济林总碳储量的 92.25%;在空间分布上,阿瓦提乡的库尔勒香梨经济林生物量和碳储量最高,分别为 11.88 万 t 和 5.94 万 t,经济牧场库尔勒香梨经济林生物量和碳储量最低,分别为 0.04 万 t 和 0.02 万 t。

关键词:碳储量;生物量;库尔勒香梨

中图分类号:S 661.201 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)24-0144-05

我国是世界上经济林面积最大的国家,同时也是 CO₂ 排放量巨大的发展中国家,发展碳增汇项目实现碳减排迫在眉睫,故加大对兼具生态效益和经济效益的经济林生态圈的研究刻不容缓。据近年资料显示,气候变化带来的诸如城市雾霾、内涝、光化学污染、酸雨等气象灾害对我国生态环境和城市发展产生的阻碍越来越大,因此充分认识经济林能有效防止土地沙化,减缓温室效应并能创造社会效益的功能,有效优化经济林产业结构,提高林分质量,增强经济林固碳能力被认为是目前减缓全球变化的一种双赢的选择。进而制定相应的对策,对于保护人类生存环境、指导经

济林产业的发展具有非常重要的现实意义。

森林和经济林生态系统在全球碳循环及碳蓄积过程中均起着重要的作用。目前,我国对于森林碳储量已经展开了大量的研究,而对于经济林生态系统,较多的研究仅探讨土壤碳储量^[1-5],从生态系统角度(包括植被和土壤)研究经济林碳储量的文献也相对较少^[6-9]。并且,对于经济林碳储量的相关研究(无论从土壤碳储量角度还是从生态系统角度),主要是研究苹果园和柑橘园这 2 种类型的果园,对于其它类型的经济林涉及较少。

新疆地处干旱区,碳储量含量低,然而新疆经济林种植面积持续连年增长,是新疆碳储量的主要贡献者,但针对新疆经济林的碳储量研究甚少^[10-11]。现针对新疆经济林提出了经济林的碳储量估算方法,为研究干旱区经济林的碳增汇提供途径,选取南疆巴州地区库尔勒市林果种植区库尔勒香梨林为研究对象,计算库尔勒香梨的碳储量,为新疆经济林碳储量研究提出定量研究方法,为干旱区经济林固碳研究提供可行的操作手段。

第一作者简介:罗磊(1981-),女,硕士,助理研究员,现主要从事景观生态与 3S 应用及森林生态评估等研究工作。E-mail:luolei_412@qq.com

责任作者:高亚琪(1961-),男,硕士,正高级工程师,现主要从事 3S 及干旱区土地退化研究及应用等工作。E-mail:gyq611003@qq.com

基金项目:林业发展补助基金资助项目(S2012354)。

收稿日期:2017-07-18

1 材料与方法

1.1 试验地概况

库尔勒市位于新疆腹心地带,天山南麓,塔里木盆地东北缘。东经 $85^{\circ}12' \sim 86^{\circ}27'$,北纬 $41^{\circ}14' \sim 42^{\circ}14'$ 。库尔勒市地势地貌特征明显,北依天山山脉的霍拉山和库鲁克山,南濒塔里木盆地。以博斯腾湖为水源的孔雀河穿山脉蜿蜒纵贯全境。总的地势北高南低,最高海拔 2 700 m,向东逐渐过渡到 1 300 m。

库尔勒市属典型暖温带大陆性干旱气候,气候特征为光照充足,热量丰富,降水稀少,蒸发强烈、空气干燥、大风较多、无霜期长,昼夜温差大。年平均气温 11.4°C ,年平均日照时数 2 800 ~ 2 900 h,太阳总辐射 $143 \sim 152 \text{ kcal} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。库尔勒市降水量少,主要集中在 5—9 月,历年平均降水量 30.5 mm。冬季基本无降雪,最大积雪深度 8 cm。年平均蒸发量 2 598.2 mm,降水量与蒸发量之比 1 : 85,年最大蒸发量 1 200 ~ 1 450 mm,年平均相对湿度 45%。历年平均无霜期 174 d,初霜期在 10 月下旬,终霜期在 3 月初。

1.2 试验材料

该研究所采用的数据为 2015 年库尔勒市森林资源二类调查的更新数据;碳储量是经济林地上部的生物量及碳储量,不包括林下土壤、枯枝落叶层部分碳储量。主要研究经济林植被类型为库尔勒香梨。

1.3 试验方法

经济林植被碳储量时间、空间分布与分类均采用 ArcGIS 10.3 软件进行处理。以乡镇和林场为计算单元,分类统计和计算,分别求出每个乡镇

的经济林生物量和碳储量,最后把所统计的乡镇和林场的碳储量分类相加,分别得到县、区和全市库尔勒香梨植被生物量和碳储量。

经济林的平均生物量为 $23.7 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$,假设林下层简单,计算时忽略不计。 $B_{\text{总}} = 23.7S$ 。式中: $B_{\text{总}}$ 为经济林总生物量(t), S 为森林面积(hm^2)。经济林生物量计算参照方精云等^[12]的计算结果。林分碳储量计算公式: $C = B \times C_c$ 。式中: C 为林分碳储量(t); B 为林分生物量; C_c 为树种含碳系数。林分碳密度计算公式: $P_c = C/S$ 。式中: P_c 为林分碳密度($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$); C 为林分碳储量(t); S 为林分面积(hm^2)。

有关文献^[13-14]所用的含碳率为 0.45 或 0.50,而马钦彦等^[15]的研究结果表明,我国乔木树种平均含碳率均大于 0.45,而阔叶树的平均含碳率大多小于 0.50,针叶树的平均含碳率大部分大于等于 0.50,所以用 0.50 作为含碳率要优于 0.45。故该研究中经济林采用平均含碳率 0.50^[16]。

2 结果与分析

2.1 库尔勒香梨经济林总生物量和总碳储量

从表 1 可以看出,经济林总生物量与总碳储量分别为 58.47 万 t 和 29.24 万 t,库尔勒市经济林单位面积植被生物量 $21.86 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。库尔勒香梨林所占比例最大为 92.25%,其它经济林合计比例为 7.75%,其中红枣所占比例最大,库尔勒香梨的碳储量是其它经济林碳储量的 11.90 倍,是仅次其后红枣碳储量的 12.96 倍,说明库尔勒市是以发展库尔勒香梨为主要经济林品种,这也印证了库尔勒市的独特地域优势。

表 1

库尔勒市经济林植被的生物量与碳储量

Table 1

Biomass and carbon storage of economic forest in Kuerle city

| 经济林种类 | 生物量 | 碳储量 | 占经济林总碳储量比例 |
|-----------------------------|-------------|--------------------|---|
| Type of economic forest | Biomass/万 t | Carbon storage/万 t | Ratio of carbon storage of economic forests/% |
| 库尔勒香梨 Korla fragrant pear | 53.94 | 26.97 | 92.25 |
| 其它经济林 Other economic forest | 4.53 | 2.27 | 7.75 |
| 合计 Total | 58.47 | 29.24 | 100.00 |

2.2 不同行政区库尔勒香梨经济林生物量和碳储量

由表 2 可知,由于库尔勒市各行政区的库尔

勒香梨分布极不均衡,经济林生物量与碳储量在各行政区的分布差异较大,生物量的变动幅度为 0.04 万 ~ 11.88 万 t,碳储量的变动幅度为

0.02万~5.94万t。阿瓦提乡的经济林碳储量在全市总量中占的比例最大为22.02%，其次为哈拉玉宫乡经济林碳储量在全市总量中占15.42%，阿瓦提乡的碳储量是哈拉玉宫乡碳储量的1.43倍；经济牧场经济林最少，占全市碳储量的0.08%。

表2 库尔勒市各行政区库尔勒香梨
碳储量和碳密度

Table 2 Biomass and carbon storage of
Korla fragrant pear of each district in Kuerle city

| 乡镇 Town | 生物量 Biomass /万t | 碳储量 Carbon storage /万t | 占香梨总碳储量比例 Total carbon ratio of fragrant pear/% |
|------------|-----------------------|------------------------------|---|
| 上户镇 | 5.66 | 2.83 | 10.50 |
| 铁克其乡 | 0.98 | 0.49 | 1.81 |
| 恰尔巴格乡 | 1.27 | 0.63 | 2.35 |
| 英下乡 | 1.87 | 0.93 | 3.46 |
| 兰干乡 | 2.79 | 1.39 | 5.17 |
| 和什力克乡 | 5.84 | 2.92 | 10.83 |
| 哈拉玉宫乡 | 8.32 | 4.16 | 15.42 |
| 阿瓦提乡 | 11.88 | 5.94 | 22.02 |
| 托布力其乡 | 7.46 | 3.73 | 13.83 |
| 普惠乡 | 0.62 | 0.31 | 1.14 |
| 库尔楚园艺场 | 3.41 | 1.70 | 6.32 |
| 包头湖农场 | 1.74 | 0.87 | 3.23 |
| 普惠农场 | 0.72 | 0.36 | 1.33 |
| 普惠牧场 | 0.16 | 0.08 | 0.30 |
| 经济牧场 | 0.04 | 0.02 | 0.08 |
| 西尼尔镇 | 1.19 | 0.60 | 2.21 |
| 合计 | 53.94 | 26.97 | 100.00 |

2.3 不同生产期库尔勒香梨经济林生物量和碳储量

由表3可知，库尔勒香梨盛产期的生物量和碳储量最大，占库尔勒香梨生物量的71.02%，占库尔勒香梨碳储量的71.00%，生物量和碳储量分别是产前期的6.57倍和6.56倍，均是初产期的6.63倍，均是衰产期的9.53倍。衰产期的生物量和碳储量最低，分别占库尔勒香梨生物量和碳储量的0.07%。

3 讨论

经济林生态系统是森林生态系统中一个复杂的子系统，与大气圈、土壤圈、水圈等圈层相互作用，同时受到人类活动的影响，故研究所涉及的因

表3 库尔勒香梨各生产期生物量和碳储量

Table 3 Biomass and carbon storage of

Korla fragrant pear of each production period 万t

| 项目 Item | 产前期 Prenatal period (<5年) | 初产期 Primiparous period (6~8年) | 盛产期 Rich period (9~20年) | 衰产期 Decay period (>20年) |
|-----------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| 生物量 Biomass | 5.83 | 5.78 | 38.31 | 4.02 |
| 碳储量 Carbon storage | 2.92 | 2.89 | 19.15 | 2.01 |

子繁多复杂，现有的研究手段存在诸多瓶颈。因为研究数据的缺乏及研究时间和研究能力的限制，对经济林生态系统的相关物理量及对外响应研究还不够深入，有待进一步研究。

1)经济林生态系统的碳储量估算忽略了根、枝、叶、果实、土壤及林下凋落物部分的碳储量估算，故经济林生态系统的碳储量结果与实际情况存在偏差在所难免。

2)由于受到资料的限制，研究仅对新疆库尔勒市库尔勒香梨经济林碳储量进行测算及相关研究，未加入其它类别果林及非人工种植区的野果林进行整体碳储量估算，在后续的工作中，还需进一步对新疆经济林的碳储量进行全面的估算。

3)新疆国土资源占全国国土资源的1/6，而人力资源有限。因此，结合遥感和GIS技术，快速、准确获取不同时间分辨率和空间分辨率的经济林分布状况，结合气候及地貌共同作用分析，可合理规划经济林种植区，实现因地制宜种植，集中高产品，提升森林质量及碳汇能力。为充分发挥新疆经济林生态系统的碳汇功能，提高其固碳潜力，有必要提高现有经济林的经济价值和生态价值，通过采取混交补植等改造措施，以及减少人为活动干扰，形成多层次群落结构、高固碳效率的经济林生态系统。

4 结论

该研究结果表明，库尔勒香梨生物量和碳储量是库尔勒市经济林生物量和碳储量的主体。全市经济林总生物量58.47万t，总碳储量29.24万t，其中库尔勒香梨生态系统生物量和碳

储量分别为 53.94 万 t 和 26.97 万 t, 库尔勒香梨的碳储量占库尔勒市经济林总碳储量的 92.25%。

库尔勒香梨经济林碳储量的空间分布不均衡。阿瓦提乡的经济林碳储量为 5.94 万 t, 在全市总量中占的比例最大为 22.02%, 其次为哈拉玉宫乡经济林碳储量为 4.16 万 t, 在全市总量中占 15.42%; 经济牧场经济林最少, 碳储量 0.02 万 t, 占全市库尔勒香梨的 0.08%。阿瓦提乡和哈拉玉宫乡位于库尔勒市北部农区, 具有种植经济林的优势, 而经济牧场处于库尔勒市南部, 靠近荒漠区, 生长大片天然林, 经济林种植较少。

库尔勒香梨经济林碳储量的时间分布不均衡。库尔勒香梨盛产期的生物量和碳储量最大, 分别为 38.31 万 t 和 19.15 万 t。衰产期的生物量和碳储量最低, 分别为 4.02 万 t 和 2.01 万 t, 盛产期和衰产期的生物量和碳储量相差达到 9.53 倍。

参考文献

- [1] WANG S Q, LIU J Y, YU G R, et al. Effects of land use change on the storage of soil organic carbon: A case study of the Qianyanzhou Forest Experimental Station in China[J]. *Climatic Change*, 2004, 67: 247-255.
- [2] YANG Y S, XIE J S, SHENG H, et al. The impact of land use/cover change on storage and quality of soil organic carbon in midsubtropical mountainous area of southern China[J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2009, 19: 49-57.
- [3] WANG Y F, FU B J, LYU Y H, et al. Local-scale spatial variability of soil organic carbon and its stock in the hilly area of the

Loess Plateau, China[J]. *Quaternary Research*, 2010, 73: 70-76.

- [4] WANG Y F, FU B J, LYU Y H, et al. Effects of vegetation restoration on soil organic carbon sequestration at multiple scales in semi-arid Loess Plateau, China[J]. *Catena*, 2011, 85: 58-66.
- [5] ZHANG C, LIU G, XUE S, et al. Soil organic carbon and total nitrogen storage as affected by land use in a small watershed of the Loess Plateau, China[J]. *European Journal of Soil Biology*, 2013, 54: 16-24.
- [6] 吴志丹, 王义祥, 翁伯琦, 等. 福州地区 7 年生柑橘果园生态系统的碳氮储量[J]. *福建农林大学学报(自然科学版)*, 2008, 37(3): 316-319.
- [7] 林清山, 洪伟, 吴承祯, 等. 永春县柑橘林生态系统的碳储量及其动态变化[J]. *生态学报*, 2010(2): 309-316.
- [8] 郭雪艳, 蔡婷, 段秀文, 等. 上海主要经果林生态系统碳储量及其分布格局[J]. *生态学杂志*, 2013, 32(11): 2881-2885.
- [9] 吴晓莲, 程珏晴, 罗友进, 等. 重庆三峡库区柑橘果园系统碳储量及碳汇潜能研究[J]. *西南农业学报*, 2014, 24(2): 693-698.
- [10] 赵建萍. 基于气候变化的特色果园碳储量估算研究: 新疆特色林果为例[D]. 南京: 南京信息工程大学, 2015.
- [11] 刘维佳, 李疆, 时坤, 等. 不同树龄库尔勒香梨园土壤有机碳储量及其对树体生长的影响[J]. *新疆农业科学*, 2012, 49(2): 209-215.
- [12] 方精云, 刘国华, 徐篙龄. 我国森林植被的生物量和净生产量[J]. *生态学报*, 1996, 16(5): 497-508.
- [13] 王效科, 冯宗炜, 欧阳志云. 中国森林生态系统的植物碳储量和碳密度研究[J]. *应用生态学报*, 2001, 12(1): 13-16.
- [14] 赵敏, 周广胜. 中国森林生态系统的植物碳贮量及其影响因素分析[J]. *地理科学*, 2004, 24(1): 50-54.
- [15] 马钦彦, 陈遐林, 王娟, 等. 华北主要森林类型建群种的含碳率分析[J]. *北京林业大学学报*, 2002, 24(56): 96-100.
- [16] 樊登星, 余新晓, 岳永杰, 等. 北京市森林碳储量及其动态变化[J]. *北京林业大学学报*, 2008, 30(增刊 2): 117-120.

Biomass and Carbon Storage and Their Spatial Distribution of Economic Forest With Korla Fragrant Pear

LUO Lei, WANG Lei, LIU Peng, YANG Yiyuan, GAO Yaqi

(Institute of Modern Forestry, Xinjiang Academy of Forestry Science, Urumuqi, Xinjiang 830063)

Abstract: The biomass and carbon storage of Korla fragrant pear were calculated based on the Korla fragrant pear economic forest ecosystem with the largest Korla fragrant pear distribution area. The biomass and carbon storage of Korla fragrant pear were estimated by mean biomass method. The results showed that the carbon density of economic forest ecosystem was low and the potential of carbon sequestration was high in Kuerle city. In 2015, Korla fragrant pear biomass and carbon storage were 53.94×10^4 t and 26.97×10^4 t, respectively, and Korla fragrant pear storage accounted for 92.25% of total carbon storage. In the spatial distribution, the biomass and carbon storage of Korla

doi:10.11937/bfyy.20172254

不同 NDVI 年值提取方法对秦岭山地 植被变化及其气候响应的影响

王 涛^{1,2,3}, 田 阳⁴, 相 如²

(1. 西北大学 城市与环境学院, 陕西 西安 710127; 2. 西安科技大学 测绘科学与技术学院, 陕西 西安 710054;
3. 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室, 中国科学院 水利部水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100;
4. 重庆市綦江区横山镇人民政府, 重庆 401460)

摘 要:基于 2000—2014 年秦岭山地 MODIS NDVI 影像、气温和降水数据, 分别利用平均值法(AVM)、最大值合成法(MVC)、平均-最大值合成法(AMVC)、时序重建方法(RAVM)获取 NDVI 年值, 分析了不同方法下 NDVI 时空变化过程与趋势, 及其与气温、降水的相关性, 以期对秦岭山地植被动态变化及其气候响应准确评估提供方法基础。结果表明:RAVM 获取的 NDVI 年值效果较好, 平均值居中, 线性变化趋势极显著。其次为 AMVC、MVC 和 AVM 法获取的 NDVI 年值偏高和偏低。山地植被动态监测中, 植被退化是关注的热点问题, AMVC 方法计算得到的秦岭山地 NDVI 线性减少趋势分布面积最大, 其次为 MVC、RAVM、AVM 方法。不同 NDVI 年值提取方法下, NDVI 与气温的相关性具有一定的差异。如相关系数空间分散分布(MVC 和 RAVM)和相对集中分布(AVM 和 AMVC), NDVI 与气温的正相关为主(AVM 和 RAVM)和负相关为主(MVC 和 AMVC)。但 4 种不同方法下 NDVI 与降水的相关性均以正相关为主, 表明不同方法表现植被与降水关系具有一致性, 而植被与气温的关系不稳定。

关键词:MODIS NDVI; MVC; 气温; 降水; 秦岭山地

中图分类号:P 463.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)24-0148-08

全球环境变化尤其是气候变化是国内外学者关注的热点问题^[1-2], 其中气候变化引起的水、热

第一作者简介:王涛(1984-), 男, 河南汤阴人, 博士, 讲师, 现主要从事区域环境变化等研究工作。E-mail: wht432@163.com.

基金项目:国家林业公益性行业科研专项资助项目(201304309); 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室开放基金资助项目(A314021402-1616); 陕西省大学生创新创业训练计划资助项目(201710704072)。

收稿日期:2017-08-01

条件变化, 如极端降水频率增加、气温升高等问题对陆地植被生态系统产生了重要影响, 受到广泛关注^[3-5]。秦岭山地由于高差较大, 山地植被生态系统垂直地带性显著, 是陆地生态系统中对气候变化响应较为敏感的区域之一^[6-7]。对秦岭山地植被变化及其气候响应研究具有重要的理论与现实意义。

随着遥感技术的发展, 利用遥感影像获取的归一化植被指数(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)成为研究陆地植被生态系统的

fragrant pear economic forest in Awati township had the highest storage which were 11.88×10^4 t and 5.94×10^4 t, respectively. The economic biomass and carbon storage of Korla fragrant pear economic forest in the economic pasture had the lowest storage, which were 0.04×10^4 t and 0.02×10^4 t, respectively.

Keywords: carbon storage; biomass; Korla fragrant pear