

金莲花产量调查及其与环境因子的关系研究

李永宁^{1,2}, 程 旭³, 黄选瑞², 龙在海³

(1. 北京林业大学 林学院, 北京 100083; 2. 河北农业大学 林学院, 河北 保定 071000; 3. 河北省木兰围场国有林场管理局, 河北 承德 068450)

摘 要:金莲花是一种重要的非木质野生药用植物资源,其资源产量及产量与环境因子的关系研究,对于合理利用、保护金莲花资源具有重要意义。以桃山林场金莲花为研究对象,通过 GPS 与 GIS 技术获得资源分布图与面积,采用对一级单位分层的二阶抽样方法调查单位面积产量与总产量;并通过逐步回归确定影响金莲花产量的光照与土壤因子。结果表明:不同生境类型的金莲花面积与平均单位面积产量差异较大,其中,沼泽草甸面积最大(48.185 hm²),荒坡面积最小(1.952 hm²);荒坡平均单位面积产量最大(7.502 kg·hm⁻²),林下最小(1.518 kg·hm⁻²);总体单位面积产量为 5.530 kg·hm⁻²,研究区域的金莲花总产量为 434.543 kg。影响金莲花产量的环境因子主要为直射率、土壤含水量与容重,且土壤浅层(0~10 cm)比深层(10~20 cm)影响显著。

关键词:金莲花; 抽样调查; 产量; GPS; GIS; 环境因子

中图分类号:S759.89 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2012)02-0075-04

Studies on Surveying Yield of *Trollius chinensis* and Relationship between Yield and Environmental Factors

LI Yong-ning^{1,2}, CHNEG Xu³, HUANG Xuan-rui², LONG Zai-hai³

(1. College of Forestry, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. College of Forestry, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000, China; 3. Mulan National Forest Farm, Management Bureau, Chengde, Hebei 068450, China)

Abstract: *Trollius chinensis* is an important non-wood wild medicinal plant resource. Surveying on yield and relationship with environmental factors are significant to its rational utilization and protection. Taking Taoshan Forest Farm as research target, resource map and distribution of *T. chinensis* within the farm were obtained by GPS and GIS. Yield per unit area and total yield were surveyed by two-stage sampling stratified by first class unit. Light and soil factors which affect the yield were determined. The results showed that the area and average yield of per unit area were different among the populations growing in different habitats, from which the area of marsh meadow type was the highest, 48.185 hm², forest waste land was the lowest, 1.952 hm². Average yield of per unit area of forest waste land was the highest, 7.502 kg·hm⁻², forest land was the lowest, 1.518 kg·hm⁻². The general yield per unit area was 5.530 kg·hm⁻², and the total yield was 434.543 kg. The main environmental factors were DSF(direct site factor), soil water content and bulk density, and shallow soil(0—10 cm) exhibited more significant impacts than deep soil(10—20 cm).

Key words: *Trollius chinensis*; sampling survey; yield; GPS; GIS; environmental factor

金莲花(*Trollius chinensis*)为毛茛科金莲花属(*Trollius*)植物,是一种重要的非木质植物资源,主要利用部位为花朵,可入药或制茶。金莲花喜光稍

耐荫,分布于海拔 1 000~2 200 m,水分充足、光照条件好的地区。金莲花在河北、山西、内蒙和东北等地区均有分布,其中以河北省承德地区所产的药材

质量最佳^[1]。近些年,由于大量采摘,金莲花资源不断减少,面临资源枯竭的危险^[2-4],其生境也由于旅游、开荒、放牧等遭到严重破坏。目前,金莲花的研究主要集中在化学成分、药理作用、临床应用、制剂工艺^[5-9]与栽培利用^[2]、遗传多样性^[4]、组织培养^[10]等方面。对其资源产量及其与环境因子关系的进行了研究,为金莲花的合理利用和资源保护提供理论参考。

1 研究区域概况

研究区设在河北省承德市木兰围场国有林场管理局桃山林场。桃山林场位于围场县西部,属于燕山山脉余脉。平均海拔 1 250 m,土壤多为黑色棕壤土和沙壤土,在辖区内有城子、御道口、老窝铺 3 个乡,地理坐标为 116°21′~118°14′E、41°35′~42°40′N。属半干旱向半湿润、暖温带向寒温带过渡的大陆性季风型高原山地气候,冬春寒冷干燥多风,夏季炎热少雨,无霜期 110 d,年均气温 3℃,年均降水量 450 mm,且主要集中在 7、8、9 月,年蒸发量 1 350 mm。桃山林场总经营面积 1.59 万 hm²,森林覆盖率 85.8%,金莲花主要分布在石人梁作业区的五道岔及其周边,其他地区有零星分布。近年来,由于过度采摘以及放牧、开荒等人为干扰,金莲花生境面积减少,产量也随之下降。

2 材料与方法

2008 年 7 月与 2009 年 7 月进行 2 次外业调查,分别用于金莲花的分布特征、产量调查方法研究与金莲花产量与环境因子的关系研究。

2.1 金莲花产量调查方法

2.1.1 抽样方法 采用对一级单位分层的二阶抽样法。首先在踏查与访问的基础上,确定了金莲花的基本生境类型,按照生境类型进行层的划分;然后通过 GPS 详细调查资源的分布范围与面积,在 GIS 软件 MapInfo9.0 中结合 1:50 000 地形图制作资源分布图,通过资源分布图在各层内进行一阶单元大小不等的二阶抽样。

2.1.2 境界与面积测量 中药资源种类和分布的调查多以传统方法完成^[11],空间信息技术的发展与不断完善为中药资源的调查提供了现代技术手段,金莲花分布与面积的调查采用 GPS 与 GIS 技术完成。在初步踏查确定样地位置与边界的基础上,通过 GPS 测定金莲花的边界与面积,通过数据线把航点与航迹导入到 MapSource 中,经过编辑、修改,把航迹输出为 dxf 格式,在 MapInfo 中通过“表”菜单下的“转入”命令转换为表文件,所有航迹汇总并编

辑修改形成金莲花的资源分布图。

GPS 的测量误差除来自系统的影响外,主要受地形与树冠的影响。在沼泽草甸与荒坡类型中 GPS 的定位精度较高;在林中空地与林下虽有树冠的遮挡,但由于林分密度较小,冠层稀疏,对 GPS 卫星信号的影响不大,能满足调查的需要。调查时要求接收到的卫星数>4,定位误差≤8 m,在林下与沟谷要求定位误差≤10 m,从而保证境界与面积测量的准确性,在部分不能满足测量要求的地段,采用偏移测量的方法。

2.1.3 样地设置与调查 所有样地按生境类型编制抽样框,在各层中进行随机抽样,调查样地共 64 个,抽取样地 26 个,抽样比为 41%。在抽取的地块中,按照系统抽样的方法设置 4 m×4 m 调查样方,共设置样方 296 个,抽样比为 1.2%。设置样方时,在沼泽草甸与林中空地类型中的金莲花分布受土壤湿度与光照的影响大,部分地区呈条带状分布,为避免周期性变动的影响,系统抽样时采用多随机起点进行抽样。金莲花的主要利用部位是花朵,产量是指金莲花的花朵干重。调查不同花期的花朵数、株数、株高,并采摘样品,保留花柄长 1 cm 左右;样品带回室内在烘箱中 45℃ 环境中烘 8 h^[12],最后经过计算得到金莲花各类型的单位面积产量与总产量。

2.2 金莲花与环境因子的关系

选择金莲花的典型生境设置了 4 条样线,按梯度变化各设置了 6 个样方,共 24 个样方。调查各样方的金莲花产量与土壤、光照等环境因子。

光照采用 HemiView 冠层分析仪测定,时间在傍晚太阳刚落山之后,拍摄半球影像时鱼眼镜头距地面高度 0.8 m,采集的冠层影像通过自带的软件进行处理得到各光照因子。本次研究采用的因子包括:总透光比(VisSky)、漫射率(ISF)、直射率(DSF)、总辐射率(GSF)、冠层下面的散射辐射(DifBe)、冠层下的总直接辐射(DirBe)、冠层下的总辐射(TotBe)、叶面积指数 LAI 共 8 个因子。

土壤水分通过环刀法测定。包括:土壤含水量、最大持水量、毛管持水量、最小持水量、非毛管空隙、总孔隙度、土壤容重等 7 个因子。根据金莲花的根系深度分浅层(0~10 cm)、深层(10~20 cm)2 层分别测定,进行 3 次重复。

数据通过 EXCEL 2003 进行整理,利用 SPSS 13.0 软件进行数据分析。

3 结果与分析

3.1 金莲花资源分布及其地形特征

经过调查,金莲花的生境类型划分为沼泽草甸、

林中空地、沟谷、荒坡、林下 5 种类型。通过 GPS 与 GIS 制作金莲花资源分布图,但由于金莲花资源调查范围大且分布稀疏,在较小比例尺的图上难以反映出来,因此绘制了典型金莲花生境的分布示意图(图 1)。

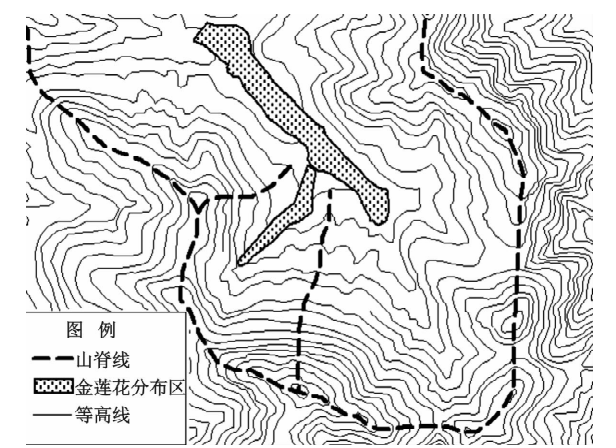


图 1 五道岔金莲花资源分布示意图

Fig.1 Resources sketch map of *T. chinensis* at Wudaocha

结合金莲花资源分布图与地形图在 MapInfo 中分析发现,虽然金莲花的生境类型不同,但对于不同尺度大小的金莲花样地来说,具有共同的地形特征:上部有大范围的汇水区而下部相对平坦、起伏较小,两侧有隆起的山脊或土坡,呈“簸箕”状,土壤湿度大,部分地区有积水或流水。

金莲花具有喜光、喜湿、怕涝的生物学特性。“簸箕”状的地形特征能汇集水分,保障了一定的土壤湿度条件,同时,较小的底面坡度又能避免长期大范围的积水。独特的地形特征能满足金莲花喜湿怕涝的特性。

3.2 金莲花产量调查

以金莲花生境类型与资源分布图进行二阶抽样,经数据计算与整理,得到不同生境类型的金莲花单位面积产量(表 1)。

表 1 金莲花产量汇总

Table 1 Summary of the yield of *T. chinensis* in different habitats

项目	沼泽草甸	林中空地	林下	荒坡	沟谷
单位面积					
最大值	11.305	6.227	4.175	12.418	9.456
最小值	3.579	1.820	1.404	4.375	1.042
/(kg·					
hm ⁻²)					
标准差	2.033	0.811	0.560	2.737	0.870
平均值	7.334	4.368	1.518	7.502	2.822
各类型面积/hm ²	48.185	6.774	18.447	1.952	3.266
总产量/kg	353.390	29.589	28.003	14.645	9.217

由表 1 可知,不同的生境类型,金莲花的单位面积产量不同,平均单位面积产量由大到小为荒坡>沼泽草甸>林中空地>沟谷>林下。

不同生境类型的金莲花总产量受单位面积产量与面积大小的影响,由大到小为沼泽草甸>林中空

地>林下>荒坡>沟谷。沼泽草甸的总产量最大,达到 353.390 kg,比其他类型高出 10 倍以上,主要是由于其单位面积产量大,而且是金莲花的主要生境类型,面积也最大。荒坡虽然平均单位面积产量大,但由于是撂荒或缺乏管理造成的,样地少且面积较小,故总产量较小。林中空地与林下金莲花的产量相近,林中空地的平均单位面积产量较大、面积较小,而林下金莲花的单位面积产量较小、面积较大。沟谷则是由于平均单位面积产量与面积均较小,故产量最低,仅为 9.217 kg。

不同生境类型的金莲花单位面积产量通过 SPSS 软件进行单因素方差分析表明,显著性概率为 0.038($P<0.05$),各类型均值有显著性差异。LSD 法进行多重比较结果表明,在 0.05 的水平上沼泽草甸、荒坡与林下有显著性差异,荒坡与林中空地有显著性差异。

采用了分层抽样结合二阶抽样的调查方法,经计算表明,总体的单位面积产量估计值为 5.530 kg·hm⁻²,可靠性为 95%时,估计区间为 4.147~6.913 kg·hm⁻²。总体产量的估计值为 434.543 kg,可靠性为 95%的估计区间为 325.873~543.213 kg。

金莲花的单位面积产量与总产量较低,主要有三方面原因,一是区域内主要地类为林地、耕地,金莲花生长所需生境对土壤湿度与光照要求严格,适宜生长范围较小;二是由于长期的放牧与开荒使金莲花生境遭到破坏,分布面积大幅度减少;三是非木质林产品利用的往往是植物的器官或部分,金莲花资源利用的是其花朵而不是整个植株,花朵小、重量轻,产量也较低。

3.3 金莲花产量与环境因子的关系

以金莲花产量为因变量,以所调查的光照与土壤的 15 个因子为自变量,并分别土壤浅层(编号 1)、深层(编号 2)与平均值(编号 3)进行逐步回归,变量入选概率为 0.05,剔除概率为 0.1(表 2)。

由表 2 可知,直射率、含水量、土壤容重对金莲花重量有显著影响,且从各自变量的显著性水平与标准化系数来说,含水量的影响最为显著,其次为直射率、土壤容重。土壤 0~10 cm、10~20 cm 与平均值 3 种逐步回归结果相比,土壤 0~10 cm 的模型 R² 与显著性水平均最好,且在利用土壤 10~20 cm 指标时,土壤容重没有入选回归方程。整体上浅层土壤对金莲花的产量有较大影响。分析原因,主要是由金莲花的生物学特性决定的。典型样地设置在林中空地生境中,金莲花喜光,其生长与开花均要满足一定程度的光照条件,而林中空地中有较好的光

照条件,能满足金莲花对光照的需要。但其地形是一个坡度在 10°左右、两侧有突出的小坡的“簸箕”状区域,从上面汇水区来的水分不易保存,土壤湿度较小,较强的光照会促进水分的蒸发,使金莲花产量与光照直射率呈负相关,直射率越大,金莲花产量就

越低。从土壤含水量对金莲花的影响来看,土壤含水量越大,金莲花的产量也越大,反映了金莲花喜湿的特性,同时,金莲花的根系分布较浅,土壤 0~10 cm 的含水量对金莲花的影响较为显著。

表 2 金莲花产量与环境因子的关系模型

Table 2 Relationship model between yield of *T. chinensis* and environmental factors

编号	关系模型	入选变量	R	调整 R ²	估计标准误	显著性水平
1	$Y = -17.677 - 14.188 x_1 + 19.807 x_2 + 21.414 x_3$	直射率(x_1) 0~10 cm 含水量(x_2) 0~10 cm 土壤容重(x_3)	0.765	0.522	2.310	0.000
2	$Y = 6.711 - 14.036 x_1 + 11.434 x_2$	直射率(x_1) 10~20 cm 含水量(x_2)	0.606	0.307	2.783	0.008
3	$Y = -15.847 - 13.748 x_1 + 19.718 x_2 + 19.457 x_3$	直射率(x_1) 含水量平均(x_2) 土壤容重平均(x_3)	0.734	0.470	2.434	0.001

3.4 不同生境下金莲花产量与环境因子的关系

不同生境类型的金莲花平均单位面积产量由大到小为荒坡>沼泽草甸>林中空地>沟谷>林下,可以从各生境的直射率与土壤含水量大小进行分析。荒坡与沼泽草甸的金莲花单位面积产量大,主要是由于这 2 种生境上部汇水区面积较大,土壤含水量大,而且没有地形的遮挡或乔木覆盖,光照较强,能同时满足金莲花生长所需的湿度与光照 2 个条件,金莲花密度大、生长好、产量高。但由于在沼泽草甸中部地区积水,超过了金莲花的耐受范围,使单位面积产量略低于荒坡。林中空地常为带状,汇水区面积小,南侧有高大的乔木蔽荫,土壤湿度大,但又能满足一定的光照条件,金莲花稀疏分布;而北侧由于光照较强,土壤湿度小,较为干旱,不适合金莲花的生长。在沟谷中土壤条件相对较易满足,但有侧方山体蔽荫,缺乏光照,且沟谷内碎石与其他灌木较多,影响了金莲花的生长。林下则是由于乔木的遮拦,光照不足,金莲花分布稀疏,单位面积产量较小。

由标准差反映的离散程度也符合同样的规律,由大到小依次为荒坡>沼泽草甸>林中空地>沟谷>林下(表 1)。究其原因,主要是由于荒坡与沼泽草甸的光照条件易于满足,但不同样地的土壤湿度相差较大,再加上放牧、开荒等人为干扰的影响,使得平均单位面积离散度高。而对于林中空地、沟谷与林下的金莲花样地来说,由于受光照与湿度的影响,金莲花分布稀疏,平均单位面积产量较小,且人为干扰较少,差异较小。

4 结论与讨论

金莲花的 5 种生境类型包括沼泽草甸、林中空地、林下、荒坡与沟谷,不同生境类型金莲花的分布

与生长差异较大。采用 GPS 进行野外资源调查,并结合 GIS 软件测定金莲花资源的面积,按照生境类型分层结合二阶抽样调查单位面积产量,进而确定金莲花资源产量的方法是可行的。

由于野生金莲花资源的基础信息较少,也缺少抽样所需要的总体特征数据,研究所采用的抽样调查方案是在访问调查与资源踏查后,综合了植被生物量调查、农产量调查,考虑到效率与费用之后确定的方案,在样地配置、产量测定等方面还有待于进一步完善。

通过金莲花产量与光照、土壤因子的逐步回归,得出影响金莲花产量的环境因子主要是直射率与土壤含水量,且土壤浅层比深层影响更为显著。目前,对于非木质资源与森林环境因子的关系研究还较少,仅见于人参^[13]等,但对于资源的野生化栽培、生境保护与资源管理却是不可或缺的。

金莲花是一种抢采性的准公共物品资源,无组织的掠夺性采摘给资源带来巨大破坏,也影响了样地设置与调查,甚至产量测定所需样品的采集也受到较大的干扰。资源的持续是森林可持续经营的基础,需要进一步研究其资源生产潜力、可持续收获量以及资源保护与管理措施。

参考文献:

[1] 白宇明. 中药材金莲花[J]. 中草药, 1994, 25(6): 291.
[2] 丁万隆, 陈震, 陈君, 等. 北京平原地区金莲花引种栽培研究[J]. 中草药, 2003, 34(10): 附 1-附 4.
DING W L, CHEN Z, CHEN J, *et al.* Studies on cultivating technology of *Trollius chinensis* in Beijing plain area[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2003, 34(10): a1-a4. (in Chinese)