

乌拉特地区不同群落草本生物量分析——以短花针茅为例

贾珂慧, 蓝登明*, 崔爱露 (内蒙古农业大学沙漠治理学院, 内蒙古呼和浩特 010010)

摘要 以乌拉特荒漠植被为研究对象, 通过查阅文献资料、野外调查、植物标本鉴定, 依照植物生态学知识, 运用统计学知识对乌拉特荒漠植被进行分析, 了解乌拉特地区的植被组成, 研究乌拉特不同群落对短花针茅草本生物量的影响。结果显示: ①乌拉特地区有野生灌木植物 51 种, 隶属于 11 科, 29 属; 野生草本植物 131 种, 隶属于 28 科, 79 属。②当群落中没有灌木出现时, 草本植物的根系就不需要大深入土壤汲取水分和养分。③同一地区的不同群落草本层片生物量随群落中的灌木生物量增加而减少, 随灌木高度增加而减少, 随灌木盖度增加而减少。研究表明, 乌拉特地区植物种类较少, 以旱生、超旱生植物为主, 植被生存环境差, 灌木对草本植物生物量影响显著。

关键词 荒漠植被; 生物量; 群落组成

中图分类号 S812 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2021)21-0082-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.21.020



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Analysis of Herbaceous Biomass of Different Communities in Urat Region—Taking *Stipa breviflora* as an Example

JIA Ke-hui, LAN Deng-ming, CUI Ai-lu (College of Desert Control Science and Engineering, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010010)

Abstract Taking Urat desert vegetation as the research object, through consulting literature, field investigation, plant specimen identification, according to the knowledge of plant ecology and using statistical knowledge, this paper analyzes the Urat desert vegetation, understands the vegetation composition in Urat region, and studies the impact of different communities in Urat on the herbaceous biomass of *Stipa breviflora*. The results showed that: ① there were 51 species of wild shrubs plants in Urat region, belonging to 11 families and 29 genera; there were 131 species of wild herbs, belonging to 79 genera and 28 families. ② When there were no shrubs present in the community, the roots of herbaceous plants do not need to go deep into the soil to absorb water and nutrients. ③ The herbaceous layer biomass of different communities in the same area decreased with the increase of shrub biomass, with the increase of shrub height and with the increase of shrub coverage. The results showed that there were few plant species in Urat region, mainly xerophytes and super-xerophytes, the vegetation living environment was poor, and shrubs had a significant impact on the biomass of herbaceous plants.

Key words Desert vegetation; Biomass; Community composition

生物量是植物的基本生物学特征和功能性状之一, 是反映生态系统结构和功能稳定性的重要指标; 物质和能量积累是生物量的基本体现^[1-2]。生物量作为一种生态表征, 可以用来分析植被生产能力, 还可以提供一些评价植物群落、种群构建特征的基础数据^[3]。生物量分配指植物生长发育过程中所需要的总资源分别分配给植物各器官积累资源的比例, 这是植物生殖与生存平衡自我分配的结果^[1]。

在荒漠草原中, 不同群落的丰富度、均匀度以及生物多样性指数变化趋势一致; 所有物种的地上部分种间作用和资源利用的程度基本相近, 生物多样性对物种的地上生物量起到了一定的抑制作用, 但不能抑制这些物种的地下生物量^[4], 植物地上生物量的变化趋势为单峰曲线, 每年的 7、8 月份是植被生物量最高的时候, 而每年的 10 月左右是单峰曲线的低值^[5]。同一物种的地上生物量与地下生物量呈现指数关系, 表明荒漠草原中的群落呈现异速生长的模式。一年生草本植物出芽时间较晚, 但其可以保持的生长期(4—8 月)较长, 是一类旱生植物类群。虽然荒漠中的一年生草本植物种类较少, 但在夏季到秋季的时候, 荒漠生态系统的稳定性还需要依靠一年生草本的较大密度来维持^[6]。在荒漠草原, 由于生长季节与年度间牧草产量的变化存在一定的不

平衡, 使得天然草场中草本的生物量极低, 不同地方的植物生物量存在较大差异, 这些差异与植物的地带性有显著关系^[7]。相关生长关系理论还认为, 在自然条件下, 生态系统中的种内和种间个体水平的地上生物量与地下生物量具有相同的分配速率及等速生长的特性, 且这种分配比例不随植物种类和环境而改变^[6]。

20 世纪 80 至 90 年代, 乌拉特荒漠草原生态环境尤为脆弱, 牧民们过度放牧, 导致草场严重退化, 使得草地生态系统的物种多样性持续降低, 该生态系统也受到了严重破坏, 人类的生存环境逐渐恶劣, 面临的生态风险也在不断加剧^[8]。该调查主要为了解乌拉特地区的植被组成, 调查我国荒漠珍稀濒危物种, 并对不同群落草本植被生物量进行分析, 以期为该地域植被保护与利用提供一定依据。

1 材料与方法

1.1 研究区自然概况 乌拉特地处内蒙古自治区西部阴山以北, 107°05′~109°54′E, 41°06′~41°16′N, 东与内蒙古包头市为邻, 西与内蒙古阿拉善盟毗连, 南临内蒙古乌海市、宁夏回族自治区, 隔黄河与内蒙古鄂尔多斯相望, 北与蒙古国交界。该地区位于内蒙古自治区巴彦淖尔市乌拉特中旗、乌拉特前旗、乌拉特后旗 3 旗境内。乌拉特境内属于中温带大陆性季风气候, 日照充足, 积温较多, 昼夜温差大, 雨水集中, 雨热同期。冬季寒冷干燥风沙多, 夏季干旱降雨少, 日照强烈, 蒸发量大, 昼夜温差大。乌拉特荒漠草原的土层较薄, 土壤沙化严重, 土体坚硬, 土壤钙积层厚, 盐分严重, 肥力低下, 土

基金项目 国家科技部基础资源调查专项(2017FY100204)。

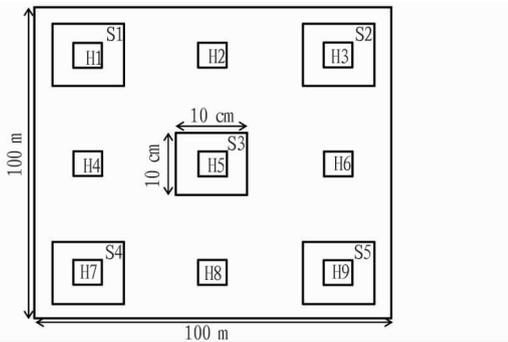
作者简介 贾珂慧(1993—), 女, 内蒙古包头人, 硕士研究生, 研究方向: 林业。* 通信作者, 教授, 硕士, 硕士生导师, 从事干旱、半干旱地区植物资源保护与利用方面的研究。

收稿日期 2020-12-28

壤类型较为简单。30 cm 以上土层含有 0.24%~0.85% 的有机质,地带性土壤由东南向西北依次为棕钙土、淡棕钙土、灰棕钙土、石膏灰棕钙土,与大多荒漠草原的土壤类型较为相似。乌拉特地形地貌复杂,整体为高海拔平原,阴山山脉横亘旗境南部,形成了河套平原与北部高原的一道分水岭。植被类型主要有短叶假木贼(*Anabasis brevifolia*)、松叶猪毛菜(*Salsola laricifolia*)、狭叶锦鸡儿(*Caragana stenophylla*)、砂珍珠豆(*Oxytropis racemosa*)、蒺藜(*Tribulus terrester*)等。

1.2 研究方法

1.2.1 野外调查。在每个选定的调查点上,选择目标荒漠植物群落,设置一个 100 m×100 m 的样地,利用 GPS 定位。在样方内系统地设置 5 个 10 m×10 m 的灌木样方,9 个 1 m×1 m 的草本样方(图 1)。调查样方内的灌木种类、数量、高度和冠幅,并调查群落内草本的物种组成、数量、高度、盖度、地上现存生物量和地下现存生物量。同时对各物种进行标本采集。



注:S为灌木样方;H为草本样方

Note: S is the shrub square; H is the herb square

图 1 调查样方设置示意

Fig. 1 Schematic diagram of survey quadrat setting

1.2.2 鉴定标本。在野外调查的基础上,结合内蒙古植物志(第 2 版)对乌拉特荒漠草原野生植物的记载^[9-13],对采集回的标本进行鉴定,甄别其生境类型,对于存疑物种查阅了内蒙古农业大学馆藏标本。依据中国珍稀濒危植物信息系统——中国珍稀濒危植物名录确定研究区木本植物区系的珍稀濒危物种^[14]。

1.2.3 确定建群种。首先要确定样点内的建群种,在统计各样方的植物高度、盖度、密度及频度的基础上,根据重要值公式分别计算出灌木、草本各物种的重要值,并以其大小划分植物群落。

计算公式:相对密度=某个种的株数/所有种的总株数

相对频度=某个种在样方中出现的次数/所有种出现的总次数

相对盖度=某个种的盖度/所有种盖度之和

灌木层、草本层重要值:IV=(相对密度+相对盖度+相对频度)/3^[15]。

1.2.4 生物量处理。将样方内的草本植物进行刈割,将采集得到的生物量进行称重并记录草本的鲜重。称量之后将采集到的生物量装在信封纸袋中保存,带回实验室后去除表

面黏附的土壤、砾石等杂物后,再置于 70 °C 烘箱中烘干至恒重后,再次称量植被的干重。在生物量计算时需要再加减误差系数^[16]。

总生物量=地上生物量+地下生物量

根冠比=地下生物量/地上生物量

植被含水量=植物干重/植物鲜重

2 结果与分析

2.1 种类组成 根据采集标本的鉴定与统计,笔者发现乌拉特荒漠草原有野生灌木植物 51 种(含种下分类单位,下同),隶属于 11 科,29 属;野生草本植物 131 种,隶属于 28 科,79 属。其中,国家级珍稀濒危植物有 8 种(表 1),包括木本植物 6 种、草本植物 2 种。

表 1 国家珍稀濒危植物

Table 1 National rare and endangered plants

序号 Serial number	种名 Species name	拉丁学名 Latin name	科 Family
1	沙冬青	<i>Ammopiptanthus mongolicus</i>	豆科
2	四合木	<i>Tetraena mongolica</i>	蒺藜科
3	梭梭	<i>Haloxylon ammodendron</i>	藜科
4	沙拐枣	<i>Calligonum mongolicum</i>	藜科
5	绵刺	<i>Potania mongolica</i>	蔷薇科
6	蒙古莠	<i>Caryopteris mongholica</i>	马鞭草科
7	甘草	<i>Glycyrrhiza uralensis</i>	豆科
8	革苞菊	<i>Tugarinovia mongolica</i>	菊科

2.2 不同灌木层短花针茅生物量分析 短花针茅(*Stipa breviflora*)是禾本科(Gramineae)针茅属(*Stipa*)植物,为旱生多年生丛生小禾草,广泛分布在亚洲中部草原亚区荒漠草原带偏暖气候区域^[17]。内蒙古的荒漠草原是草原植被中自然条件最严酷的类型^[18],笔者所研究的便是在不同群落下,以短花针茅作为建群种的草本层片生物量的变化。

笔者在众多样地中选择了无灌木群落和 5 种不同灌木群落中短花针茅层片的生物量进行对比,其中 5 种灌木群落分别为珍珠猪毛菜(*Salsola passerina*)、霸王(*Zygophyllum xanthoxylon*)、白刺(*Nitraria tangutorum*)、垫状锦鸡儿(*Caragana tibetica*)、狭叶锦鸡儿(*Caragana stenophylla*)群落。并调查了 6 种群落中短花针茅层片的生物量(表 2)。根据表 2 可看出,在不同群落中短花针茅层片的生物量有显著不同。其中,无灌木群落>珍珠猪毛菜>狭叶锦鸡儿>垫状锦鸡儿>白刺>霸王。

根据公式可算出,6 种群落草本层片的根冠比分别为:珍珠猪毛菜群落 0.202 7、霸王群落 0.257 4、白刺群落 0.602 8、垫状锦鸡儿群落 0.750 7、狭叶锦鸡儿群落 0.147 3 以及无灌木群落 0.112 7。

调查发现,5 种灌木均为超旱生植物,其中只有垫状锦鸡儿的生长发育需水量较多;霸王的生长则与降水量的多少无关,它往往与前一年的降水量有关;而白刺作为干旱区植物的典型,根系发达,根冠要比树冠大 4~20 倍,故而常形成白刺沙包,因根系发达,水分的变化对白刺的生长几乎无影响;

狭叶锦鸡儿的株丛生长紧密,根系发达,生态幅度广泛,适宜于各种环境因子。

表2 5种群落短花针茅层的生物量

Table 2 Biomass of *Stipa breviflora* layer in 5 communities

灌木层群落类型 Type of shrub layer community type	伴生种 Companion species	地上生物量 Aboveground biomass/g/样方	地下生物量 Underground biomass/g/样方
毛茛 <i>Sasola passerina</i>	碱韭、猪毛菜、无芒隐子草	17.71	3.59
霸王 <i>Zygophyllum xanthoxylon</i>	匍根骆驼蓬、糙隐子草、碱韭、银灰旋花	4.08	1.05
白刺 <i>Nitraria tangutorum</i>	匍根骆驼蓬、银灰旋花、蒙古韭	5.01	3.02
垫状锦鸡儿 <i>Caragana tibetica</i>	匍根骆驼蓬、碱韭	6.9	5.18
狭叶锦鸡儿 <i>Caragana stenophylla</i>	雾冰藜、黄囊藜、蒙古虫实	10.39	1.53
无灌木 No shrub	碱韭、黄芩、银灰旋花	39.83	4.49

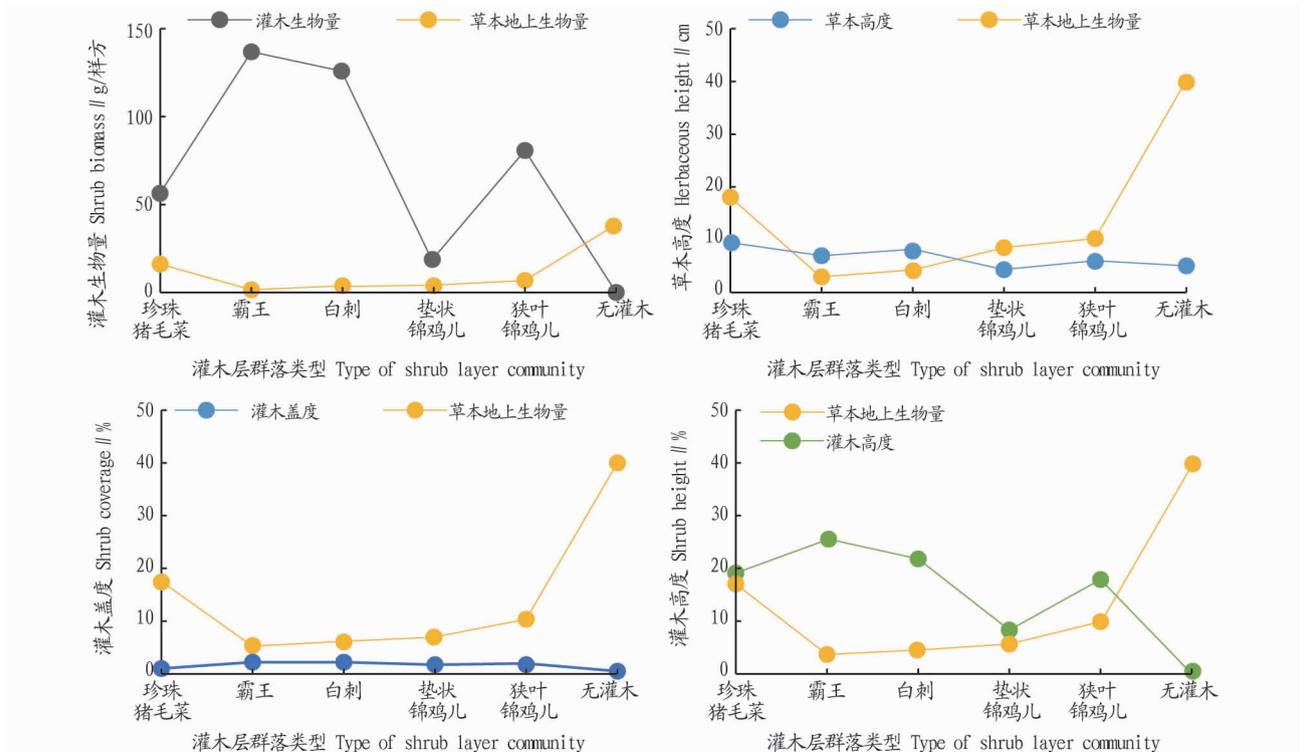


图2 草本生物量与各项指数的关系

Fig. 2 Relationship between herbaceous biomass and various indexes

根据图2可看出,在草本与灌木生物量的关系中,珍珠猪毛菜、霸王、白刺和狭叶锦鸡儿群落内的草本生物量随灌木生物量的增加而减少,而垫状锦鸡儿群落中不光草本生物量不高,灌木本的生物量也很低,当群落中无灌木时,草本生物量值最大。在草本生物量与草本高度的关系中,各群落中草本生物量都随草本高度成正比例增加,在草本高度相同时霸王和白刺群落中草本生物量比其他群落要低。在草本生物量与灌木盖度的关系中可以看到,群落的草本生物量都随灌木盖度增加而减少,除无灌木群落外,垫状锦鸡儿的盖度最小,可草本生物量却不是最多的。在草本生物量与灌木高度的关系中可看到,所有群落中,灌木高度越高草本生物量越低。

根据分析,笔者认为造成这些情况有以下几种原因:①由于垫状锦鸡儿虽是超旱生植被,可相比其他3种植物来说,对水分的依赖较强,它的生长发育需要较多的水分,所以

垫状锦鸡儿群落的灌木较其他群落小。同时又因垫状锦鸡儿需水量较大,导致该群落的草本对水分的需求跟不上,所以该群落的草本层生物量较低。②珍珠猪毛菜作为超旱生植物的典型代表,又属于半灌木,植被本身就没有霸王、白刺等灌木高大,导致其高度、盖度都较少,自身所需的水分并不多,所以除去无灌木群落,珍珠猪毛菜群落中的草本层生物量是这几个群落中最多的。

3 讨论与结论

有研究发现,以人工柠条为主要研究群落,不同密度的柠条林下草本层片生物量不同,随柠条密度增大,草本植物生物量下降^[19]。该试验调查忽略了草本类型对生物量的影响。更有研究证明,地区海拔高度和群落的变化都会使植物生物量产生变化^[20]。该研究结果表明,同一地区的不同群落草本层片生物量随群落中的灌木生物量增加而减少;随灌

(下转第90页)

- [6] LAL R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security[J]. *Science*, 2004, 304(5677): 1623-1627.
- [7] AWASTHI M K, WANG M J, CHEN H Y, et al. Heterogeneity of biochar amendment to improve the carbon and nitrogen sequestration through reduce the greenhouse gases emissions during sewage sludge composting[J]. *Bioresource technology*, 2017, 224: 428-438.
- [8] 田永强, 王敬国, 高丽红. 设施菜田土壤微生物学障碍研究进展[J]. *中国蔬菜*, 2013(20): 1-9.
- [9] 王志杰, 张海军, 许广山, 等. 玉米秸秆还田培肥土壤的效果[J]. *应用生态学报*, 2002, 13(5): 539-542.
- [10] TU C, RISTAINO J B, HU S J. Soil microbial biomass and activity in organic tomato farming systems: Effects of organic inputs and straw mulching[J]. *Soil biology & biochemistry*, 2006, 38(2): 247-255.
- [11] PESSENDA L C R, GOUVEIA S E M, ARAVENA R. Radiocarbon dating of total soil organic matter and humin fraction and its comparison with ¹⁴C ages of fossil charcoal[J]. *Radiocarbon*, 2001, 43(2B): 595-601.
- [12] ANTAL M J JR, GRØNLI M. The art, science, and technology of charcoal production[J]. *Industrial & engineering chemistry research*, 2003, 42(8): 1619-1640.
- [13] 姜志翔, 郑浩, 李锋民, 等. 生物炭碳封存技术研究进展[J]. *环境科学*, 2013, 34(8): 3327-3333.
- [14] 贺超兴, 张志斌, 王怀松, 等. 蔬菜设施栽培 CO₂ 施肥技术(一)[J]. *中国蔬菜*, 2000(4): 51-52.
- [15] 杨克彬, 孟凡志, 郭先锋. 日光温室冬季增施 CO₂ 对切花红掌光合作用及生长发育的影响[J]. *应用生态学报*, 2017, 28(6): 1941-1947.
- [16] 刘汉文, 武国慧, 王玲莉, 等. 不同浓度 CO₂ 与化肥配施对番茄生长和养分吸收的影响[J]. *中国土壤与肥料*, 2018(6): 118-125.
- [17] BROOKES P C, LANDMAN A, PRUDEN G, et al. Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: A rapid direct extraction method to measure microbial biomass nitrogen in soil[J]. *Soil biology & biochemistry*, 1985, 17(6): 837-842.
- [18] VANCE E D, BROOKES P C, JENKINSON D S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C[J]. *Soil biology & biochemistry*, 1987, 19(6): 703-707.
- [19] BAI X L, GAO J J, WANG S C, et al. Excessive nutrient balance surpluses in newly built solar greenhouses over five years leads to high nutrient accumulations in soil[J/OL]. *Agriculture, ecosystems & environment*, 2020, 288[2020-09-25]. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106717>.
- [20] ALOTAIBI K D, SCHOENAU J J. Greenhouse gas emissions and nutrient supply rates in soil amended with biofuel production by-products[J]. *Biology and fertility of soils*, 2013, 49(2): 129-141.
- [21] NGUYEN T T N, XU C Y, TAHMASBIAN I, et al. Effects of biochar on soil available inorganic nitrogen: A review and meta-analysis[J]. *Geoderma*, 2017, 288: 79-96.
- [22] 王亚芳, 吕昊峰, 杜九月, 等. 灌溉方式和秸秆还田对设施番茄田 CO₂ 排放的影响[J]. *农业工程学报*, 2018, 34(17): 76-81.
- [23] ZAVALLONI C, ALBERTI G, BIASIOL S, et al. Microbial mineralization of biochar and wheat straw mixture in soil: A short-term study[J]. *Applied soil ecology*, 2011, 50: 45-51.
- [24] ZHU L X, XIAO Q, SHEN Y F, et al. Effects of biochar and maize straw on the short-term carbon and nitrogen dynamics in a cultivated silty loam in China[J]. *Environmental science and pollution research*, 2017, 24(1): 1019-1029.
- [25] NAUTIYAL P, SUBRAMANIAN K A, DASTIDAR M G. Adsorptive removal of dye using biochar derived from residual algae after *in situ* transesterification: Alternate use of waste of biodiesel industry[J]. *Journal of environmental management*, 2016, 182: 187-197.
- [26] AJWA H A, TABATABAI M A. Decomposition of different organic materials in soils[J]. *Biology and fertility of soils*, 1994, 18(3): 175-182.
- [27] 戴志刚, 鲁剑巍, 李小坤, 等. 不同作物还田秸秆的养分释放特征试验[J]. *农业工程学报*, 2010, 26(6): 272-276.
- [28] ZHAO Y M, LIN S, LIU Y N, et al. Application of mixed straw and biochar meets plant demand of carbon dioxide and increases soil carbon storage in sunken solar greenhouse vegetable production[J]. *Soil use and management*, 2020, 36(3): 439-448.

(上接第 84 页)

木高度增加而减少;随灌木盖度增加而减少。当群落中没有灌木出现时,草本植物的根系就不需要太深入土壤汲取水分和养分。不同群落草本层片的生物量与该群落草本高度无明显联系。

该研究得出以下结论:

(1) 研究区有野生灌木植物 51 种,隶属于 11 科,29 属;野生草本植物 131 种,隶属于 28 科,79 属。其中,国家级珍稀濒危植物 8 种,包括木本植物 6 种,草本植物 2 种。

(2) 研究区生存环境差,不利于植被生长。植被种类较少,以旱生、超旱生植被为主。

(3) 研究区内灌木对草本植物生物量有显著影响。

参考文献

- [1] 陶治,张元明. 准噶尔荒漠 6 种类短命植物生物量分配与异速生长关系[J]. *草业学报*, 2014, 23(2): 38-48.
- [2] 陶治,张元明. 荒漠灌木生物量多尺度估测:以梭梭为例[J]. *草业学报*, 2013, 22(6): 1-10.
- [3] 方昭,张少康,刘海威,等. 黄土丘陵区草本群落生物量空间分布格局及其影响因素[J]. *草业学报*, 2018, 27(2): 26-35.
- [4] 杨阳,刘秉儒. 宁夏荒漠草原不同群落生物多样性与生物量关系及影响因子分析[J]. *草业学报*, 2015, 24(10): 48-57.
- [5] 王秀梅,董建军. 基于广义线性模型估算内蒙古荒漠草原及典型草原地上生物量变化[J]. *草地学报*, 2020, 28(6): 1711-1718.
- [6] 丁俊祥,范连连,李彦,等. 古尔班通古特沙漠 6 种荒漠草本植物的生物量分配与相关生长关系[J]. *中国沙漠*, 2016, 36(5): 1323-1330.
- [7] 崔清涛, 阙丽梅, 刘清泉. 荒漠草原灌木与草本植物年度生物量测定分析[J]. *内蒙古林业科技*, 1994(3): 30-32, 9.
- [8] 刘敏, 杨东, 江华, 等. 内蒙古乌拉特荒漠草原植物营养价值研究[J]. *草原与草业*, 2020, 32(3): 40-42.
- [9] 马毓泉. 内蒙古植物志: 第 1 卷[M]. 2 版. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1998: 151-281.
- [10] 马毓泉. 内蒙古植物志: 第 2 卷[M]. 2 版. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1990: 11-702.
- [11] 马毓泉. 内蒙古植物志: 第 3 卷[M]. 2 版. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1989: 49-666.
- [12] 马毓泉. 内蒙古植物志: 第 4 卷[M]. 2 版. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1993: 116-814.
- [13] 马毓泉. 内蒙古植物志: 第 5 卷[M]. 2 版. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1994: 618-634.
- [14] 赵杏花, 任雅涛, 赵宏胜, 等. 乌拉特荒漠草原木本植物区系分析[J]. *干旱区研究*, 2020, 37(6): 1537-1543.
- [15] 余飞燕, 王坤悦, 叶鑫, 等. 金马河温江段河岸带不同生境草本群落物种多样性和生物量变化研究[J]. *草地学报*, 2020, 28(3): 793-800.
- [16] 王玉婕, 蓝登明, 郭威星, 等. 乌拉特中旗荒漠草原草本生物量研究[J]. *内蒙古林业调查设计*, 2019, 42(6): 94-96, 27.
- [17] 中国科学院内蒙古宁夏综合考察队. 内蒙古植被[M]. 北京: 科学出版社, 1985.
- [18] 木兰, 孙海莲, 晔霁罕, 等. 内蒙古阴山北麓短花针茅(*Stipa breviflora*) 草原的群落特征和分类[J]. *北方农业学报*, 2020, 48(2): 112-119.
- [19] 樊如月, 李青丰, 贺一鸣, 等. 柠条林分密度对林带间草本群落的影响[J]. *干旱区资源与环境*, 2019, 33(2): 177-182.
- [20] 刘广路. 天山云杉生长规律与天山植物群落生产力研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2006.