



# 东北师范大学

## 长白山野外综合性实习研究课题

### 长白山人参撈荒地草本植物功能多样性研究

学 院： 生命科学学院

指导教师： 刘鞠善

小组组长： 任佳豪

小组成员： 祝婉月 宋子琪

李雪瑜 王 爽

倪 盟 徐 静

日 期： 2016年9月15日 \_\_\_\_\_

# 长白山人参撈荒地草本植物功能多样性研究

任佳豪, 祝婉月, 李雪瑜, 倪盟, 王爽, 徐静, 宋子琪  
东北师范大学生命科学学院, 长春 130024

**摘要:** 植物功能多样性是当下解决生态学问题的重要途径, 尤其能够体现植物在生态系统中的作用。人参种植业是长白山地区的重要经济产业, 但人参地不能连作而产生大面积撈荒地, 人参撈荒地的恢复机制研究较少。本次选取露水河镇的人参撈荒地(撈荒3年)草本群落作为调查样地, 一年蓬加杂类草群落类型, 随机选取12个 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 的正方形样方, 通过测量高度、盖度、密度等数据, 分别进行物种多样性、功能多样性与生物量关系的分析。实验结果表明, 生物量与物种丰富度、均匀度和多样性三者均具有呈正相关的趋势; 生物量与功能丰富度关系与功能均匀度关系具有呈正相关的趋势, 而生物量与功能多样性呈显著正相关。对比之下, 功能多样性对生态系统功能的影响大于物种多样性对其的影响, 具有更多的内涵。本文通过人参撈荒地草本植物功能多样性研究, 探究草本植物在人参撈荒地植被演替机制中的作用, 对人参撈荒地生态系统恢复机制的探究起到重要意义。

**关键词** 人参撈荒地 草本植物 功能多样性

## 引言:

过去几十年中, 全球尺度上生物多样性以其惊人的速度降低。这对生态系统功能构成了潜在的威胁, 生物多样性与生态系统功能的关系受到研究者的普遍关注。一些研究发现, 在相同的群落类型中, 虽然物种多样性相似, 但因组成物种种类不同而表现出不同的生态系统功能。越来越多的研究认为, 多样性对生态系统功能的影响应当归因于物种的功能性状以及性状之间的相互作用, 而并非物种数量本身。植物性状在很大程度上决定了植物个体如何在群落水平上影响生态过程。

植物功能性状是指植物体具有的与其定植、存活、生长和死亡紧密相关的一系列核心植物属性, 这些属性能够显著影响生态系统功能, 并能够反映植被对环境变化的响应(马克平, 1995)。随着功能生态学的发展, 关于植物功能多样性的研究受到越来越多研究者的重视, 尤其是功能多样性对生态系统过程的作用。功能多样性指数分为功能丰富度、功能均匀度、功能相异度及功能发散度。相比只包括物种有或无的物种多样性, 功能多样性更能直接体现植物在生态系统中所起

的作用。植物功能多样性在种群、群落和生态系统尺度上,都已成为解决重要生态学问题的可靠途径。

人参是著名的中药,被誉为百草之王,是长白山区的重要经济产业。人参种植在阔叶林皆伐后的土壤里,我国东北地区从20世纪50年代开始到现在,一直是靠毁林开地来发展人参种植业。并且人参栽培区域产生土壤酸化严重、病原微生物增加、参根分泌物增多等问题,不能连作。因此,毁林开地模式的人参种植业造成生物多样性丧失、土壤肥力下降、水土流失明显增加、涵养水源降低、森林生态平衡失调等一系列生态问题。老参地撂荒还林传统上需要30-50年才能恢复物种多样性,生态系统的恢复甚至需要更长的时间。参地的恢复和再利用是一个亟需解决的问题。但由于人参生长环境的特殊性,人参撂荒地植被恢复的深入研究尚少见。本文通过对人参撂荒地草本植物的功能性状的测量,进行人参撂荒地草本植物功能多样性研究,探究草本植物在人参撂荒地植被演替机制中的作用,对人参撂荒地生态系统恢复机制的探究起到重要意义。

## 1 材料和方法

### 1.1 研究地点概况

长白山区有广义与狭义之分,广义长白山一般指长白山系,即中国东北部和朝鲜北部山地高原的总称,在中国主要包括长白山主脉、千山山脉、龙岗山脉、威虎岭、张广才岭等多个分支;狭义的长白山则特指长白山旅游区。本文研究区域为广义长白山区。长白山区的核心区为吉林境内的长白山。吉林长白山位于中国东北吉林省东南部的中朝交界处,是中国东北地区松花江、鸭绿江和图们江3大河流的发源地。由于特殊的自然条件及历史、社会原因,使得长白山成为我国乃至全球自然生态系统保存最为完整的地区之一。该区属于温带大陆性季风气候,冬季寒冷而漫长,夏季温暖多雨且短暂。气候随海拔高度的变化较大,山脚表现出典型的暖温带气候,山顶表现出复杂、多变的近极地气候。巨大的海拔差异导致了水热条件的不同,从而形成了从下至上明显的环境梯度,造就了长白山类型多样的自然植被。南北植物种渗入。

露水河镇地处中纬度内陆山区,位于长白山下,属北温带大陆性东亚风气候,年平均气温2.9℃,年平均降水量894 mm,年平均相对湿度170.3%,年平均日照时数1965.8 h,冬季漫长、寒冷,夏季多雨、气温潮热,春秋两季干燥,平均无霜期110 d左右,属典型的长白山地带气候。露水河地区自然资源丰富,植物繁多,全镇以人参为主的中小药材、山野菜等经济植物上百种,素有“长白山药园”之称。

人参是吉林省优势产业,而人参连作障碍严重制约了人参产业的可持续发展。本课题针对露水河镇相应环境下的人参撂荒地,通过测定其草本群落的基本

数量特征，探究长白山人参撂荒地草本群落的功能多样性。

## 1.2 研究方法

### 1.2.1 样地及样方选择

为了研究长白山植物群落受环境因素制约而表现出的差异性，本次生态5组选取露水河镇的人参撂荒地（撂荒3年）草本群落作为调查样地，来探究长白山人参撂荒地的草本群落的功能多样性，样地的地理坐标为东经127°718'，北纬42°590'，海拔763.3 m，群落类型为一年蓬加杂类草群落。草本群落一般采用1m × 1 m的正方形样方，我们进行了12个重复。样方在样地内随机排列，尽可能减少主观性，而且各样方不可距离过近。将样方中的所有草本植物进行统计并采样。

### 1.2.2 物种功能特征的选择与测定

**测定高度：**用来描述植物的生长状况。用直尺从每株植物的基部到顶端测量其自然高度（自然高度指植物自然状态下的垂直高度），每种植物随机选择测10株。若样方中此种植物不足10株，则全部测量并记录，测量后的植株取样带回做进一步处理。

**记录盖度：**盖度相当于生物量的近似值，同生物量一样，也可用于功能多样性指数的计算。一般而言，盖度常用于与水平空间占据相关的生态过程的研究中，如抗入侵性、蒸发、土壤保护等。与此相关的功能特征主要包括植物的伸展性、叶面积指数等。在植被响应环境变化、干扰、气候变化、草原管理、生态系统恢复与重建等研究中，盖度被广泛用于植被特征的测定与描述中。最精确的盖度测定方法当数点样方法。目测法也不失为一种简便、有效的方法。故我们采用目测法来估测每种植物的投影盖度（每组指定同一人估测，以确保测量方法一致，避免不必要的实验误差）。

**测定多度与密度：**多度是对植物群落中物种个体数目多少的一种估测指标，多用于植物群落的野外调查，用目测法即可测量；密度是指单位面积上的植株数，反应了该植株的丰富度，是实测数据，测定时直接记录样方内的实际株数。

**测定生物量：**生物量是指植物体存活部分的质量。是表征植物群落第一性生产力水平的重要指标。生物量是衡量功能特征分布状况（权重）重要的质量指标，与生态系统物质交换与能量流通（如生物化学过程，可燃性，可食性与养分品质等）关系最为密切。对于生物地球化学过程、草地生产力和物质分解研究而言，生物量是反映植物功能特征分布状况最为贴切的指标。生物量比例理论认为，在特定的时间内，生态系统功能主要由生物量占优势的物种的特征所决定。据此观点，当涉及到相关生态系统功能研究时，只用少数优势种的特征值及其生物量即可反映群落的功能多样性。本课题采用收割法实测每种植物的质量，用剪刀齐地面刈割后称量鲜重（尽快测量，以保证称量结果的准确性）。由于植物种类、

生长季节、物种物候期、天气状况等影响，使用烘干重来表示植物的生物量更为准确。故在测量完鲜重后，我们选取一部分样品植株分装入信封并做好标记，带回实验室于100℃恒温烘干至恒重，使用电子天平称重再折算出生物量。

**测定叶面积：**从采集的所有植物中选取12种典型的、便于测量叶面积的植物，每种植物取10株，每株各随机取30枚易于测量的、不同叶位的、完全展开的叶片进行测量，并编号。数量不足的则全部进行测量。

将取好的叶片正面朝上放置于叶面积仪上测量每枚叶片的面积、周长、宽度和长度，尽量同一个人进行测量，以确保测量力度、方法一致，避免不必要的实验误差。用叶面积仪测量每枚叶片的面积、周长、宽度和长度时，要根据实际不同叶片形状进行改良测量方法，避免误差。最后将叶片带回实验室于100℃恒温烘干至恒重，使用电子天平测量叶片生物量。

**物种丰富度的测定：**物种的功能特征与物种在群落中的丰富度共同决定群落（或生态系统）的功能多样性。因此,功能多样性指数的量化过程不仅要考虑物种的功能特征,而且还要涉及物种的丰富度。物种的丰富度对各种生态系统功能有重要的影响,群落中优势种或非优势种对功能多样性有不同的贡献（权重）。常用的物种丰富度替代指标主要有生物量,盖度,密度和频度。

### 1.3 数据分析

本文选取高度，盖度、密度为功能形状。将记录下来的数据用Excel 2003处理，对不同样地不同叶片作统计学比较分析。分别统计过渡带在五个样地中白花碎米荠、美汉草的叶面积、叶宽、叶长、叶周长的数据及五年和七年人参撂荒地飞蓬、林地蒿、蒲公英、野大豆四种植物叶面积、叶宽、叶长、叶周长的数据，分别做成条形图和柱状图，以便分析该群落中草本植物的功能多样性。

## 2 结果讨论与分析

由图1可知生物量与物种丰富度、均匀度和多样性三者均具有呈正相关的趋势。根据先前的研究我们已知，生物多样性是生命有机体以及它赖以生存的生态综合体的多样化和变异性，既指生命形式的多样性，又包括生命形式间以及生命形式与环境间相互作用的多样化，还涉及到群落、生态系统、生境和生态过程的复杂性。而物种多样性是生物多样性的最重要内容。植物物种的多样性以及由此构成的植被类型的多样性是地区性生物多样性的支持系统，物种多样性构成了生物多样性的基本环节，它们是生物与环境相关的主体，并在与自然环境相适应的过程中，以及在其它各种因素的作用下，形成遗传多样性。

物种多样性不仅与群落中物种的数量有关，也与每个物种的个体数量、分布、共同关系以及物种的功能有关。物种多样性通常包括物种丰富度和物种均匀度，其中物种丰富度是指群落或者生境中物种数目的多少；而物种均匀度则是指物种

个体数量的分配状况，反映的是物种个体分配的均匀性，也就是说物种丰富度和均匀度共同决定了物种的多样性。

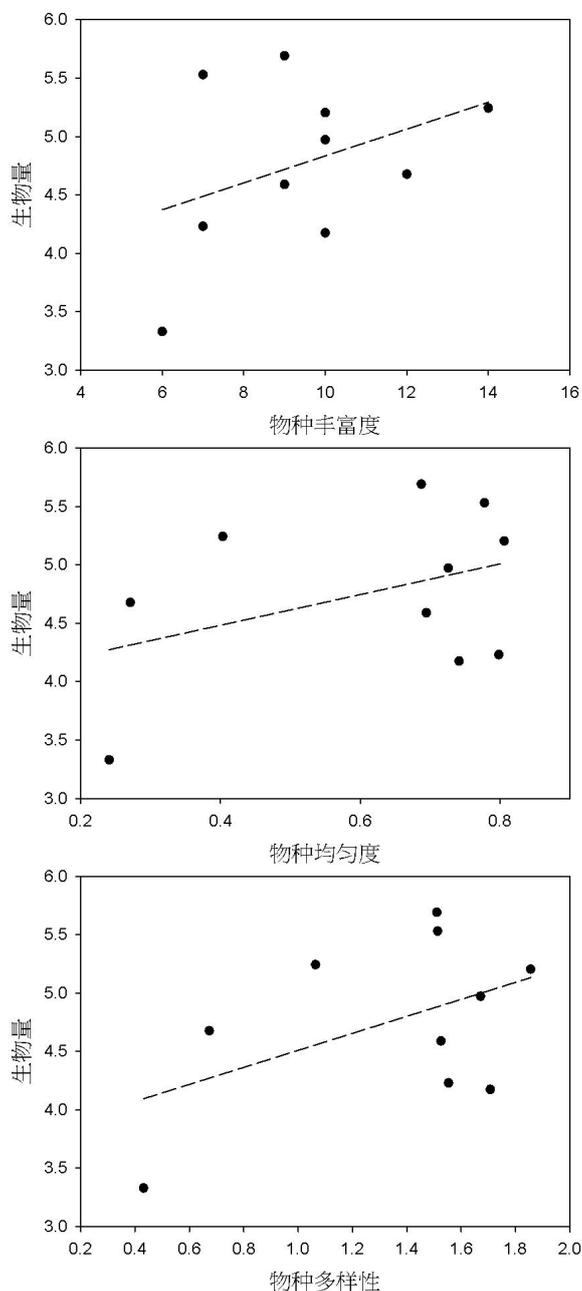


图 1 植物物种丰富度、均匀度和多样性与生物量的关系

在本研究中，将物种丰富度定义为  $1\text{ m} \times 1\text{ m}$  的正方形样方内出现的草本植物物种数，以 12 个平行样作为对象，探究物种丰富度与生物量的关系，如图 1 所示，生物量随物种丰富度的增加而升高。分析原因，在  $1\text{ m} \times 1\text{ m}$  的正方形区域，植物能够利用的阳光以及土壤中的水分无机盐等资源都是有限的，环境资源的有限性导致样方内的物种对周围环境资源的利用存在种内和种间的竞争，由于这种

竞争关系的存在，生物量不会单纯地只受样方内个体数的影响。同一种植物，正常状态下，形态不会有太大的变化，所以高度和盖度基本一致，若样方内一种物种过多，会使得每一个高度上对阳光的利用竞争加大。在另一方面，同一种植物对无机盐的需求一致，共同竞争特定的无机盐离子，容易导致无机盐成为限制因子。而不同植物形态结构和生理功能都是不同的，对环境资源的需求不同。所以，物种丰富度越高，植物之间的竞争压力越小，植物对环境资源的利用效率越高，导致生物量越高。同理，物种分布均匀也可以在一定程度上降低植物的种内和种间竞争，提高植物对环境资源的利用效率，增加生物量。

综上所述，生物量与物种丰富度和均匀度均具有呈正相关的趋势，而物种丰富度和均匀度共同决定了物种的多样性，所以生物量与物种多样性也具有呈正相关的趋势。

物种多样性和功能多样性既相互联系又非等同。物种多样性可更好地解释群落生产力的变化。对于功能多样性和物种多样性间关系的探索有助于更深入理解生物多样性和生态系统功能的关系。由于自然生态系统中存在的环境筛、功能冗余以及物种库局限等因素，物种多样性和功能多样性的关系呈现出正相关、对数关系或不相关等不同情况。若群落中物种的功能性状具有唯一性，也就是每个物种占据一个生态位，则物种多样性和功能多样性呈正线性关系，功能性状的大小或范围随着物种库的随机加入而增加，显然这种关系是理想状态下的；当生态系统中存在环境筛，群落中物种间的功能性状具有重叠性，则物种多样性和功能多样性即呈对数关系。由此可见，物种多样性并非完全等同于功能多样性，两者间的关系主要由群落中物种间功能性状的差异性决定。物种多样性和功能多样性的关系同样受功能多样性指数的计算方法以及功能性状的数量、特征等方面的影响呈负相关。

生物量与功能丰富度关系不显著，但有随着功能丰富度的增加而增加的趋势；生物量与功能均匀度关系不显著，有随着功能均匀度的增加而增加的趋势；生物量与功能多样性呈显著正相关。对于同一物种不同的植株，随着植株高度、盖度和株数的增加，生物量也随之增加；但对于不同的物种，若其中的某一物种高度、盖度和株数的增加，会加剧种间竞争，导致其他物种的生长受到抑制，则该样方内生物量的增加或减少无法确定，因此生物量与功能丰富度的关系不显著。本课题植物的功能均匀度是由植物的高度、盖度以及密度按照一定的计算公式得出的，样方内植物是否均匀与其株高、盖度和株数之间并无密切联系。由于取样点数较少，不具有生物统计学意义，但仍能从上图中看出，生物量具有随着功能丰富度和功能均匀度的增加而增加的趋势。

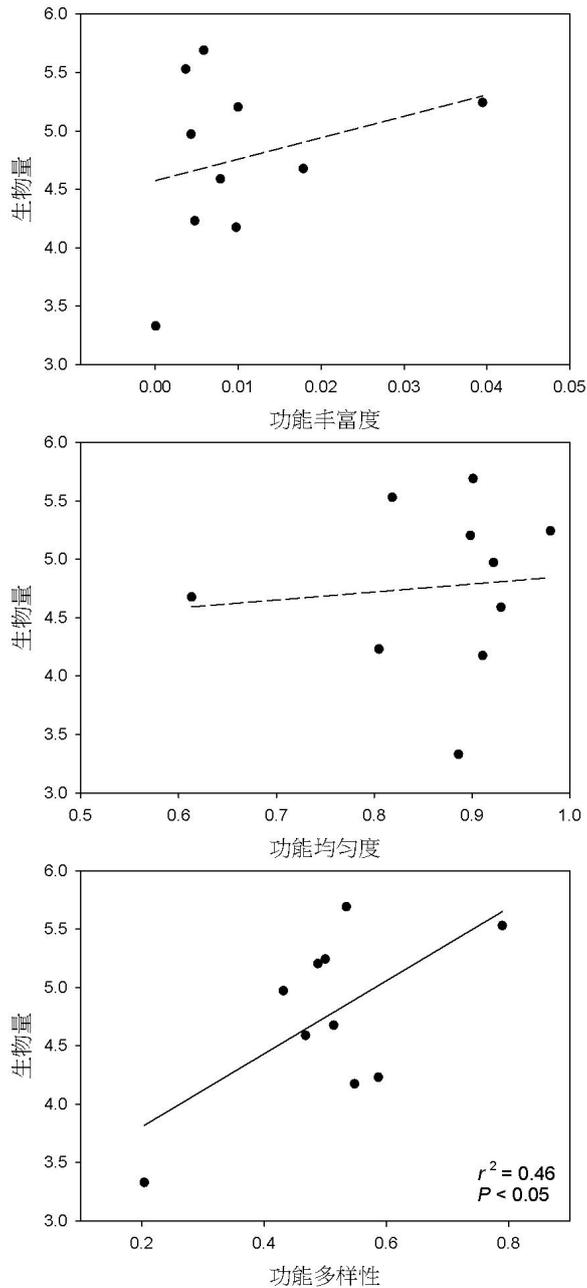
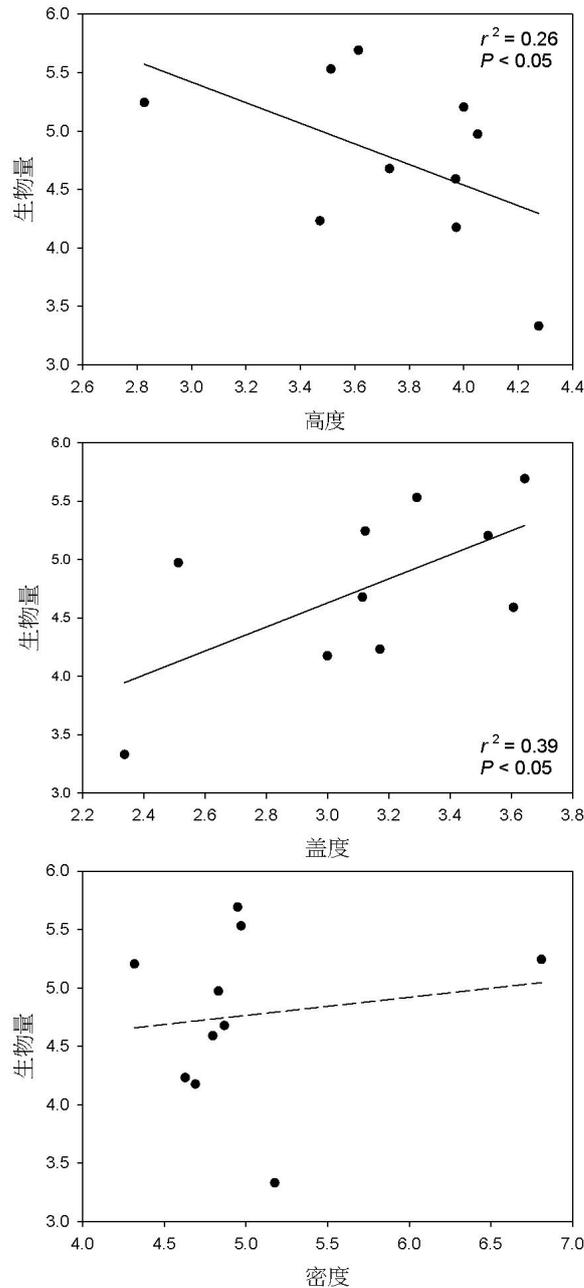


图 2 植物功能丰富度、均匀度和多样性与生物量的关系

对比图 1 和图 2，我们发现，由于取样点数有限，生物量与物种多样性的关系并不显著，却与功能多样性呈现显著的正相关。功能多样性是指群落中物种功能的变化，物种功能是指物种为完成自身生命历程所表现出来的功能特征，功能多样性可划分为功能丰富度和功能均匀度。多个研究结果表明物种功能多样性是群落生产力的基础，物种功能多样性越高，群落生产力越强，群落积累的生物量越多。由此可以得出，功能多样性对生态系统功能的影响大于物种多样性对其的影响，功能多样性比物种多样性具有更多的内涵，这也是近几年研究功能多样性较热的原因。



**图3 植物高度、盖度和密度与生物量的关系**

由图三可知，生物量与高度呈显著负相关，随着群落高度的增加生物量逐渐减少；生物量与群落盖度呈显著正相关，随着盖度的增加生物量逐渐增加；生物量与群落密度关系不显著。对于一株草本植物而言，生物量会随着植株的增高而增高，但随着群落高度的增加，由于阳光等环境资源的有限，物种间竞争会变得激烈，出现优势物种，植株高的物种会抑制其他植物的生长，从而使生物量不断降低。盖度指植物地上部分植投影的面积占地面的比率，又称为投影盖度。随着群落盖度的增加，生物量一定逐渐增加。生物量与密度的关系介于高度和盖度二者之间，关系不显著，当密度小时，随着密度的增加生物量也会增加，当密度增加到极限时也会出现种内竞争、密度自疏等情况，同时当密度增加时，植株个体

会生长矮小、茎细，生物量不会一直增加，同时群落密度是植物种间竞争的最直接生长指标，密度越大，种间竞争越激烈，生物量也不会一直增加，所以生物量与密度关系不显著。虽然研究样点只有 10 个，不具有生物统计学意义，但实验结果生物量与高度、盖度之间的关系是显著的。

### 3 总结

生物量与物种丰富度、均匀度和多样性三者均具有呈正相关的趋势。物种丰富度越高，植物之间的竞争压力越小，植物对环境资源的利用效率越高，导致生物量越高。而物种分布均匀也可以在一定程度上降低植物的种内和种间竞争，提高植物对环境资源的利用效率，增加生物量。物种丰富度和均匀度共同决定了物种的多样性，所以生物量与物种多样性也具有呈正相关的趋势。

生物量与功能丰富度和功能均匀度的关系均不显著，但均有随之增加而增加的趋势；生物量与功能多样性呈显著正相关。若群落中某一物种导致其他物种的生长受到抑制，则该样方内生物量的增加或减少无法确定，因此生物量与功能丰富度的关系不显著。本课题植物的功能均匀度是由植物的高度、盖度以及密度按照一定的计算公式得出的，样方内植物是否均匀与其株高、盖度和株数之间并无密切联系。功能多样性可划分为功能丰富度和功能均匀度，多个研究结果表明物种功能多样性是群落生产力的基础，物种功能多样性越高，群落生产力越强，群落积累的生物量越多。

生物量与高度呈显著负相关，与群落盖度呈显著正相关，与群落密度关系不显著。由于环境资源有限，种间竞争变激烈，植株高的物种会抑制其他植物的生长，从而使群落生物量不断降低。随着群落盖度的增加，生物量一定逐渐增加。群落密度是植物种间竞争的最直接生长指标，密度越大，种间竞争越激烈，生物量也不会一直增加，所以生物量与密度关系不显著。

## 致谢

在小组成员的共同努力下，我们终于将这篇论文完成了。在论文的写作过程中，我们遇到了无数的困难和障碍，都在老师细心指导和同学们的帮助下克服了。尤其要强烈感谢我们的论文指导老师，刘鞠善老师。在选题过程、课题实验进行过程以及论文修改过程，老师都不厌其烦地回答我们的问题，给予我们无私的帮助。另外，在数据收集和论文的写作过程中，我们也得到了许多同学的理解、帮助和建议，在此一并致以诚挚的谢意。

感谢这篇论文所涉及到的各位学者。本文引用了数位学者的研究文献，如果没有各位学者的研究成果的帮助和启发，我们将很难完成本篇论文的写作。

由于我们的学术水平有限，所写论文难免有不足之处，恳请各位老师批评和指正！

## 参考文献

- [1]马克平,黄建辉,于顺利,陈灵芝. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究 II 丰富度、均匀度和物种多样性指数[J]. 生态学报, 1995,03:268-277.
- [2]宋彦涛.松嫩草地植物功能生态学研究[D].东北师范大学,2012.
- [3]李晓刚.模拟放牧和土壤资源获得性对高寒草甸物种多样性、功能多样性与初级生产力关系的影响[D].陕西师范大学,2012.
- [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, 10:48-57.
- [5]刘晓娟, 马克平.植物功能多样性研究进展[J]中国科学.2015.4:425-339.
- [6]刘志平.还林条件下不同恢复年限的老参地植物物种多样性研究[D]东北师范大学, 2012.
- [7]上官铁梁,张金屯,张峰,贾志力. 汾河河漫滩草地种子植物多样性及其保护对策[J]. 植物研究,2001,04:546-553.
- [8]江小雷,张卫国. 功能多样性及其研究方法[J]. 生态学报,2010,10:2766-2773.
- [9]张金屯,范丽宏. 物种功能多样性及其研究方法[J]. 山地学报,2011,05:513-519.