

不同海拔梯度对小嵩草植物群落的影响

宋长宏 (青海省玉树州称多县草原站, 青海称多 815100)

摘要 海拔梯度被认为是物种多样性分布格局的决定因素之一。不同海拔梯度群落间的相异性反映群落间环境的异质性, 进而影响着植物群落的分布与物种多样性。该研究采用样线法对不同海拔小嵩草群落数量特征、生物多样性等进行了研究, 结果表明物种的生物量、物种数及多样性指数均随海拔的升高先增大后减小, 在中海拔梯度处达到最大值, 生态优势度却随海拔的升高而增大, 呈线性变化。

关键词 海拔; 小嵩草; 群落

中图分类号 S181.6 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2013)11-04709-03

Effect of Different Altitudes on *Kobresia pygmaea* Community

SONG Chang-hong (Grassland Station of Chengduo County, Chengduo, Qinghai 815100)

Abstract The altitude gradient is considered one of the determining factors of species diversity distribution pattern. Different altitudes communities diversity not only reflects the community environmental heterogeneity, and affects the distribution of plant community and species diversity. The quantitative characteristics and biodiversity of the community was researched by line method for different elevations in *Kobresia pygmaea* community. The results showed that biomass, species, species richness and diversity index increased, and then decreased with increasing in elevation gradient, reaches its maximum value in middle altitude, ecological dominance but increase with rising of elevation and linear changing.

Key words Altitude; *Kobresia pygmaea*; Community

海拔梯度被认为是物种多样性分布格局的决定因素之一。其变化对群落物种多样性的影响一直是生态学家感兴趣的问题。海拔导致水热条件及其组合在空间上的变化, 并常伴随着温度、降水、光照、土壤等因子的改变。海拔梯度充分反映了环境间的差异。不同海拔梯度群落间的相异性不仅反映群落间环境的异质性, 也在一定程度上反映物种的适应性, 进而影响着植物群落的分布与物种多样性。植物群落物种多样性与海拔之间的关系在不同地区是不一致的, 而且不同植物群落物种与海拔的相关关系也是不一样的^[1]。由于植物群落中各生物型物种对环境响应不尽一致, 不同生活型的植物种类沿海拔梯度同样呈现不同的多样性格局^[2-3]。针对不同的地区, 应进行具体的研究。根据不同物种多样性海拔的变化格局, 可总结为以下类型。①多样性与海拔呈负相关关系, 即物种多样性随海拔升高而不断减少。这种格局在不同的气候类型区都比较常见, 如热带湿润山区^[4-5]、温带湿润山区^[6]、干旱地区山区^[7]。②物种多样性随海拔的升高先增加后降低。这种分布格局在半干旱地区比较常见。在低海拔区域, 物种多样性受降水的限制, 而在高海拔地区则受热量限制, 从而形成中海拔地区的高多样性分布^[8]。③物种多样性随海拔的升高而增加^[9], 不存在显著的规律性^[10]。这些格局主要是由较小的海拔梯度所引起的^[1]。笔者研究了不同海拔梯度上小嵩草植物群落结构, 探讨小嵩草植物群落沿海拔梯度的变化规律, 为草原生态保护提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 研究区概况 试验在青南地区果洛藏族自治州玛沁县大武乡格多牧委会进行。地理位置为 34°20' ~ 34°26' N, 100°

22' ~ 100°30' E, 平均海拔 4 120 m, 范围 3 800 ~ 4 800 m。该地区属青藏高原的一部分, 为三江源地区。该地区气候具有典型的高原大陆性气候特点, 无四季之分, 仅有冷暖季之别, 冷季漫长、干燥而寒冷, 暖季短暂、湿润而凉爽。温度年较差较小而日差较悬殊, 太阳辐射强烈。各地历年日照平均值在 2 500 h 以上, 年总辐射量在 623.8 ~ 629.9 kJ/cm², 冷季持续时间长达 7 ~ 8 个月; 暖季湿润, 长达 4 ~ 5 个月, 平均气温在 0 °C 以下。全年无绝对无霜期, 年降水量为 420 ~ 560 mm, 多集中在 5 ~ 10 月。土壤为高山草甸土和高山灌丛草甸土, 土壤表层和亚表层中有机质含量丰富。矮嵩草草甸为该地区主要冬春草场, 建群种为矮嵩草, 主要伴生种有高山嵩草 (*Kobresia pygmaea*)、小嵩草 (*Kobresia pygmaea*)、二柱头蔗草 (*Scirpus distigmaticus*)、垂穗披碱草 (*Elymus nutans*)、早熟禾 (*Poa* spp.)、异针茅 (*Stipa aliena*)、短穗兔耳草 (*Lagotis brachystachya*)、矮火绒草 (*Leontopodium nanum*)、细叶亚菊 (*Ajania tenuifolia*)、兰石草 (*Lancea tibetica*)、美丽凤毛菊 (*Saussurea superba*)、鸟足毛茛 (*Ranunculus brotherusii*) 等主要牧草^[11-15]。

1.2 研究方法 采用样方取样的方法进行调查。在各试验区按不同海拔植物高度小生境内设置 2 条 50 m 样带, 样带上每隔 5 m 调查 1 m × 1 m 样方。试验区应尽量全面地覆盖试验区内的矮嵩草群落类型。每个样带上的 10 个样方计算平均值作为该试验点的样方数据, 记录样方内植物种类组成、种盖度、植物高度、植物种的密度及群落总盖度等。然后, 齐地面剪下植物, 带回实验室在 70 °C 的恒温箱中烘干至恒重, 称重备用。共做 2 条样带/样地、20 个大样方/样地, 同时记录样方所在的位点、海拔高度等生态因子。

$$\text{生态优势度}(C) = \sum (n_i/N_i)^2$$

$$\text{Shannon-Wiener 指数}(H') = - \sum P_i \ln P_i$$

$$\text{Simpson 指数}(D) = 1 - \sum P_i^2$$

均匀度指数的计算采用 Pielou 指数 (J)。

作者简介 宋长宏 (1966 -), 男, 青海乐都人, 畜牧 (草原) 师, 从事草地管理方面的研究, E-mail: xiaokrs88@163.com。

收稿日期 2013-03-15

$$J = (-\sum P_i \ln P_i) / \ln P_i$$

式中, N 为群落某一特征的总数量; n_i 为群落中第 i 种的数量; P_i 为种 i 的相对重要值 (相对高度 + 相对盖度) / 2; S 为种所在样方的物种总数。

数据统计采用 Excel 和 DPS 统计软件。

2 结果与分析

2.1 群落数量特征变化 由表 1、图 1 可知, 随着海拔的逐渐升高, 小蒿草群落的数量特征即物种数、生物量、生态优势度指数均发生明显变化。物种数随着海拔的升高先增多后

减少, 在海拔 4 000 m 处最大为 38 种, 与海拔 3 600 m 处相比物种数增加了 3 种, 与海拔 4 200 m 处相比物种数减少了 3 种; 生物量随着海拔的升高而逐渐降低, 在海拔 3 600 m 处生物量达到最大值, 为 68.26 g, 在海拔 4 200 m 处生物量最小, 为 60.24 g, 与海拔 3 600 m 处相比在海拔 4 200 m 处生物量减少了 11.8%; 生态优势度随着海拔的升高而逐渐升高, 在海拔 3 600 m 处生态优势度最小, 为 0.328, 在海拔 4 200 m 处生态优势度达到最大值, 为 0.658, 与海拔 3 600 m 处相比在海拔 4 200 m 处生态优势度增加了 101%。

表 1 不同海拔小蒿草群落数量特征及多样性指数

样地	海拔/m	物种数	生物量/g	C	D	H'	J
A	3 600	35	68.26	0.328	0.895 7	3.398 7	0.921 4
B	3 800	36	66.14	0.457	0.946 2	3.526 5	0.956 2
C	4 000	38	65.44	0.489	0.967 2	3.547 2	0.943 1
D	4 200	35	60.24	0.658	0.924 6	3.422 7	0.935 1

2.2 群落物种多样性变化 由表 1、图 2 可知, 随着海拔的逐渐升高, 小蒿草群落的物种多样性即 Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数、Pielou 指数均发生明显变化。Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数均随着海拔的升高先增大后减小, 在海拔 4 000 m 处达到最大值, 分别为 0.9672、3.5472, 与

海拔 3 600 m 处相比分别增加了 8%、4%, 与海拔 4 200 m 处相比分别减小了 4.4%、3.5%; Pielou 指数随着海拔的升高先增大后减小, 在海拔 3 800 m 处达到最大值, 为 0.956 2, 与海拔 3 600 m 处相比 Pielou 指数增加了 3.8%, 与海拔 4 200 m 处相比 Pielou 指数减小了 2.3%。

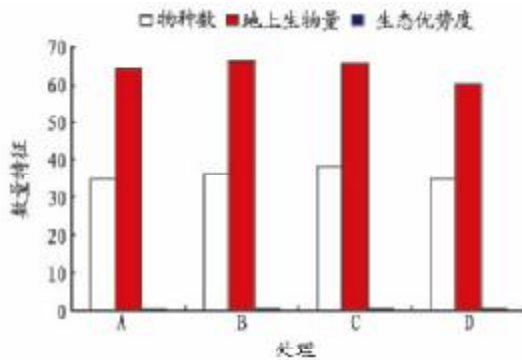


图 1 不同海拔小蒿草数量特征变化

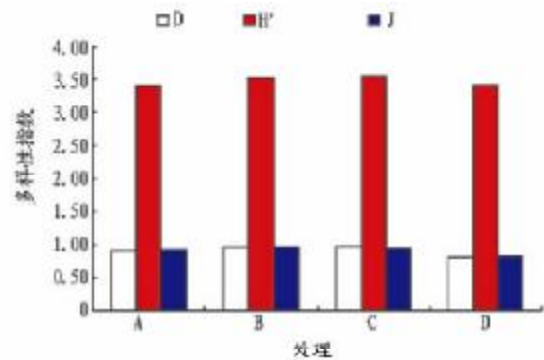


图 2 不同海拔小蒿草多样性指数变化

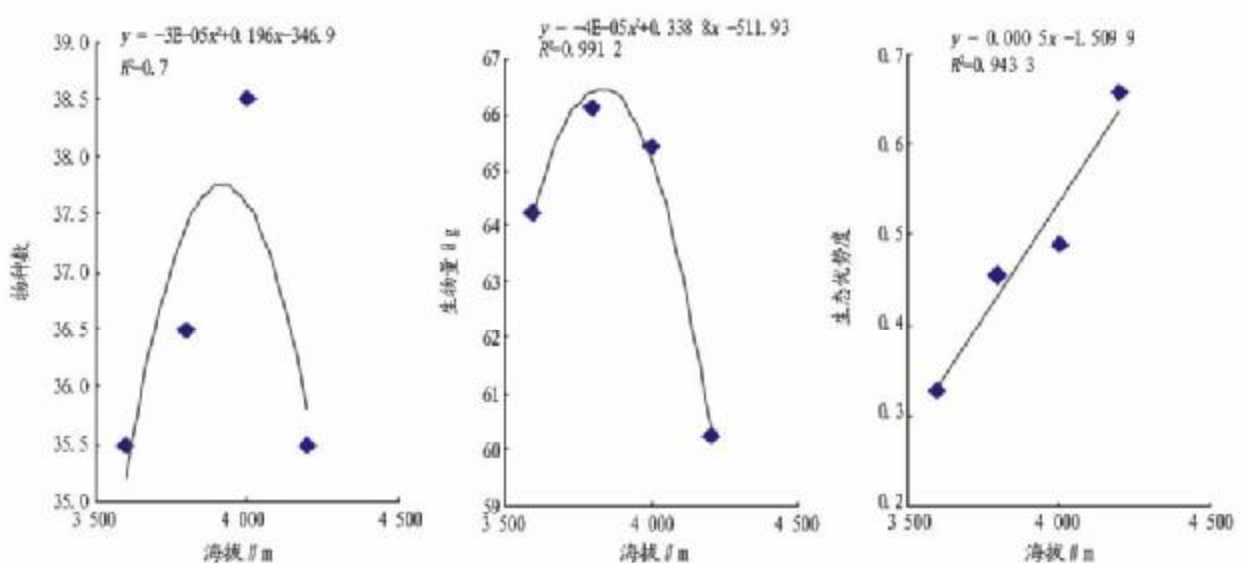


图 3 不同海拔与小蒿草数量特征的拟合曲线

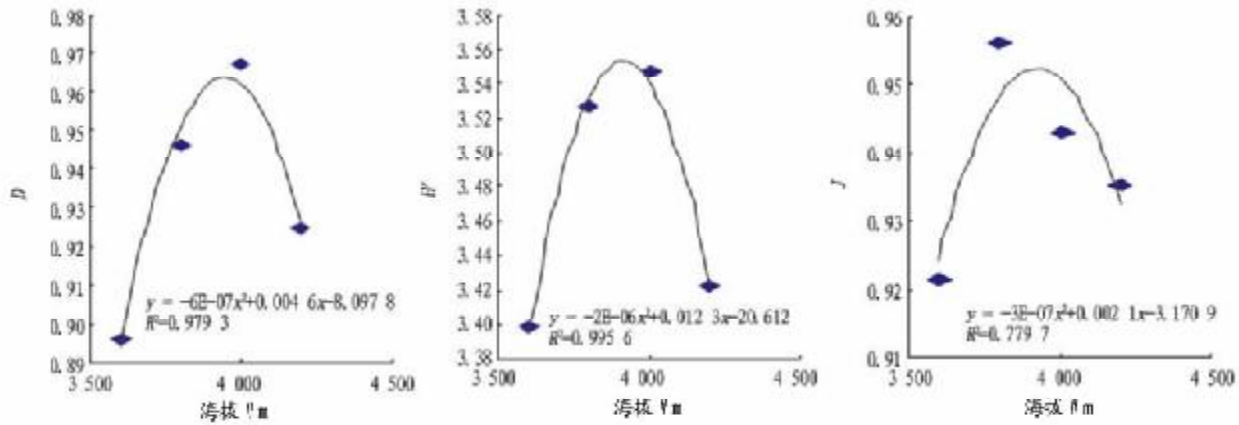


图 4 不同海拔与小嵩草多样性指数的拟合曲线

2.3 相关性分析 由图 3、4 可知,除了生态优势度与海拔间呈线性关系外,小嵩草群落的生物量、物种数、Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数、Pielou 指数均与海拔呈二次函数关系。由表 2 可知,海拔与生物量呈负相关关系,但未达到显著水平,即随着海拔的逐渐升高小嵩草的生物量先减小后增大,呈“V”字形变化; Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数、Pielou 指数均与海拔呈正相关关系,且与生态优势度呈显著正相关关系($r = 0.97, P = 0.001$),即 Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数、Pielou 指数均随海拔的逐渐升高先增大后减小,呈倒“V”形变化。Simpson 指数与 Shannon-Wiener 指数呈显著正相关关系($r = 0.95, P = 0.001$),即 Simpson 指数与 Shannon-Wiener 指数的变化趋势基本一致,呈同向变化。

表 2 海拔、小嵩草多样性指数及数量特征间的相关性分析

指标	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
x_1	1.00					
x_2	-0.62	1.00				
x_3	0.97**	-0.69	1.00			
x_4	0.45	0.41	0.33	1.00		
x_5	0.16	0.67	0.06	0.95*	1.00	
x_6	0.25	0.46	0.27	0.79	0.84	1.00

注: $x_1 \sim x_6$ 分别为海拔、生物量、生态优势度、Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数、Pielou 指数。*、** 分别表示在 0.05、0.01 水平显著。

3 结论与讨论

生态优势度是反映群落中各种群优势状况的指标。生态优势度低,表明群落由若干个优势程度相近的种群组成,群落的稳定性较高;而其值高则表明群落中仅有少数优势种,群落不稳定。从对该地区小嵩草草甸的研究可以看出,生态优势度随海拔的升高而逐渐增大,呈线性变化,说明随着海拔的逐渐升高群落的优势种减少,群落稳定性变差。这与 Peet 等^[16-18]研究结果一致。生物量与物种数随海拔的升高先增大后减小。Hickman 等^[19]认为,在均一的生境中,不同的物种竞争能力各异。竞争能力较强的物种可以更有效地利用资源,从而创造出更高的生产力。他们还利用资源竞争模型预测到群落生物量随物种丰富度的上升而呈现饱和性和上升。物种丰富度随海拔的升高呈单峰分布格局,即在中海拔地段丰富度最大。这种格局可能与低海拔地区受人为干扰较强而高海拔山地的面积较小等因素有关^[20]。Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数、Pielou 指数均随海拔的逐渐升高而先增大后减小,呈倒“V”形变化。这主要是由于在低海拔处受干扰程度较大,而在高海拔处受气候因素的干扰程度较大。Wang 等^[21]研究表明,随着海拔的升高,人为干扰逐渐减小,而且人为干扰严重影响了物种的更替速率。在不同的水分条件下,群落物种多样性随海拔植物高度的变化规律间差异很大^[22-23]。植物群落物种多样性与海拔之间的关系在不同地区不一致,而且不同植物群落物种与海拔的相关关系也不一样^[1]。由于植物群落中各生物型物种对环境的响应不尽一致,不同生活型的植物种类沿海拔梯度同样呈现不同的多样性格局^[24]。这说明海拔导致水热条件及其组合在空间上的变化,并常伴随着温度、降水、光照、土壤等因子的改变。海拔梯度充分反映了环境间的差异。不同海拔梯度群落间的相异性不仅反映群落间环境的异质性,而且在一定程度上反映物种的适应性,进而影响植物群落的分布与物种多样性。

海拔地段丰富度最大。这种格局可能与低海拔地区受人为干扰较强而高海拔山地的面积较小等因素有关^[20]。Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数、Pielou 指数均随海拔的逐渐升高而先增大后减小,呈倒“V”形变化。这主要是由于在低海拔处受干扰程度较大,而在高海拔处受气候因素的干扰程度较大。Wang 等^[21]研究表明,随着海拔的升高,人为干扰逐渐减小,而且人为干扰严重影响了物种的更替速率。在不同的水分条件下,群落物种多样性随海拔植物高度的变化规律间差异很大^[22-23]。植物群落物种多样性与海拔之间的关系在不同地区不一致,而且不同植物群落物种与海拔的相关关系也不一样^[1]。由于植物群落中各生物型物种对环境的响应不尽一致,不同生活型的植物种类沿海拔梯度同样呈现不同的多样性格局^[24]。这说明海拔导致水热条件及其组合在空间上的变化,并常伴随着温度、降水、光照、土壤等因子的改变。海拔梯度充分反映了环境间的差异。不同海拔梯度群落间的相异性不仅反映群落间环境的异质性,而且在一定程度上反映物种的适应性,进而影响植物群落的分布与物种多样性。

参考文献

[1] 唐志尧,方精云. 植物物种多样性的垂直分布格局[J]. 生物多样性, 2004,12(1):20-28.
 [2] ROHDE K. Latitudinal gradients in species diversity: the search for the primary cause[J]. Oikos,1992,65:514-527.
 [3] HAMILTON A C,PERROTT P A. A study of altitudinal zonation in the ontance forest belt of Mt[J]. Ecology,1981,52:577-586.
 [4] VAZQUEZ G J A, GIVNISH T J. Altitudinal gradients in tropical forest composition, structure, and diversity in the Sierra de Manantlan [J]. J Ecol,1998,86:999-1020.
 [5] 李宗善,唐建伟,高吉喜,等. 西双版纳热带山地雨林的植物多样性研究[J]. 植物生态学报,2004,28(6):833-843.
 [6] 郝占庆,于德永,杨晓明. 长白山北坡植物群落 α 多样性及其随海拔梯度的变化[J]. 应用生态学报,2002(7):786-789.
 [7] GLENN-LEWIN D C. Species diversity in the North American temperate forests[J]. Vegetatio,1977,33:153-162.
 [8] WANG G H,ZHOU G S,YANG L M, et al. Distribution, species diversity and life-form spectra of plant communities along an altitudinal gradient in the northern slopes of Qilianshan Mountains, Gansu, China[J]. Plant Ecology,2002,165:169-181.
 [9] BARUCH Z. Ordination and classification of vegetation along an altitudinal gradient in the Venezuelan paramos [J]. Vegetatio,1984,55:115-126.
 [10] DOLEZAL J, SRUTEK M. Altitudinal in composition and structure of mountain-temperate vegetation: a case study from the Western Carpathians[J]. Plant Ecology,2002,158:201-221. (下转第 4739 页)

地壳中的分布不均匀、人体硒摄入量的巨大差异造成的,因此检测环境及生物制品的硒含量对维持生物安全具有重要的意义。

目前常见的硒含量测定方法主要为物理化学方法^[13]。原核生物硒代半胱氨酸的插入机制已基本清楚。在具备 UGA 密码子、顺式作用元件 SECIS 及相应的反式作用元件后,通过调整 SelB 四元复合物组分的比例及 UGA 通读的速率等,培养基硒含量可能与硒蛋白(报告基因)的合成量有一定的正相关性,从而根据报告基因计算出硒含量。

试验利用双多克隆位点的共表达载体 pCOLAduet-1 表达 SelAB(图 3)和 SelC,发现可进行有效表达。通过氨苄的筛选,试验发现含 pSECIS4 载体的大肠杆菌在含硒培养基中生长良好,且在无硒培养基中生长与正常对照含 pSECIS1 载体的细菌生长没有差别(图 5A、B)。所以,pSECIS4 为试验测定的 pSECIS 中最准确、高效的 SECIS(UGAUCG)。此结果与 Sandman 等^[12]的结果是一致的。试验进一步构建 pSEGF4,通过和 SelABC 共表达,发现胞内荧光强度与硒酸盐含量在不高于 120 $\mu\text{mol/L}$ 硒酸盐范围内具有较好的线性关系,说明试验已初步构建了硒生物检测器。BSD4,证明基于硒蛋白生物合成机制而构建硒生物检测器是可行的,为利用 BSD4 进一步分析测定环境样品中的硒含量奠定了基础。

同时此工作也为将来深入研究 SECIS 上游的 UGA 附近核苷酸序列对 Sec 插入效率的影响机理奠定了良好的基础。作为一种方法,笔者尚需进一步对此方法的灵敏度、准确度和重复性等与现有的各种方法进行比较;继续深入研究分析提高硒蛋白准确高效表达的因素,提高此方法的灵敏度;对不同来源的样品,进行硒含量的测定并与其他硒测定方法进行相关性比较分析。

参考文献

[1] MOGHADASZADEH B, BEGGS A H. Selenoproteins and their impact on human health through diverse physiological pathways[J]. Physiology, 2006,

21(5):307-315.

[2] PAPP L V, LU J, HOLMGREN A, et al. From selenium to selenoproteins: synthesis, identity, and their role in human health[J]. Antioxidants & Redox Signaling, 2007, 9(7):775-806.

[3] LU J, HOLMGREN A. Selenoproteins[J]. Journal of Biological Chemistry, 2009, 284(2):723-727.

[4] WHITE P J, BROADLEY M R, BOWEN H C, et al. Selenium and its relationship with sulfur[J]. Sulfur in Plants an Ecological Perspective, 2007, 6: 225-252.

[5] ELLIS D R, SALT D E. Plants, selenium and human health[J]. Current Opinion in Plant Biology, 2003, 6(3):273-279.

[6] WESSJOHANN L A, SCHNEIDER A, ABBAS M, et al. Selenium in chemistry and biochemistry in comparison to sulfur[J]. Biological Chemistry, 2007, 388(10):997-1006.

[7] ZHU Y G, PILON-SMITS E A, ZHAO F J, et al. Selenium in higher plants: understanding mechanisms for biofortification and phytoremediation[J]. Trends in Plant Science, 2009, 14(8):436-442.

[8] ALLMANG C, KRÖL A. Selenoprotein synthesis: UGA does not end the story[J]. Biochimie, 2006, 88(11):1561-1571.

[9] DRISCOLL D M, COPELAND P R. Mechanism and regulation of selenoprotein synthesis[J]. Annual Review of Nutrition, 2003, 23(1):17-40.

[10] JAMESON R R, DIAMOND A M. A regulatory role for Sec tRNA [Ser] Sec in selenoprotein synthesis[J]. RNA, 2004, 10(7):1142-1152.

[11] MANSELL J B, GUÉVREMONT D, POOLE E S, et al. A dynamic competition between release factor 2 and the tRNA(Sec) decoding UGA at the recoding site of *Escherichia coli* formate dehydrogenase H[J]. The EMBO Journal, 2001, 20(24):7284-7293.

[12] SANDMAN K E, NOREN C J. The efficiency of *Escherichia coli* selenocysteine insertion is influenced by the immediate downstream nucleotide[J]. Nucleic Acids Research, 2000, 28(3):755-761.

[13] 何家红,张铮. 生物体中微量元素硒的检测方法研究进展[J]. 淮北煤炭师范学院学报:自然科学版, 2009, 30(2):32-37.

[14] PILARCZYK B, JANKOWIAK D, TOMZA-MARCINIAK A, et al. Selenium Concentration and Glutathione Peroxidase (GSH-Px) Activity in Serum of Cows at Different Stages of Lactation[J]. Biological Trace Element Research, 2012, 147(1/3):91.

[15] JIANG Z, ARNÉR E S, MU Y, et al. Expression of selenocysteine-containing glutathione S-transferase in *Escherichia coli*[J]. Biochemical and Biophysical Research Communications, 2004, 321(1):94-101.

[16] 刘琼,彭珍,梁雪莹. 微量含硒蛋白检测技术进展[J]. 光谱学与光谱分析, 2009(2):530-535.

[17] 可成友,谭凤华,吴晓芳,等. 生物样品中微量元素硒的提取检测研究进展[J]. 辽宁农业科学, 2009(2):57-58.

(上接第 4711 页)

[11] 刘伟,周华坤,周立. 不同程度退化草地生物量的分布模式[J]. 中国草地, 2005, 27(2):9-15.

[12] 周华坤,周立,赵新全,等. 江河源区“黑土滩”型退化草场的形成过程与综合治理[J]. 生态学杂志, 2003, 22(5):51-55.

[13] 王长庭,龙瑞军,丁路明. 高寒草甸不同海拔梯度上黄帚橐吾的克隆生长特征[J]. 西北植物学报, 2004, 24(10):1805-1809.

[14] 王文颖,王启基. 高寒嵩草草甸退化生态系统植物群落结构特征及物种多样性分析[J]. 草业学报, 2001, 10(3):8-14.

[15] 柯君,王慧春,周华坤,等. 三江源区高寒草甸 43 种植物繁殖体质量比较[J]. 草业科学, 2010, 27(3):15-20.

[16] PEET R K. Forest vegetation of the Colorado, front range: Pattern of species diversity[J]. Vegetation, 1990, 86:15-20.

[17] BRAUCH Z. Ordinal and classification of vegetation along an altitudinal gradient in the Venezuelan paramos [J]. Vegetation, 1984, 55:15-126.

[18] 高贤明,陈灵芝. 北京山区辽东栎群落物种多样性的研究[J]. 植物生

态学报, 1998, 22(1):23-32.

[19] HICKMAN K R, HARTNETT D C. Effect of grazing intensity on growth, reproduction, and abundance of three forbs in Kansas tallgrass prairie[J]. Plant Ecology, 2002, 159:23-33.

[20] 方精云. 探索中国山地植物多样性的分布规律[J]. 生物多样性, 2004, 12(1):1-4.

[21] WANG G H, ZHOU G S, YANG L M, et al. Distribution, species diversity and life-form spectra of plant communities along an altitudinal gradient in the northern slopes of Qilianshan[J]. Plant Ecology, 2002, 165:169-181.

[22] PEET R K. Forest vegetation of the Colorado, Front Range; Pattern of species diversity[J]. Vegetatio, 1978, 37:65-78.

[23] DEL MORAL R. Diversity patterns in forest vegetation of the Webatchee Mountains, Washington [J]. Bull Torrey Bot Club, 1972, 99:57-64.

[24] HAMILTON A C, PERROTT R A. A study of altitudinal zonation in the montane forest belt of Mt. Elgon, Kenya/Uganda [J]. Vegetatio, 1981, 45(2):107-125.