

doi:10.11733/j.issn.1007-0435.2026.02.017

引用格式:孙飞达,张蔡斌,张欢欢,等.“标准鼠单位”的确立及其在草原鼠害防控中的应用[J].草地学报,2026,34(2):553—558

SUN Fei-da, ZHANG Cai-bin, ZHANG Huan-huan, et al. Establishment of “Standard Rodent Unit” and Its Application in Grassland Rodents Control[J]. Acta Agrestia Sinica, 2026, 34(2):553—558

“标准鼠单位”的确立及其在草原鼠害防控中的应用

孙飞达^{1*}, 张蔡斌¹, 张欢欢¹, 蒋俊宏¹, 白彦福¹, 刘琳¹, 杨廷勇², 代丽³

(1. 四川农业大学草业科技学院, 四川成都 611130; 2. 甘孜州草原工作站, 四川康定 626000;

3. 德格县林业和草原局, 四川德格 627250)

摘要:基于草地家畜当量与“标准羊单位”的理念及应用实践,本文对“标准鼠单位”进行定义,探讨“标准鼠单位”在草地啮齿动物调查监测及鼠害防控管理中的现实意义。参考“标准羊单位”已有研究成果,以及近年来对草地害鼠食性、采食策略的研究进展,分析相关啮齿动物标准鼠单位的衡量指标,以及啮齿动物食物当量的测算途径。“标准鼠单位”定义为:基于草原常见啮齿动物的平均体重,将一只100 g体重的鼠种每日所采食、刈割、贮藏50 g鲜草(占自身体重的50%)、折合约为10 g干草(含水量以20%计)的损失量认定为1个标准鼠单位。80个标准鼠单位相当于1个标准羊单位(即80个鼠单位≈1个羊单位),不同鼠种按其体重差异进行折算。本研究初步搭建了“鼠-草-畜”在采食量水平上的度量关系,可为不同食草动物采食及食物当量提供标准和依据。

关键词:标准鼠单位;草地啮齿动物;鼠害防控;防控阈值

中图分类号:S812.6

文献标识码:A

文章编号:1007-0435(2026)02-0553-06

Establishment of “Standard Rodent Unit” and Its Application in Grassland Rodents Control

SUN Fei-da^{1*}, ZHANG Cai-bin¹, ZHANG Huan-huan¹, JIANG Jun-hong¹, BAI Yan-fu¹,

LIU Lin¹, YANG Ting-yong², DAI Li³

(1. College of Grassland Science and Technology, Sichuan Agricultural University, Chengdu, Sichuan Province 611130, China;

2. Ganzi Prefecture Grassland Working Station, Kangding, Sichuan Province 626000, China; 3. Dege County Forestry and Grassland Bureau, Dege, Sichuan Province 627250, China)

Abstract: Based on the concept and practice of grassland livestock equivalent and “Standard sheep unit”, this paper defines the “Standard rodent unit” and explores its practical significance in grassland rodent survey, monitoring and pest control management. Referring to “Standard sheep unit” conception and the research progress of grassland rodents prevention and control in recent years, we analyzed the measurement indicators for relevant rodent standard unit and the methodologies for calculating rodents food equivalents. The definition of “Standard rodent unit” was as follows, based on the common weight of the average grassland rodents, one unit represents the daily loss caused by a 100 g rodent species consuming, cutting and storing 50 g fresh grass (about 50 % of its body weight), which converts to 10 g of dry grass (assuming a moisture content of 20 %). Eighty rodent units are equivalent to one standard sheep unit, with conversion of different rodents based on their weight differences. A preliminarily measurement relationship among “rodent-grass-livestock” at the level of forage intake was established, which will provide standard and basis for quantifying the foraging and food equivalents of different herbivores.

收稿日期:2025-01-01;修回日期:2025-06-03

基金项目:国家自然科学基金项目(32271775);四川省自然科学基金项目(2025ZNSFSC0174);四川农业大学-德格县林业和草原局校地合作项目资助

作者简介:孙飞达(1978-),男,汉族,甘肃靖远人,教授,博士,主要从事草地生态及鼠害防控研究,E-mail:sunfd08@163.com

Key words: Standard rodent unit; Grassland rodents; Rodents prevention and control; Prevention and control threshold

草地鼠害是指在草地生态系统中由于鼠类数量剧增、活动加剧,对草地植被、土壤、环境及生态系统造成一定危害,超过了益害转化防控阈值,对区域草地健康和保护利用构成损害的一类草地退化现象^[1]。草地鼠类主要是指小型啮齿动物,也包括兔形目的鼠兔科、食肉目的鼬科、食虫目的大部分种类,甚至灵长目的树鼩^[2],所以草地鼠类多数属于啮齿动物,但啮齿动物并不都是鼠类。英文的“Rodent”(啮齿动物)来源于拉丁文“Rodere”,意为“啃食”。“鼠类”通常指哺乳纲中小型啮齿目以及兔形目中的鼠兔科动物^[3]。“鼠类”本质上是“啮齿目”的下一级分类体系,但在草地保护研究应用及使用习惯上,通常将草地“鼠类”与草地“小型啮齿动物”等同使用。截至2024年12月,中国分布的兽类有效种已经达到58科、263属、736种,其中啮齿动物有252种^[4]。

草地鼠类本身是草地生态系统不可或缺的重要组成部分,其作为食物链的重要一环,通过采食(Foraging)、掘洞(Burrowing)、刈割(Mowing)、贮藏(Storing)、堆丘(Piling)、排泄(Excreting)等行为,对草地生产力及土壤环境产生影响;另一方面,适宜的草地植物群落和土壤环境为鼠类提供了栖息及规避风险的场所^[5]。在草地生态系统中,鼠类既是初级消费者,同时也作为次级生产者,为其他草原动物、飞禽类提供了食物资源,且处于生态网的中端,具有非常重要的生态位^[6]。草地鼠类因其繁殖快、数量大、啃食掘洞、与放牧家畜争夺食草资源,当其种群数量超过一定阈值时,便会形成鼠害,进而会加剧草地退化的进程^[5-6]。鼠类活动对草地生态系统的影响是复杂的,其益害转化取决于其种群数量及密度,且随水热条件、地形地貌、季节更替、植被生境、草地利用程度等因素不同而发生变化。我国草地类型复杂,植物群落及组成多样,草地鼠种及食草动物繁多,如青藏高原高寒草地优势种高原鼠兔(*Ochotona curzoniae*)主要以植物的茎叶、地下根茎或种子为食,喜食禾草和杂类草[包括棘豆属(*Oxytropis*)、囊吾属(*Ligularia*)、狼毒属(*Stellera*)等有毒植物],不喜食莎草科(Cyperaceae)植物,但各鼠种采食及食性、食量差异较大^[7]。因此,为评估不同鼠类对草地植物的消耗量,急需建立一个标准当量,便于在不同草地鼠类及食草动物

之间进行比较。“标准鼠单位”是借鉴草地动物评价的“标准羊单位”理念和原理,经过大量鼠类食量、食性等方面的数据收集和分析提出和制定的^[7-8],且能够很好地换算各鼠类动物的日食量或日食食物能量,用于衡量草地鼠类及其他食草家畜对草地植物的利用或危害程度。草地鼠类采食量目前没有统一的衡量标准,故对不同草原、不同鼠类进行比较分析,对“标准鼠单位”进行定义,探索其理论基础和实现途径,有助于草地资源管理与鼠类活动饲草损失量评估。

1 “标准鼠单位”的研究意义

1.1 草地鼠类危害生态经济阈值探索

Stern等^[9]提出了害虫经济阈值的概念,但该概念在鼠害防治领域的应用起步较晚。鼠害经济阈值是指人类对鼠害进行防治所需支出与鼠害造成的经济损失相等时的临界点,制定这一阈值的主要目的是保证饲草及畜牧业生产效益最大化^[10]。鼠害生态阈值、生态经济阈值的确定更为复杂,要考虑相关气象、生境等生态因子,选取指标及因子权重赋值因鼠种、分布、时空、草地类型、防控水平及利用方式等而存在明显差异。

鼠类种群密度与其危害所造成的草地牧草减产量之间存在一定相关性^[11],不同鼠洞密度对样地植物群落多样性、地上生物量与地下生物量有一定影响^[12],当达到一定值时鼠类会对草地造成严重破坏^[13]。这种相关性可以通过函数曲线表达,在新疆木垒对黄兔尾鼠(*Eolagurus luteus*)的经济阈值研究中,通过建立鼠种不同洞口密度和牧草损失量的变化曲线,就可根据待测样地的洞口密度估算出牧草损失量,从而估测鼠类活动对草地生产力的破坏程度^[14]。在若尔盖高寒草甸利用鼠密度与牧草损失量建立回归模型,得出夏季高原鼠兔经济阈值为115个·hm⁻²,生态经济阈值为127个·hm⁻²^[15]。

用不同洞口密度下牧草损失量的变化曲线来衡量鼠类对草地的破坏程度有很多局限性:造成牧草损失的原因不只是鼠类活动,还有其他多种因素(如气候原因、放牧利用等);由于鼠密度采用间接的洞口密度进行计算,所以对于反映鼠类的日食量或鼠类所采食、刈割和贮藏牧草的损失量不够精

确;由于产草量只能反映地上生物量的数值,而不能反映植物根系及牧草营养能量数值,所以对于草地生产力的损失量评估不够全面。

1.2 基于家畜单位的“鼠单位”探索

我国家畜单位(Animal unit, AU)长期使用标准羊单位(Sheep unit, SU)计算草地的畜牧承载量,澳大利亚、新西兰等国家多采用标准牛单位(Cattle unit, CU)进行载畜量评估^[16-17],二者应用范围及接受程度各有优势和不足。羊单位源于草地单位。其标准定义为:将一只体重 40 kg 的成年母羊及其哺乳羔羊每日所需的饲草量(5~7.5 kg 青草或 1.8 kg 标准干草)界定为 1 个标准羊单位。标准羊单位的提出与应用解决了生产实践上家畜当量的问题,但也存在许多值得探索的问题:家畜折算体系不健全、折算系数不尽一致、家畜日食量

差异大、家畜不同生长发育阶段及饲养标准不统一等。尽管鼠类同为食草动物,但其个体小、数量多,单位采食量相对较少,在草地活动中不同于绵羊等草食家畜仅有的采(啃)食活动,还有掘洞、刈割、贮草行为,因此简单采用“羊单位”“牛单位”进行体重及采食量折算具有很大局限性。

草地鼠类主要分为地面鼠和地下鼠,地下鼠大多具有冬眠行为。地面鼠对禾本科植物尤为喜食,而地下鼠则喜食部分杂类草,且主要以粗壮多汁的植物根系为食(表 1)。然而,由于鼠类普遍具有刈割磨牙的习性,其造成的饲草损耗量并不完全等于实际采食量(表 2);此外,许多不冬眠的鼠类会提前贮藏饲草以备越冬,因此在计算特定时间点的鼠类采食量时难以精准判断与计量。由此可见,若直接套用标准羊单位换算体系来估算鼠类采食量,可能不够科学严谨,有待进一步深入探究。

表 1 不同鼠类对草地植物的采食比例

Table 1 Feeding ratios of different rodents to grassland plants

鼠种 Species	禾本科 Poaceae/%	豆科 Fabaceae/%	莎草科 Cyperaceae/%	毛茛科 Ranunculaceae/%	菊科 Compositae/%	蔷薇科 Rosaceae/%	其他 Others/%	参考文献 References
高原鼠兔 <i>Ochotona curzoniae</i>	22	11	11	17.2	11	5.8	22	[18-19]
高原鼯鼠 <i>Eospalax baileyi</i>	4.8	9.5	9.5	14.3	19.5	23.8	19.5	[19-20]
棕背鼯鼠 <i>Clethrionomys rufocanus</i>	5.6	11.1	11.1	5.6	16.7	27.8	22.2	[21]
小毛足鼠 <i>Phodopus roborovskii</i>	14.3	7.1	7.1	14.3	14.3	21.4	21.4	[22]
三趾跳鼠 <i>Dipus sagitta</i>	20	5	5	15	15	20	20	[22]
子午沙鼠 <i>Meriones meridianus</i>	19.5	9.5	4.8	14.3	14.3	19.5	19.5	[22]
黑线仓鼠 <i>Cricetulus barabensis</i>	23.5	11.8	5.9	11.8	11.8	17.6	17.6	[22]

注:采食比例基于采食种类及食性换算而得
Note: Feeding ratio is calculated based on the feed types and habits

表 2 不同鼠类对植物不同构件的采食比例

Table 2 Feeding proportion of plants part by different rodents

鼠种 Species	种子 Seed/%	根 Root/%	茎、叶 Stem and leaf/%	花 Flower/%	昆虫 Insect/%	其他 Others/%	参考文献 References
松鼠 <i>Sciuridae</i>	38.5	7.7	15.4	7.7	7.7	23.1	[21]
花鼠 <i>Eutamias sibiricus</i>	35.7	7.1	7.1	7.1	21.4	21.4	[21]
大仓鼠 <i>Cricetulus triton</i>	35.7	7.1	14.3	—	21.4	21.4	[21]
大林姬鼠 <i>Apodemus peninsulae</i>	41.7	8.3	8.3	8.3	16.7	16.7	[21]
黑线姬鼠 <i>Apodemus agrarius</i>	31.3	6.3	12.5	6.3	18.8	25.0	[21]
三趾跳鼠 <i>Dipus sagitta</i>	23.1	15.4	38.5	7.7	7.7	7.7	[22]
黑线仓鼠 <i>Cricetulus barabensis</i>	41.7	8.3	16.7	—	25	8.3	[22]

注:—表示无数据
Note: —indicates no data

2 “标准鼠单位”的确立与研究途径

标准鼠单位,又称鼠害标准当量,最早见于广东稻田鼠害防治指标研究^[23],该研究以华南水稻田里主要3种鼠类的捕获率与早稻和晚稻的产量损失率建立回归方程,以期比较不同鼠类造成的水稻产量损失率,以对水稻产量危害最为严重的鼠类作为标准鼠种。有学者对内蒙古典型草原进行不同放牧条件下草原鼠害与经济阈值研究时,首次将这一概念应用到草原啮齿动物范畴中来^[24-25]。该研究以主要啮齿动物的日食量、啮齿动物密度和采食天数的乘积加上越冬前储草量,得出草地牧草损失量,并将其中一种啮齿动物的日食量作为标准鼠单位。

“标准鼠单位”的定义至今仍未统一,有用当地危害最严重的啮齿动物所造成的作物(饲草)损失量(或损失率)作为标准鼠单位,也有用当地啮齿动物优势种的日食量作为标准鼠单位^[25]。“标准鼠单位”研究路径,既要考虑鼠种直接的鲜草消耗量,又要纳入基于能量需求的间接估算方法。

2.1 饲草能量法

在鼠害发生区采集单位面积的植物(对于非纯植食性的啮齿动物还要采集其他食物)^[26],将植物进行营养和能值测定,再乘以标准体重啮齿动物的日食量,从而获得啮齿动物日食食物所含营养和能量测算值。计算公式如(1)。

$$ER(a) = E(A)[D(A) + C(A)] + I(A) \quad (1)$$

其中: $ER(a)$ 为以某种啮齿动物的单位时间食物能量,为标准鼠单位的测算值; $E(A)$ 为单位重量牧草所含有的能量(KJ); $D(A)$ 为某种啮齿动物的单位时间食牧草量(kg); $C(A)$ 为具有贮藏食物习性啮齿动物单位时间贮存饲草量(kg); $I(A)$ 为啮齿动物非植物来源食物所含有的能量(KJ)。

2.2 动物能量法

通过解剖啮齿动物消化系统,测量各啮齿动物的食物净能^[27],再通过其食物净能、消化能、代谢能和总能之间的比值反推出其所摄取食物的能量。通过所获食物能量结合啮齿动物单位时间体重变化情况计算出啮齿动物日食食物所含能量测算值。计算公式如(2)。

$$ER(a) = [J(A)/(jkl) - I(A)]/t + C(A)E(A) \quad (2)$$

其中: $ER(a)$, $D(A)$, $I(A)$, $C(A)$ 指标同上; $J(A)$ 为实验室获得某种啮齿动物的净能(KJ); j , k , l 分别为啮齿动物的净能、代谢能、消化能和所食食物总能逐级间的转化比率(%); t 为啮齿动物的采食牧草时间(d)。

2.3 两种方法的应用范围及局限性

饲草能量法和动物能量法是“标准鼠单位”采食能量精准计算的2种主要途径(图1)。直接测定牧草能量和啮齿动物日食量的方法,其优点在于方便易行。但该方法在测定日食量时易受多种因素干扰^[28],如啮齿动物的个体大小、生理阶段、激素分泌水平和食物消化率的差异,同时食物资源的多寡及栖息环境的差异也会产生影响。

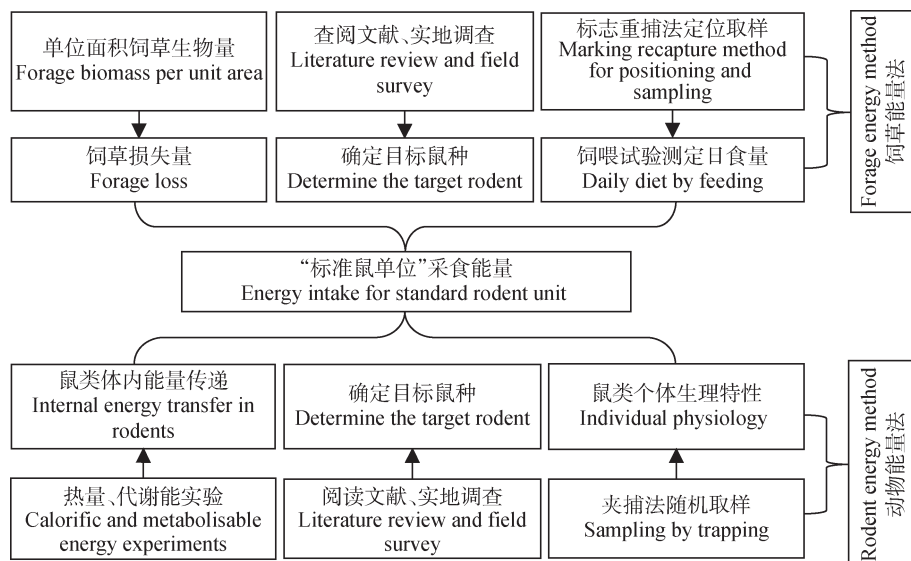


图1 “标准鼠单位”研究流程及途径

Fig. 1 Study process and methods for standard rodents unit

间接测定啮齿动物净能反推食物能量的方法,其优点在于净能可以较好反映啮齿动物实际采食鲜草的状况,但其局限在于啮齿动物的解剖与净能测定流程复杂且所需设备昂贵,在测定能量之间的传递效率时会造成很大的误差,从而使获得的标准鼠单位折算值不够精确。因此,基于研究目的和精度要求,二者需要结合进行。

3 “标准鼠单位”定义及阐释

基于“标准鼠单位”的研究意义及其研究途径,本研究将标准鼠单位(Rodent unit, RU)定义为:基于草原常见啮齿动物的平均体重,将一只100 g体重的鼠种每日所采食、刈割、贮藏50 g鲜草(占自身体重的50%)、折合约10 g干草(含水量以20%计)的损失量认定为1个标准鼠单位。

不同草地啮齿动物(鼠种)按其体重差异进行折算;基于“标准羊单位”定义,可界定80个标准鼠单位相当于1个标准羊单位,即80个鼠单位 $\approx$ 1个羊单位。

如果精确定义“标准鼠单位”,需参照“标准鼠单位”研究流程及途径(图1),要考虑采食的不同植物器官和不同植物种类的热量差异,鼠类喜食一些消化率高且味香的饲草,不喜食含有单宁等次生代谢物或有异味的饲草,应将喜食与厌食的植物种类甚至植物器官分开测定^[29],或可根据牧草采食量及已有经验模型进行换算^[30-31],需要测量采食饲草的总能,以及消化能、代谢能和净能^[32-33]。

食性食量研究是啮齿动物研究的重点和难点。目前国内外草地动物食性研究方法有直接观察法、饲喂法、食道瘘管法、粪便显微分析法、粪便DNA条形码技术、胃内容物分析法、链烷技术、稳定同位素分析法^[34-35]。

4 不足及展望

啮齿动物种类多,个体大小差异大,栖息生境复杂,同标准羊单位一样,依然存在折算体系不健全、折算系数不一致、日食量差异大、鼠类不同生长发育阶段、采食标准不统一等问题。

本文仅从草原小型啮齿动物个体对饲草的采食(刈割、贮草)损失量进行界定,且多考虑地面鼠活动,地下鼠因冬眠、采食根系等行为更为复杂,精准评价应充分考虑相关能量指标(营养成分、总能、消

化能、代谢能和净能)进行综合评定。啮齿动物食量食性研究较为复杂,需多学科交叉融合,这包括对啮齿动物个体、种群、群落及生态系统的系统研究,加大大数据、人工智能、物联网监测、分子生物学等学科融合。标准鼠单位的确立,初步搭建了“鼠-草-畜”在采食量水平上的度量关系,有助于不同草地类型、不同时空尺度下的草原鼠害饲草损失评估、鼠害防控及益害转化阈值的界定和评价。

参考文献

- [1] 苏军虎,刘荣堂,纪维红,等. 我国草地鼠害防治与研究的发展阶段及特征[J]. 草业科学,2013,30(7):1116-1123
SU J H, LIU R T, JI W H, et al. Stages and characteristics of grassland rodent pests control and research in China[J]. Pratacultural Science, 2013, 30(7): 1116-1123
- [2] 王祖望,张知彬. 鼠害治理的理论与实践[D]. 北京:科学出版社,1996:2
WANG Z W, ZHANG Z B. Theory and practice of rodent control [D]. Beijing: Science press, 1996:2
- [3] 王德华. 啮齿动物的适应性[J]. 生物学通报,2020,55(1):1-2
WANG D H. Rodents and their adaptation[J]. Bulletin of Biology, 2020, 55(1): 1-2
- [4] 魏辅文,杨奇森,吴毅,等. 中国兽类名录(2024版)[J]. 兽类学报,2025,45(1):1-16
WEI F W, YANG Q S, WU Y, et al. Catalogue of mammals in China (2024)[J]. Acta Theriologica Sinica, 2025, 45(1): 1-16
- [5] 孙飞达,龙瑞军,郭正刚,等. 鼠类活动对高寒草甸植物群落及土壤环境的影响[J]. 草业科学,2011,28(1):146-151
SUN F D, LONG R J, GUO Z G, et al. Effects of rodents activities on plant community and soil environment in alpine meadow[J]. Pratacultural Science, 2011, 28(1): 146-151
- [6] 钟文勤,樊乃昌. 我国草地鼠害的发生原因及其生态治理对策[J]. 生物学通报,2002,37(7): 1-4
ZHONG W Q, FAN N C. Causes of grassland rodent damage in China and its ecological control countermeasures[J]. Bulletin of Biology, 2002, 37(7): 1-4
- [7] 雍仲禹,郭聪,张美文,等. 啮齿动物食性研究的意义及方法评述[J]. 生态学杂志,2011,30(11): 2637-2645
YONG Z Y, GUO C, ZHANG M W, et al. Significance and methodology of rodent's food habit research: a review[J]. Chinese Journal of Ecology, 2011, 30(11): 2637-2645
- [8] 徐敏云. 草地载畜量研究进展:中国草畜平衡研究困境与展望[J]. 草业学报,2014,23(5): 321-329
XU M Y. A review of grassland carrying capacity: perspective and dilemma for research in China on "forage-livestock balance" [J]. Acta Pratacultural Sinica, 2014, 23(5): 321-329
- [9] STERN V M, SMITH R F, VAN DEN BOSCH R, et al. The integration of chemical and biological control of the spotted alfalfa aphid: The integrated control concept [J]. Hilgardia, 1959, 29(2): 81-101
- [10] 苏永志,宛新荣,王梦军,等. 典型草原区布氏田鼠鼠害防治的经济阈值[J]. 动物学杂志,2013,48(4): 521-525
SU Y Z, WAN X R, WANG M J, et al. Economical thresholds of Brandt's vole in the typical steppe in Inner Mongolia grassland[J]. Chinese Journal of Zoology, 2013, 48(4): 521-525
- [11] 王兴堂,花立民,苏军虎,等. 高原鼠兔的经济损害水平及防治指标研究[J]. 草业学报,2009,18(6): 198-203
WANG X T, HUA L M, SU J H, et al. A study on the economic injury level of plateau pika (*Ochtona curzoniae*) and its

- control index [J]. Acta Prataculturae Sinica, 2009, 18(6): 198-203
- [12] 孙飞达. 高原鼠兔洞穴密度对高寒草甸初级生产力及土壤特性的影响[D]. 兰州:甘肃农业大学, 2008:12-18
SUN F D. Effects of burrowing plateau pika (*Ochotona curzoniae*) densities on primary productivity and soil resource characteristics in alpine meadow [D]. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2008:12-18
- [13] 韩天虎, 张卫国, 丁连生. 高原鼠兔栖息地的植被特征[J]. 草业学报, 1999, 8(2):43-49
HAN T H, ZHANG W G, DING L S. Features of vegetation in *Myospalax baileyi* habitat [J]. Acta Prataculturae Sinica, 1999, 8(2):43-49
- [14] 孙崇璐, 郝守身, 范福来, 等. 黄兔尾鼠防治中经济阈值的探讨[J]. 动物学报, 1986, 32(1): 86-91
SUN C L, HAO S S, FAN F L, et al. Economic threshold in the yellow steppe lemming (*Lagurus luteus*) control [J]. Acta Zoologica Sinica, 1986, 32(1):86-91
- [15] 何秋霞, 张养养, 陈德伟, 等. 若尔盖高寒退化草地高原鼠兔防控生态经济阈值初探[J]. 四川农业大学学报, 2024, 42(1): 159-165
HE Q X, ZHANG Q Q, CHEN D W, et al. Preliminary study on ecological-economic threshold of rodent control in zoige alpine degraded grassland [J]. Journal of Sichuan Agricultural University, 2024, 42(1): 159-165
- [16] 董世魁. 什么是草原载畜量[J]. 国外畜牧学(草原与牧草), 1998, 18(1): 6-11
DONG S K. What is grassland carrying capacity? [J]. Grassland and Turf, 1998, 18(1):6-11
- [17] 徐敏云, 高立杰, 李运起. 草地载畜量研究进展:参数和计算方法[J]. 草业学报, 2014, 23(4): 311-321
XU M Y, GAO L J, LI Y Q. A review on grassland carrying capacity (II): parameters and calculation methods [J]. Acta Prataculturae Sinica, 2014, 23(4):311-321
- [18] 樊乃昌, 景增春, 张道川. 高原鼠兔与达乌尔鼠兔食物资源生态位的研究[J]. 兽类学报, 1995, 15(1): 36-40
FAN N C, JING Z C, ZHANG D C. Studies on the food resource niches of plateau pika and daurian pika [J]. Acta Theriologica Sinica, 1995, 15(1): 36-40
- [19] 才让吉, 卫万荣, 张卫国. 草原鼠类与草食家畜食物生态位分异初探[J]. 草业科学, 2015, 32(5):802-808
CAI R J, WEI W R, ZHANG W G. The primary investigation of food niche differentiation between livestock and grassland rodents [J]. Pratacultural Science, 2015, 32(5):802-808
- [20] 王权业, 张堰铭, 魏万红, 等. 高原鼠兔食性的研究[J]. 兽类学报, 2000, 20(3):193-199
WANG Q Y, ZHANG Y M, WEI W H, et al. Food habit of the plateau zokor [J]. Acta Theriologica Sinica, 2000, 20(3): 193-199
- [21] 金志民, 刘铸, 李殿伟, 等. 黑龙江省东南部林区6种啮齿动物食性分析[J]. 畜牧与饲料科学, 2011, 32(5):11-13
JIN Z M, LIU Z, LI D W, et al. Analysis on the feeding habits of six kinds of rodents in the southeast forest region of Heilongjiang Province [J]. Animal Husbandry and Feed Science, 2011, 32(5):11-13
- [22] 周延林, 王利民, 鲍伟东. 几种啮齿动物食性比较研究[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版), 2000, 31(6):613-617
ZHOU Y L, WANG L M, BAO W D. Comparative studies on food habits of several rodent species [J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Neimongol, 2000, 31(6):613-617
- [23] 何森, 冯志勇. 华南稻田农田害鼠复合防治指标的理论研究[J]. 生态学报, 2003, 23(1):211-217
HE M, FENG Z Y. Theory model of the multiple-species economic threshold of farmland rodents in rice fields, South China [J]. Acta Ecologica Sinica, 2003, 23(1):211-217
- [24] 李燕妮, 袁帅, 付和平, 等. 典型草原啮齿动物密度与牧草损失量的关系[J]. 兽类学报, 2018, 38(4):369-376
LI Y N, YUAN S, FU H P, et al. Relationship of rodent densities with forage loss in typical steppe [J]. Acta Theriologica Sinica, 2018, 38(4):369-376
- [25] 李燕妮. 不同放牧方式下典型草原鼠害防治的危害阈值与经济阈值[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学, 2017:19-21
LI Y N. Hazard threshold and economic threshold of rodent control in typical grassland under different grazing methods [D]. Hohhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2017: 19-21
- [26] 王文, 马建章, 邹红菲, 等. 内蒙古巴达胡地区艾鼬的食性[J]. 东北林业大学学报, 2006, 34(3):33-35
WANG W, MA J Z, ZOU H F, et al. Food habits of Siberian ferrets in badaerhu region of Inner Mongolia [J]. Journal of Northeast Forestry University, 2006, 34(3):33-35
- [27] 石锐, 刘鹏, 滕丽微, 等. 贺兰山西坡啮齿动物消化道形态比较研究[J]. 野生动物学报, 2019, 40(3): 617-621
SHI R, LIU P, TENG L W, et al. Comparative study of digestive tract morphology of rodent species on the west slope of the Helan Mountains [J]. Chinese Journal of Wildlife, 2019, 40(3): 617-621
- [28] 赵定全, 刘少英, 张金钟, 等. 黑腹绒鼠日食量测定及社鼠等食性观察[J]. 四川林业科技, 1994, 15(4):38-41
ZHAO D Q, LIU S Y, ZHANG J Z, et al. Determination of daily food intake of black-bellied Cashmere mouse and observation of feeding habits of community mice [J]. Journal of Sichuan Forestry Science and Technology, 1994, 15(4):38-41
- [29] 宛新荣, 王广和, 钟文勤. 布氏田鼠非取食性牧草消耗量的测定[J]. 生态学杂志, 2001, 20(4):77-78
WAN X R, WANG G H, ZHONG W Q. Estimating the non-feeding grass consumption of brandts vole [J]. Chinese Journal of Ecology, 2001, 20(4):77-78
- [30] 李俊生. 东北松鼠营养适应对策研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学, 2001:62-67
LI J S. Study on the strategy of nutritional adaptation in red squirrels (*Sciurus vulgaris manchuricus*) [D]. Harbin: Northeast Forestry University, 2001:62-67
- [31] 朱美霖. 单宁对布氏田鼠 (*Lasiopodomys brandtii*) 食物选择的影响[D]. 郑州:郑州大学, 2017:16-21
ZHU M L. Effects of tannin on food selectivity of Brandt's Vole (*Lasiopodomys brandtii*) [D]. Zhengzhou: Zhengzhou University, 2017:16-21
- [32] LIU W, YAN X G, YANG H M, et al. Metabolizable and net energy values of corn stored for 3 years for laying hens [J]. Poultry Science, 2020, 99(8):3914-3920
- [33] 郭继勋, 王若丹, 王妮. 松嫩草原拂子茅种群热值、生物量和能量动态的研究[J]. 植物学报, 2001, 43(8):852-856
GUO J X, WANG R D, WANG W. Study on dynamics of caloric value biomass and energy in Calamagrostis epigejos population in Songnen grassland [J]. Acta Botanica Sinica, 2001, 43(8):852-856
- [34] 尚国珍. 布氏田鼠的食物选择及影响因素[D]. 扬州:扬州大学, 2015:15-27
SHANG G Z. Food choice and influencing factors of Brandt's vole [D]. Yangzhou: Yangzhou University, 2015:15-27
- [35] 张养养, 孙飞达, 霍霏, 等. 草地啮齿动物食性的影响因素及研究方法综述[J]. 中国草地学报, 2023, 45(8):129-138
ZHANG Q Q, SUN F D, HUO F, et al. Review on influencing factors and research methods of grassland rodent feeding habits [J]. Chinese Journal of Grassland, 2023, 45(8):129-138