

围栏条件下高原鼠兔数量与干扰空地的关系

李文靖 (中国科学院西北高原生物研究所, 青海西宁 810008)

摘要 探讨在3~4年内完全没有家畜放牧的条件下不同密度高原鼠兔是否会产生不同数量和面积的干扰空地,从而检验高原鼠兔单独存在时会对高寒草甸生态系统的干扰空地的产生和扩大的产生影响的假设。结果表明,高原鼠兔的密度决定干扰空地的数量和面积,密度越高,干扰空地数量和面积越大。这说明高原鼠兔活动也就是挖掘觅食行为是造成有高原鼠兔地区干扰空地产生或扩大的首要原因。控制高原鼠兔数量及高原鼠兔挖掘觅食行为可能是减少“黑土型”退化草地面积扩大和退化程度增加的必要条件。

关键词 高原鼠兔; 围栏; 干扰空地; 密度; 退化草地

中图分类号 S812.6 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2021)17-0096-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.17.026



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Relationship between the Number of Adult Plateau Pika and Disturbed Bare Ground under Fence Conditions

LI Wen-jing (Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining, Qinghai 810008)

Abstract Under the conditions of the absence of livestock grazing within 3-4 years, we discussed whether different density of plateau pika would produce different amount and area of disturbed bare ground, and tested the hypothesis that the presence of plateau pika alone would have an effect on the creation and expansion of disturbed bare ground in the alpine meadow ecosystem. The results showed that the density of plateau pika determined the amount and area of disturbed bare grounds, the higher the density was, the larger the amount and area of disturbed bare grounds were. This indicated that plateau pika activity (digging behavior) was the primary cause of the creation or expansion of disturbed bare grounds in the areas with plateau pika. The control of plateau pika population, digging behavior of plateau pika might be necessary to reduce the expansion and degradation of degraded grasslands of “black soil type”.

Key words Plateau pika; Fence; Disturbed bare ground; Density; Degraded grassland

高原鼠兔在自然条件下密度存在差异,其对高寒草甸生态系统的作用随着密度的变化而改变^[1-2]。刘季科等^[1]研究表明高原鼠兔在不同类型栖息地的密度为11~300只/hm²,且高原鼠兔数量和密度与对草地的危害存在一定的相关性。在果洛大武的研究样地5年的标志重捕结果显示高原鼠兔的种群密度变化范围为80.01~287.60只/hm²^[3]。高原鼠兔种群密度存在季节变化和年间变化,5月份幼体出洞活动前成体高原鼠兔的种群密度达到最低值,6月份总体种群密度达到最大值,7—8月种群密度迅速下降^[3]。

关于高寒草甸退化原因的综述认为在高寒草地退化过程中高原鼠兔是在过度放牧的情况下种群数量快速增加,加快了草地退化的过程,是草地退化过程中的一个促进因素,是草地退化的结果^[2,4-8]。高原鼠兔挖掘觅食是高寒草甸退化过程中干扰空地产生和扩大的首要原因^[9]。围栏条件下,高原鼠兔是唯一的食草哺乳动物,因此可以排除其他动物对试验的干扰。笔者探讨了在3~4年内完全没有家畜放牧的条件下不同密度高原鼠兔是否会产生不同数量和面积的干扰空地,从而检验高原鼠兔单独存在时会对高寒草甸生态系统干扰空地的产生和扩大产生影响的假设。

1 研究地点和研究方法

1.1 研究地点 研究于2013年4—7月在青海省果洛藏族自治州玛沁县大武草籽场内搭建的围栏内进行(100°26′~100°43′E, 34°17′~34°25′N, 海拔3 846 m)。

围栏用高1.5 m镀锌铁皮围成,大小为80 m×60 m,铁皮

在地上部分高度为1.0 m,地下部分为0.5 m;钢板之间用L45×45角钢固定。围栏不仅可以阻止陆生捕食者的进入,而且能够避免高原鼠兔种群的迁入与迁出。围栏中的高原鼠兔建群年分别为2008年和2009年,1~8号围栏2008年放入雌雄成体高原鼠兔各15只,9~12号围栏2009年放入成体高原鼠兔各20只,不考虑试验期间的其他因素与处理,只考虑2013年5月测定干扰空地数量与面积之前围栏内高原鼠兔的数量。目测2013年4月各围栏内成体高原鼠兔数量及干扰空地面积存在差异。围栏内在高原鼠兔建群后,没有进行放牧或者模拟放牧。

1.2 高原鼠兔数量 采用标志重捕法^[10]统计不同围栏内成体高原鼠兔的数量。4月捕获1次,5—7月每月捕获3次,共计10次。统计每次捕获高原鼠兔成体高原鼠兔的数量,根据耳标号码及剪趾去除重复捕获的个体,累加后其数量作为2013年开始重捕时围栏内成体高原鼠兔的数量。

1.3 干扰空地数量与面积 5月19—20日统计每一围栏内大于0.25 m²的干扰空地的位置、面积、是否有高原鼠兔洞口等指标;围栏内每600 m²内大于0.01 m²、小于0.25 m²且没有高原鼠兔洞口干扰空地的数量,累加后为整个围栏内的数量。统计每一个干扰空地面积时,用大小0.5 m×0.5 m的样方框辅助来估计其面积。选择每一个围栏内面积最大的一块干扰空地,用大小0.5 m×0.5 m的样方框辅助测量其面积。

1.4 干扰空地面积量化 有高原鼠兔洞口的干扰空地,当其面积为0.25~1.00 m²时其值为1,当其面积为1.00~2.00 m²时其值为2,当其面积为2.00~4.00 m²时其值为4,当其面积为4.00~8.00 m²时其值为8,当其面积为8.00~16.00 m²时其值为16,当其面积为16.00~32.00 m²时其值为32,当其面积≥32 m²时其值为64。

基金项目 青海省科技厅应用基础项目(2017-ZJ-714);中国科学院西部之光西部青年学者项目。

作者简介 李文靖(1983—),男,山东临沭人,工程师,博士,从事动植物相互关系研究。

收稿日期 2020-12-15

无高原鼠兔洞口的干扰空地,面积相同时其值为有高原鼠兔洞口的干扰空地的 2 倍,当其面积为 0.25~1.00 m² 时其值为 2,当其面积为 1.00~2.00 m² 时其值为 4,当其面积为 2.00~4.00 m² 时其值为 8,当其面积为 4.00~8.00 m² 时其值为 16。

2 结果与分析

2.1 成体高原鼠兔数量 12 个围栏内高原鼠兔数量不同,数量最少的是 12 号围栏,其成年高原鼠兔数量为 19 只,密度为 39.6 ind/hm²;数量最多的是 6 号围栏,其成年高原鼠兔数量为 70 只,密度为 145.8 ind/hm²;密度在高原鼠兔野外正常密度^[10] 范围之内,各围栏的鼠兔数量见图 1。

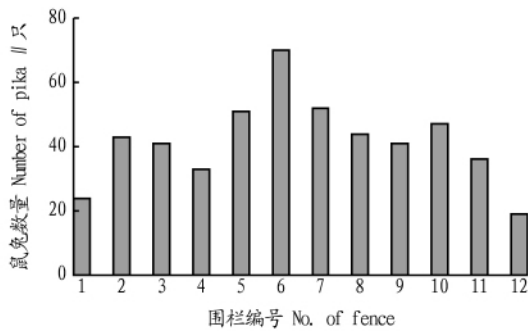


图 1 围栏内成体高原鼠兔的数量
Fig.1 Number of adult plateau pika in the fence

2.2 面积 0.01~0.25 m² 且无高原鼠兔洞口干扰空地的数量 从图 2 可以看出,面积 0.01~0.25 m² 且没有高原鼠兔洞口干扰空地在 1 号围栏(成体高原鼠兔数量为 24 只)最少,数目为 32 个;在 7 号围栏(成体高原鼠兔数量为 52 只)数量最多,为 87 个。面积 0.01~0.25 m² 且没有高原鼠兔洞口干扰空地的数量与围栏内高原鼠兔的数量呈正相关($R^2 = 0.51, P = 0.009$)。

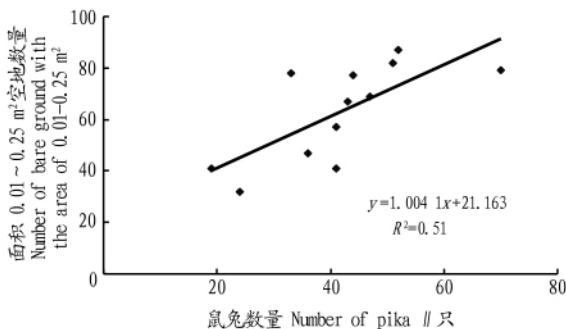


图 2 围栏内面积 0.01~0.25 m² 且没有高原鼠兔洞口干扰空地的数量与成体高原鼠兔数量的关系

Fig.2 Relationship between the amount of disturbed bare ground (DBG) without burrow entrance (0.01~0.25 m²) and the number of adult plateau pika in the fence

2.3 围栏内最大干扰空地面积与高原鼠兔数量的关系 从图 3 可以看出,围栏内最大干扰空地面积最小的是 1 号围栏(成体高原鼠兔数量为 24),其最大的干扰空地面积为 2 m²;5 号(成体高原鼠兔数量为 51)和 6 号(成体高原鼠兔数量为 70)围栏最大干扰空地的面积均为 32 m²。随着成体高原鼠

兔数量的增加,围栏内最大干扰空地的面积随之增大。围栏内最大干扰空地的面积与高原鼠兔数量呈正相关($R^2 = 0.5245, P = 0.005$)。

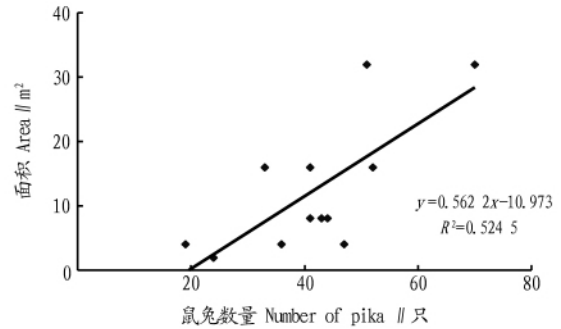


图 3 围栏内最大干扰空地面积与高原鼠兔数量的关系
Fig.3 Relationship between the area of the biggest disturbed bare ground (DBG) and the number of adult plateau pika in the fence

2.4 面积大于 0.25 m² 的干扰空地数量与高原鼠兔数量的关系 无高原鼠兔洞口且面积大于 0.25 m² 的干扰空地数量与高原鼠兔数量呈正相关($R^2 = 0.4495, P = 0.017$) (图 4);面积大于 0.25 m² 且有高原鼠兔洞口的干扰空地数量与高原鼠兔数量呈正相关($R^2 = 0.5447, P = 0.006$) (图 5);面积大于 0.25 m² 的干扰空地数量亦与高原鼠兔数量呈正相关($R^2 = 0.5425, P = 0.006$) (图 6)。

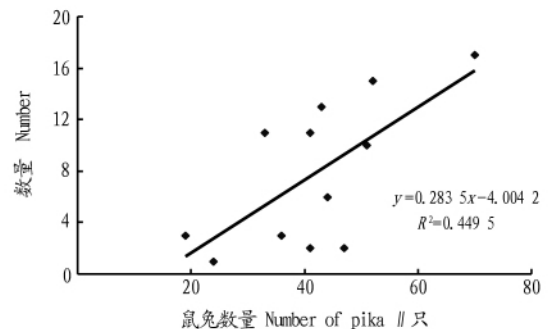


图 4 无高原鼠兔洞口且面积大于 0.25 m² 的干扰空地 (DBG) 数量与高原鼠兔数量的关系

Fig.4 Relationship between the number of disturbed bare ground (DBG) without burrow entrance (>0.25 m²) and the number of adult plateau pika

2.5 面积大于 0.25 m² 的干扰空地的面积量化与高原鼠兔数量的关系 无高原鼠兔洞口且面积大于 0.25 m² 干扰空地的面积量化与高原鼠兔数量呈正相关($R^2 = 0.4164, P = 0.023$) (图 7);面积大于 0.25 m² 且有高原鼠兔洞口的干扰空地的面积量化与高原鼠兔数量呈正相关($R^2 = 0.6541, P = 0.001$) (图 8);面积大于 0.25 m² 干扰空地的面积量化亦与高原鼠兔数量呈正相关($R^2 = 0.6481, P = 0.001$) (图 9)。

3 讨论

围栏地面上高度为 1 m,镀锌铁皮的存在在很大程度上减小了风力,减小了风蚀因素对干扰空地的影响。围栏内样地为平坦的高寒矮嵩草甸,没有大的水流,因此也可以排除水蚀作用。围栏内除了 4—8 月人为标志重捕高原鼠兔

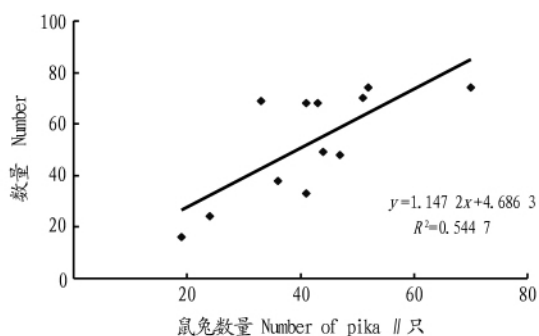


图5 面积大于 0.25 m^2 且有高原鼠兔洞口且干扰空地 (DBG) 数量与高原鼠兔数量的关系

Fig.5 Relationship between the number of disturbed bare ground (DBG) with burrow entrance ($>0.25 \text{ m}^2$) and the number of adult plateau pika

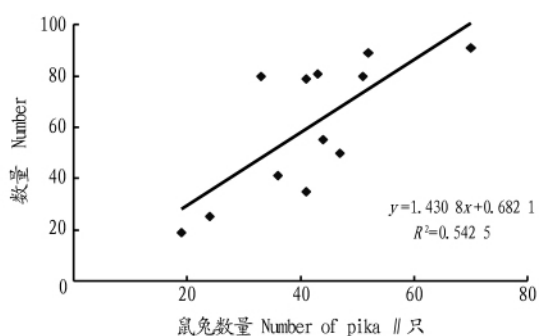


图6 围栏内面积大于 0.25 m^2 的干扰空地 (DBG) 数量与高原鼠兔数量的关系

Fig.6 Relationship between the number of disturbed bare ground (DBG) ($>0.25 \text{ m}^2$) and the number of adult plateau pika in the fence

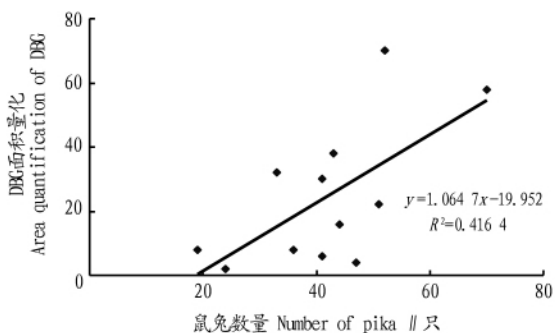


图7 无高原鼠兔洞口且面积大于 0.25 m^2 的干扰空地 (DBG) 面积量化与高原鼠兔数量的关系

Fig.7 Relationship between the area quantification of disturbed bare ground (DBG) without burrow entrance ($>0.25 \text{ m}^2$) and the number of adult plateau pika

之外,无其他干扰,围栏内重捕的次数是一样的,因此人对每个围栏干扰的强度差异不大。用围栏内高原鼠兔密度与干扰空地的数量的关系来说明高原鼠兔在“黑土型”退化草地中干扰空地形成与扩大的作用的好处是基本可以排除其他因素的干扰。虽然围栏建设的初始目不是为了验证不同密度高原鼠兔会产生不同大小和数量的干扰空地,但最终还是提供了直接证据,尽管数据收集不是那么完善。收集这些数

据是在野外工作时看到高原鼠兔不同密度的围栏,其干扰空地面积和数量在肉眼看来就存在很大差异,因此用 2 d 时间收集这些数据,也没有进行过多考虑,当要收集更多数据时,围栏已经拆除,没有了完善数据的机会。

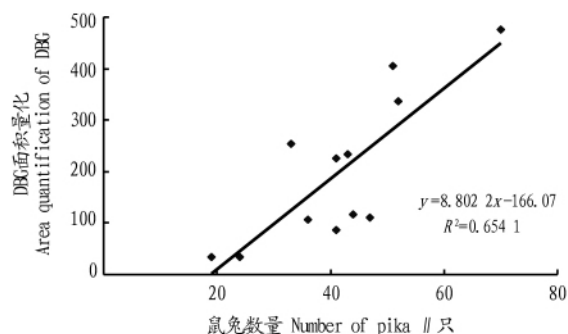


图8 有高原鼠兔洞口且面积大于 0.25 m^2 的干扰空地 (DBG) 面积量化与高原鼠兔数量的关系

Fig.8 Relationship between the area quantification of disturbed bare ground (DBG) with burrow entrance ($>0.25 \text{ m}^2$) and the number of adult plateau pika

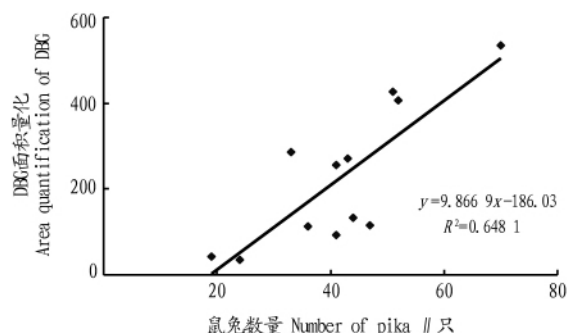


图9 围栏内面积大于 0.25 m^2 的干扰空地 (DBG) 的面积量化与高原鼠兔数量的关系

Fig.9 Relationship between the area quantification of disturbed bare ground (DBG) ($>0.25 \text{ m}^2$) and the number of adult plateau pika in the fence

围栏内干扰空地产生和扩大的主要原因是高原鼠兔挖掘觅食。高原鼠兔密度与干扰空地的数量、最大面积、面积为 $0.01 \sim 0.25 \text{ m}^2$ 且没有高原鼠兔洞口的干扰空地数量均存在正相关关系,说明鼠兔数量越多,其产生的干扰空地数量和面积也越大。刘季科等^[1]在 20 世纪 80 年代初发表的文章指出高原鼠兔数量和密度与对草地的危害存在一定的相关性,随着鼠兔数量的增加,危害面积先快速增加,当鼠兔数量达到一定程度后危害面积的增加趋于减缓。刘季科等^[1]将高原鼠兔对草地的危害类型划分为新土丘、新土坑、旧土丘、旧土坑等类型(图 10),并指出挖掘活动直接减少了植物群落的生长面积,是造成危害的主要原因,但没有明确指出挖掘觅食是土坑形成的原因,因此在后来的文献中涉及高原鼠兔对草地的危害,基本的提法还是掘洞挖出的土壤覆盖形成干扰空地^[11-16]。土坑是在原生草地地面以下,土坑形成的原因是高原鼠兔挖掘觅食。从图 10 也可以看出,土坑面积大于土丘面积,说明高原鼠兔掘洞挖出土壤形成的土丘并不是高原鼠兔活动形成的干扰空地的主要原因。试验在 7

月进行,因此新土丘的产生是在前一年的冬季及当年的植物生长季节早期。从图 10 也可以看出,新土坑或者是在旧土坑的外缘,或者是单独的,可以说明挖掘觅食形成的土坑是一个不断形成与扩大的过程,与该研究提出的挖掘觅食行为是干扰空地形成和扩大的关键因素相一致。刘季科等^[1]研究了不同类型的栖息地(一级阶地、二级阶地、山麓缓坡、丘陵等)不同的鼠兔密度条件下(11~300 只/hm²)鼠兔数量与其对草地危害的关系,指出挖掘活动直接减少了植物群落的生长面积,是造成危害的主要原因,本应该成为高原鼠兔在“黑土型”退化草地形成过程中干扰空地形成和扩大的作用的经典文献,但由于没有明确指出挖掘觅食行为是挖掘活动产生挖掘坑这个关键因素,因此在 30 多年内这篇文献的作用一直没有得到明确体现。该研究确定了高原鼠兔挖掘觅食行为,明确了其在干扰空地扩大和形成中的关键作用,能为他们的论点提供更有利的证据。



图 10 高原鼠兔形成的干扰空地示意^[1]

Fig.10 Disturbed bare patch of plateau pika

刘伟等^[12]、马玉寿^[17]和严红宇等^[18]也论述了不同退化程度草地中高原鼠兔密度和“秃斑地”(也就是本文中的干扰空地)数量和面积的关系,未退化草地到中度退化草地,“秃斑地”的总面积随着高原鼠兔数量的增加而升高,与该研究结果类似,只是其指出造成这种状况的原因是挖掘洞道和其他活动,没有注意到挖掘觅食行为是主要因素。随着草地退化程度的加剧,高原鼠兔的数量增加,造成这种状况的原因也是忽略了高原鼠兔挖掘觅食是造成干扰空地产生和扩大的首要因素。

综合上述研究、该研究结果和其他工作^[2],在没有退化的草地中,当冬季高原鼠兔的密度在 50 ind./hm² 以下时,其产生的干扰空地的数量和最大干扰空地的面积相对较小,干扰空地比例较低,不会对草地造成太大的危害。但是,当高原鼠兔密度较高时,其挖掘觅食行为就会对高寒草甸产生大的影响,产生数量和面积都较大的干扰空地,从而造成“黑土型”退化草地的形成与扩大。

围栏建成前,样地内没有高原鼠兔,只有家畜放牧。围栏建成时间为 2008 年,2009—2012 年 1~8 号围栏内完全没有家畜的放牧,9~12 号围栏 2010—2012 年完全没有家畜的放牧,可以排除家畜放牧的干扰,说明在没有放牧的条件下,不同密度的高原鼠兔自身可以产生不同数量和面积的干扰空地,高原鼠兔是“黑土型”退化草地的产生和进一步退化的关键因素,而放牧与否关系并不大,只要其存在且密度足够高就可以对高寒草地生态系统产生显而易见的土壤结构改变,形成“黑土型”退化草地。不同高原鼠兔密度的围栏内均存在一定数量的没有高原鼠兔洞口的面积不等的干扰空地,最大面积达到 4 m²,围栏内不存在其他的动物干扰,因此说这些干扰空地是高原鼠兔形成的,其上又没有鼠兔洞口,可以说这些空地均为高原鼠兔长期的挖掘觅食活动形成的,是一个累积的过程。面积 0.01~0.25 m² 且没有高原鼠兔洞口的干扰空地数量亦与高原鼠兔的密度呈正相关,也说明这些干扰空地是高原鼠兔形成的,密度越高,挖掘觅食活动强度越大,形成的没有鼠兔洞口的干扰空地数量也越大。

4 结论

围栏条件下,在家畜的放牧干扰因素等其他因素去除后,也就是只有高原鼠兔的情况下高原鼠兔的密度决定干扰空地数量和面积,密度越高,干扰空地数量和面积越大,说明高原鼠兔活动也就是挖掘觅食行为是造成有高原鼠兔地区干扰空地产生或扩大的首要原因。控制高原鼠兔数量及高原鼠兔挖掘觅食行为可能是减少“黑土型”退化草地面积扩大和退化程度增加的必要条件。

参考文献

- [1] 刘季科,张云占,辛光武.高原鼠兔数量与危害程度的关系[J].动物学报,1980,26(4):378-385.
- [2] 杨振宇,江小蕾.高原鼠兔对草地植被的危害及防治阈值研究[J].草业科学,2002,19(4):63-65.
- [3] 曲家鹏.高原鼠兔种群生活史特征及其对不育控制的响应[D].北京:中国科学院研究生院,2011:1-191.
- [4] PECH R P,ARTHUR A D,ZHANG Y M,et al.Population dynamics and responses to management of plateau pikas *Ochotona curzoniae* [J].Journal of applied ecology,2007,44(3):615-624.
- [5] HARRIS R B.Rangeland degradation on the Qinghai-Tibetan plateau: A review of the evidence of its magnitude and causes [J].Journal of arid environments,2010,74(1):1-12.
- [6] LI X L,PERRY G L W,BRIERLEY G,et al.Restoration prospects for Heituntan degraded grassland in the Sanjiangyuan [J].Journal of mountain science,2013,10(4):687-698.
- [7] WANGDWEI M,STEELE B,HARRIS R B.Demographic responses of plateau pikas to vegetation cover and land use in the Tibet Autonomous Region,China [J].Journal of mammalogy,2013,94(5):1077-1086.
- [8] GAO J,LI X L.Degradation of frigid swampy meadows on the Qinghai-Tibet Plateau: Current status and future directions of research [J].Progress in physical geography,2016,40(6):794-810.
- [9] LI W J,ZHANG H,WANG Y S,et al.Ignored digging of plateau pika is the primary reason for the occurrence and enlargement of bare patches in alpine meadow ecosystem [EB/OL]. [2020-08-20].https://www.researchgate.net/publication/344576622.DOI:10.13140/RG.2.2.32428.28809.
- [10] QU J P,LI W J,YANG M,et al.Methods for large scale assessment of small mammal abundance in open habitats: Plateau pika (*Ochotona curzoniae*) in alpine grassland [J].Polish journal of ecology,2011,59(4):829-833.
- [11] SMITH A T,FOGGIN J M.The plateau pika (*Ochotona curzoniae*) is a keystone species for biodiversity on the Tibetan plateau [J].Animal conservation,1999,2(4):235-240.
- [12] 刘伟,王启基,王溪,等.高寒草甸“黑土型”退化草地的成因及生态过程[J].草地学报,1999,7(4):300-307.

(下转第 101 页)

性,利用 Duncan 新复极差法进行多重比较检验,结果均以平均值±标准差($\bar{x}\pm SD$)表示, $P<0.05$ 表示差异显著。

2 结果与分析

2.1 形体指标 由表 1 可知,不同规格的青海湖裸鲤形体指标均存在显著差异,其中大规格鱼(L)体长和肌肉占比显著高于小规格鱼(S) ($P<0.05$),而大规格鱼(L)的肥满度显著低于小规格鱼(S) ($P<0.05$)。

2.2 肌肉营养成分指标 由表 2 可知,随着青海湖裸鲤规格的不断增长,其肌肉营养指标也产生显著变化。大规格鱼(L)肌肉水分含量显著高于小规格鱼(S) ($P<0.05$),其粗蛋白、总氨基酸和总脂肪酸的含量显著低于小规格鱼(S) ($P<$

0.05)。不同规格青海湖裸鲤粗脂肪与粗灰分的含量无显著差异($P>0.05$)。

表 1 不同规格青海湖裸鲤形体指标的比较

Table 1 Comparison of body indices among different specifications of *G.przewalskii*

规格 Specifi- cation	体重 Body weight g	体长 Body length cm	肥满度 Fatness	肌肉占比 Muscle proportion//%
S	35.23±2.12 b	8.27±0.13 b	1.83±0.21 a	43.54±1.29 b
L	83.36±2.57 a	18.46±0.54 a	0.75±0.18 b	55.29±1.88 a

注:同列不同小写字母表示差异显著($P<0.5$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant differences($P<0.05$)

表 2 不同规格青海湖裸鲤肌肉营养指标的比较

Table 2 Comparison of muscle nutrition indices between different specifications of *G.przewalskii*

规格 Specification	水分含量 Moisture content %	粗蛋白含量 Crude protein content//%	粗脂肪含量 Crude fat content %	粗灰分含量 Crude ash content %	总氨基酸含量 Total amino acid content//mg/g	总脂肪酸含量 Total fatty acid content// μ mol/g
S	71.86±4.32 b	18.19±2.23 a	1.15±0.21 a	1.79±0.44 a	71.48±6.78 a	3.08±1.32 a
L	76.98±3.56 a	16.16±1.99 b	1.23±0.17 a	1.82±0.45 a	61.68±5.99 b	3.55±1.46 a

注:同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant differences($P<0.05$)

3 讨论与结论

鱼类的品质一般由鱼体肥满度、出肉率及常规营养成分指标进行综合评价,其中以含肉率和肌肉营养指标最为重要。鱼类作为一种常见的动物食品,鱼体肌肉是食用的主要部分,因此鱼体肥满度和含肉率往往是评价该种鱼类生产性能、品质、经济性的重要指标^[7]。该研究中大规格鱼体肥满度显著低于小规格鱼体,而出肉率却显著高于小规格鱼体。王丽宏等^[8]研究发现大规格的匙吻鲟、杂交鲟和鳙出肉率显著高于较小规格的鱼体。谢全森等^[9]研究表明大规格的拟鳊副鳊肥满度显著低于小规格鱼体,但肌肉占比却显著增加;以上研究结果与该研究结果相一致。这在一定程度上表明较大规格的青海湖裸鲤具有更大的加工利用价值。

此外,蛋白质含量是评价鱼类食品营养价值的重要指标之一,而蛋白质质量取决于其必需氨基酸组成^[10-11]。研究表明,鱼体肌肉中粗蛋白和氨基酸的含量与鱼体格成正比,如杜强等^[7]研究表明 3 种规格的鲟鱼粗蛋白质含量整体上呈现出随个体增长而增加的趋势,韦玲静等^[12]研究表明大规格的苏氏圆腹芒肌肉中蛋白质和氨基酸的含量显著高于小规格的苏氏圆腹芒。该研究中随着青海湖裸鲤体格的不断增长,大规格鱼体肌肉中蛋白质和氨基酸的含量显著降低,此结果与不同规格克氏原螯虾营养成分变化相似^[13]。出现这种差异的原因可能是鱼体受生长环境条件、营养条件和自身生理状况等因素的影响^[14],因此科学的饲养管理是改善

水产养殖品质的重要因素之一。

随着体格的不断增长,青海湖裸鲤的出肉率呈上升的趋势,但营养价值却有所降低,其原因有待进一步研究。

参考文献

- [1] 谢振辉,吕红健,付梅,等.青海湖裸鲤不同繁殖群体繁殖特性的比较研究[J].渔业科学进展,2021,42(1):84-91.
- [2] WU Y F, WU C Z. The Qinghai-Tibetan Plateau fish [M]. Chengdu: Sichuan Science and Technology Press, 1991.
- [3] 胡安,唐诗声,龚生兴.青海湖裸鲤 [*Gymnocypris przewalskii przewalskii* (Kessler)] 繁殖生物学的研究 [M] // 青海省生物研究所.青海湖地区的鱼类区系和青海湖裸鲤的生物学.北京:科学出版社,1975:46-64.
- [4] 刘先进,陈胜军,李来好,等.四种鮰鱼肌肉营养成分分析与品质评价[J].食品与发酵工业,2018,44(5):227-231.
- [5] 聂凌鸿,高慧.泥鳅皮胶原蛋白肽的制备及其抗氧化性能的研究[J].食品工业,2018,39(4):176-180.
- [6] 丁景,王晓君,白登荣,等.五种抗氧化剂处理对微冻贮藏泥鳅肌原纤维蛋白功能性质的影响[J].食品与发酵工业,2018,44(8):231-238.
- [7] 杜强,王艳艳,曾圣,等.三种不同规格杂交鲟含肉率及肌肉营养成分比较[J].中国饲料,2017(24):15-19.
- [8] 王丽宏,吉红,胡家,等.匙吻鲟、杂交鲟和鳙肌肉品质的比较研究[J].食品科学,2014,35(1):62-68.
- [9] 谢全森,刘艺冉,叶嘉,等.不同规格生态型拟鳊副鳊营养成分比较[J].河北师范大学学报(自然科学版),2019,43(6):518-525.
- [10] 尹洪滨,孙中武,孙大江,等.6种养殖鲟鱼肌肉营养成分的比较分析[J].大连水产学院学报,2004,19(2):92-96.
- [11] 谢瑞涛,杨丽云,张海涛,等.3种人工养殖石斑鱼肌肉的蛋白质营养价值评价[J].安徽农业科学,2016,44(16):151-153.
- [12] 韦玲静,叶香尘,莫飞龙,等.不同规格苏氏圆腹芒肌肉营养成分分析[J].水产养殖,2020,19(7):15-20.
- [13] 封功能,王爱民,邵荣,等.克氏原螯虾不同生长阶段营养成分分析与评价[J].江苏农业科学,2011,39(4):383-385.
- [14] 王苗苗,王海磊,罗庆华,等.鳙鱼肌肉营养成分测定及评价[J].食品科学,2014,35(15):238-242.

(上接第 99 页)

- [13] 周雪荣,郭正刚,郭兴华.高原鼠兔和高原鼯鼠在高寒草甸中的作用[J].草业科学,2010,27(5):38-44.
- [14] HOGAN B W. The plateau pika: A keystone engineer on the Tibetan plateau [D]. Tempe, AZ: Arizona State University, 2010: 1-211.
- [15] HARRIS R B, WANG W Y, BADINQUYING, et al. Herbivory and competition of tibetan steppe vegetation in winter pasture: Effects of livestock

- [16] 杨文才,拉巴,吴新宏,等.三江源区称多县高寒草甸鼠虫害空间分布及防治[J].安徽农业科学,2012,40(18):9707-9709.
- [17] 马玉寿.三江源区“黑土型”退化草地形成机理与恢复模式研究[D].兰州:甘肃农业大学,2006:1-180.
- [18] 严红宇,张毓,赵建中,等.高原鼠兔对高寒草甸植物群落生物量的影响[J].兽类学报,2013,33(4):333-343.