

坡度和采挖强度对玉树冬虫夏草幼虫数量和采挖数量的影响

王涛¹, 陈建博¹, 李秀璋^{1,2}, 梁静¹, 唐楚煜¹, 李玉玲^{1,2*}

(1. 青海大学畜牧兽医科学院, 青海 西宁 810016; 2. 青海省畜牧兽医科学院, 青海 西宁 810016)

摘要:【目的】研究人工采挖和自然坡度对冬虫夏草数量的影响。【方法】通过对不同采挖强度 S_1 (2人/hm²)、 S_2 (4人/hm²)和 S_3 (6人/hm²)和产区自然坡度($G_1, 7^\circ$; $G_2, 17^\circ$; $G_3, 25^\circ$)下冬虫夏草幼虫数量和采挖数量进行调查, 分析采挖强度和产区坡度对幼虫数量和冬虫夏草采挖量的影响。【结果】采挖强度和坡度与幼虫数量和冬虫夏草采挖数量均呈显著负相关关系($P < 0.05$); 采挖强度和幼虫数量相关度高($r^2 = -0.45$, $r^2 = -0.58$), 坡度和冬虫夏草采挖数量相关度高($r^2 = -0.74$, $r^2 = -0.78$), 采挖强度和坡度互作对幼虫数量和采挖数量影响不显著($P > 0.05$)。不同采挖强度下, 幼虫数量和冬虫夏草采挖数量均为 $CK = S_1 > S_2 > S_3$ ($P < 0.05$); 不同坡度下, 幼虫数量和冬虫夏草采挖数量均为 $CK = G_1 > G_2 > G_3$ ($P < 0.05$); 且在各个采挖强度下, 随坡度的增加, 幼虫数量和冬虫夏草采挖数量均呈显著降低趋势($P < 0.05$)。此外, 冬虫夏草采挖数量显著地受蝙蝠蛾幼虫数量的影响且呈正相关($P < 0.05$)。【结论】 S_1 采挖强度、 G_1 小坡度适合幼虫数量的增长和冬虫夏草的采挖数量, 且不影响翌年冬虫夏草的产量。然而, 采挖活动有可能对草地的土壤、幼虫喜食性牧草、冬虫夏草真菌孢子的弹射等产生综合影响, 土壤的理化性质会影响蝙蝠蛾寄主幼虫的存活状态, 冬虫夏草菌孢子的弹射量也会影响冬虫夏草的形成。

关键词:采挖强度; 坡度; 冬虫夏草; 采挖数量; 幼虫数量

中图分类号: S812 文献标志码: A 文章编号: 1009-5500(2023)01-0144-06

DOI: 10.13817/j.cnki.cycp.2023.01.019



冬虫夏草是由冬虫夏草菌(*Ophiocordyceps sinensis*) 侵染蝙蝠蛾科(Hepialus) 幼虫后发育成的真菌子座和被菌丝充满的僵死幼虫的虫菌复合体^[1-2]。其主产区主要分布在三江源4 000 m左右的高海拔地区的半阴半阳坡, 对生境要求苛刻^[3], 且主产区生态系统较为脆弱^[4-5]。在长期进化过程中, 冬虫夏草菌及其寄

主蝙蝠蛾属昆虫与高寒草甸生态系统中的生物和非生物因子相互作用、相互依存并维持着脆弱的平衡关系, 外力的干扰和任何环境因子的变化都可能影响这种平衡关系, 从而影响冬虫夏草的发生与资源可持续利用^[6-7]。近年来, 青海省冬虫夏草产量较20年前呈大幅降低趋势, 其中以主产区且为优质产区的玉树、果洛等地采集量下滑最大^[8-11]。虽然青海省采取了“外禁内限”措施, 但效果有限, 高强度采挖、长时间采挖等问题依然存在。此外, 近20年青海省自然产区受自然灾害如地震、土壤冻融交替、风蚀等影响, 自然坡度逐渐增大^[12-14], 尤其是山区坡度增大较多, 这引起植被丰度降低、土壤理化性质不可逆恶化等^[15-17], 导致冬虫夏草的幼虫死亡率逐年增高, 产量降低^[17]。因此, 人类适当地对冬虫夏草资源的开发和保护十分必要。王宏生等^[16]发现, 冬虫夏草受生长区温度、湿度、

收稿日期: 2021-07-31; 修回日期: 2021-09-18

基金项目: 青海省重大科技专项(2021-SF-A4); 青海省自然科学基金-青年项目(2019-ZJ-967Q)

作者简介: 王涛(1995-), 男, 安徽省淮北市人, 硕士研究生。E-mail: 13085500761@163.com

陈建博(1998-), 女, 甘肃省白银市人, 硕士研究生。E-mail: jianbochen0211@163.com

*通信作者。E-mail: yulingli2000@163.com

土壤盐分含量和土壤的酸碱度的小幅度变化影响较小,受生物因子的影响较大^[18]。杨大荣等^[18]认为,采挖强度、土壤因素、植被盖度、地理位置等与蝙蝠蛾幼虫生长发育密切相关,针对蝠蛾幼虫的数量与其生物学、生态学之间的关系的研究将为冬虫夏草的持续开发利用奠定基础。本研究通过野外定点调查青海省主要寄主蝠蛾幼虫的虫口数量与冬虫夏草采挖数量的关系、人类采挖强度对坡度的影响,以期使冬虫夏草资源得到科学的利用和开发,促进野生冬虫夏草资源的可持续利用。

1 材料和方法

1.1 研究区概况

试验地设在玉树州玉树市果青牧场冬虫夏草分布区域,地理坐标E 96.9061°,N 35.0585°。研究区草地总面积 $3.67 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。其中,冬虫夏草分布区 $2.53 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。平均海拔 4 400 m,年均气温 2.9℃,极端最低气温 -30℃,年均降水量 500 mm。草地类型为高寒草甸。冬虫夏草主要分布于该区域阴坡,坡度为 5°~28°。

1.2 试验设计

试验设采挖强度×坡度双因素处理。其中,采挖强度基于进入样区冬春夏草的人数,分别设 S_1 (2人/ hm^2)、 S_2 (4人/ hm^2)和 S_3 (6人/ hm^2) 3个水平,坡度基于产区自然范围,分别设 G_1 (7°)、 G_2 (17°)和 G_3 (25°),以不进行人为采挖产区为对照(CK),设 S_1G_1 、 S_1G_2 、 S_1G_3 、 S_2G_1 、 S_2G_2 、 S_2G_3 、 S_3G_1 、 S_3G_2 、 S_3G_3 、 CKG_1 、 CKG_2 、 CKG_3 共 12个处理,3次重复,每处理小区面积 1.0 hm^2 (图 1)。采挖 50 d 是 S_1G_1 在 1 hm^2 样区 2 个人连续采挖 50 d,采挖深度约 20 cm,其他处理以此类推,采挖时间为 2013 年 5 月。2014 年 5 月冬虫夏草采挖前,每个处理小区内随机设置 5 个 $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ 的固定样方,冬虫夏草采挖时,在各设置的样方上,逐日调查记录各样方内 0~20 cm 采挖深度的冬虫夏草幼虫数量与采挖数量。

1.3 数据分析

采用 SPSS16.0 双变量分析采挖强度、坡度及其互作对幼虫数量和冬虫夏草采挖数量的影响,并对各样方内测定数据进行差异显著性分析,以均值±SEM 表示。最后对幼虫数量和采挖数量分别进行采挖强

S_1G_3	S_2G_3	CKG_3	S_3G_3
S_3G_3	CKG_2	S_1G_2	S_2G_2
CKG_1	S_3G_1	S_2G_1	S_1G_1

图 1 试验样区设计

Fig. 1 Design of test sample area

度和坡度之间的 Person 相关分析。

2 结果与分析

2.1 幼虫数量

采挖强度和坡度对幼虫数量均具有显著影响 ($P < 0.05$),采挖强度和坡度互作对幼虫数量无显著影响。不同采挖强度下,幼虫数量为 $CK = S_1 > S_2 > S_3$ ($P < 0.05$);不同坡度时,幼虫数量为 $G_1 > G_2 > G_3$ ($P < 0.05$),且在各个采挖强度下,随坡度的增加,幼虫数量呈显著降低趋势 ($P < 0.05$) (表 1)。

2.2 冬虫夏草采挖数量

采挖强度和坡度均对采挖数量影响显著 ($P < 0.05$),采挖强度和坡度互作对幼虫数量无显著影响。不同采挖强度下,采挖数量为 $CK = S_1 > S_2 > S_3$ ($P < 0.05$);不同坡度时,采挖数量为 $G_1 > G_2 > G_3$ ($P < 0.05$),且在各个采挖强度下,随坡度的增加,采挖数量呈显著降低趋势 ($P < 0.05$) (表 2)。

2.3 采挖强度和坡度与幼虫数量和采挖数量之间的相关性分析

采挖强度与幼虫数量、采挖数量之间呈极显著负相关 ($P < 0.01$),相关系数绝对值幼虫数量较高,表明采挖强度对幼虫数量影响较大;坡度与幼虫数量、采挖数量之间呈极显著负相关 ($P < 0.01$),相关系数绝对值采挖数量较高,表明坡度对采挖数量的影响较大;幼虫数量和采挖数量之间也呈现极显著正相关 ($P < 0.01$),表明幼虫数量显著正向影响冬虫夏草采挖数量。

3 讨论

本研究结果表明:采挖强度与幼虫数量显著相关,坡度与冬虫夏草采挖量显著相关。这主要也是因为人类的采挖活动直接影响了地上植被的总生物量,并且破坏了幼虫在土壤中的生存环境(如虫道)^[22-23]。

表1 采挖强度和坡度互作下幼虫数量

Table 1 Effect of mining intensity and slope interaction on larval number

条/hm²

处理	幼虫数量				主效应采挖强度	
	采挖强度					
	CK	S ₁	S ₂	S ₃		
坡度	G ₁	10.48±0.74	10.29±0.67	8.77±0.92	7.07±0.5	8.71±1.33 ^a
	G ₂	8.14±0.83	7.94±0.98	7.09±0.83	5.47±0.69	6.83±0.67 ^b
	G ₃	6.23±0.41	6.34±0.34	5.59±0.26	4.52±0.63	5.48±0.79 ^c
主效应坡度		8.23±0.83 ^a	8.19±1.21 ^a	7.15±1.17 ^b	5.72±0.41 ^c	
显著性						
采挖强度						**
坡度						**
采挖强度×坡度						ns

注:*,**分别表示该处理在0.05和0.01水平具有显著效应;ns则表示该处理不是显著效应,不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$),下同

表2 采挖强度和坡度互作下采挖数量

Table 2 Effect of mining intensity and slope interaction on mining quantity

条/hm²

处理	采挖数量				主效应采挖强度	
	采挖强度					
	CK	S ₁	S ₂	S ₃		
坡度	G1	59.36±2.61	60.59±2.56	53.91±2.47	45.58±2.49	53.36±14.55 ^a
	G2	48.95±1.88	47.53±1.79	39.28±2.27	32.75±2.33	39.85±5.37 ^b
	G3	38.21±1.93	37.13±2.7	29.18±1.41	24.46±1.65	30.26±5.39 ^c
主效应坡度		48.84±5.49 ^a	48.42±9.61 ^a	40.79±8.67 ^b	34.26±7.04 ^c	
显著性						
采挖强度						**
坡度						**
采挖强度×坡度						ns

表3 采挖强度和坡度与幼虫数量和采挖数量之间的相关性分析

Table 3 Relations of the mining intensity and slope with the number of larvae and the number of larvae

相关性	采挖强度	坡度	幼虫数量	采挖数量
采挖强度	1			
坡度	0	1		
幼虫数量	-0.58**	-0.74**	1	
采挖数量	-0.45**	-0.78**	0.95**	1

注:数字为相关系数,*表示显著相关($P<0.5$),**表示极显著相关($P<0.01$)

坡度与冬虫夏草采挖量显著相关。这主要是因为人类的采挖活动直接导致地上植被的总量降低,加之幼虫对植物的采食具有喜食性,如喜食金露梅、小大黄、蕨麻等^[24],导致幼虫的食物源减少使幼虫自身的健康水平、营养水平、免疫能力下降,幼虫在低龄期蜕皮时难以抵抗土壤中多种细菌的侵染导致幼虫的成活率降低^[25-27],进而影响冬虫夏草产量,这也是导致冬虫

夏草出现大小年的原因之一。

坡度的增大也导致成虫产卵后难以附着、植被难以生长等。本研究发现S₁采挖强度最能促进幼虫的生长、且不影响冬虫夏草的采挖,合理的采挖活动对产区不仅无害且有益,适宜的采挖活动既保留一定的植被又使下层的土壤接触到光照促进植被根部的呼吸,同时采挖时折断的老旧植被和死根增加了土壤有

机质含量,被土壤微生物分解,为新生植被提供营养物质^[28-29]。李兰晖等^[30-31]的研究也表明合理的采挖对土壤的pH、有机质含量都有一定的影响,较高的土壤盐分含量和pH值有益于幼虫的生长发育和冬虫夏草的形成。张清云等^[32-35]的研究表明点挖后的土壤养分的有效性、保肥供肥能力、透水透气性、蓄水能力都得到了改善,增加了土壤的缓冲性,且促进了新的团粒结构的形成;群落结构及盖度的恢复提高了群落物种多样性。因此,为不同的冬虫夏草产区设定与之适应的采挖强度,将是均衡虫草采挖和幼虫保护的根本之道。

在全球变暖的大环境下,青藏高原产区内植被物种丰富度、多样性下降,物种趋于单一化,这都导致植被盖度降低,部分地区呈现退化趋势,加剧了产区水土流失,造成坡度增大和盖度降低的恶性循环,嗜冷性冬虫夏草菌和幼虫的生长空间受到严重的挤压^[36-37]。此外,温度的升高也导致霉菌、细菌等的活性增强,使幼虫感染率增大,导致幼虫的死亡率进一步增高^[38-39]。李秀璋等^[40-41]多年的野外调研表明青海省玉树、化隆两地的幼虫虫口密度近年来持续降低,冬虫夏草的蕴藏量也持续减少,截止2020年马阴山幼虫虫口密度仅为1.83条/m²、自然条件下冬虫夏草菌的子座抽生率仅2.6%~16.1%。因此,基于青海省特殊的地理位置,既要保护牧民收入稳定,又要确保冬虫夏草产区植被丰富度和群落物种多样性不受影响,建立良好的生态环境已成为亟待解决的问题。为此,青海省政府贯彻“生态立省”战略,为冬虫夏草资源及其产区优质草原资源的保护起到显著的促进作用^[42]。如指导牧民改善采挖方式,规定严格的采挖时间和采挖强度,建立“多点小面积”的冬虫夏草保护区措施^[43-44];同时加强科学研究,根据当年气象条件设定合理的采挖强度和um时间,探索青藏高原珍贵生物资源的可持续利用途径,坚持资源的开发与利用并举。

4 结论

随着采挖强度、坡度的增大幼虫数量和冬虫夏草采挖量显著降低,但二者不具有互作效应;幼虫数量显著影响冬虫夏草采挖量,综合考虑1 hm²内采挖强度,以2人、坡度为7°时具有最高的冬虫夏草采挖数量

且不影响产区生态稳定。这为青海省冬虫夏草的合理采挖提供了理论依据。

参考文献:

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(2020年版1部)[M]. 北京:中国医药科技出版社,2020:115.
- [2] Han R C, Wu H, Tao H P, *et al.* Research on Chinese cordyceps during the past 70 years in China[J]. Chinese Journal of Applied Entomology. 2019,56(5):849-883.
- [3] CHEN S J, ZHONG G Y, MA K S. Considerations on the sustainable utilization of *Ophiocordyceps sinensis* resource [J]. Chinese Journal of Grassland, 2010, 32 (Suppl) : 44-47.
- [4] 朱寿东,黄璐琦,郭兰萍,等. 气候环境变化对冬虫夏草产量的影响与虫草产量预测模型研究[J]. 中国中药杂志, 2017,42(7):1281-1286.
- [5] 向丽. 冬虫夏草保护生物学研究[D]. 北京:北京协和医学院,2013.
- [6] 旦增卓玛,旺堆杰布,洛旦,等. 气候因子对那曲虫草产量的影响[J]. 西藏科技,2019,40(6):32-34.
- [7] 张古忍,余俊锋,吴光国,等. 冬虫夏草发生的影响因子[J]. 生态学报,2011,31(14):4117-4125.
- [8] 张宗豪,刘欣,徐海峰,等. 冬虫夏草产量与寄主幼虫的相关性研究[J]. 青海畜牧兽医杂志,2015,45(5):27-29.
- [9] 王岩,兰文旭,孙吉舟,等. 阿尔泰蝠蛾幼虫食性的观察[J]. 环境昆虫学报,2020,42(5):1210-1215.
- [10] 卞文印,王忠. 关于冬虫夏草有性发育过程中若干问题的讨论[J]. 中药材,2016,39(12):2909-2916.
- [11] 张德利,涂永勤,陈仕江. 环境因子对冬虫夏草寄主幼虫僵化的影响[J]. 重庆中草药研究,2019(2):29-31.
- [12] 张宗豪,徐海峰,李秀璋,等. 青海省化隆县冬虫夏草资源现状调查与分析[C]//中国菌物学会2018年学术年会论文汇编. 泰安:中国菌物学会,2018.
- [13] 张姝,张永杰,SHRESTHA Bhushan,等. 冬虫夏草菌和蛹虫草菌的研究现状、问题及展望[J]. 菌物学报,2013, 32(4):577-597.
- [14] 刘兆红,李玉玲. 玉树州冬虫夏草资源与分布[J]. 草业与畜牧,2016,12(10):34-36.
- [15] 张宗豪,刘欣,徐海峰,等. 冬虫夏草采挖与土壤化学性质相关性研究[J]. 青海畜牧兽医杂志,2017,47(2): 29-31.
- [16] 王宏生,曾辉,徐海峰. 冬虫夏草生长地环境因子变化规律的研究[J]. 青海畜牧兽医杂志,2006(3):9-10.
- [17] Bronson D R, Gower S T, Tanner M, *et al.* Response of

- soil surface co₂ flux in a boreal forest to ecosystem warming[J]. *Global Change Biology*, 2008, 14(4): 856—867.
- [18] 杨大荣, 彭艳琼, 陈吉岳, 等. 中国冬虫夏草分布格局与环境变化对其分布的影响[J]. *中国草地学报*, 2010, 32(z1): 22—27.
- [19] 吴庆贵, 苏智先, 苏瑞军, 等. 冬虫夏草生境选择主导因子[J]. *广西植物*, 2009, 29(3): 331—336.
- [20] 李芬, 吴志丰, 徐翠, 等. 三江源区冬虫夏草资源适宜性空间分布[J]. *生态学报*, 2014, 34(5): 1318—1325.
- [21] 曹素珍. 青藏高原高寒草甸常见植物出苗及生长繁殖对增温的响应研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2018.
- [22] 郭辉, 董希斌, 姜帆. 采伐强度对小兴安岭低质林分土壤碳通量的影响[J]. *林业科学*, 2010, 46(2): 110—115.
- [23] 陈一凯. 蝙蝠蛾幼虫对植物的取食选择及营养成分测定[D]. 成都: 四川农业大学, 2011.
- [24] 杨晶艳, 白静, 张涵, 等. 基于宏基因组的野生冬虫夏草周际土壤细菌多样性分析[J]. *成都中医药大学学报*, 2020, 43(1): 48—51.
- [25] 马丽, 徐满厚, 翟大彤, 等. 高寒草甸植被—土壤系统对气候变暖响应的研究进展[J]. *生态学杂志*, 2017, 36(6): 1708—1717.
- [26] 王宏生. 冬虫夏草生长地土壤微生物量季节动态变化研究[J]. *草业与畜牧*, 2008, 16(9): 11—12.
- [27] 李玉玲, 徐成体, 何力剑. 冬虫夏草寄主玉树蝠蛾幼虫的生物学[J]. *昆虫知识*, 2007, 44(2): 285.
- [28] 陈海. 蒲氏蝠蛾幼虫食性的研究[D]. 广州: 中山大学, 2009.
- [29] 李兰晖. 青藏高原气候变化及其对植被物候的影响[D]. 南昌: 江西师范大学, 2015.
- [30] 杨莉, 师生波, 贺金生. 青海省玛沁县冬虫夏草适生地植物群落及土壤理化性质分析[J]. *草地学报*, 2013, 21(3): 467—473.
- [31] 张清云, 周红枫, 刘华, 等. 宁夏干旱区甘草不同采挖方式及强度对植物群落恢复及稳定性的影响[J]. *宁夏农林科技*, 2012, 53(10): 153—156.
- [32] 朴世龙, 张宪洲, 汪涛, 等. 青藏高原生态系统对气候变化的响应及其反馈[J]. *科学通报*, 2019, 64(27): 2842—2855.
- [33] 王伟军, 赵雪雁, 万文玉, 等. 2000—2014年甘南高原植被覆盖度变化及其对气候变化的响应[J]. *生态学杂志*, 2016, 35(9): 2494—2504.
- [34] 刘凤, 曾永年. 近16年青海高原植被NPP时空格局变化及气候与人为因素的影响[J]. *生态学报*, 2019, 39(5): 1528—1540.
- [35] 魏彦强, 芦海燕, 王金牛, 等. 近35年青藏高原植被带变化对气候变化及人类活动的响应[J]. *草业科学*, 2019, 36(4): 1163—1176.
- [36] 张戈丽, 欧阳华, 张宪洲, 等. 基于生态地理分区的青藏高原植被覆被变化及其对气候变化的响应[J]. *地理研究*, 2010, 29(11): 2004—2016.
- [37] 郑方毅, 王忠, 黄雪峰, 等. 温湿度对蝙蝠蛾4龄幼虫生长发育的影响[J]. *现代农业科技*, 2018, 726(16): 104—105.
- [38] 张青, 涂永勤, 张文娟, 等. 高温胁迫对小蝠蛾幼虫过氧化氢酶、过氧化物酶活性的影响[C]//中国植物保护学会2015年学术年会论文集. 长春: 中国植物保护协会, 2015.
- [39] 李秀璋, 张宗豪, 刘欣, 等. 青海冬虫夏草蕴藏量研究[J]. *青海畜牧兽医杂志*, 2020, 50(5): 32—37.
- [40] 李玉玲, 徐海峰, 马少丽, 等. 建立三江源地区冬虫夏草保护区的探讨[C]//中国青海绿色经济投资贸易洽谈会绿色发展高峰论坛暨三江源生态文明专题论坛论文集. 西宁: 三江源生态文明专题论坛, 2012.
- [41] 强巴赤列, 洛珠, 旦增, 等. 冬虫夏草挖掘对藏北草原土壤破坏程度的影响研究[J]. *中国资源综合利用*, 2018, 36(7): 26—27.
- [42] 徐延达, 徐翠, 翟永洪, 等. 三江源地区冬虫夏草采挖对草地植被的影响[J]. *环境科学研究*, 2013, 26(11): 1194—1200.
- [43] 苏呈文. 黄南州冬虫夏草资源管理可持续发展之路[J]. *青海草业*, 2015, 24(2): 52.
- [44] 胡清秀, 廖超子, 王欣. 我国冬虫夏草及其资源保护、开发利用对策[J]. *中国农业资源与区划*, 2005(5): 47—51.

Effects of slope and mining intensity on the larval quantity and mining quantity of *Cordyceps sinensis* in Yushu

WANG Tao¹, CHEN Jian-bo¹, LI Xiu-zhang^{1,2}, LIANG Jing¹, TANG Chu-yu¹,
LI Yu-ling^{1,2}

(1. College of Animal Husbandry and Veterinary Sciences, Qinghai University, Xining 810016, China; 2. Qinghai Academy of Animal Science and Veterinary Sciences, Xining 810016, China)

Abstract: [Objective] *Cordyceps sinensis* is a rare and rare Chinese traditional medicine resource in Qinghai-Tibet Plateau. This paper aims to study the impact of manual excavation intensity and natural slope on the quantity of *Cordyceps sinensis*. [Method] Different mining intensities S_1 (2 people /hm²), S_2 (4 people /hm²) and S_3 (6 people /hm²) and natural slope of producing area ($G_1, 7^\circ$; $G_2, 17^\circ$; $G_3, 25^\circ$) were investigated in order to analyze the number of caterpillar larvae and excavated quantity of *Cordyceps sinensis*. The effects of excavated intensity and slope of producing area on the number of caterpillar larvae and excavated quantity of *Cordyceps sinensis* were also studied. [Result] The results showed that the mining intensity and slope were significantly negatively correlated with the number of larvae and the number of *Cordyceps sinensis* ($P < 0.05$). The mining intensity had a higher correlation with the number of larvae ($R^2 = -0.45, R^2 = -0.58$), and the slope had a higher correlation with the number of larvae ($R^2 = -0.74, R^2 = -0.78$). The interaction of mining intensity and slope had no significant effect on the number of larvae and the number of larvae ($P > 0.05$). Under different harvesting intensities, the larval number and the harvesting number of *Cordyceps sinensis* were $CK = S_1 > S_2 > S_3$ ($P < 0.05$). Under different slopes, the larval number and the collected number of *Cordyceps sinensis* were $CK = G_1 > G_2 > G_3$ ($P < 0.05$). In addition, the number of larvae and the number of *Cordyceps sinensis* were significantly decreased with the slope increasing ($P < 0.05$) under each mining intensity. In addition, the number of *Cordyceps sinensis* collected was significantly affected by the number of bat moth larvae and was positively correlated ($P < 0.05$). [Conclusion] In conclusion, S_1 mining intensity and G_1 small slope are more suitable for the increase of larval number and the number of *Cordyceps sinensis* collected, and do not affect the next year's *Cordyceps sinensis* yield. However, mining activities may have a comprehensive impact on the soil of the grassland, the larval feeding herbage, and the ejection of cordyceps fungus spores, among which the physical and chemical properties of the soil itself will also affect the survival state of the host larvae of batmoth, and the ejection amount of cordyceps spores will also affect the formation of cordyceps sinensis, but the detailed mechanism needs to be further studied.

Key words: excavation strength; slope; *Cordyceps sinensis*; the digging quantity; number of larvae