

川西北草原高原鼯鼠密度调查及引诱剂与 D 型肉毒素复合毒饵对其的灭效

邓熙龄^{1#}, 徐高伟^{1#}, 刘伟¹, 杨庭勇², 何剑², 谢红旗², 杨孔^{1*},
李西动¹, Bastiaan G. Meerburg³

(1. 西南民族大学生命科学与技术学院, 成都 610041; 2. 四川省甘孜州草原工作站, 四川康定 626000;
3. Wageningen University & Research, Netherlands)

摘要:目的 为了掌握川西北草原高原鼯鼠 *Myospalax baileyi* Pallas 种群密度和提高 D 型肉毒素杀灭高原鼯鼠的效率, 于 2013 年和 2014 年在位于川西北草原的红原县草原调查了高原鼯鼠的密度, 并研究了不同引诱剂的引诱效果及引诱剂与 D 型肉毒素复合毒饵对高原鼯鼠的灭效。方法 采用开洞堵洞法和连续纯净法调查高原鼯鼠密度; 选用菜籽油和花生油配制引诱剂, 然后用引诱剂和 D 型肉毒素配制复合毒饵, 采用开洞堵洞法研究其灭效。结果 红原县草原高原鼯鼠密度 2013 年为 39.70 只/hm², 2014 年为 42.14 只/hm², 平均密度为 40.92 只/hm², 危害程度为 IV 级(严重危害)。菜籽油引诱剂取食率为 72.2%, 花生油引诱剂取食率为 60.0%, 二者间差异有高度统计学意义($P < 0.01$)。未添加引诱剂的 D 型肉毒素毒饵的灭效为 77.2%, 添加引诱剂的灭效为 89.8%, 二者间差异有高度统计学意义($P < 0.01$), 但是复合毒饵各组内灭效差异无统计学意义($P > 0.05$)。结论 使用浓度 0.10% 的 D 型肉毒素与引诱剂配制复合毒饵, 可以显著提高 D 型肉毒素对高原鼯鼠的灭效。

关键词: 红原县; 高原鼯鼠; D 型肉毒素; 引诱剂

中图分类号: Q959.837 文献标志码: A 文章编号: 1000-7083(2017)02-0203-05

Density of *Myospalax baileyi* and Effects of Attractant and Compound Poison Bait with D-type Kreotoxin

DENG Xiling^{1#}, XU Gaowei^{1#}, LIU Wei¹, YANG Tingyong², HE Jian², XIE Hongqi²,
YANG Kong^{1*}, LI Xidong¹, Bastiaan G. Meerburg³

(1. College of Life Science and Technology, Southwest University for Nationalities, Chengdu 610041, China;
2. Grassland Service Station of Ganzi, Kangding, Sichuan Province 626000, China;
3. Wageningen University & Research, Netherlands)

Abstract: Objective In order to understand the population density of *Myospalax baileyi* in Hongyuan county of northwest Sichuan plateau grasslands, and the effects of D-type kreotoxin on *M. baileyi*, the population density of *M. baileyi* was investigated, and different kinds of compound poison baits were tested in 2013 and 2014. **Methods** The block-open method was used to survey the population density of *M. baileyi* in northwest Sichuan plateau grasslands. Colza oil and peanut oil were used as attractants. The compound poison bait was made to examine its effects on *M. baileyi*. **Results** The results showed that the population density of *M. baileyi* in Hongyuan county was 39.70 individuals/hm² in 2013 and 42.14 individuals/hm² in 2014. The average feeding rate of colza oil was 72.2%, which was extreme significantly higher than that of peanut oil (60.0%, $P < 0.01$). The average killing rate of poison bait without attractant was 77.2%, which was extreme significantly lower than that with attractant (89.8%, $P < 0.01$). **Conclusion** The average density of *M. baileyi* in Hongyuan county was 40.92 individuals/hm², indicating that the pest was highly harmful to the grassland. These results suggested that attractant could significantly improve the effect of D-type kreotoxin on *M. baileyi*.

Keywords: Hongyuan county; *Myospalax baileyi*; D-type kreotoxin; attractant

收稿日期: 2016-10-09 接受日期: 2017-02-13

基金项目: 国家自然科学基金项目(31070380); 西南民族大学研究生创新课题项目(CX2015SZ100)

作者简介: 邓熙龄, 女, 硕士研究生, 从事动物生态学研究; 徐高伟, 男, 硕士研究生, 从事动物生态学研究 *同等贡献作者

* 通信作者 Corresponding author, 博士, 教授, 主要从事鼠虫害研究, E-mail: lx-yk@163.com

川西北草原集中连片分布在四川省甘孜、阿坝、凉山 3 个自治州,构成了全国五大牧区之一的川西北牧区(周俗等,2004)。当前,由于气候变化和不合理利用,川西北草原鼠害猖獗,导致草地退化、生产力丧失,甚至沙漠化。2006 年川西北草原鼠害鼠极度危害形成的鼠荒地已超过 $2 \times 10^5 \text{ hm}^2$,唐川江等(2007)研究发现四川省草原鼠荒地面积为 $1.0829 \times 10^6 \text{ hm}^2$,占全省草原总面积的 5.19%,占全省可利用草原总面积的 6.06%,占全省草原鼠害面积的 29.38%。

我国草原上分布有 100 余种鼠类,常见的害鼠有高原鼠兔 *Ochotona curzoniae*、高原鼯鼠 *Myospalax baileyi*、大沙鼠 *Rhomobomys opimus*、长爪沙鼠 *Meriones unguiculatus* 等 20 多种,主要分布在四川、甘肃、西藏、青海等 13 个省(区)(洪军等,2014;Liu *et al.*, 2014)。其中,高原鼯鼠和高原鼠兔是青藏高原特有鼠类。2006 年,高原鼯鼠和高原鼠兔危害的草地面积达 50% 以上(刘伟等,2008)。高原鼯鼠是四川省红原县草原分布的优势害鼠(刘少英,2005;Yang *et al.*,2016)。高原鼯鼠属啮齿目 Rodentia 仓鼠科 Cricetidae 鼯鼠亚科 Myospalacinae,体质量约 260 g,体长约 20 cm,尾长 3.5 ~ 5.0 cm,每胎产仔 2 ~ 5 只,常年生活在地下,视力退化,具有怕光、怕风、怕水的习性(樊乃昌等,1982)。高原鼯鼠为杂食性动物,以植物的根、茎、叶、果实和种子为食,食量较大,日食量约 253 g(王兰英等,2011)。高原鼯鼠通过挖掘洞道推土压盖植被、采食牧草根茎使牧草死亡、种群密度过大后向外扩张等途径,导致草场退化沙化、草场群落结构改变、有毒植物相对增多、草场载畜能力降低(钟文勤,樊乃昌,2002;刘伟等,2003;孙飞达,2008;黄倩等,2009)。

目前,鼠害防治常用化学药物毒饵诱杀,诱杀效果与鼠类对毒饵的接受程度密切相关(Smythe, 1976;邓址,1996)。引诱剂作为毒饵添加剂,可以改善毒饵适口性,在嗅觉和味觉上提高毒饵对鼠类的引诱力,增加鼠类对毒饵的采食量,从而提高捕获率(Jojola *et al.*,2009;Baldwin *et al.*,2014)。引诱剂主要包括性诱剂、增食剂和气味剂,在实际使用过程中,可综合考量饵料特性、鼠类生理和取食规律等因素,组合使用不同种类引诱剂(韩崇选,李继光,2002;Jojola *et al.*,2009)。韩崇选和李继光(2002)采用大葱素、氯化钾、氯化钠、葡萄糖和果糖等材料制备引诱剂,使甘肃鼯鼠 *M. cansus* Lyon 的毒饵增食指数最高达 28.85%。普通引诱剂

(大葱末、糖等)的增食效果优于专用引诱剂。D 型肉毒素配制毒饵在青海省草原灭鼠结果表明,该毒饵具有适口性好、灭鼠效果高、毒饵残效期短、不污染环境、无二次中毒等优点,对保护鼠类天敌、维持生态平衡等有良好的作用。为了掌握川西北草原高原鼯鼠种群密度和推广 D 型肉毒素在川西北草原的使用并提高其灭效,本研究于 2013—2014 年调查了四川省红原县草原高原鼯鼠的密度,在此基础上以大葱、糖、盐、油为原料配制引诱剂,设计不同引诱剂组合,探索以引诱剂和 D 型肉毒素配制复合毒饵防治高原鼯鼠的效果,筛选适用于杀灭当地高原鼯鼠的 D 型肉毒素毒饵配方,为高原鼯鼠防治提供理论和实践指导。

1 研究区域概况

川西北草原上的红原县地处青藏高原东缘,位于四川省阿坝藏族羌族自治州中部, $101^{\circ}51' \sim 103^{\circ}23'E, 31^{\circ}51' \sim 33^{\circ}19'N$,总面积 8439.94 km^2 ,是阿坝州唯一以藏族聚居为主的纯牧业县。红原县平均海拔 3600 m 以上,属大陆性高原寒温带季风气候,气候寒冷,极端最低气温 -36°C ,四季难分,春秋短促,长冬无夏。植被类型包括沼泽、草甸、灌丛和森林。境内主要害鼠种类为高原鼯鼠和高原鼠兔。

2 材料与方法

2.1 高原鼯鼠密度调查

每年在研究区域内随机选择 3 个样方,用三角红旗标记样方边界。观察有新鲜活动痕迹的土丘,在其周围探明洞道并开洞,然后观察这些开挖的洞道是否是被堵洞,即开洞堵洞法,以此确定有效洞口,并用连续捕净法计算洞口系数和种群密度。

鼠密度(只/ hm^2) = 洞口系数 \times 有效洞口数。

2.2 引诱剂和饵料配方

根据引诱剂、油和饵料的不同,将引诱剂和饵料配制成 5 组(表 1)。

表 1 不同引诱剂及其饵料配方

Table 1 Different groups of attractant components and baits		
编号	饵料	引诱剂
A	燕麦	食盐、葱末、白糖、菜籽油
B	燕麦	食盐、葱末、白糖、花生油
C	燕麦	无
D	胡萝卜	食盐、葱末、白糖、菜籽油
E	胡萝卜	无

注:引诱剂各组分用量比例:白糖(350 g/50 kg)、油(300 g/50 kg)、食盐(350 g/50 kg)、葱末(2 kg/50 kg)。

Notes: The components' proportions were: sugar (350 g/50 kg), oil (300 g/50 kg), salt (350 g/50 kg) and green onion (2 kg/50 kg).

在研究区域内随机设置30个15 m×15 m的样方,每种饵料投喂6个样方,样方间隔25 m以上。每个对照样方与相应的实验样方相邻,以达到初始条件一致。利用投饵勺将配制好的饵料投入有效洞口内60 cm处,然后将洞口封住,每个有效洞口25 g饵料。每3 d观察1次高原鼯鼠取食情况(通过开挖洞道,用手电筒观察,开挖的位置在第一次开洞的位置,防止破坏原来投饵状态;连续观察2次),记录取食率,然后用单因素方差分析取食率的差异。

$$\text{取食率}(\%) = \frac{\text{取食洞口数}}{\text{有效洞口数}} \times 100\%$$

2.3 引诱剂和D型肉毒素配制复合毒饵的灭效试验

配制毒饵:混合燕麦、胡萝卜、引诱剂(菜籽油、食盐、葱末、白糖)和D型肉毒素梭菌毒素(青海绿原生物工程有限公司生产,1 000万毒价/mL),制成8

种毒饵,放置12 h后备用。

设置48个15 m×15 m的鼠害样方,采用开洞投饵法将配制好的毒饵依次用塑料管放入洞穴内60 cm处,每个有效洞口内投饵20粒,并封严洞口。

灭效检查:分别在投饵后第7天和第15天,采用开洞堵洞法检查灭效,开洞后不再堵洞则视为高原鼯鼠已被杀灭,并记录灭效。不同处理组用*t*检验分析其差异是否有统计学意义。

$$\text{灭效}(\%) = \frac{\text{投饵前有效洞口数} - \text{投饵后有效洞口数}}{\text{投饵前有效洞口数}} \times 100\%$$

3 研究结果

3.1 高原鼯鼠的种群密度

在研究区域内随机选择20个有效洞口,共安放40套弓箭,连续数日共捕获高原鼯鼠7只,有效洞口系数为0.35。高原鼯鼠密度调查结果如表2所示。

表2 红原县高原鼯鼠种群密度
Table 2 The population density of *Myospalax baileyi* in Hongyuan county

年份	采样点	样方面积/hm ²	挖掘洞口数/个	有效洞口数/个	洞口系数	种群密度/(只/hm ²)
2013	实验样方1	0.25	35	31	0.35	43.40
	实验样方2	0.25	42	33	0.35	46.20
	实验样方3	0.25	34	21	0.35	29.40
	平均值	0.25	37.00	28.30	0.35	39.70
2014	实验样方1	0.25	63	54	0.28	60.48
	实验样方2	0.60	65	54	0.30	27.00
	实验样方3	1.20	199	146	0.32	38.93
	平均值	0.68	109.00	84.67	0.30	42.14

2013年高原鼯鼠平均有效洞口数达到113.30个/hm²,平均密度达到39.70只/hm²。2014年高原鼯鼠平均有效洞口数达到124.50个/hm²,平均密度达到42.14只/hm²。根据农业部草原监理中心建设指导处(2007)制定的《严重鼠害草地技术治理规程》附录A“草原主要害鼠危害分级表”,高原鼯鼠在红原县局部区域的危害程度为IV级(严重危害)。

3.2 筛选饵料配方

A组使用菜籽油的6 d取食率为72.2%,B组使用花生油的6 d取食率为60.0%,单因素方差分析显示二者间差异有统计学意义(*P* < 0.05),菜籽油引诱效果优于花生油。C组纯燕麦的6 d取食率为60.0%,E组纯胡萝卜的6 d取食率为62.5%,二者间差异无统计学意义。D组引诱剂组分与A组相同,但是D组饵料为胡萝卜,A组为燕麦,D组6 d

表3 不同引诱剂配制饵料的取食率
Table 3 The feeding rate of different attractant mixed baits

编号	有效洞口数/个	第3天取食洞口数/个	第6天取食洞口数/个	取食率/%
A	36	19	26	72.2 ^a
B	40	17	24	60.0
C	20	7	12	60.0
D	24	14	18	75.0 ^a
E	24	10	15	62.5

注:同列不同小写字母表示差异有统计学意义(*P* < 0.05);C组是A、B组的对照;E组是D组的对照。

Notes: The lower-case letter in the same row means there is a significant difference (*P* < 0.05); C is the control of A and B; E is the control of D.

取食率为75.0%,略高于A组(72.2%),差异无统计学意义(表3)。

3.3 不同种类毒饵的灭效试验

添加引诱剂的4组平均灭效为89.8%,未添加引诱剂的4组平均灭效为77.2%,*t*检验表明两者

表 4 引诱剂与不同浓度 D 型肉毒素菌毒素配制毒饵的灭鼠效果
Table 4 Effect of killing rodent of attractants and D-type kreotoxin

	编号	D 型肉毒素浓度/%	饵料	投饵前有效洞口数/个	投饵后 7 d 堵洞数/个	投饵后 15 d 堵洞数/个	灭效/%
引诱剂组	A1	0.15	燕麦	29	8	3	89.7
	B1	0.10	燕麦	28	5	2	92.9
	C1	0.15	胡萝卜	24	9	3	87.5
	D1	0.10	胡萝卜	65	13	7	89.2
无引诱剂组	E1	0.15	燕麦	34	12	6	82.4
	F1	0.10	燕麦	37	16	8	78.4
	G1	0.15	胡萝卜	28	10	7	75.0
	H1	0.10	胡萝卜	26	11	7	73.1

注: 引诱剂组成中油的成分均为菜籽油。

Note: The colza oil was added into the experience control as an attractive component.

间差异有高度统计学意义($P < 0.01$)。其中 B1 的灭效最佳, H1 的灭效最差(表 4)

4 讨论

4.1 川西北草原高原鼯鼠密度

杨春蓉(1988)研究表明,红原县草地主要害鼠为高原鼯鼠,种群密度为 25.34 只/hm²,而本研究表明,红原县高原鼯鼠密度目前已高达 39.70 只/hm²,增长比例高达 56.67%。1 只鼯鼠年食草 23 kg(唐川江等,2007),2013 年红原县的鼯鼠密度为 39.70 只/hm²,可估算出当年因高原鼯鼠盗食新鲜牧草造成的直接经济损失达 3 570 多万元(新鲜牧草每千克 0.2 元),据本课题组 2014 年调查,红原县的鼯鼠密度为 42.14 只/hm²,较往年有所增加,鼠害威胁和制约着当地畜牧业经济的健康发展。

4.2 不同饵料与引诱剂的配方及高原鼯鼠的取食率

毒饵灭鼠法是化学药物灭鼠的主要方式,然而灭鼠效果不仅受害鼠种类、自然因素、灭鼠药的稳定性等因素影响,也与毒饵的适口性密切相关(邓址,1996)。本研究使用燕麦加入菜籽油作为引诱剂的饵料取食率为 72.2%,显著高于花生油引诱剂组和纯燕麦对照组的取食率($P < 0.05$),这与王国良等(2006)的研究结果相似。这可能是因为菜籽油味道更浓郁,在封闭的洞道中能扩散得更远。当采用菜籽油作为引诱剂,D 组使用胡萝卜做为饵料,取食率为 75.0%,与 A 组燕麦(72.2%)间差异无统计学意义($P > 0.05$)。但高原鼯鼠对添加引诱剂后的饵料取食率高于对照组 10% 左右,效果较为显著。本研究认为,燕麦和胡萝卜这 2 种饵料与引诱剂配合使用时效果都较好,但是燕麦较胡萝卜更易储存、加工和使用,故建议饵料采用燕麦,引诱剂组合中使用

菜籽油。

4.3 引诱剂与不同浓度 D 型肉毒素配制不同复合毒饵的灭效

D 型肉毒素与引诱剂复合饵料对高原鼯鼠的平均灭效(89.8%)显著大于对照组(77.2%)($P < 0.01$),引诱剂明显提升了 D 型肉毒素灭鼠效果。在添加引诱剂情况下,药物浓度差异(肉毒素浓度为 0.10% 和 0.15%)对灭效无显著影响($P > 0.05$)。因此,出于经济性和环境保护的考量,建议使用浓度 0.10% 的 D 型肉毒素与引诱剂混合配制使用。

本课题组使用的引诱剂采用气味剂和增食剂相结合配制,在吸引高原鼯鼠的同时增加其对毒饵的采食量,极大减少了饵料浪费,显著提升了 D 型肉毒素防治高原鼯鼠的效果。鉴于 D 型肉毒素是一种高效、环保、经济、安全的新型生物灭鼠剂,不会造成二次中毒,对牲畜和鼠类天敌无害,不用禁牧(杨乐等,2011)。结合本研究结果,建议在红原县使用 D 型肉毒素杀灭高原鼯鼠时,推广浓度 0.10% D 型肉毒素和引诱剂(白糖:350 g/50 kg、菜籽油:300 g/50 kg、食盐:350 g/50 kg、葱末:2 kg/50 kg)混合配制燕麦毒饵使用,能显著提高 D 型肉毒素对高原鼯鼠的灭效。

5 结论

2013—2014 年红原县的高原鼯鼠平均密度为 40.92 只/hm²,危害程度为 IV 级(严重危害),急需治理。不同浓度 D 型肉毒素(0.10% 和 0.15%)和引诱剂配制复合毒饵的灭效极显著高于对照组($P < 0.01$),引诱剂可以显著提高 D 型肉毒素对高原鼯鼠的灭效。建议在红原县推广使用浓度 0.10% D 型肉毒素和引诱剂混合配制燕麦毒饵以提高 D 型肉毒素对高原鼯鼠的灭效。

参考文献:

- 邓址. 1996. 毒饵灭鼠[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 7(2): V-VIII.
- 韩崇选, 李继光. 2002. 主要啮齿动物引诱剂的研究[J]. 陕西林业科技, (2): 7-10.
- 黄倩, 花立民, 曹慧, 等. 2009. 甘肃草原鼠害区划研究[J]. 草业科学, 26(2): 91-99.
- 洪军, 贡旭疆, 林峻, 等. 2014. 我国天然草原鼠害分析及其防控[J]. 中国草地学报, (3): 1-4.
- 刘伟, 王溪, 周立, 等. 2003. 高原鼠兔对小高草草甸的破坏及其防治[J]. 兽类学报, 23(3): 214-219.
- 刘少英. 2005. 四川草原害兽危害概况及对策[J]. 四川林业科技, 26(6): 17-21.
- 刘伟, 张毓, 王溪, 等. 2008. 植被生长季节小同栖息地高原鼠兔的食物选择[J]. 兽类学报, 28(4): 358-366.
- 孙飞达. 2008. 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.
- 唐川江, 周俗, 谢红旗, 等. 2007. 川西北草原鼠虫发生、危害分析[J]. 草地保护, (3): 44-46.
- 王国良, 李斌, 冯星明, 等. 2006. 毒杀黄胸鼠的引诱剂筛选试验[J]. 医学动物防制, 21(12): 869-872.
- 王兰英, 尚小生, 梁海红, 等. 2011. 高原鼯鼠和高原鼠兔的分布及其防治技术[J]. 甘肃农业, (9): 88-89.
- 杨春蓉. 1988. 红原县草地鼠害调查报告[J]. 四川草原, (1): 43-48.
- 杨乐, 曹伊凡, 景增春, 等. 2011. 生物防治与灭鼠剂不同组合对藏北地区鼠害的控制[J]. 草业科学, 28(4): 656-660.
- 钟文勤, 樊乃昌. 2002. 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, 37(7): 1-4.
- 周俗, 唐川江, 张新跃, 等. 2004. 四川省草原生态的主要问题及治理对策[J]. 草业科学, 21(12): 28-32.
- Baldwin RA, Meinerz R, Orloff SB. 2014. The impact of attractants on pocket gopher trapping [J]. *Current Zoology*, 60(4): 472-478.
- Jojola SM, Witmer GW, Burke PW. 2009. Evaluation of attractants to improve trapping success of nutria on Louisiana coastal marsh [J]. *The Journal of Wildlife Management*, 73(8): 1414-1419.
- Liu W, Yang CM, Luo X, *et al.* 2014. Community dynamics of rats after the earthquake in Yingxiu, Sichuan province, China [J]. *Pakistan Journal of Zoology*, 46(6): 1739-1746.
- Smythe WR. 1976. Criteria for rodent bait selection [C]// *Proceedings of the 7th Vertebrate Pest Conference*: 210-214.
- Yang K, Li XD, Xu GW, *et al.* 2016. Control of *Eospalax baileyi* (plateau zokor) with arrow traps in western China [J]. *Pakistan Journal of Zoology*, 48(1): 57-62.