

炔雌醚对内蒙古农牧交错带长爪沙鼠种群繁殖的影响

杨进荣^{1,2}, 王勇², 张美文², 姜路帆², 师军³, 刘锦⁴, 哈斯宝力道⁴, 刘志霄^{1*}

(1. 吉首大学生物资源与环境科学学院, 湖南吉首 416000; 2. 中国科学院亚热带农业生态研究所, 长沙 410125; 3. 内蒙古锡林郭勒盟自然保护区, 内蒙古锡林浩特 026000; 4. 内蒙古锡林郭勒盟林业局, 内蒙古锡林浩特 026000)

摘要: 炔雌醚对一些鼠类种群具有良好的控制效果。为探究炔雌醚对长爪沙鼠 *Meriones unguiculataus* 种群繁殖的影响, 于 2006 年 5—8 月在内蒙古锡林郭勒盟白音锡勒牧场农牧交错带展开了炔雌醚对长爪沙鼠野生种群繁殖的控制实验。设置了投药区和对照区, 5 月初进行投药, 实验期间采用夹线调查法逐月对样地内的长爪沙鼠进行系统的取样调查, 分析炔雌醚对长爪沙鼠种群繁殖的影响。结果显示: 在投药之后的 6—8 月, 投药区成体鼠的子宫坏死率分别为 75.3%、61.5% 和 48.7%, 与对照区差异有高度统计学意义 ($P < 0.01$); 投药区成体鼠的怀孕率下降, 与对照区差异有高度统计学意义 ($P < 0.01$); 投药区的胎仔数显著低于对照区 ($P < 0.05$)。综上表明, 炔雌醚对农牧交错带长爪沙鼠种群繁殖的控制具有良好的效果。

关键词: 炔雌醚; 长爪沙鼠; 不育控制; 繁殖参数

中图分类号: Q959.8 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7083(2018)02-0207-04

Effect of Quinestrol on the Reproduction of *Meriones unguiculataus* in the Farming-pastoral Transitional Zone of Inner Mongolia

YANG Jinrong^{1,2}, WANG Yong², ZHANG Meiwen², JIANG Lufan²,
SHI Jun³, LIU Jin⁴, Hasibaolidao⁴, LIU Zhixiao^{1*}

(1. College of Biology and Environmental Sciences, Jishou University, Jishou, Hunan Province 416000, China;
2. Institute of Subtropical Agriculture, Chinese Academy of Sciences, Changsha 410125, China;
3. Xilingol Grassland Nature Reserve, Xilinhot, Inner Mongolia Autonomous Region 026000, China;
4. Xilingol Forestry Bureau, Xilinhot, Inner Mongolia Autonomous Region 026000, China)

Abstract: Quinestrol is a kind of synthetic estrogen which has been used as contraceptive on some rodents. To study the effect of quinestrol on the reproduction ability of Mongolia gerbil (*Meriones unguiculataus*), we conducted field experiments at farming-pastoral transitional zone in Baiyinxile, Inner Mongolia from May to August in 2006. The experimental area was divided into quinestrol baited area and control area. Standard snap-trap method was monthly used to capture the samples in both areas after spraying quinestrol bait in May. Subsequently, samples were dissected to examine the reproductive system and analyze the effect of quinestrol during June to August. The results showed that: (1) the rate of uterus necrosis in quinestrol baited area from June to August were 75.3%, 61.5% and 48.7%, respectively, and these were extreme significantly higher than the control area ($P < 0.01$); (2) the pregnant rate in quinestrol baited area was extreme significantly lower compared with the control area ($P < 0.01$); (3) the litter size in quinestrol baited area was significantly lower than the control area ($P < 0.05$). These results suggested that quinestrol had a significant suppression effects on the population reproductivity of *M. unguiculataus*.

Keywords: quinestrol; *Meriones unguiculataus*; contraception control; breeding parameter

收稿日期: 2017-07-31 接受日期: 2017-12-20

基金项目: 国家自然科学基金项目 (31560130)

作者简介: 杨进荣 (1990—), 硕士研究生, 研究方向: 动物生态学, E-mail: love_jsu@163.com

* 通信作者 Corresponding author, E-mail: zlxliu1965@163.com

长爪沙鼠 *Meriones unguiculataus* 一般栖息于荒漠、半荒漠草原及各种类型的农田、田埂和田间荒地(秦长育,1984),也广泛分布于典型草原区的农牧交错带。草地被开垦种植后,长爪沙鼠的密度骤增,成为内蒙古地区农牧交错带的主要害鼠(张金宝等,2016)。此外,长爪沙鼠还是多种鼠源性疾病的传播者,尤其传播鼠疫等恶性传染病,是农牧交错带鼠害防控的重点对象(刘伟等,2013)。

鼠害的防控在于降低鼠类的种群密度,通过控制鼠类种群的出生率或死亡率达到控制鼠害的目的(张知彬,1995;Chambers *et al.*,1997)。不育控制是近 20 年来兴起的控制动物种群数量的技术(Shi *et al.*,2002),不育控制属于出生率控制的范畴,其原理是利用药物使鼠类群体中部分个体不育,从而降低其繁殖率(张知彬,1995)。目前用于草原鼠害防治的不育剂 EP-1 的主要成分是左炔诺孕酮和炔雌醚(张知彬等,2004),该不育剂具有安全性高及对环境污染小等优点,同时对鼠害的持续控制时间较长(施大钊等,2009)。研究人员在野外采用 EP-1 对高原鼠兔 *Ochotona curzoniae*(陈千权等,2010)、长爪沙鼠(阿娟等,2012)、小毛足鼠 *Phodopus roborovskii*(韩艳静等,2013)和莫氏田鼠 *Microtus maximowiczii*(邹永波等,2014)进行了测试,均取得了良好的控制效果。为降低鼠害控制成本,张金宝等(2016)单独使用 EP-1 中的炔雌醚对长爪沙鼠野生种群进行了实验,结果表明,炔雌醚可以有效降低长爪沙鼠的种群数量,改变其社群结构。然而,炔雌醚对农牧交错带的长爪沙鼠种群繁殖的作用成效如何,尚需进一步研究。为此,在内蒙古农牧交错带开展了炔雌醚对长爪沙鼠种群繁殖的研究,以期为农牧交错带的鼠害控制提供依据。

1 材料与方法

1.1 实验样地

实验样地位于内蒙古锡林郭勒盟白音锡勒牧场(116°20'E,43°50'N,海拔 1 140 m),地形平坦,便于机械化作业。样地原为大面积耕地,主要种植小麦 *Triticum aestivum* L. 等农作物,2006 年开始退耕还草,成为开阔的农牧交错带。除长爪沙鼠外,实验样地还分布有少量布氏田鼠 *Lasiopodomys brandtii*、黑

线仓鼠 *Cricetulus barabensis* 以及黑线毛足鼠 *Phodopus campbelli*。实验期间,样地内主要优势植物为羊草 *Leymus chinensis*、克氏针茅 *Stipa krylovii*、糙隐子草 *Cleistogenes squarrosa*、小叶锦鸡儿 *Caragana microphylla*、冷蒿 *Artemisia frigida* 等。

1.2 实验方法

长爪沙鼠喜食小麦,据此,本实验将炔雌醚与小麦以 1:10 000 的质量比配置实验药饵。2006 年 5 月,在实验样地中选取 270 hm² 的投药区和等面积的对照区,采用大型拖拉机配合散播机成条带状进行机械化药饵抛撒,将实验区投饵量控制在 3 kg·hm⁻²,对照区不作处理。

在投撒药饵前(5 月),采用夹线调查法(范尊龙等,2015)对实验样地内的长爪沙鼠种群进行本底调查,6—8 月逐月对投药区和对照区同时进行 1 次夹线调查,获取鼠类样本。投药区和对照区各放置 300 个木夹板进行标准夹线采样调查,占地面积为 7.5 hm²。夹线连续放置 3 d,每天早晚各检查 1 次,收取夹线捕获的鼠类样本(施大钊等,1998;付和平等,2011)。为了避免在同一样点连续夹捕对鼠类种群的干扰,调查样线每月轮换到新的区域。同时为了保证获得充足的繁殖样本,在实验样地内每月选取 5 hm² 的后备样地,在其中随机选取若干长爪沙鼠洞群进行集中夹捕取样,以补充繁殖样本。捕获的样本用三氯甲烷熏蒸灭蚤后进行常规解剖,测量并记录雌性个体的体长、体质量、胴体质量以及繁殖参数(包括子宫结构和胎仔数等)。

1.3 数据统计

以胴体质量为年龄划分依据,即胴体质量 ≥34 g 定义为成体鼠(阿娟等,2012)。数据用 SPSS 19.0 进行统计分析,采用成组数据 *t* 检验和独立性检验,结果用平均值 ± 标准差表示, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义, $P < 0.01$ 为差异有高度统计学意义。

2 结果

对捕获到的所有长爪沙鼠进行解剖观察,发现投药区亚成体和幼体的子宫外观颜色正常,与对照区相比没有差别。故只统计捕获的成年雌鼠。在本研究持续的 4 个月内,共捕获雌性成年长爪沙鼠 576 只,其中投药区 262 只,对照区 314 只。通过常

规解剖观察,得到长爪沙鼠的繁殖数据,分别从子宫坏死率、妊娠率和胎仔数统计分析炔雌醚对成年长爪沙鼠繁殖的影响。

2.1 炔雌醚对成体长爪沙鼠子宫坏死率的影响

炔雌醚通过扰乱孕期雌二醇和孕酮的水平抑制卵泡成熟(周训军等,2015),连续使用炔雌醚会改变子宫形态,造成子宫损伤。受损子宫外观呈现紫黑色,具囊肿症状,解剖发现内部充斥淤血(霍秀芳等,2007)。据此统计投药区和对照区长爪沙鼠子宫坏死率(表1)。5月进行本底调查时并未发现有成体鼠子宫坏死现象,投药后,投药区子宫损伤比例升高,对照区未出现异常。6、7月,投药区的子宫坏死率分别为75.3%和61.5%,与对照区的差异有高度统计学意义($P < 0.01$)。从解剖情况来看,投药后成体鼠的子宫囊肿明显,颜色发黑。而8月投药区的子宫囊肿程度显著下降,颜色由黑色逐渐变淡。

表1 炔雌醚对成体长爪沙鼠子宫坏死率的影响
Table 1 The impact of quinestrol on the uterus necrosis of adult female *Meriones unguiculataus*

	子宫坏死率/% (子宫坏死个体数/雌鼠总样本数)			
	5月	6月	7月	8月
投药区	0(0/98)	75.3(55/73)	61.5(32/52)	48.7(19/39)
对照区	0(0/102)	0(0/86)	0(0/71)	0(0/55)
χ^2		99.061	59.057	3.583
P		<0.000 1	<0.000 1	<0.000 1

2.2 炔雌醚对成体长爪沙鼠怀孕率的影响

炔雌醚对成体长爪沙鼠怀孕率的影响结果显示(表2),5月投药区和对照区成体鼠的怀孕率均处于较高值,6月投药区的怀孕率骤降,而对照区只略微下降,两者之间的差异有高度统计学意义($P < 0.01$)。

表2 炔雌醚对成体长爪沙鼠怀孕率的影响
Table 2 The impact of quinestrol on the pregnancy rate of adult *Meriones unguiculataus*

	怀孕率/% (怀孕个体数/雌鼠总样本数)			
	5月	6月	7月	8月
投药区	72.4 (71/98)	6.8 (5/73)	13.5 (7/52)	15.4 (6/39)
对照区	67.6 (69/102)	59.3 (51/86)	54.9 (39/71)	43.6 (24/55)
χ^2	0.549	47.614	22.047	8.382
P	0.458 8	<0.000 1	<0.000 1	0.003 79

2.3 炔雌醚对长爪沙鼠胎仔数的影响

炔雌醚对长爪沙鼠胎仔数的影响结果显示(表3),6—8月,投药区的长爪沙鼠胎仔数明显低于对照区,尤其在6月,投药区的胎仔数平均值达到最低,仅相当于对照区的1/3,两者之间的差异有高度统计学意义($P < 0.01$)。随着时间推移,投药区长爪沙鼠平均胎仔数有所回升,但仍显著低于对照区($P < 0.05$)。

表3 炔雌醚对长爪沙鼠胎仔数的影响
Table 3 The impact of quinestrol on the litter size of adult *Meriones unguiculataus*

	胎仔数/只			
	5月	6月	7月	8月
投药区	7.13 ± 0.72 (n=71)	2.50 ± 0.71 (n=5)	3.32 ± 1.29 (n=7)	4.03 ± 0.79 (n=6)
对照区	7.08 ± 0.65 (n=69)	6.72 ± 0.63 (n=51)	6.32 ± 0.87 (n=39)	6.13 ± 0.65 (n=24)
P	>0.05	<0.01	<0.05	<0.05

3 讨论

在5月的本底调查中,投药区和对照区长爪沙鼠的子宫坏死率、怀孕率与平均胎仔数没有差异,表明所选取的对照区和投药区具有较好的代表性。在投药之后,投药区和对照区成体鼠繁殖状况出现差别,尤其是6月2个区成体鼠的子宫坏死率、怀孕率与平均胎仔数的差异均达到最大值。距离投药时间越长,成体鼠的子宫坏死率越低,其平均胎仔数呈逐渐上升(接近对照区的正常值)趋势。造成这一趋势可能有以下原因:(1)实验样地在野外,投药区与周围环境并未隔断,无法控制长爪沙鼠的种群扩散,故存在实验区外长爪沙鼠进入投药区被捕获,进而影响长爪沙鼠繁殖参数的统计,使炔雌醚对长爪沙鼠种群繁殖控制效果被低估。野外可以结合标志重捕法来减少这一误差,使统计结果具有更好的代表性(张文杰等,2014),如果在实验室内进行则会排除以上干扰;(2)本实验将炔雌醚与小麦以1:10 000的质量比作为实验药饵,投药区投饵量为 $3 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,起到了过量投放的效果(邹永波等,2014)。由于长爪沙鼠的死亡率与其摄入的不育剂剂量呈正比(霍秀芳等,2006),所以可能投药区长爪沙鼠大量取食药饵造成其体内剂量超标从而引发

死亡。这部分中毒死亡的个体并不能被夹线法所捕获,无法观察到其具体的繁殖情况,但其又消耗掉了一定量的毒饵。所以随着时间的推移,投药区存在毒饵量越来越少,后面几个月由于炔雌醚的量过低以致无法影响长爪沙鼠的生殖器官。减少这一误差可采取减少毒饵内炔雌醚的浓度、增加毒饵的投放次数的方法;(3)摄入高浓度不育剂会对鼠类的脏器产生毒性,导致肝、胃、肠、脾、肾等器官多处病变(代九星等,2009)。器官病变会影响其活动能力,草原地区的大鸮 *Buteo hemilasius* 等猛禽以鼠类为食(宋文韬等,2016),而食用了炔雌醚的长爪沙鼠行动不便,这在一定程度上会增加被捕食的风险;(4)本研究发现炔雌醚对生殖器官的影响具有可逆性,这与沈伟等(2011)的研究结果相似:在一定时间后,受影响鼠的生理机能能够恢复正常。炔雌醚对长爪沙鼠的不育效果会随着时间的推移而逐渐降低,说明炔雌醚是一种较安全的鼠害控制药物。

沈伟等(2011)室内实验研究表明,炔雌醚的不育控制作用同样适用于雄性长爪沙鼠。服用炔雌醚 15 d 后,处理组长爪沙鼠的睾丸、附睾和精腺均处于极度萎缩状态,精子密度和活性明显下降,并且精子畸形率增加。由此可知,本研究中投药后成体鼠的怀孕率下降,不仅仅是由于雌鼠的子宫坏死所引起,还可能由于雄鼠也被炔雌醚影响了生殖器官,两者共同作用引起的怀孕率下降。

致谢:内蒙古草原动物生态研究所工作人员为野外调查提供了大力支持,特此致谢!

参考文献:

阿娟,付和平,施大钊,等. 2012. EP-1 与溴敌隆对长爪沙鼠野生种群增长的控制作用[J]. 植物保护学报, 39(2): 166-170.

陈千权,曲家鹏,刘明,等. 2010. 高原鼠兔对炔雌醚、左炔诺孕酮和 EP-1 不育药饵适口性[J]. 动物学杂志, 45(3): 87-90.

代九星,宛新荣,颜忠诚. 2009. 几种不育剂在有害鼠类控制中的应用研究及其展望[J]. 生物学通报, 44(9): 4-6.

范尊龙,王勇,孙琦,等. 2015. EP-1 不育剂对内蒙古沙地黑线仓鼠种群结构与繁殖的影响[J]. 生态学报, 35(11): 3541-3547.

付和平,张锦伟,施大钊,等. 2011. EP-1 不育剂对长爪沙

鼠野生种群增长的控制作用[J]. 兽类学报, 31(4): 404-411.

韩艳静,张晓东,曹晓娟,等. 2013. 不育剂 EP-1 对荒漠啮齿动物优势种群数量的影响[J]. 兽类学报, 33(4): 352-360.

霍秀芳,施大钊,王登. 2007. 左炔诺孕酮-炔雌醚对长爪沙鼠的不育效果[J]. 植物保护学报, 34(3): 321-325.

霍秀芳,王登,梁红春,等. 2006. 两种不育剂对长爪沙鼠的作用[J]. 草地学报, 14(2): 184-187.

刘伟,宛新荣,钟文勤,等. 2013. 长爪沙鼠种群繁殖的季节性特征[J]. 兽类学报, 33(1): 35-46.

秦长育. 1984. 长爪沙鼠的一些生态学资料[J]. 兽类学报, 4(1): 43-51.

沈伟,郭永旺,施大钊,等. 2011. 炔雌醚对雄性长爪沙鼠不育效果及其可逆性[J]. 兽类学报, 31(2): 171-178.

施大钊,郭永旺,苏红田. 2009. 农牧业鼠害及控制进展[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 20(6): 499-501.

施大钊,海淑珍,刘雪龙. 1998. 布氏田鼠数量调查方法的比较[J]. 草地学报, 6(3): 185-190.

宋文韬,王也,赛那,等. 2016. 典型草原区鹰隼类密度对啮齿动物密度的数值响应[J]. 动物学杂志, 51(4): 529-535.

张金宝,王长命,庄光辉,等. 2016. 炔雌醚对长爪沙鼠种群数量和性比的影响[J]. 四川动物, 35(1): 62-65.

张文杰,张小倩,宛新荣,等. 2014. EP-1 不育剂对浑善达克沙地小毛足鼠种群繁殖的影响[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 25(6): 542-545.

张知彬,廖力夫,王淑卿,等. 2004. 一种复方避孕药物对三种野鼠的不育效果[J]. 动物学报, 50(3): 341-347.

张知彬. 1995. 鼠类不育控制的生态学基础[J]. 兽类学报, 15(3): 229-234.

周训军,杨玉超,王勇,等. 2015. 左炔诺孕酮和炔雌醚复合不育剂(EP-1)对雌性东方田鼠生殖的影响[J]. 兽类学报, 35(2): 176-183.

邹永波,王安蕤,郭聪,等. 2014. EP 不育剂对莫氏田鼠种群繁殖的控制效果[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 25(6): 506-508.

Chambers LK, Singleton GR, Hood GM. 1997. Immunocontraception as a potential control method of wild rodent populations [J]. Belgian Journal of Zoology, 127(S1): 145-156.

Shi DZ, Wan XR, Davis SA, et al. 2002. Simulation of lethal control and fertility control in a demographic model for Bandt's vole *Microtus brandti* [J]. Journal of Applied Ecology, 39(2): 337-348.