

吉林珲春电子围栏防控野猪 危害农田的效果研究

赵澄曦 刘丙万*

东北林业大学野生动物与自然保护地学院 哈尔滨 150040

摘要: 近年来,随着野猪 (*Sus scrofa*) 数量不断增长,人与野猪之间的冲突也随之增加。2021年8至10月,在吉林省珲春市春化镇开展了电子围栏防控野猪危害农田的效果研究。研究共布设40块样地,以单次脉冲强度与栏线圈数来区分电子围栏,以防控有效期长度、进入样地野猪数量与农作物损失率衡量防控的有效性。研究结果如下:(1)电子围栏对野猪危害农田的防控效果显著,所有实验组的防控有效期长度、进入样地野猪数量、农作物损失率均与对照组存在显著差异 ($P < 0.05$)。(2)电子围栏的脉冲强度对野猪危害农田的防控效果影响不显著。电子围栏的栏线圈数为2,脉冲强度分别为0.3 J、1.0 J和2.0 J的样地中,防控有效期长度、进入样地的野猪数量、农作物损失率均无显著差异 ($P > 0.05$)。(3)电子围栏的栏线圈数不同组别,防控效果不同。3圈栏线的电子围栏组防控有效期为 (29.2 ± 1.4) d,进入样地野猪数量为 (0.7 ± 1.0) ind,农作物损失率为 $4.28\% \pm 8.24\%$;2圈栏线的电子围栏组防控有效期为 (27.3 ± 3.3) d,进入样地野猪数量为 (1.0 ± 1.3) ind,农作物损失率为 $7.98\% \pm 14.34\%$;1圈栏线的电子围栏组防控有效期为 (23.0 ± 2.3) d,进入样地野猪数量为 (2.3 ± 1.5) ind,农作物损失率为 $19.33\% \pm 8.14\%$ 。栏线圈数越多,防控效果越佳。因此,布设脉冲强度为0.3 J的电子围栏便可有效降低野猪对农田的危害,且3圈栏线的电子围栏防控效果最佳。

关键词: 野猪;电子围栏;危害防控;吉林省珲春市

中图分类号: Q958 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263 (2023) 04-514-09

Research on the Effectiveness of Electronic Fence in Preventing and Controlling Wild Boars Endangering Farmland in Hunchun, Jilin Province

ZHAO Cheng-Xi LIU Bing-Wan*

College of Wildlife and Protected Area, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China

Abstract: [Objectives] Electronic fence in preventing and controlling wildlife damages has been widely studied and applied overseas, but it has not been promoted in China. Chunhua Town of Hunchun, Jilin

基金项目 生物多样性专项 (No. 2572022DS11);

* 通讯作者, E-mail: liubw1@sina.com;

第一作者简介 赵澄曦,女,硕士研究生;研究方向:野生动物危害防控;E-mail: zcx89709@163.com.

收稿日期: 2022-05-06, 修回日期: 2023-03-03 DOI: 10.13859/j.cjz.202304005

Province was chosen as the study area, and the research on the effect of electronic fences in preventing and controlling Wild Boar (*Sus scrofa*) damages and the influencing factors has been carried out. [Methods] A total of 40 sample plots were laid out for the study and divided into 12 groups, with a - k being the experimental group and l being the control group (Table 2). The number of wires, single pulse intensity, length of control period, crop loss rate, and the number of Wild Boars entering the sample plots were recorded (Table 3). The effectiveness of the control was measured by the length of the control period, the number of Wild Boars entering the sample plot and the crop loss rate. The data were analyzed using the Mann-Whitney *U* test to determine the significance and variability of the effectiveness of electronic fence. [Results] The length of the control period, the number of Wild Boars entering the sample plots, and the crop loss rate of all experimental groups were significantly different from those of the control group ($P < 0.05$) (Table 5). There were no significant differences ($P > 0.05$) in the length of the effective period of control, the number of Wild Boars entering the sample plots, and the rate of crop loss in the sample plots with two fence wires of electronic fence and pulse intensities of 0.3 J, 1.0 J and 2.0 J respectively (Table 4). The effective period of control was 29.2 ± 1.4 d, the number of Wild Boars entering the sample plots was 0.7 ± 1.0 ind and the crop loss rate was $4.28\% \pm 8.24\%$ for the electronic fence group with three fence wires. The effective period of control was 27.3 ± 3.3 d, the number of Wild Boars entering the sample plots was 1.0 ± 1.3 ind and the crop loss rate was $7.98\% \pm 14.34\%$ for the electronic fence group with two fence wires. The electronic fence group at the one fence wire had a control period of 23.0 ± 2.3 d, with 2.3 ± 1.5 ind of Wild Boars entering the sample plot and $19.33\% \pm 8.14\%$ of crop loss (Table 5). [Conclusion] The electronic fence could effectively reduce the damage of Wild Boar to farmland. The pulse intensity of the electronic fence has no significant effect on the prevention and control effect of Wild Boar damage to farmland, and the more the number of coils of the electronic fence, the better the prevention and control effect of Wild Boar damage.

Key words: Wild Boar, *Sus scrofa*; Electronic fence; Crop damage control; Hunchun, Jilin Province

野猪 (*Sus scrofa*) 是对自然环境和农业资源具破坏性的入侵物种 (Lowe et al. 2000)。野猪对农作物的危害在全世界都广泛存在, 是人类和野猪之间最常见的冲突 (Saito et al. 2011, Massei et al. 2015, Pandey et al. 2016)。野猪适宜生存生境多样, 从低海拔农耕地、灌丛到高山落叶灌丛都有分布, 以山区阔叶林和针阔混交林等为主 (王怡敏等 2013)。野猪为杂食性种类, 对粗纤维的消化能力较低, 主要吃含淀粉、糖和脂肪较多的食物 (巫露平 1984)。母子群多在 4 至 11 月出现, 5 至 7 月开始出现各种形式的集群, 集中在花生和水稻田附近伺机盗食, 8 至 9 月集中在玉米 (*Zea mays*) 地, 直至秋收 (巫露平 1985)。对农作物的取食和破坏是野猪对人类的主要危害之一 (李兰兰等 2010)。

野猪的危害防控吸引了全世界的关注, 众多学者对其展开研究 (Schlageter et al. 2012a)。传统防控措施如击鼓、放炮、犬只巡逻、人力看管和驱避剂等通常仅在短期内有效 (Wang et al. 2006, Schlageter et al. 2012b)。使用毒饵等致死性方法会产生动物福利方面的争议, 同时可能对非目标野生动物产生不利影响 (Beasley et al. 2021)。播放东北虎 (*Panthera tigris altaica*) 的吼叫声与放置东北虎粪便可对野猪造成威慑, 但仅适用于存在东北虎的地区 (张鸣天等 2015, 崔爽等 2020)。补饲虽然可一时缓解野猪对农作物的危害, 但长久来看可能导致野猪种群数量增加, 反而使危害加重 (Calenge et al. 2004)。其他措施如提升农田周边环境的开阔度、放置 150 lx 的红色太阳能警

示灯均可在一定程度上降低野猪对农田的危害 (Honda et al. 2007, 宋琪等 2018)。但野猪危害农田依然没有得到彻底解决, 仍需寻找更加有效的防控措施。

电子围栏最早起源于澳洲的流动牧场, 牧人们利用通有直流电的导线圈定所圈养家畜的活动范围, 防止走失, 以及阻挡野生动物的侵袭 (顾宇东 2013)。电子围栏可以有效阻拦野生动物 (Mckillop et al. 1988)。苏格兰阿伯丁郡福维国家自然保护区的沙滩上布设了低矮的电子围栏, 有效地阻止了赤狐 (*Vulpes vulpes*) 对白嘴端燕鸥 (*Sterna sandvicensis*) 的捕食 (Patterson 1977)。尼泊尔奇旺国家公园建立电子围栏, 降低了印度独角犀 (*Rhinoceros unicornis*)、野猪、亚洲象 (*Elephas maximus*) 等带来的 78% 的农作物损失和 30%~60% 的牲畜损失 (Sapkota et al. 2014)。印度班迪普尔国家公园的电子围栏虽然不能杜绝大象的袭击, 但比以前使用过的任何传统方法都更有效 (Vibha et al. 2021)。使用电子围栏限制野猪对农田和羔羊围场的危害方面也具有良好的应用 (Hone et al. 1983)。但电子围栏通常需要长期维护才能维持良好运转, 且建造的成本较高 (Vidrih et al. 2008, Neupane et al. 2018)。

电子围栏防控野生动物危害已经在海外得到了广泛的研究和应用, 但国内对其研究多集中在畜牧业, 对电子围栏防控野猪危害的研究较少 (贺淹才 2002, 李洪曙等 2002)。近年来, 珲春野猪破坏农田现象越演越烈。当地农户使用传统方法进行防控, 效果不佳, 随着野生动物保护相关法律的有效推行及人们的野生动物保护意识逐渐增强, 已有部分受野猪危害严重的农户更换使用了电子围栏, 也有人因电子围栏造价高昂没有更换。本研究选择吉林省珲春市春化镇为研究区域, 对电子围栏防控野猪危害的效果展开了研究, 验证该防控措施对珲春的野猪危害是否有效。分析电子围栏的栏线圈数、单次最大脉冲电流对防控效果的影响, 力求找到效果最佳且方便、经济、高效的防控措

施, 同时也为其他野生动物危害的防控研究提供借鉴。

1 研究地区

珲春是我国受野猪危害最严重的区域之一, 根据珲春市林业部门提供的数据, 仅 2011 年, 该地区便发生 428 起野猪危害农作物事件, 玉米受损面积高达 216.03 hm² (宋琪 2018)。2011 至 2017 年珲春玉米受野猪危害致损共计超过 862 万元, 危害总面积超过 1 519 hm² (崔爽等 2020)。

春化镇位于吉林省延边朝鲜族自治州珲春市东北部山区 (43°11'44" N, 131°04'24" E), 是珲春市受野猪危害最严重的乡镇之一 (崔爽等 2020) (图 1)。区域面积 2 082.3 km², 林地面积 1 801 km²。属于中温带、近海洋性季风气候, 主要气象灾害是大风、暴雨暴雪、低温冷害、干旱、寒潮、雷暴和霜冻等。森林类型以针叶林、阔叶林、针阔混交林和灌丛为主。农作物主要以玉米、大豆 (*Glycine max*)、水稻 (*Oryza sativa*) 为主。哺乳动物包括东北虎、东北豹 (*P. pardus orientalis*)、野猪、狍 (*Capreolus pygargus*) 及狗獾 (*Meles meles*) 等。

2 研究方法

脉冲电子围栏通常由电源、高压脉冲发生器、桩柱、栏线及绝缘子组成。栏线即被绝缘子固定在桩柱上, 围合成防控区域的导电金属丝, 总长度不可超出高压脉冲发生器的最大传输距离。高压脉冲发生器把低压电 (蓄电池的电流或 220 V 工频交流电) 转换为周期性输出的高压脉冲电流, 对碰触到栏线的野生动物进行打击, 阻挡其穿过围栏。

春化镇使用的不同型号电子围栏脉冲发生器均为深圳市兰星科技有限公司 Lanstar[®] 生产, 单次脉冲电流的最大输出能量与最大传输距离两个参数有所差别。价格越昂贵的型号, 单次脉冲电流的最大输出能量越高, 最大传输距离越大 (表 1)。

表 1 电子围栏脉冲发生器参数

Table 1 The parameters of electronic fence pulse generator

最大传输距离 Maximum transmission distance (km)	5.0	8.0	9.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	50.0	60.0
最大输出能量 Maximum output energy (J)	0.3	0.5	0.8	1.0	1.7	2.0	3.5	5.0	8.0	10.0

本研究以栏线圈数与单次脉冲强度区分所布设的电子围栏。栏线圈数定义为被绝缘子固定在桩柱上，组成电子围栏的围绕防控区域的栏线数量。单次脉冲强度定义为高压脉冲发生器转化的单次脉冲电流所能达到的最大输出能量。

2.1 样地的布设

玉米是当地受野猪危害最主要也最严重的农作物（宋琪等 2018）。研究均选取野猪危害严重、临近阔叶林的平坦玉米地作为实验样地。因电子围栏造价高昂，在已具备安装条件的农户中选取符合条件的样地。同时因其造价高昂，电子围栏在当地并未广泛应用，自行布设了电子围栏的农田往年遭受野猪危害均极其严重。

参照以前的研究，为防止各个样地间的相

互干扰，不同样地间距离大于 200 m（宋琪等 2018，崔爽等 2020）。研究时间为玉米进入乳熟期，野猪危害开始，到玉米成熟准备收割，野猪危害结束，为期 30 d。

实验样地共分为 12 组，其中 11 组为实验组，1 组为对照组。实验组仅布设电子围栏作为防控，对照组不设置任何防控措施。其中 2 组样地设有 1 圈栏线，单次脉冲强度分别为 1.0 J 与 1.7 J；5 组样地设有 2 圈栏线，单次脉冲强度分别为 0.3 J、1.0 J、1.7 J、2.0 J 与 5.0 J；4 组样地设有 3 圈栏线，单次脉冲强度分别为 0.8 J、1.0 J、1.7 J 与 2.0 J。实验组与对照组共计设置 40 块样地，分别位于太平沟、大六道、西土门子、中土门子、梨树沟、葫芦头沟和分水岭七个村庄（图 1，表 2）。

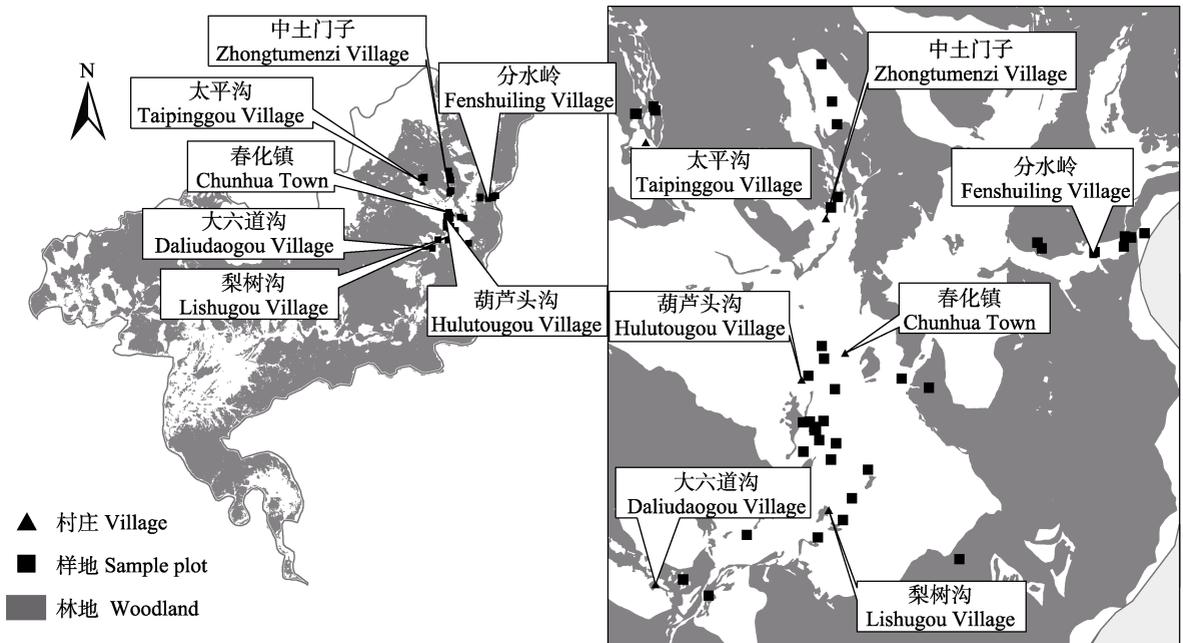


图 1 实验样地设置示意图

Fig. 1 Sketch map of sampling area set

表 2 野猪危害防控实验组和对照组的设置

Table 2 Setting up experiment and control group of Wild Boar damage control

编号 Number	电子围栏栏线数量 Wire turns (strand)	单次脉冲强度 Single pulse energy (J)	样地数量 Sample plots (n)
a	1	1.0	2
b	1	1.7	1
c	2	0.3	11
d	2	1.0	4
e	2	1.7	1
f	2	2.0	6
g	2	5.0	2
h	3	0.8	2
i	3	1.0	4
j	3	1.7	2
k	3	2.0	1
l	0	0.0	4

2.2 数据采集

野猪危害农田主要发生在傍晚至第二天凌晨, 根据野猪危害农田的时间, 每日清晨 7:00 观察过去 24 h 中电子围栏内是否出现野猪危害农田的现象, 即是否有新鲜野猪足迹及啃食、踩踏农作物痕迹的出现。若有则视为存在野猪危害, 记录观察日期、进入围栏内的野猪数量及危害面积。连续记录 30 d。

本研究以野猪危害防控有效期长度、进入样地的野猪数量及农作物损失率衡量防控的效果。野猪危害防控有效期长度定义为从实验开始到野猪首次进入样地的天数。农作物损失率定义为从实验开始到农田收获期间, 受到野猪危害作物面积之和占整体样地面积的百分比。

2.3 数据处理

所有数据通过 SPSS 24.0 和 Excel 2019 进行处理与统计分析。由于数据样本量较小且不符合正态分布, 本研究使用 Mann-Whitney *U* 检验对样本进行分析, 以确定电子围栏防控效果的显著性与差异性。

因栏线数量为 1 圈与 3 圈电子围栏实验组内样地数量较少, 易产生误差。因此仅选择电子围栏栏线圈数为 2 圈, 且同组内样地数量

均大于 3 的实验组, 即表 2 中的 c、d、f 组, 比较不同脉冲强度电子围栏对野猪危害的防控效果。

当电子围栏的脉冲强度对野猪危害防控有效期长度、进入样地的野猪数量、农作物的损失率影响均不显著时, 可将相同栏线数量, 不同脉冲强度的电子围栏视作同组进行分析。选择栏线圈数不同, 且样地数量均大于 3 的实验组, 检验不同栏线圈数电子围栏对野猪危害的防控效果。

所有描述性统计均使用平均值 \pm 标准差表示。

3 结果

3.1 电子围栏对野猪危害防控的效果

1 圈栏线的电子围栏组样地数量为 3 块, 全部产生了野猪危害; 2 圈栏线的电子围栏组样地数量为 24 块, 有 12 块样地产生了野猪危害; 3 圈栏线的电子围栏组样地数量为 9 块, 有 3 块样地产生了野猪危害。3 圈栏线的电子围栏组与 2 圈栏线的电子围栏组均存在野猪始终未进入样地的情况 (表 3)。所有布设了电子围栏的样地最多只出现 1 次野猪危害, 均未出现野猪多次反复进入样地的情况。

3.2 不同脉冲强度的电子围栏防控效果

以电子围栏的栏线数量均为 2 圈的样地比较不同脉冲强度下的防控效果。脉冲强度为 0.3 J 的 c 组, 11 块样地的防控有效期长度为 (26.0 ± 4.1) d、进入样地的野猪数量为 (1.3 ± 1.7) ind、农作物的损失率为 $24.55\% \pm 41.21\%$; 脉冲强度为 1.0 J 的 d 组, 4 块样地的防控有效期长度为 (28.5 ± 1.9) d、进入样地的野猪数量为 (0.8 ± 1.0) ind、农作物的损失率为 $8.75\% \pm 14.36\%$; 脉冲强度为 2.0 J 的 f 组, 6 块样地的防控有效期长度为 (28.2 ± 2.2) d、进入样地的野猪数量为 (0.8 ± 1.2) ind、农作物的损失率为 $7.16\% \pm 7.96\%$ 。

电子围栏的栏线数量均为 2 圈, 单次脉冲强度不同的样地之间野猪危害防控有效期长

表 3 电子围栏对野猪危害的防控效果

Table 3 Effectiveness of electronic fence on Wild Boar damage prevention and control

编号 Number	栏线数量 Wire turns (strand)	脉冲强度 Pulse energy (J)	防控 有效期 Validity period (d)	农作物 损失率 Loss rate (%)	进入样地野 猪数量 Boar number (ind)
a	1	1.0	26	28.33	4
	1	1.0	24	12.50	2
b	1	1.7	19	17.14	1
	2	0.3	30	0.00	0
c	2	0.3	25	30.43	3
	2	0.3	30	0.00	0
	2	0.3	30	0.00	0
	2	0.3	23	60.00	5
	2	0.3	22	1.60	1
	2	0.3	25	26.00	3
	2	0.3	21	4.00	1
	2	0.3	30	0.00	0
	2	0.3	30	0.00	0
	2	0.3	20	8.00	1
d	2	1.0	30	0.00	0
	2	1.0	26	13.64	2
	2	1.0	28	2.25	1
	2	1.0	30	0.00	0
e	2	1.7	25	13.33	1
	2	2.0	30	0.00	0
f	2	2.0	30	0.00	0
	2	2.0	25	22.86	3
	2	2.0	26	9.23	1
	2	2.0	30	0.00	0
	2	2.0	28	3.75	1
g	2	5.0	30	0.00	0
	2	5.0	30	0.00	0
h	3	0.8	30	0.00	0
	3	0.8	30	0.00	0
i	3	1.0	30	0.00	0
	3	1.0	28	12.50	2
	3	1.0	29	2.67	2
	3	1.0	30	0.00	0
j	3	1.7	30	0.00	0
	3	1.7	26	23.33	2
k	3	2.0	30	0.00	0

度、进入样地的野猪数量及农作物的损失率均无显著差异 ($P > 0.05$, 表 4)。

表 4 不同脉冲强度的 2 圈栏线电子围栏防控效果比较

Table 4 Comparison of prevention and control effects of electronic fence with two fence wires and different pulse intensity

		脉冲强度 Pulse intensity (J)		
		0.3	1.0	2.0
防控有效期 Validity period (d)	0.3 J	<i>P</i>		
		<i>Z</i>		
	1.0 J	<i>P</i>	> 0.05	
		<i>Z</i>	0.964	
	2.0 J	<i>P</i>	> 0.05	> 0.05
		<i>Z</i>	1.011	0.229
进入样地 野猪头数 Boar number (ind)	0.3 J	<i>P</i>		
		<i>Z</i>		
	1.0 J	<i>P</i>	> 0.05	
		<i>Z</i>	- 0.348	
	2.0 J	<i>P</i>	> 0.05	> 0.05
		<i>Z</i>	- 0.378	0.000
损失率 Loss ratio (%)	0.3 J	<i>P</i>		
		<i>Z</i>		
	1.0 J	<i>P</i>	> 0.05	
		<i>Z</i>	- 0.275	
	2.0 J	<i>P</i>	> 0.05	> 0.05
		<i>Z</i>	- 0.265	- 0.227

3.3 不同栏线数量的电子围栏防控效果

所有实验组的野猪危害防控有效期、进入样地野猪数量及损失率均与对照组存在显著差异 ($P < 0.05$) (表 5)。

4 讨论

4.1 不同脉冲强度对电子围栏防控效果的影响

研究结果显示, 电子围栏的脉冲强度对野猪危害农田防控效果无显著影响。对妊娠奶牛使用脉冲电子围栏进行电击的结果显示, 奶牛的生理系数发生改变, 并在电刺激消失后恢复

表 5 不同栏线数量电子围栏对野猪危害防治效果比较

Table 5 Comparison of control effects of electronic fence on Wild Boar

		栏线数量 Wire turns (strand)			对照组 Control group
		1	2	3	
防控有效期 Validity period (d)	平均值 ± 标准差 Mean ± SD	23.0 ± 2.3	27.3 ± 3.3	29.2 ± 1.4	2.3 ± 1.0
	与对照组比较 Compare with the control group	<i>P</i>	0.032	0.001	0.003
		<i>Z</i>	2.141	3.289	2.926
进入样地野猪头数 Boar number (ind)	平均值 ± 标准差 Mean ± SD	2.3 ± 1.5	1.0 ± 1.3	0.7 ± 1.0	4.8 ± 1.0
	与对照组比较 Compare with the control group	<i>P</i>	0.031	0.002	0.003
		<i>Z</i>	- 2.160	- 3.141	- 2.944
损失率 Loss ratio (%)	平均值 ± 标准差 Mean ± SD	19.33 ± 8.14	7.98 ± 14.34	4.28 ± 8.24	45.55 ± 7.22
	与对照组比较 Compare with the control group	<i>P</i>	0.034	0.001	0.003
		<i>Z</i>	- 2.121	3.283	- 2.921

正常。因为虽然在触及栏线的瞬间电压可高达数千伏,但单次脉冲电流的持续时间极其短暂,不足以造成不可逆的伤害(张恩珠 1984)。在极短的电流持续时间内,野猪也许无法分辨不同强度高压脉冲电流所导致的差异性。同时有研究证明,虽然通常认为电压超过 5 kV 的电子围栏才能对北美灰熊 (*Ursus arctos horribilis*) 造成威慑,但实际上 2 kV 甚至 1.5 kV 的电子围栏就能有效保护储藏食物的户外露营地 (Smith et al. 2018)。本次研究结果显示,电子围栏的脉冲强度对防控效果无显著影响,因为单次脉冲强度为 0.3 J 的电子围栏就足以有效保护农田不受野猪危害。因此,在电子围栏最大传输距离足够的情况下,可选择脉冲强度为 0.3 J 的脉冲发生器,以降低成本。

4.2 不同栏线数量对电子围栏防控效果的影响

电子围栏的栏线圈数越多,野猪危害防控效果越好。许多研究人员发现栏线的圈数和间距会影响电子围栏的防控效果 (Mckillop et al. 1988, Goetsch et al. 2012)。在离地 10 cm 的低处增加栏线可以防止兔子从低处穿越围栏到花椰菜田取食,而在 15 cm 和 20 cm 处增加栏线可以使其更难跳过,同时增加其撞到围栏而受到电击的概率 (Mckillop et al. 1994)。保护牧羊免受郊狼 (*Canis latrans*) 捕食的研究证明,

电子围栏的栏线之间距离越密,围栏的防控效果越好 (Samuel et al. 1982)。

本研究中 2 圈栏线与 3 圈栏线的电子围栏组进入样地野猪数量与农作物损失率的标准差较大,甚至超过了平均值,说明组内样地的农作物损失率差距较大。此二组均存在野猪始终未能进入样地的情况,农作物的最小损失率为零。但野猪一旦突破电子围栏进入样地,反而会被限制在样地中,不易脱离,从而使农作物损失率上升,与无野猪进入的样地差距加大。

电子围栏的栏线圈数越多,野猪危害防控效果越好。在电子围栏最大传输距离足够的情况下,应布设更多的栏线,以获得更佳的防控效果。

防控野生动物危害时,激发防控对象疼痛感的措施效果好于单纯激发恐惧感的措施 (Schlageter et al. 2012b)。电击作为一种疼痛刺激,会使野生动物产生和强化排斥反应 (Davitz 1955, Crowell et al. 1981)。3 到 5 次电击便可成功使被圈养的郊狼获得捕食白兔而回避黑兔的条件反射,并持续 3 到 9 个月 (Linhart et al. 1976)。用来排除赤狐的电围栏被移除后,动物们依旧会避开围栏区域 (Patterson 1977)。山羊 (*Capra aegagrus hircus*) 不仅会回避通电的栏线,还会回避撤掉

通电栏线的围栏桩柱 (Kakihara et al. 2015)。由此可见, 电击可以使动物获取并长时间保持回避反应 (Linhart et al. 1976)。如果长期使用电子围栏防控野猪, 多次电击可能使野猪获得回避电子围栏的条件反射, 使防控效果更加理想。

此外, 野猪的弹跳能力极佳, 成年野猪可跃过 2 m 高的围栏 (张丹 2012)。已有研究证明, 当栅栏更高或更明显时, 即使理论上白尾鹿 (*Odocoileus virginianus*) 可以跳过这些栅栏, 但它们尝试跳跃的频率降低 (VerCauteren et al. 2010)。本研究中, 样地的电子围栏高度普遍偏矮, 即使是 3 圈栏线的电子围栏, 高度也仅在 1 m 左右。如果进行增加栏线圈数、降低栏线间距、增加围栏高度、在围栏桩柱上涂油漆使其更显眼等尝试, 也许可以进一步提高电子围栏对野猪危害农田的防控效果。

因电子围栏造价较高, 本次实验使用的电子围栏由农户自行购买布设, 使实验组内样本量差距较大, 后续实验中将尽力对此加以改进, 自行布设电子围栏, 控制变量, 或寻找更多符合条件的样地, 并将电子围栏的围栏高度、栏线间距、布设成本纳入研究, 力求找到防控效果最佳且方便、经济、高效的防控措施。

参 考 文 献

- Beasley J C, Clontz L M, Rakowski A, et al. 2021. Evaluation of a warfarin bait for controlling invasive Wild Pigs (*Sus scrofa*). *Pest Management Science*, 77(7): 3057–3067.
- Calenge C, Maillard D, Fournier P, et al. 2004. Efficiency of spreading Maize in the garrigues to reduce Wild Boar (*Sus scrofa*) damage to Mediterranean vineyards. *European Journal of Wildlife Research*, 50(3): 112–120.
- Crowell C R, Anderson C D. 1981. Influence of duration and number of inescapable shocks on intrashock activity and subsequent interference effects. *Animal Learning and Behaviour*, 9(1): 28–37.
- Davitz Joel. 1955. Reinforcement of fear at the beginning and at the end of shock. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 48(3): 152–155.
- Goetsch A L, Gipson T A. 2012. Conditions to test electric fence additions to cattle barb wire fence for Goat containment. *Journal of Applied Animal Research*, 40(1): 43–55.
- Honda T, Sugita M. 2007. Environmental factors affecting damage by Wild Boars (*Sus scrofa*) to rice fields in Yamanashi Prefecture central Japan. *Mammal Study*, 32(4): 173–176.
- Hone J, Atkinson B. 1983. Evaluation of fencing to control Feral Pig movement. *Australian Wildlife Research*, 10(3): 499–505.
- Kakihara H, Ishiwaka R, Masuda Y, et al. 2015. The effects of individual components of an electrified wire fence on avoidance behaviour by Goats. *Animal Behaviour and Management*, 51(3): 121–130.
- Linhart S B, Roberts J D, Schumake S A, et al. 1976. Avoidance of prey by captive Coyotes punished with electric shock // Siebe C C. *Proceedings of the 7th Vertebrate Pest Control Conference*. California: University of California.
- Lowe S, Browne M, Boudjelas S, et al. 2000. 100 of the World's Worst Invasive Alien Species: A Selection From the Global Invasive Species Database. The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN).
- Massei G, Kindberg J, Licoppe A, et al. 2015. Wild Boar populations up numbers of hunters down? A review of trends and implications for Europe. *Pest Management Science*, 71(4): 492–500.
- Mckillop G, Poole D. 1994. Developing an electrified fence to exclude rabbits from crops. *Proceedings of the Sixteenth Vertebrate Pest Conference*, 16(16): 283–286.
- Mckillop G, Silby R M. 1988. Animal behaviour at electric fences and the implications for management. *Mammal Review*, 18(2): 91–103.
- Neupane B, Khatiwoda B, Budhathoki S. 2018. Effectiveness of solar-powered fence in Reducing Human-Wild Elephant Conflict (HEC) in Northeast Jhapa District, Nepal. *Forestry Journal of Institute of Forestry Nepal*, 15: 13–27.
- Pandey P, Shaner P J L, Sharma H P, et al. 2016. The Wild Boar as a driver of human-wildlife conflict in the protected park lands of Nepal. *European Journal of Wildlife Research*, 62(1): 103–108.

- Patterson I J. 1977. The control of Fox movement by electric fencing. *Biological Conservation*, 11(4): 267–278.
- Saito M, Momose H, Mihira T, et al. 2011. Both environmental factors and countermeasures affect Wild Boar damage to rice paddies in Boso Peninsula Japan. *Crop Protection*, 30(8): 1048–1054.
- Samuel B, Linhart, Jerry D, et al. 1982. Dasch electric fencing reduces coyote predation on pastured Sheep. *Journal of Range Management*, 35(3): 276–281.
- Sapkota S, Aryal A, Baral S R, et al. 2014. Economic analysis of electric fencing for mitigating human-wildlife conflict in Nepal. *Journal of Resources and Ecology*, 5(3): 237–243.
- Schlageter A, Haag-Wackernagel D. 2012a. Evaluation of an odor repellent for protecting crops from Wild Boar damage. *Journal of Pest Science*, 85(2): 209–215.
- Schlageter A, Haag-Wackernagel D. 2012b. A gustatory repellent for protection of agricultural land from Wild Boar damage: An investigation on effectiveness. *Journal of Agricultural Science*, 4(5): 61–68.
- Smith T S, Gookin J, Hopkins B G, et al. 2018. Portable electric fencing for Bear deterrence and conservation. *Human-wildlife Interactions*, 12(3): 309–321.
- VerCauteren K C, Vandeelen T R, Lavelle M J, et al. 2010. Assessment of abilities of White-tailed Deer to jump fences. *The Journal of Wildlife Management*, 74(6): 1378–1381.
- Vibha G, Lingaraju H G, Venkaramana G V. 2021. Effectiveness of solar fence in reducing human-elephant conflicts in Manchahalli village, Mysuru, Karnataka, India. *Current Science*, 120(4): 707–711.
- Vidrih M, Trdan S. 2008. Evaluation of different designs of temporary electric fence systems for the protection of Maize against Wild Boar (*Sus scrofa* L. Mammalia, Suidae). *Acta Agriculturae Slovenica*, 91(2): 343–349.
- Wang S W, Curtis P D, Lassoie J P. 2006. Farmer perceptions of crop damage by wildlife in Jigme Singye Wangchuck National Park Bhutan. *Wildlife Society Bulletin*, 34(2): 359–365.
- 崔爽, 刘丙万. 2020. 野猪危害防控措施时间延续性及空间推广性研究. *兽类学报*, 40(4): 364–373.
- 顾宇东. 2013. 畜牧业电围栏及脉冲控制器介绍. *中国畜牧业*, 22(19): 69–70.
- 贺淹才. 2002. 推广电围栏对我国西部农牧业发展的重要作用. *中国农业科技导报*, 4(2): 74–76.
- 李洪曙, 潘红, 陈莓. 2002. 电围栏在喀斯特灌丛草场放牧山羊的应用. *中国畜牧杂志*, 38(3): 36–37.
- 李兰兰, 王静, 石建斌. 2010. 人与野猪冲突: 现状, 影响因素及管理建议. *四川动物*, 29(4): 642–648.
- 宋琪. 2018. 太阳能警示灯对野猪危害农田影响研究. 哈尔滨: 东北林业大学硕士学位论文.
- 宋琪, 刘丙万. 2018. 太阳能警示灯对野猪危害农田影响研究. *动物学杂志*, 53(1): 32–39.
- 王怡敏, 刘波. 2013. 云南省野猪产业发展现状与对策分析. *林业调查规划*, 38(4): 89–92.
- 巫露平. 1984. 华南野猪的生物学及中心食场狩猎法经验. *兽类学报*, 4(1): 75–78.
- 巫露平. 1985. 野猪的集群行为与迁移习性. *兽类学报*, 5(2): 102, 130.
- 张丹. 2012. 黑龙江青云林场和吉林珲春野猪危害调查及防治研究. 哈尔滨: 东北林业大学硕士学位论文.
- 张恩珠. 1984. 太阳能电围栏对奶牛电击后生理系数和生产性能的观察. *辽宁畜牧兽医*, 13(2): 18–19.
- 张鸣天, 刘丙万, 刘丹. 2015. 吉林珲春地区野猪危害防控研究. *动物学杂志*, 50(6): 819–827.