

DOI: 10.5846/stxb201708021384

卢萍,戴年华,张美文,张国华,张琛,刘卓荣.鄱阳湖区黄毛鼠(*Rattus losea*)繁殖生态.生态学报,2018,38(14): - .

Lu P, Dai N H, Zhang M W, Zhang G H, Zhang C, Liu Z R. Reproductive ecology of *Rattus losea* populations in the Poyang Lake region. Acta Ecologica Sinica, 2018, 38(14): - .

鄱阳湖区黄毛鼠(*Rattus losea*)繁殖生态

卢 萍¹, 戴年华^{1,*}, 张美文², 张国华¹, 张 琛², 刘卓荣¹

¹ 江西省科学院生物资源研究所, 南昌 330096

² 中国科学院亚热带农业生态研究所, 长沙 410125

摘要:2015—2016 年对鄱阳湖区的滨湖农田和湖滩草洲的黄毛鼠种群繁殖进行了研究。研究结果表明,其种群雌雄比为 81.36%,在不同的季节、生境和年龄组之间都有一定的差别,雌雄比在夏季较低,春、秋、冬季的雌雄比都超过了 50.00%,其中冬季的达到了 133.33%。农田和湖滩草洲上的雌雄比也都超过了 50.00%,且农田的高于湖滩草洲的。在不同的年龄组之间,雌雄比最高的为幼体组 140.00%,其次为成体 90.20%。所有雌鼠全年的怀孕率为 45.26%,平均胎仔数为 6.74 只,繁殖指数为 1.36。夏和秋季的怀孕率都较高,冬季未捕获到怀孕鼠,仅捕获到有怀孕经历(有宫斑)的雌鼠。从繁殖指数看,春、秋季维持高峰水平,且秋峰高于春峰。雌性黄毛鼠总的参产率为 71.58%,各季节间变化呈现单峰曲线,夏季最高,其次是秋季和春季,冬季停止怀孕。随着年龄的增长,平均胎仔数有明显增加的趋势,成体组胎仔数最高,而繁殖指数也是以成体组最高,说明成体组是种群中繁殖的主体。雄性黄毛鼠的睾丸下降率全年总计为 81.36%,分四季平均为 79.64%,春、夏、秋季都维持在较高水平,冬季最低。下位睾丸的大小季节性差异极显著($P < 0.01$),春季与冬季相比,有显著性差异,说明开春后,雄性黄毛鼠在生殖潜能上已有明显变化。这些特征与雌鼠的繁殖高峰基本吻合。说明黄毛鼠主要在春、夏、秋季繁殖,繁殖盛期在春、秋季。从不同的年龄组看,幼体组个体不参与繁殖,亚成体组个体开始参与繁殖,繁殖主体是成体组个体。

关键词:黄毛鼠;繁殖生态;鄱阳湖区

Reproductive ecology of *Rattus losea* populations in the Poyang Lake region

LU Ping¹, DAI Nianhua^{1,*}, ZHANG Meiwen², ZHANG Guohua¹, ZHANG Chen², LIU Zhuorong¹

¹ Institute of Biological Resources, Jiangxi Academy of Sciences, Nanchang 330096, China

² Institute of Subtropical Agriculture, Chinese Academy of Sciences, Changsha 410125, China

Abstract: *Rattus losea* individuals were collected from beaches and farmland of the Poyang Lake region in 2015 to 2016. A total of 175 specimens were captured, and 171 animals were autopsied to determine their reproductive condition. Position and size of testes were noted in males. For females, the reproductive tract was examined for the tubal condition of the uterus, number and size of embryos, and placental scars. Specimens were assigned to three age classes based on carcass weight: juvenile (carcass weight ≤ 36 g), sub-adult (carcass weight from 36 to 55 g), and adult (carcass weight > 55 g). Males with testes that had dropped into the scrota and females for which the uterus was tubal were considered sexually mature. Females with embryos or visible uterine scars were considered reproductive animals. The total sex ratio (F/M) was 81.36%, but it varied in different seasons and among different age classes. The proportion of males was higher than that of females, except during summer, and the female-male ratio in spring, autumn, and winter was greater than 50.00%, reaching 133.33% in winter. The female-male ratio was also more than 50% in farmland and beaches, although it was

基金项目:江西省自然科学基金项目(20151BAB204010);江西省科技计划项目(20151BBG70065);国家自然科学基金项目(41561056);江西省科学院项目(2014-YYB-05;2014-XTPH1-05)

收稿日期:2017-08-02; **网络出版日期:**2018-00-00

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: daianhua@jxas.ac.cn

higher in farmland. Among the different age groups, the ratio was the highest in juveniles (140.00%), followed by that of adults (90.20%). The total percentage of pregnancy in captured females was 45.26%. The average number of embryos in a litter was 6.74, and the index of reproduction for all females was 1.36. Rates of pregnancy were higher in summer and autumn, with no breeding in winter. The index of reproduction was higher in spring and autumn, and exhibited an obvious bimodal characteristic, of which the major peak was in autumn. It was shown that spring and autumn were the peak breeding periods for females. The total rate of reproductive in females was 71.58%. Seasonal variation showed a single peak curve, which was the highest in summer, followed by autumn and spring, with no pregnant females in winter. With increasing age, the average number of embryos in a litter increased significantly. Litter size and the reproductive index were highest in the adult group. The main group to reproduce was the adult class. For males, the rate of testes in scrota for all males was 81.36%, and the four seasons averaged 79.64%. Almost all captured males had scrotal testes in spring, summer, and autumn, whereas the rate of scrotal testes in winter (25.93%) was lower. The size of testes in scrota of mature males changed significantly among seasons ($P < 0.01$), and there was a significant difference between spring and winter. These data showed that the reproductive potential of males exhibited obvious changes after spring. Reproductive traits of males were similar to those of females by season and age class. As such, it could be concluded that the rat breeds during the spring to autumn, and stops breeding in winter. The most favorable breeding seasons of this species are spring and autumn, and the adult group is the main reproductive class.

Key Words: *Rattus losea*; reproductive ecology; Poyang Lake region

黄毛鼠(*Rattus losea*)是我国南方的主要农田害鼠之一^[1],在福建、广东和广西等地有较广泛的分布,曾被认为是我国 27° N 以南的主要农业害鼠^[2]。由于黄毛鼠盗食水稻幼苗、种子,在鄱阳湖流域的农作区和柑橘种植区,对水稻、蔬菜、柑橘等农作物危害较重,已成为优势鼠种之一^[3-4]。根据调查发现,黄毛鼠已是鄱阳湖滨湖农田生境第一优势鼠种^[5]。同时,黄毛鼠也是重要的疫源动物,可传播多种疾病,是南方恙虫病、立克次体和钩端螺旋体病的主要宿主,与多种疾病的传染流行有关,如地方性斑疹伤寒、鼠疫、肾综合征出血热等^[6-10]。因此,从保障农业生产、农民生活和卫生防御的角度考虑,为控制其危害和暴发,有必要对其野外种群的生物生态特性进行研究,掌握其环境变迁条件下的发生发展规律。

目前虽然对黄毛鼠的种群生态已有不少报道,但主要集中在广东、福建等地,如栖息环境和行为习性^[11]、食性和活动规律^[12-15]、年龄分组^[1,16-17]、生长发育^[18-19]、繁殖特性^[18,20-22]、婚配制度^[23]、种群数量波动与发生规律^[24-28]、防治策略及方法^[29-35]等等均有报道。在浙江^[4,36]、广西^[37-40]也有些许研究报道。而在长江中下游具有独特生态地理特征的鄱阳湖及流域,迄今为止对黄毛鼠的生物学和生态学研究,还未见有较详尽的报道。本文根据在鄱阳湖滨湖农田调查积累的相关数据,进行归纳总结,揭示本地区黄毛鼠的繁殖生态学特性。

1 研究地概况

鄱阳湖位于江西省境内北部,长江中下游南岸,位于 28°24'—29°46' N, 115°49'—116°46' E。鄱阳湖属于季节型湖泊,丰水期(每年 4 至 9 月)湖泊通江水面面积最大为 4078 km²,枯水期(每年 10 月至翌年 3 月)多年平均水面面积为 1290 km²^[41]。鄱阳湖属典型的亚热带季风气候区,夏季盛行偏南风,冬季盛行偏北风;多年平均气温为 17.6℃,最冷月(1 月)平均气温为 5.1℃,最热月(7 月)平均气温最高为 29.5℃,年平均降水量为 1450—1550 mm,多集中在 4—6 月^[42]。湖区具亚热带湿润气候特点,气候温和,雨量充沛,冬暖夏凉,四季分明,适宜黄毛鼠栖息。

鄱阳湖平原是江西省及全国的粮食主产区。本研究选取的洲滩和农田位于鄱阳湖东岸江西省南昌市新建区恒湖垦殖场罗滨分场(28°59'27" N, 116°09'40" E)、鄱阳湖岛屿江西鄱阳湖南矶湿地国家级自然保护区所在地新建区南矶乡(28°57'06" N, 116°21'23" E)和鄱阳湖西岸上饶市鄱阳县莲湖乡(28°56'15" N, 116°33'

32" E)的围堤内农田以及对应的堤外鄱阳湖湖滩草洲(图1)。鄱阳湖平原农田土地平坦,夏季主要种植水稻,还有芝麻、蔬菜及少量棉花等作物。洲滩主要优势植物为藎草(*Carex spp.*)、芦苇(*Phragmites australis*)、南荻(*Triarrhena lutarioriparia*)等,夏季洲滩被水淹没,秋冬季水落洲滩露出,湿地植物生长、凋谢。

2 调查方法

2.1 调查方法

调查于2015年6、9、12月(夏、秋、冬)和2016年3月(春)在鄱阳湖滨湖农田和湖区湖滩草洲同时进行,相对应的鄱阳湖星子水位分别为16.37、13.37、13.07 m和13.36 m,由于2015年6月鄱阳湖进入丰水期,湖滩草洲被水淹没,无法调查,仅在农田进行调查。

采用夹日法调查,以生葵花籽为饵,用大号铁板夹(江西贵溪捕鼠器材厂生产)。在湖滩草洲调查时,沿直线放置,每5 m 1 铗,两行相距150 m 以上,每个样区设样线4 个,每个样线布放铗80 个左右,每个调查点总计约300 夹日。在农田调查时,沿田埂布铗,每5 m 1 铗,各样区亦设样线4 个,每个样线布铗亦80 个左右,即每个调查点总计布铗也是300 夹日左右。第1 天下午或傍晚布放,第2 天早上回收,所捕获的鼠类分种类统计。对鄱阳湖区的湖滩草洲和滨湖农田采集的黄毛鼠样本称重、测量,然后解剖,仔细观察繁殖情况,记录睾丸是否下降阴囊,测定睾丸的长和宽。记录雌鼠宫角发育状况,怀孕情况;胎仔数、大小及胚胎斑数,最后称取胴体重。

2.2 数据处理与分析

数据分析在SPSS 19.0 中进行,采用方差分析和LSD 比较不同季节、不同生境黄毛鼠繁殖状况的差异性,显著性水平设定为 $\alpha=0.05$ 。相关图表制作在Excel 中完成。

3 结果

2015—2016 年4 次调查结果示于表1。在农田生境共布放3706 夹日,共捕获175 只黄毛鼠。所捕获的黄毛鼠中,有解剖记录的173 只,其中能辨别性别的171 只,雌雄各为80 只和91 只,雌雄比为0.88(F/M)。由于鄱阳湖湖滩草洲6 月被水淹没,仅调查3 次,共布放2832 夹日,共捕获43 只黄毛鼠。所捕获的黄毛鼠中,有解剖记录的42 只,雌雄各为15 只和27 只,雌雄比为0.56(F/M)。

表1 2015—2016 年黄毛鼠在鄱阳湖区不同生境的捕获情况
Table 1 The census data of *Rattus losea* in farmland and beach of Poyang lake area in 2015 and 2016

生境 Habitat	调查时间 Census time	夹日数 Snaptraps	捕获总鼠数/只 No. of total captures mouse	黄毛鼠捕获率 Rate of Capture of <i>R. losea</i> /%	占捕获鼠的比例 Rate in capture mouse/ %
农田 Farmland	2015 年 6 月(夏)	897	52+2	2.45(22)	40.74
	2015 年 9 月(秋)	934	125+3	9.21(86)	67.19
	2015 年 12 月(冬)	931	127+1	5.59(52)	40.63
	2016 年 3 月(春)	944	63+2	1.59(15)	23.08
	合计	3706	367+8	4.72(175)	46.67
洲滩 Beach	2015 年 9 月(秋)	950	26+1	1.05(10)	37.04
	2015 年 12 月(冬)	958	48+1	1.36(13)	26.53
	2016 年 3 月(春)	924	78	2.16(20)	25.64
	合计	2832	152+2	1.52(43)	27.92

加号后的数字为不能鉴定种类的捕获数。括号内的数值为各种类的捕获数

根据捕获群体的发育与繁殖状况,年龄分组参照黄秀清等^[22,43]对广东黄毛鼠年龄组划分标准对应的胴体重指标,分成幼体、亚成体和成体3 个年龄组,对应的胴体重为:36 g 以下、36—55 g、55 g 以上。从图2 看,在春、夏、秋季捕获的主要是成体和亚成体,幼体的比例较低,至冬季捕获的幼体比例大幅提高,春、夏、秋、冬

幼体比例为 0 (0/35)、4.55% (1/22)、3.23% (3/93) 和 14.29% (9/63), 差异极显著 ($\chi^2 = 23.273$, $df = 6$, $P < 0.001$)。

3.1 雌鼠繁殖特征

黄毛鼠雌鼠的繁殖特征见表 2, 表中的“参产鼠”是指有胎的孕鼠和可见宫斑的经产鼠(有宫斑的孕鼠不重复计算), 即已参加繁殖的鼠^[44]。雌性黄毛鼠总的参产率为 71.58%, 全年的怀孕率为 45.26%, 平均胎仔数为 6.74 只, 繁殖指数为 1.36。胎仔数最低为 4 只, 最高为 13 只, 出现的频率分别为 11.63% 和 2.33%, 出现频率最高的胎仔数为 6 只 (23.26%), 其次为 7 只 (18.60%)。从宫角的宫斑数看, 波动范围在 3—12 之间, 据此可以判断, 黄毛鼠的胎仔数在 3—13 之间。

捕获既有宫斑又怀有胎仔的雌鼠 4 只, 都是于 2015 年 9 月 (秋季) 捕获, 其中 2 只于南矶山的农田生境内捕获 (8 个胚胎+8 个宫斑、7 个胚胎+8 个宫斑), 体重分别为 90.4 g (胴体重 65.4 g) 和 102.7 g (胴体重 79.9 g), 体长分别为 163 mm 和 170 mm, 这 2 只体重都在 80 g 以上, 胴体重在 55 g 以上, 体长都在 144 mm 以上, 都属于成体组中体重较大个体^[45]; 另外 2 只于莲湖乡的农田生境内捕获, 其中 1 只雌鼠 (9 个胚胎+8 个宫斑), 体重为 77.6 g (胴体重 63.6 g), 体长为 148 mm, 属于成体, 另外 1 只雌鼠 (8 个胚胎+3 个宫斑), 体重为 60 g (胴体重 46.9 g), 体长为 148 mm, 属于亚成体, 因此, 在当年的秋季, 这 2 只雌鼠还有参与 1—2 次繁殖的机会。由此可以推论, 鄱阳湖区的黄毛鼠一年可繁殖 3—4 胎。就个体来看, 宫角已发育为管状的最低体重个体为 52.1 g (胴体重 34.8 g), 有怀孕记录的雌鼠最低体重个体 59.9 g (胴体重 47.1 g)。

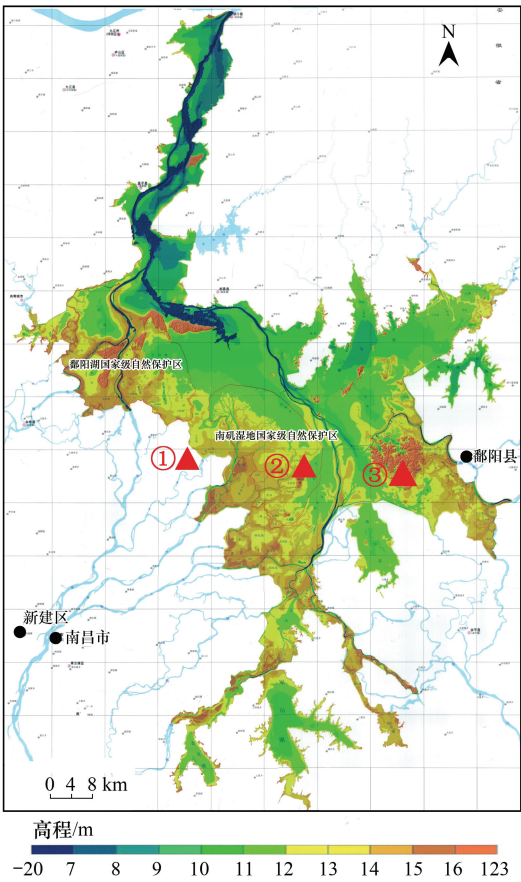


图 1 鄱阳湖洲滩湿地黄毛鼠调查区域分布示意图
Fig.1 Sampling localities of *Rattus losea* in Poyang Lake wetland
①: 鄱阳湖西岸 (南昌市新建区恒湖垦殖场); ②: 鄱阳湖岛屿 (南昌市新建区南矶乡 (南矶湿地国家级自然保护区)); ③: 鄱阳湖东岸 (上饶市鄱阳县莲湖乡)

表 2 鄱阳湖区不同季节雌性黄毛鼠的繁殖特征

Table 2 The reproductive characteristics of female <i>R. losea</i> in different season in Poyang Lake area								
季节 Season	雌鼠数 No. of female	雌雄比 Female-male ratio/%	参产鼠数① No. of reproductive	参产率② Rate of reproductive/%	孕鼠数 No of pregnancy	雌鼠怀孕率 Rate of pregnancy/%	平均胎仔数③ Mean litter Size (Mean±SD)	繁殖指数④ Index of reproduction ($I_{\text{♀}}$)
春季 Spring	16	88.89	14	87.50	11	68.75	4.91±0.83 (4—6)	1.59 (3.38)
夏季 Summer	4	22.22	4	100	3	75.00	5.67±1.53 (4—7)	0.77 (4.25)
秋季 Autumn	39	70.91	38	97.44	29	74.36	7.55±1.92 (5—13)	2.33 (5.62)
冬季 Winter	36	133.33	12	33.33	0	0.00	0	0
合计 Total	95	81.36	68	71.58	43	45.26	6.74±2.04 (4—13)	1.36 (3.05)

①参产鼠=怀孕鼠(只)+有宫斑但未怀孕鼠(只) Reproductive animals=Pregnancy animals + the non-pregnancy animals with placental scar; ②参产率=参产鼠(只)/雌鼠总数(只)(×100%) Rate of reproductive=Reproductive animals/the females (×100%); ③括号内的数值为胎仔数范围 The numbers in parentheses were change range of litter sizes; ④繁殖指数=胎仔总数/总鼠数; 括号内的繁殖指数($I_{\text{♀}}$)是以雌鼠计算的 Index of reproduction=Total litter size/all animals; The $I_{\text{♀}}$ which were showed in parentheses were calculated on female animals

3.1.1 雌鼠繁殖的季节变化

由于样本数较少,计算各项繁殖特征仅以每季为一单位。从表 2 看,雌雄比在夏季最低,春季、秋季、冬季的雌雄比都超过 50%。春、夏、秋季的怀孕率较高,都超过了 50%,冬季没有捕获到怀孕的雌鼠(表 2),仅捕获到有怀孕经历(有宫斑)的雌鼠。参产率在春、夏、秋季都较高,到冬季迅速降低,这可能是由于冬季食物缺少、气候等多种因素,雌鼠已停止怀孕。从繁殖指数看,秋季是雌鼠的繁殖高峰期,春季为次高峰,夏季繁殖能力有所降低,冬季停止繁殖。

3.1.2 不同生境雌鼠的繁殖特征

在农田生境中,雌性黄毛鼠总的参产率为 70.00%,全年的怀孕率为 46.25%,平均胎仔数为 6.7 只,繁殖指数为 1.45。胎仔数最低为 4 只,最高为 13 只,出现的频率分别为 13.51%和 2.70%,出现频率最高的胎仔数为 6、7、8 只(频率同为 18.92%),其次为 5 只(16.22%)。

在洲滩生境中,雌性黄毛鼠总的参产率为 80.00%,全年的怀孕率为 40.00%,平均胎仔率为 7 只,繁殖指数为 0.98。胎仔数最低为 5 只,最高为 12 只,出现的频率同为 16.67%,出现频率最高的胎仔数为 6 只 50.00%。从繁殖指数看(表 3),在农田生境的繁殖能力比在洲滩要高。

表 3 鄱阳湖区不同生境雌性黄毛鼠的繁殖特征

Table 3 The reproductive characteristics of female <i>R. losea</i> in different habitat in Poyang Lake area								
生境 Habitat	雌鼠数 No. of female	雌雄比 Female-male ratio/%	参产鼠数 No. of reproductive	参产率 Rate of reproductive/%	孕鼠数 No of pregnancy	雌鼠怀孕率 Rate of pregnancy/%	平均胎仔数 Mean litter Size (Mean±SD)	繁殖指数 Index of reproduction ($I_{\text{♀}}$)
农田 Farmland	80	87.91	56	70.00	37	46.25	6.70±1.98 (4—13)	1.45 (3.10)
洲滩 Beach	15	55.56	12	80.00	6	40.00	7.00±2.53 (5—12)	0.98 (2.80)

3.1.3 不同年龄组雌鼠的繁殖特征

由表 4 可知,雌雄比最高的为幼体组,亚成体和成体组的雌雄比都低于 1。不同年龄组雌鼠宫角的发育情况,幼体组的宫角全部为细线状,亚成体组性成熟的比例为 65.85%(宫角已发育成管状),成体组仅有少数的仍为线状(10.87%)。捕获的亚成体雌鼠有 6 只宫角内有曾经怀孕留下的宫斑,另外 21 只参产鼠都是第一次参与繁殖。

在不同季节和不同生境下捕获的黄毛鼠雌性年龄组存在极显著的差异($\chi^2=20.275$, $df=3$, $P<0.001$)(图 2)。其中,雌性成体在秋季捕获的比例最高(64.10%),夏季捕获的比例最低(25.00%);亚成体则是在夏季捕获的比例最高(75%),秋季捕获的比例最低(30.77%);幼体在冬季捕获的比例最高(16.67%),在春季和夏季都没有捕获到雌性幼体。不同生境下捕获的黄毛鼠年龄组也存在差异(图 3)。雌性亚成体和幼体都是在农田生境中捕获的比例最高,分别为 45.57%和 8.86%;雌性成体则是在洲滩生境捕获的比例最高(66.67%)。在洲滩生境中未捕获到雌性幼体。

表 4 鄱阳湖区不同年龄组雌性黄毛鼠宫角的发育状况

Table 4 The status of uterus of each age classes of <i>R. losea</i> in Poyang Lake area					
年龄组 Age classes	雌鼠数 No. of female	雄鼠数 No. of male	雌雄比 Female-male ratio/%	性成熟鼠数及其比例 Animals of sexually mature and its percentage in females/%	宫角有斑雌鼠数及比例 Animals of uterine scar and its percentage in females/%
幼体 Juvenile	7	5	140.00	0(0.00)	0(0.00)
亚成体 Sub-adult	41	61	67.21	27(65.85)	6(14.63)
成体 Adult	46	51	90.20	41(89.13)	23(50.00)

从表 5 看,黄毛鼠幼体未见怀孕鼠,亚成体组中怀孕率最高,达到 53.66%,到成体组的怀孕率又有所下降。参产率由幼体组的 0%逐渐增加,到成体组达到最高(89.16%)。不同年龄组间的胎仔数存在明显差异

($F=23.974, df=2, P=0.000$), 有随着年龄组增加, 平均胎仔数明显增加的趋势。其中, 在农田生境秋季捕获的 1 只成体怀孕鼠, 其胎仔数(13)是所有怀孕雌鼠中最高的。以雌鼠和所有鼠计算的繁殖指数都是成体组最高, 说明成体组是种群中繁殖的主体。

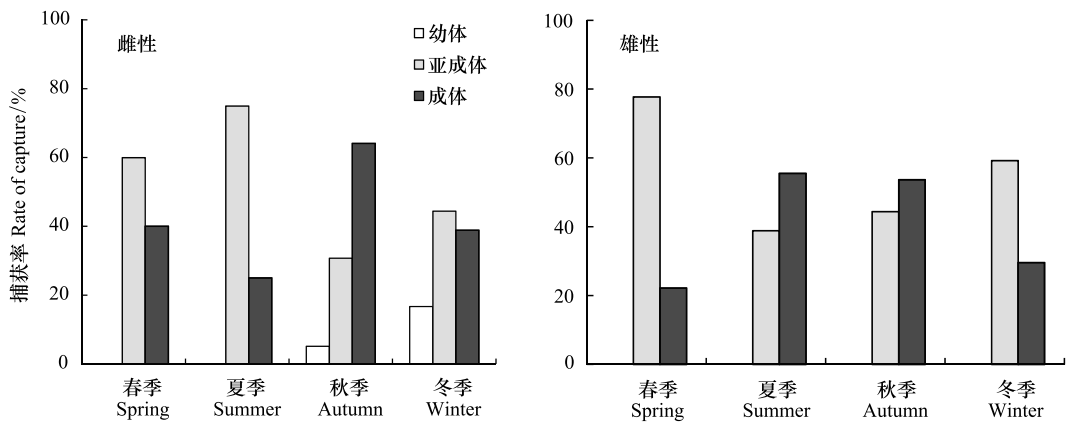


图2 鄱阳湖区不同季节黄毛鼠的种群年龄结构
Fig.2 The population age structure of *R. losea* in each season of Poyang Lake area

3.2 雄鼠繁殖特征

3.2.1 雄鼠繁殖特征的季节变化

以睾丸是否下降到阴囊(称“下位”)作为雄鼠发育成熟或有能力参与繁殖的指标^[44]。在鄱阳湖区捕获的黄毛鼠睾丸下位的最低体重为 54.6 g(胴体重 41.3 g)。从表 6 看, 黄毛鼠的睾丸下位率全年总计为 81.36%, 分四季平均为 79.64%, 春、夏、秋季都维持在较高水平, 冬季最低。以所有鼠计, 睾丸大小(长和宽)季节差异极显著($P<0.001$); 而仅以已下位的睾丸计, 睾丸大小(长和宽)季节差异也是极显著的($P<0.01$)。睾丸的长径在秋季的平均值最高, 且与春、夏、冬季都存在显著性差异($P<0.05$); 春、夏、秋季睾丸的宽径差异不显著($P>0.05$), 但与冬季均有显著性差异($P<0.05$)。春季下位睾丸大小与冬季相比, 均有极显著性差异($P<0.01$), 说明开春后, 雄性黄毛鼠在生殖器官已有明显变化。这些特征与雌鼠的繁殖高峰基本吻合。

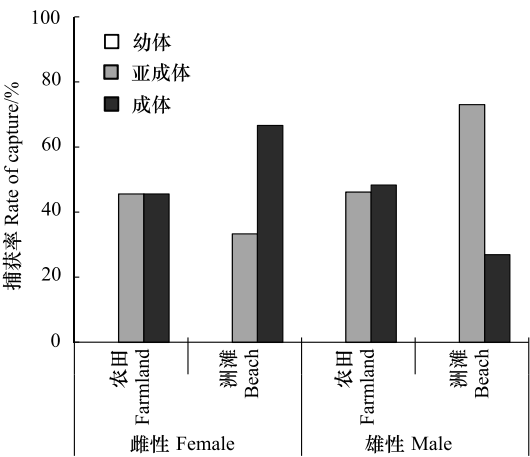


图3 鄱阳湖区不同生境黄毛鼠的种群年龄结构
Fig.3 The population age structure of *R. losea* in different habitat in Poyang Lake area

表5 鄱阳湖区不同年龄组雌性黄毛鼠的繁殖特征

Table 5 The reproductive characteristics of female <i>R. losea</i> of each age group in Poyang Lake area							
年龄组 Age classes	雌鼠数 No. of female	参产鼠数 No. of reproductive	参产率 Rate of reproductive/%	孕鼠数 No. of pregnancy	雌鼠怀孕率 Rate of pregnancy/%	平均胎仔数 Mean litter size (Mean ±SD)	繁殖指数(I_g) Index of reproduction
幼体 Juvenile	7	0	0.00	0	0.00	0	0
亚成体 Sub-adult	41	27	65.85	22	53.66	5.73±1.28 (4—8)	1.24(3.07)
成体 Adult	46	41	89.13	21	45.65	7.81±2.16 (4—13)	1.69(3.57)

表 6 鄱阳湖区雄性黄毛鼠繁殖特征的季节变化
Table 6 Reproductive characteristics of male *R. losea* in each season in Poyang Lake area

季节 Season	雄鼠数 No. of male	睾丸大小 (Mean±SD) Sizes of testis/mm		下降睾丸大小 (Mean±SD) Sizes of testis in scrotum/mm		下位率 Rate of testes in scrotum/%
		长径	宽径	长径	宽径	
		Long diameter	Wide diameter	Long diameter	Wide diameter	
春季 Spring	18	11.22±1.35a	20.56±2.87a	11.47±0.87a	21.12±1.65a	94.44
夏季 Summer	18	11.61±1.33a	20.72±3.32a	11.61±1.33a	20.72±3.32a	100.00
秋季 Autumn	55	13.00±3.24b	19.98±3.80a	13.09±3.20b	20.13±3.67a	98.18
冬季 Winter	27	5.11±2.06c	9.33±4.12b	7.86±1.77c	15.43±3.41b	25.93
<i>F</i> -value	—	59.275 ***	60.908 ***	9.670 ***	5.372 **	—
自由度 (<i>df</i>)	—	3	3	3	3	—
合计 Total	118	10.69±4.02	17.73±5.88	12.14±2.89	20.07±3.54	81.36

每列中相同字母表示平均数间差异不显著 ($P>0.05$), 不同字母则表示平均数间差异显著 ($P<0.05$), 其中, * $P<0.05$, ** $P<0.01$, and *** $P<0.001$

3.2.2 不同年龄组雄鼠的繁殖特征

在不同季节和不同生境下捕获的黄毛鼠雄性年龄组存在显著的差异 ($\chi^2 = 13.236, df = 6, P < 0.05$) (图 2)。其中, 雄性成体的数量是在夏、秋季捕获的比例最高 (55.56% 和 53.70%), 春季捕获的比例最低 (22.22%); 亚成体的数量在春季捕获的比例最高 (77.78%), 夏季捕获的比例最低 (38.89%); 幼体的数量在冬季捕获的比例最高 (11.11%), 在春季没有捕获到雄性幼体。不同生境下捕获的黄毛鼠年龄组也存在差异 (图 3)。雄性成体和幼体都是在农田生境中捕获的比例高, 分别为 48.35% 和 5.49%, 而亚成体是在洲滩生境中捕获的比例高 (73.08%), 但在洲滩生境中未捕获到雄性幼体。

从表 7 可知, 雄鼠睾丸下位率从幼体组到成体组逐步增加, 从 20.00% 增加到 96.08%; 睾丸的大小也呈同样的趋势。各年龄组间雄鼠睾丸的长和宽均有显著性差异 ($P < 0.01$)。说明雄性幼体到亚成体, 再由亚成体到成体, 性成熟方面确实已有质的变化。

表 7 雄性鼠各年龄组睾丸的变化
Table 7 Fluctuation of breeding stats of males in Poyang Lake area

年龄组 Age classes	雄鼠数 No. of male	下位率 Rate of testis in scrotum/%	长径 Long diameter ^⑤ (Mean±SD)/mm	宽径 Wide diameter ^⑤ (Mean±SD)/mm
幼体组 Juvenile	5	20.00 (1/5)	5.40±2.88 (3—9) a	9.60±4.28 (6—16) a
亚成体组 Sub-adult	61	73.77 (45/61)	10.18±4.53 (3—28) b	16.38±6.44 (6—29) b
成体组 Adult	51	96.08 (49/51)	11.82±2.81 (4—21) c	20.14±3.78 (7—25) c
<i>F</i> -value	—	—	7.610 **	12.821 ***
自由度 (<i>df</i>)	—	—	2	2

⑤括号内的数值为睾丸长径和宽径范围; 每列中相同字母表示平均数间差异不显著 ($P>0.05$), 不同字母则表示平均数间差异显著 ($P<0.05$), 其中, * $P<0.05$, ** $P<0.01$, and *** $P<0.001$

4 讨论

鄱阳湖是我国最大的淡水湖泊。洪水季节, 鄱阳湖水位高涨、湖面宽阔。枯水季节, 鄱阳湖水位下降, 洲滩出露。根据调查, 黄毛鼠已是鄱阳湖滨湖水田生境第一优势鼠种^[5]。在本研究中, 黄毛鼠在鄱阳湖区主要栖息在农田中, 在洲滩处于丰水期 (夏季) 被淹的状态时, 黄毛鼠无法在洲滩中栖息, 但当枯水期 (秋季) 洲滩显露时, 在鄱阳湖洲滩中就捕获到了黄毛鼠, 说明农田中的黄毛鼠种群会向洲滩不断渗透, 在农田和洲滩之间来回迁移。研究发现, 黄毛鼠种群存在空间季节性迁移, 且随着食物条件和栖息环境的变化会产生有规律的迁移^[46-47]。在相邻的大型湖泊洞庭湖的调查研究中, 洞庭湖东方田鼠就是在洲滩和农田之间来回迁移, 而且不断向洲滩渗透^[48-49], 本研究结果与其一致。

表 8 各地黄毛鼠的繁殖特征
Table 8 Reproductive characteristics of *R. losea* in different places

地区* Places	调查时间 Time	雌雄比(♀/♂) Female-male ratio/%	繁殖期 Breeding period	繁殖高峰 Breeding top	怀孕率 Rate of pregnancy/%	平均胎仔数 Mean litter size	繁殖指数 Index of reproduction	资料来源 Resources
广东阳春	1996—1999	74.83 (993/1327)	全年	3—4 月, 6—7 月 和 8—10 月	35.13	4.61	—	杨凤等, 2001 ^[51]
广东斗门	1963—1966	74.52 (3190/4281)	全年	9—10 月	20.89—40.89	6.14	—	秦耀亮和王耀培, 1981 ^[18]
广西桂东南	1985—1986	92.19 (307/333)	1—11 月	3 月和 6—7 月	18.2	5.3	—	黄文燮, 1989 ^[37]
广东东莞	1987—1991	78.91 (2503/3172)	全年	6—7 月和 9—11 月	42.59	6.78	2.23	黄秀清, 1994 ^[22]
广东珠江三角洲虎 门地区	1987—1998	64—88	12—1 月很少繁殖	6 月和 10 月	53.1	6.7	1.243	黄秀清等, 2000 ^[43]
福建云霄县	2002—2011	83.77 (1471/1756) 149.95 (1525/1017)	3—11 月 全年	9—10 月 秋季	33.7 45.9	6.5 5.3	— 1.606	常 弘 和 余 国 兴, 1990 ^[21] 林来金, 2014 ^[28]
福建武平县	1988—1995	74.01 (487/658)	3—11 月	3—4 月和 8—9 月	3—4 月为 22.1— 41.2; 8—10 月 为 45.1—57.5	5.52	3—4 月为 1.15— 2.06, 8—10 月为 2.28—4.07	余茂全和刘思松, 1997 ^[20]
广西桂林灵川县	2001—2007	—	3—10 月	3—4 月, 7—9 月	—	6.39	—	蔡昭雄等, 2008 ^[40]
湖南常宁	2010—2011	90 (9/10)	—	—	37.5	7.00	2.33	李波等, 2012 ^[52]
福建古田	1984—1985	69.25 (304/439)	3—12 月	9 月	35.93	7.00	0.569	洪朝长等, 1989 ^[25]
江西吉安	1985—1987	51.17 (262/512)	3—10 月	3、6、9 月	31.3—72.2	—	—	罗银瑞, 1995 ^[53]
江西鄱阳湖区	2015	81.36 (95/117)	冬季为非繁殖期	夏秋季	45.26	6.74	1.36	本文
湖北通城县	1983—1988	86.96	3—10 月	3—5 月和 8—9 月	—	—	—	何望海等, 1990 ^[54]
浙江舟山岛	1990—1992	141.85 (261/184)	3—10 月	3—5 月和 7—9 月	8.27	5.14	—	鲍毅新等, 1997 ^[36]

* 地区按从南到北的顺序排列 These areas arranged in the order from South to North

本次调查结果显示,鄱阳湖区的黄毛鼠总的雄性多于雌性,雌雄比小于 100%,只有 12 月捕获的黄毛鼠雌性鼠多于雄性鼠,雌雄比大于 100%。与江西其他地区^[3,50]、广西桂林^[40]、广东^[18,21-22,43,51]等地区有关黄毛鼠性比的研究结果报道相一致。各地对黄毛鼠的繁殖特征研究结果汇于表 8。从表中可以看出,除个别地区外,如广西桂东南和福建云霄县,从南至北,黄毛鼠雌雄比总体呈升高的趋势,也就是说越往北方雌性鼠占的比例越高。从本次调查捕获的怀孕鼠来看,除了冬季没有捕获到,春、夏和秋季都捕获到了,并且在秋季捕获的怀孕鼠最多,繁殖指数最高,其次是春季。因此,可以认为冬季是黄毛鼠的非繁殖期,原因可能是受冬季低温气候和食物条件等的影响,而春、夏和秋季的气候、食物和环境条件有利于黄毛鼠的生长和发育,可以认为是黄毛鼠的种群繁殖期。研究发现,部分地区,如广东地处较南的阳春^[51]、斗门^[18]、东莞^[22]以及福建南部的云霄县^[28]全年均可繁殖,主要是地理位置偏南的区域,应该是气候影响的关系;而相对这些地方较北的地区,如广西^[37,40]、福建北部的古田^[25]、江西吉安^[53]、湖北通城县^[54]和浙江舟山岛^[36]基本上冬季为非繁殖期,本研究结果与其一致。总体来看,从南至北,黄毛鼠种群年内繁殖季节有逐渐缩短的趋势。

从不同的生境捕获的黄毛鼠来看,农田捕获到的黄毛鼠雌雄性比、怀孕率和繁殖指数要高于洲滩上的,而参产率和平均胎仔数则低于洲滩上的。本研究区域的农田常有人类活动,干扰程度相对较高;而洲滩上人烟稀少,禁止放牧,干扰程度相对较低。Adler(1995)研究也发现,黄毛鼠是与人类共生的,且对农作物的依赖度很高^[55]。说明在人类活动较多的环境下的黄毛鼠的繁殖强度要高。

在鄱阳湖滨湖农田调查的鼠种中,与其他鼠相比,黄毛鼠的胎仔数是最高的,平均有 6.74 只,而另一优势鼠种的黑线姬鼠平均胎仔数(5.41)比黄毛鼠的低。本次调查结果与湖南常宁 2010 年调查结果一致,黄毛鼠的平均胎仔数高于黑线姬鼠,但湖南常宁的黄毛鼠平均胎仔数(7.0 只)要高于本次调查结果^[52]。郭永旺等 2011 年 4 月在江西新余市、兴国县、南城县、乐平市捕获到的黄毛鼠平均胎仔数(4.83 只)与黑线姬鼠的相同^[50],低于本次调查结果,但该文献的调查结果只是春季的。在广西桂林^[40]调查到的黄毛鼠平均胎仔数为 6.39,略低于本次调查结果。

鄱阳湖区黄毛鼠的雌性和雄性的幼体都是在冬季捕获最多,春季未捕获到,而成体在秋季捕获最多,亚成体则在秋季和冬季较多。这与其繁殖季节相关,由于冬季停止繁殖,开春后基本都是去年的越冬鼠,因此捕获不到幼年个体;冬季捕获幼年鼠最多也是秋季繁殖最高峰的体现。研究发现,黄毛鼠的亚成体在冬季占绝对优势,在次年春季形成以成年体为主的种群基础,以旺盛的繁殖能力繁衍后代,到秋季又形成以成体年龄组为主的种群结构,待繁殖后,以亚成体年龄组越冬^[54]。

本研究中,在鄱阳湖洲滩生境中未捕获到雄性和雌性幼体,但通过分季节分析洲滩黄毛鼠繁殖情况(表 9),发现秋季洲滩中有捕获到成年的孕鼠,但冬季未捕获到幼体。此次调查发现,洲滩生境中捕获的黄毛鼠数量较少,洲滩中未捕获到幼体的原因到底是由于捕获数量较少而没有捕获到黄毛鼠幼体,还是由于食物条件和栖息环境的原因洲滩生境中出生的幼鼠存活率较低或者都迁移到农田中去了,这需要今后长期观察做进一步研究。

表 9 鄱阳湖洲滩生境中雌性黄毛鼠繁殖特征季节变化

Table 9 Reproductive characteristics of female *R. losea* in each season in the beach of Poyang Lake area

季节 Season	雌鼠数 No. of female	雄鼠数 No. of male	雌雄比 Female-male ratio/%	参产鼠数 No. of reproductive	参产率 Rate of reproductive/%	孕鼠数 No of pregnancy	雌鼠怀孕率 Rate of pregnancy/%	平均胎仔数 Mean litter Size (Mean±SD)	繁殖指数 Index of reproduction ($I_{\square}$)
春季 Spring	7	12	58.33	7	100.00	4	57.14	5±0.82	1.21(3.29)
夏季 Summer	—	—	—	—	—	—	—	—	—
秋季 Autumn	3	7	42.86	3	100.00	2	66.67	8.55±2.38	1.90(6.33)
冬季 Winter	5	8	62.50	2	40.00	0	0	—	—
合计 Total	15	27	55.56	12	80.00	6	40.00	6.83±2.06	1.00(2.80)

参考文献 (References):

- [1] 詹绍琛. 黄毛鼠的年龄组. 动物学杂志, 1985, 20(5): 32-34.
- [2] 秦耀亮. 我国长江中下游以南地区啮齿动物的组成和分布. 动物学杂志, 1983, 18(6): 10-13.
- [3] 施伟韬, 叶正襄, 龙克林, 杨美秀, 朱碧青, 曾成友, 赵磊. 江西省 2011 年秋季农田害鼠种类与密度调查. 江西植保, 2011, 34(3): 137-138.
- [4] 赵志烈. 浙江省乐清县翁墙地区黄毛鼠的生态及其危害农作物的初步观察. 动物学杂志, 1965, (5): 205-206.
- [5] 戴年华, 张美文, 卢萍, 张国华, 张琛, 魏国汶. 警惕鄱阳湖区滨湖农田害鼠暴发成灾. 植物保护, 2016, 42(6): 133-138.
- [6] 刘九胜, 王钢荣, 袁子平, 路程明. 南昌李家庄口岸鼠种及携带流行性出血热病毒的调查. 中国国境卫生检疫杂志, 1996, 19(6): 334-336, 383-383.
- [7] 陶建华, 罗月志, 张常俊, 刘堂仁. 江西龙南县人和动物携带钩端螺旋体的调查. 中国人兽共患病杂志, 1988, 4(6): 45-47.
- [8] 李贤凤, 潘亮, 李世清, 宗丽玉. 福建省流行性出血热流行病学调查. 中国鼠类防制杂志, 1986, 2(4): 249-250.
- [9] 周文伟, 袁高林, 黄立雄, 徐苏云, 孙宝常, 肖树生, 施小勤. 福建省周宁县首次发现社鼠和黄毛鼠携带流行性出血热病毒抗原. 中国公共卫生, 1986, 5(2): 11, 13.
- [10] Sun X K, Shi Y L, Huang P, Deng Y L, Wu D, Liang L J, Lin J Y. Rats (*Rattus norvegicus* and *Rattus losea*) harboring Seoul hantavirus in Qingyuan, southern China: a survey during 2011-2013. The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health, 2014, 45(5): 1058-1064.
- [11] 黄秀清, 冯志勇, 陈美梨, 帅应垣. 黄毛鼠行为习性及其在防制和监测上的应用. 生态科学, 1990, (1): 57-63.
- [12] 王耀培, 秦耀亮. 黄毛鼠的食性及其对农作物的危害. 动物学杂志, 1965, (6): 253-257.
- [13] 戚根贤, 陈静, 杨标, 姚伟兰, 秦耀亮. 黄毛鼠取食量和饮水量的测定. 中国媒介生物学及控制杂志, 1996, 7(3): 189-191.
- [14] 刘全生, 冯志勇, 秦姣, 黄小丽, 龚鹏博, 姚丹丹, 高志祥, 隋晶晶. 黄毛鼠对高纤维食物的行为适应研究. 广东农业科学, 2011, 38(21): 86-88.
- [15] 刘全生, 冯志勇, 龚鹏博, 秦姣, 高志祥, 黄小丽, 姚丹丹, 颜世祥. 高纤维食物对黄毛鼠摄食和消化的影响. 兽类学报, 2010, 30(3): 291-296.
- [16] 郭志南, 苏成豪, 陈国伟, 郑智民. 黄毛鼠种群年龄划分的研究. 中华卫生杀虫药械, 2014, 20(4): 332-335.
- [17] 常弘, 张国萍. 珠江三角洲黄毛鼠和板齿鼠种群的空间格局. 中山大学学报: 自然科学版, 1996, 35(6): 90-94.
- [18] 秦耀亮, 王耀培. 黄毛鼠(*Rattus rattoides* Hodgson)的繁殖. 兽类学报, 1981, 1(2): 199-203.
- [19] Xu Z J, Stoddart D M, Ding H B, Zhang J, Qiu L Q, Tong Y H. The influence of housing density and adult-male soiled bedding on the growth and sexual maturation of young male *Rattus rattoides*. Acta Zoologica Sinica, 1996, 42(1): 42-51.
- [20] 余全茂, 刘思松. 稻田黄毛鼠种群动态及繁殖特点. 植物保护, 1997, 23(3): 47-49.
- [21] 常弘, 余国兴. 珠江三角洲黄毛鼠种群繁殖特征的研究. 生态科学, 1990, (1): 21-28.
- [22] 黄秀清, 冯志勇, 陈美梨, 帅应垣, 颜世祥. 雌性黄毛鼠繁殖特征研究. 兽类学报, 1994, 14(1): 73-74, 77-77.
- [23] 陈琴, 刘全生, 秦姣, 郭明昉, 王登, 施大钊. 黄毛鼠婚配制度初探: 熟悉性对两性间行为的影响. 四川动物, 2011, 30(6): 845-849.
- [24] 詹绍琛. 不同地区及作物地黄毛鼠的数量变动. 动物学杂志, 1984, 19(1): 8-11.
- [25] 洪朝长, 袁高林, 郑本栋. 黄毛鼠的种群动态研究及数量预测的意见. 兽类学报, 1989, 9(2): 137-145.
- [26] 常弘, 余国兴, 辛景禧. 黄毛鼠种群动态短期预测预报的研究. 生态科学, 1990, (1): 48-56.
- [27] Brown P R, Tuan N P, Singleton G R, Hue D T, Hoa P T, Ha P T T, Tan T Q, van Tuat N. Population dynamics of *Rattus argentiventer*, *Rattus losea*, and *Rattus rattus* inhabiting a mixed-farming system in the Red River Delta, Vietnam. Population Ecology, 2005, 47(3): 247-256.
- [28] 林来金. 云霄农田黄毛鼠种群动态及繁殖特点. 福建农业学报, 2014, 29(11): 1127-1131.
- [29] 詹绍琛, 吴良德. 黄毛鼠生态学及其杀灭方法的研究. 福建农业科技, 1979, (6): 39-42.
- [30] 黄秀清, 冯志勇, 颜世祥, 叶冠良, 林汉杰, 袁玉钧, 刘继胜. 黄毛鼠综合防治对策及技术研究. 广东农业科学, 2002, (1): 40-42.
- [31] 黄秀清, 冯志勇, 叶冠良, 林汉杰, 李国忠, 黄立文, 袁玉钧. 珠江三角洲稻区黄毛鼠成灾规律及综合防治技术研究. 广东农业科学, 2001, (4): 34-36.
- [32] Brown P R, Tuan N P. Compensation of rodent pests after removal: control of two rat species in an irrigated farming system in the Red River Delta, Vietnam. Acta Oecologica, 2005, 28(3): 267-279.
- [33] Lu K H. The susceptibility of *Apodemus agrarius* and *Rattus losea* to the anticoagulant rodenticide, flocoumafen. International Biodeterioration, 1990, 26(1): 69-74.
- [34] 冯志勇, 姚丹丹, 黄立胜, 陈玉托, 邱俊荣. 黄毛鼠对第一代抗凝血灭鼠剂的抗药性监测. 植物保护学报, 2007, 34(4): 420-424.

- [35] Wang J S, Feng Z Y, Yao D D, Sui J J, Zhong W Q, Li M, Dai J Y. Warfarin resistance in *Rattus losea* in Guangdong Province, China. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 2008, 91(2): 90-95.
- [36] 鲍毅新, 丁平, 诸葛阳, 胡一中. 舟山岛黄毛鼠种群生态研究. *浙江师大学报: 自然科学版*, 1997, 20(2): 60-65.
- [37] 黄文燮. 桂东南丘陵区农田鼠害种类及优势种黄毛鼠生态调查. *广西农业科学*, 1989, (1): 36-38.
- [38] 梁俊勋. 广西亚热带地区的鼠类及其对农业经济发展的影响. *广西科学*, 1994, 1(4): 67-71.
- [39] 黄汉宏, 梁俊勋, 梁年贵, 卢瑞杰. 广西鹿寨农业区的害鼠调查. *广西植保*, 1993, (1): 16-18.
- [40] 蔡昭雄, 廖家榜, 阳玉轻, 石桥德. 桂林农田鼠害发生概况及防制对策. *广西农学报*, 2008, 23(5): 51-53, 77-77.
- [41] 邵明勤, 蒋剑虹, 戴年华, 廖舟怡. 鄱阳湖越冬灰鹤和白枕鹤的数量与集群特征. *生态与农村环境学报*, 2014, 30(4): 464-469.
- [42] 董磊, 徐力刚, 许加星, 徐进, 王晓龙, 张奇. 鄱阳湖典型洲滩湿地土壤环境因子对植被分布影响研究. *土壤学报*, 2014, 51(3): 618-626.
- [43] 黄秀清, 冯志勇, 颜世祥. 黄毛鼠种群繁殖动态研究. *广东农业科学*, 2000, (2): 39-41.
- [44] 张美文, 黄璜, 王勇, 李波. 洞庭湖区社鼠的繁殖生态. *生态学报*, 2006, 26(3): 884-894.
- [45] 谢福才. 划分黄毛鼠种群年龄指标的分析比较. *兽类学报*, 1994, 14(4): 306-308.
- [46] 常弘, 张国萍. 珠江三角洲农田黄毛鼠种群动态分析. *中山大学学报论丛*, 1995, (1): 86-90.
- [47] 常弘, 余国兴. 珠江三角洲黄毛鼠种群数量动态的研究. *生态科学*, 1990, (1): 29-35.
- [48] 郭聪, 王勇, 陈安国, 李波, 张美文, 武正军. 洞庭湖区东方田鼠迁移的研究. *兽类学报*, 1997, 17(4): 279-286.
- [49] Zhang M W, Wang Y, Li B, Guo C, Huang G X, Shen G, Zhou X J. Small mammal community succession on the beach of Dongting Lake, China after the Three Gorges Project. *Integrative Zoology*, 2014, 9(3): 294-308.
- [50] 郭永旺, 宋绍东, 姚忠武, 张献国, 雍仲禹, 李波, 王勇, 张美文. 2011 年江西农田春季鼠害调查与分析. *中国植保导刊*, 2012, 32(5): 29-31.
- [51] 杨凤, 李志慧, 梁葵珍. 农田黄毛鼠的发生规律及防治. *植物保护*, 2001, 27(3): 42-43.
- [52] 李波, 张美文, 王勇, 陈越华, 许秀美, 刘小洋, 陈伟, 阳泽民, 雍仲禹, 宋绍东, 瞿开良. 2010 年-2011 年湖南常宁及江西新余部分丘陵地区农田害鼠密度调查. *植物保护*, 2012, 38(1): 155-157.
- [53] 罗银瑞. 黄毛鼠发生规律的研究. *植保技术与推广*, 1995, (5): 10-11.
- [54] 何望海, 魏自祥, 吴有为, 刘青山, 吴荷辉. 黄毛鼠生态习性调查. *植物保护*, 1990, 16(S1): 67-68.
- [55] Adler G H. Habitat relations within lowland grassland rodent communities in Taiwan. *Journal of Zoology*, 1995, 237(4): 563-576.