

实验室条件下黑龙江几种主要农业害鼠 昼夜活动节律的研究

丛 林^{1,2}, 刘晓辉^{2*}, 张健旭³, 曹 煜²

(1. 黑龙江省农业科学院植物保护研究所鼠害研究室, 哈尔滨 150086;

2. 中国农业科学院植物保护研究所杂草鼠害研究室, 北京 100193;

3. 中国科学院动物研究所, 农业虫鼠害综合治理研究国家重点实验室, 北京 100101)

摘要 采用自动记录装置测试了黑龙江地区 6 种主要农业害鼠的昼夜活动节律和活动强度。结果表明, 达乌尔黄鼠为昼行性鼠种, 中午时段出现明显的活动间歇期以避免强烈的日晒; 莫氏田鼠为昼夜活动型鼠种, 日夜活动强度差异不显著, 与其生活于草滩底部营食草根的生活方式相适应。大仓鼠、小家鼠、褐家鼠和黑线姬鼠都为夜行性鼠种, 其中以小家鼠和黑线姬鼠最为典型, 而大仓鼠和褐家鼠在日间都具有相当强度的活动, 褐家鼠则是供试鼠种中唯一在各个时段都有活动的夜行鼠种。6 种供试鼠种的主要活动特征与前人研究的结果基本相符, 但其活动节律与其他研究结果存在活动高峰时间、活动强度等差异, 表现出这些鼠种与黑龙江地区特定气候条件的适应。

关键词 昼夜活动节律; 达乌尔黄鼠; 莫氏田鼠; 大仓鼠; 小家鼠; 褐家鼠; 黑线姬鼠

中图分类号 S 443

Daily rhythms of several agricultural rodent species in the laboratory in Heilongjiang

Cong Lin^{1,2}, Liu Xiaohui², Zhang Jianxu³, Cao Yu²

(1. Plant Protection Research of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China;

2. Research Group of Rodent Biology, Institute of Plant Protection, CAAS, Beijing 100193, China;

3. State Key Laboratory of Integrated Management of Pest Insects and Rodents in Agriculture, Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract Daily rhythms of 6 agricultural rodent species was observed with an auto-recording device in Heilongjiang. Among them, *Spermophilus dauricus* was diurnal animal, and a long activity interval for avoiding strong sunlight at noon was observed. *Microtus maximowiczii* was active all day along, and its activity intensity by day and by night was similar, which may be a result of its adaptation to the habitat and feeding environment. *Cricetulus triton*, *Mus musculus*, *Rattus norvegicus* and *Apodemus agrarius* were all nocturnal animals. Except in the morning, *M. musculus* and *A. agrarius* were almost inactive during daytime, but *C. triton* and *R. norvegicus* were only slightly active during daytime. Among the 4 nocturnal species, *R. norvegicus* was the only one that was active around the day. Fundamentally, the daily activity rhythms of the 6 species were consistent with the results reported by other researchers. Nevertheless, the activity peaks and intensity of them were different to some extent, which were assumed to be a kind of adaptation to the special environment of Heilongjiang Province.

Key words daily activity rhythms; *Spermophilus dauricus*; *Microtus maximowiczii*; *Cricetulus triton*; *Mus musculus*; *Rattus norvegicus*; *Apodemus agrarius*

动物的昼夜活动节律是一种复杂的生物学现象, 它是对各种环境条件昼夜变化的一种综合性适

应, 各种生物的昼夜活动节律都具有其本身的特点, 也就是具有各自对外界环境条件综合适应的特

收稿日期: 2007-10-18

修订日期: 2008-03-10

基金项目: 国家科技攻关课题(2005BA529A05); 黑龙江省农业科技创新工程重点研究项目资助

* 通讯作者 T el: 010-62818873; E-mail: lx iaohu i2000@163. com

点^[1]。鼠类的活动节律同样要受许多条件和因素的影响,不同种类的鼠类,或同一种鼠类在不同的环境条件下,其活动节律可能都各有特点^[2-6]。大仓鼠、小家鼠、褐家鼠和黑线姬鼠等害鼠从我国北部的黑龙江地区直至长江流域都有分布(尤其是褐家鼠和小家鼠,几乎分布于我国各个地区),区域跨度大,因此在不同的区域可能表现不同的特征。如我国褐家鼠有4个亚种,黑线姬鼠有5个亚种^[7],这表明这两种鼠在不同地理环境条件下表现出了不同的分类特征。同样,同一种类的动物活动节律,在不同的环境条件下可能也各有特点。研究不同鼠种的活动节律特点,了解不同鼠种在特定环境条件下行为习性特点,对于针对特定环境条件下的特定害鼠制定相应的防控措施具有重要意义。本项研究在实验室条件下,利用具有自动记录功能的装置,了解黑龙江地区分布的常见害鼠的昼夜活动节律。

1 材料与方法

1.1 活动节律记录装置

本试验采用了自行改造设计的记录装置,由鼠笼1、鼠笼2、通道及踏板、自动记录仪四部分组成(图1)。鼠笼1即饲养笼,内置模拟鼠洞及垫料,是试验鼠平时生活的场所。通道及踏板连接鼠笼1和鼠笼2,通道口处设踏板机关,踏板与自动记录仪以导线相连接,用以记录试验鼠踩踏的时间和次数。鼠笼2内置饮水和食物,试验鼠活动时只有经过通道和踏板才能到达有水和食物的地方。自动记录仪用自动温湿度计改造而成,记录纸在滚筒上按时钟速率转动,当试验鼠通过踏板时,电路接通,记录笔运动,在记录纸上画出印记,离开踏板时电路断开,记录笔复位,完成一次记录。自动记录仪可连续自动记录24h,自动记录仪与其他设备隔离放置,以避免影响试验鼠的行为。

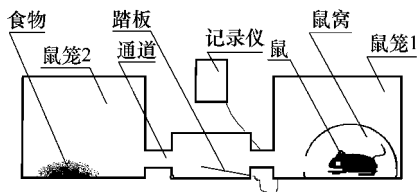


图1 活动节律记录装置示意图

1.2 供试鼠种

试验选择了黑龙江6种主要农业害鼠:达乌尔黄鼠(*Spermophilus dauricus*),2006年5月中旬捕于哈尔滨南郊果园;莫氏田鼠(*Microtus maximowiczii*),2006年10月中旬捕于哈尔滨东部林区稻田;大仓鼠(*Cricetulus triton*)2006年10月中旬捕于哈尔滨南部

旱田防风林带;小家鼠(*Mus musculus*)2006年11月中旬捕于松花江沿岸水稻田;褐家鼠(*Rattus norvegicus*)2006年12月初捕于哈尔滨南部村镇;黑线姬鼠(*Apodemus agrarius*)2006年11月中旬捕于松花江沿岸水稻田。达乌尔黄鼠和褐家鼠在中号标准鼠笼饲养,其余4种鼠在小号标准鼠笼饲养。鼠笼内均放置模拟鼠洞及垫料,模拟鼠洞用不透明材质制作,采用自然光照,饲养温度22~25℃,饲料采用商品人工饲料配合胡萝卜等新鲜蔬菜。

1.3 试验方法及数据的采集处理

供试鼠首先在实验室条件下单独人工饲养1~2个月,然后每种选择5只健康成体,其中包括3雌2雄或2雌3雄,雌鼠均为非孕鼠,然后每只鼠单独进行试验。其中,达乌尔黄鼠有冬眠习性,因此,该鼠种试验在夏季进行。达乌尔黄鼠试验期间,日出时间为04:00,日落时间为19:00。其他5个鼠种试验期间,日出时间为06:00,日落时间为17:00。以日出日落时间为界限,将一个整光周期分为日间(日出至日落)和夜间(日落至日出)。

活动节律实验室的室温与害鼠饲养室保持一致,为22~25℃,自然光照。每只鼠开始试验时,先将试验鼠饲养笼(鼠笼1)转移到活动节律记录装置所在实验室内进行3d的适应,然后把鼠笼1接到通道接口上,撤掉鼠笼1内的食物和饮水,接通自动记录仪的电源,开始试验。试验记录时间从每天的12:00起至次日12:00止,以24h为一个周期更换1次记录纸。更换试验鼠时,彻底清理通道和鼠笼2。

进行环境适应后,每种鼠的每个个体记录一个完整光周期。以每0.5h为单位,分别统计每一个体的活动次数。为消除不同个体之间活动强度差异,以活动指数的方式记录每只鼠在全天的活动情况。活动指数=单位时间的活动次数/全天活动的总次数。

用活动指数记录每只鼠在全天每个时段活动次数比例,仍旧能够反应其在不同时段的活动强度。

数据处理以及图形均使用SPSS13.0软件。

2 结果与讨论

本试验以当地日出和日落时间作为昼夜的划分界限,分别统计了6种鼠类的昼夜活动次数(表1,图2)。结果表明,供试的6种鼠中,达乌尔黄鼠以日间活动为主,莫氏田鼠为昼夜活动型鼠,大仓鼠、小家鼠、褐家鼠和黑线姬鼠为夜间活动型鼠。以日均活动次数来比较不同鼠种的活动强度,6种试验鼠依次为达乌尔黄鼠、莫氏田鼠、褐家鼠、大仓鼠、黑线姬鼠和小家鼠。

表1 不同鼠种日夜活动节律差异¹⁾

鼠种	N	活动指数(Means ± SD) / %	
		日间	夜间
黑线姬鼠	5	(15.08 ± 8.77) aA	(84.92 ± 8.77) bB
大仓鼠	5	(20.48 ± 5.97) aA	(79.52 ± 5.97) bB
莫氏田鼠	5	(43.00 ± 9.69) aA	(57.00 ± 9.69) aA
小家鼠	5	(10.82 ± 10.51) aA	(89.18 ± 10.51) bB
褐家鼠	5	(22.82 ± 13.72) aA	(77.18 ± 13.72) bA
达尔黄鼠	3	(97.80 ± 1.11) aA	(2.20 ± 1.11) bB

1) 同行平均值跟随不同小写字母表示经过检验在 0.05 水平有显著差异, 不同大写字母表示在 0.01 水平有显著差异。每个个体日间活动指数指从日出到日落时间每个时段活动指数的和, 夜间活动指数则是从日落到日出时间每个时段活动指数的和, 每个鼠种的日夜活动指数是所有个体的平均值。每个鼠种日夜活动指数的和为 100%。

2.1 达尔黄鼠

卡方检验结果显示, 达尔黄鼠日夜活动不符合正态分布($\chi^2 = 140.58$, $df = 30$, $p = 0.000$), 是典型的日间活动型鼠类。以日出日落为白昼和每夜的界限, 则其日间的活动指数为(97.80 ± 1.11)%, 是试验鼠种中最典型的完全日间活动的鼠种(表 1)。所有供试达尔黄鼠个体表现出 3 个活动高峰: 前 2 个高峰出现在上午, 2 个高峰间隔时间较短; 所有个体在中午都经过较长的活动间歇期(2~4 h), 第 3 个高峰出现在日落前 2~3 h。每个个体下午最大活动指数峰值都大于上午, 表明达尔黄鼠下午的活动强度要高于上午(图 2)。张知彬报道达尔黄鼠中午活动少, 但下午活动弱于上午^[7], 与本研究存在差异。这可能与供试鼠分布地区的环境条件差异有关。

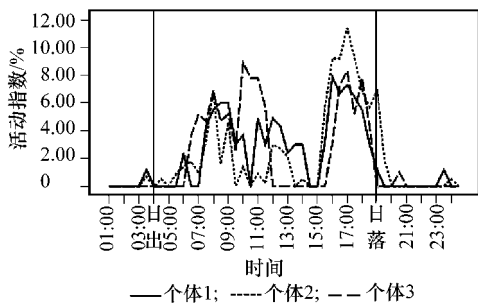
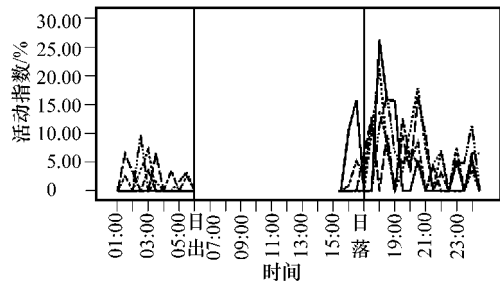


图2 达尔黄鼠昼夜活动节律

2.2 莫氏田鼠

《中国啮齿类》描述, 莫氏田鼠寒冷季节通常白天活动, 夏天多在夜间活动, 但对其活动节律细节没有更多详细描述^[8]。本研究是在入冬后进行的, 按日出日落时间计算, 光周期(明:暗)大约为(11:13)。卡方检验结果($\chi^2 = 3.958$, $df = 42$, $p = 1.000$)表明, 莫氏田鼠在白昼和夜晚的活动成正态分布, 日夜节律差异不大; t 检验结果显示, 其昼夜活动强度也没有显著差异(表 1), 没有显著的活动高峰(图 3)。

从昼夜活动强度的平均值看, 尽管差异不显著, 但其白天活动相对较少。这一结果与光周期长度比例相符合, 与《中国啮齿类》描述存在差异。这一结果, 可能与试验在室内环境进行有关。

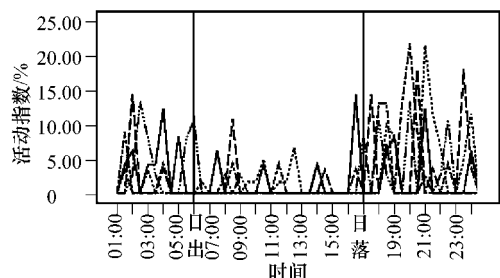


—个体1; ····个体2; - -个体3; ---个体4; ····个体5

图3 莫氏田鼠昼夜活动节律

2.3 大仓鼠

大仓鼠主要在夜间活动(卡方检验结果 $\chi^2 = 71.625$, $df = 32$, $p = 0.000$), 日间偶有活动, 但活动强度很低。活动强度日落后显著升高, 最高峰出现在日落后 2 h 左右。所有个体的结果都显示, 大仓鼠上半夜平均活动强度高于下半夜的活动强度。夜间平均每个个体大约出现 5 个活动高峰, 但出现时间不一致, 活动间隔时间也不一致(图 4)。这一结果与王淑卿报道存在较多差异^[5]。王淑卿等采用室内直接观察的方法研究了大仓鼠的昼夜活动节律, 以每个时段活动时间长度(min)记录大仓鼠的活动强度, 结果表明不同季节大仓鼠表现出不同的活动节律: 9 月份大仓鼠的活动高峰在 21:00 和 03:00, 12 月份大仓鼠的活动高峰在 12:00~13:00。本研究在 12 月进行, 然而与王淑卿等 9 月份结果大致相同, 与 12 月份结果显著不同。王淑卿等结果中没有详细描述大仓鼠日间活动的情况, 他们提供的活动强度结果表明, 大仓鼠日间活动强度与夜间差异不大, 与本研究差异也较大。本研究结果显示, 所有 5 只供试个体在日间都有活动, 但活动时间不一致, 活动强度低, 间歇时间长。



—个体1; ····个体2; - -个体3; ---个体4; ····个体5

图4 大仓鼠昼夜活动节律

2.4 小家鼠

小家鼠是典型夜间活动鼠种(卡方检验结果 $\chi^2 = 241.583$, $df = 24$, $p = 0.000$)。日落前后其活动频率与强度迅速上升,活动高峰出现在日落后1~2 h,并且,活动主要集中在日落至午夜,活动量大且持续时间长(图5)。黄文几等记载,小家鼠主要在夜间活动,白天在无人的情况下也出来觅食^[8]。在本研究中所有个体都主要是夜间活动,仅有2只鼠在黎明(日出时段)时段有微弱活动。黑线姬鼠的日间活动也集中在黎明时间,与黑线姬鼠相比,小家鼠活动弱,并且活动延续时间也短。

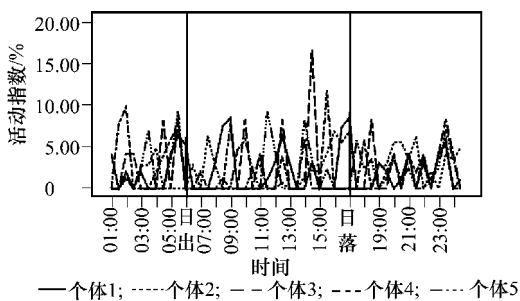


图5 小家鼠昼夜活动节律

2.5 褐家鼠

尽管褐家鼠夜间活动强度显著高于日间(表1),然而褐家鼠不是典型的夜间活动鼠种(卡方检验结果 $\chi^2 = 31.750$, $df = 32$, $p = 0.479$)。本试验的5个个体中,仅有1个个体日间没有活动。与其他鼠种比较,褐家鼠个体活动强度分布规律性较差,总体上看,以黎明前的活动频率高,活动强度大(图6)。邹剑明报道褐家鼠活动节律大致可分为傍晚(19:00~21:00)、午夜(01:00~03:00)和黎明(05:00~07:00)3个高峰,活动频率为傍晚最高,3个时段活动频率依次为45.2%,26.4%和21.3%^[9]。本研究则结果表明,哈尔滨地区褐家鼠活动频率以黎明左右最高,并且在本研究涉及的夜行鼠种中,是唯一一种在白天各个时段都有活动的鼠种。

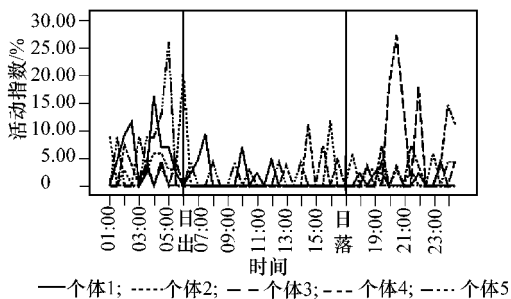


图6 褐家鼠昼夜活动节律

2.6 黑线姬鼠

黑线姬鼠主要为夜间活动(卡方检验结果 $\chi^2 = 93.333$, $df = 31$, $p = 0.000$),以日落后1~2 h活动强度最大,日间活动主要集中在黎明,可持续到日出后3~4 h(图7)。陈富申、丁新天分别在田间观测到黑线姬鼠活动主要集中在黄昏,超过总活动的50%^[10-11]。邹剑明笼养研究结果与前两者基本一致^[9]。对于黑线姬鼠日间活动,仅邹剑明等研究结果确切记录黎明(05:00~07:00)活动占28.4%,丁新天研究结果没有记录确切的活动时段^[11]。本研究结果与这些研究结果基本一致,但黑线姬鼠的日间活动仅占到总活动次数的14.7%(表1),并且持续时间长。姜仕仁在笼养条件下的研究结果黑线姬鼠活动主要集中在20:00~03:00,并且表现出明显的双峰,这一结果与前人研究以及本研究结果存在较大差异^[12]。

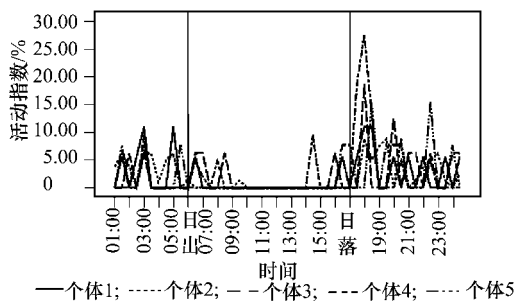


图7 黑线姬鼠昼夜活动节律

孙儒泳指出动物的昼夜节律是复杂多样的^[1],是对各种环境条件昼夜变化的一种综合性适应,包括了对光、温度、湿度等非生物条件和食物条件、种内社群关系和天敌等种间关系等生物因素的适应。试验证明,这些节律不仅是动物对光、温度等外界刺激的反应,还受到动物内源性的似昼夜节律调节,是外部昼夜周期性和动物机体内部的似昼夜节律的共同作用的结果,而这些外部昼夜因素中,最重要的一个因素是光^[1]。本试验是在实验室条件下进行的,保证了动物的温度、湿度以及食物需要,采用了自然光饲养。因此本试验结果应该主要反映试验动物对外界光周期的反应。而且短期的实验室饲养,不会很快改变动物的内源性节律,因此应当在一定程度上能够反映试验动物在当地自然环境条件下的活动节律。动物的活动节律是对环境长期适应的结果,不同鼠种的活动节律,也因为栖息地环境的变化而有所不同。本试验不同鼠种活动节律的差异以及与

其他地区同一鼠种之间的差异,应当在一定程度上反映出这些鼠种本身的特征以及对当地特殊环境的适应。如达乌尔黄鼠主要分布于干草及滩地环境中,中午日照强烈,因此其中午活动强度明显降低形成明显的活动间歇期。莫氏田鼠则主要分布于沼泽、河岸及湖沼边缘等,主要取食草根,在草丛下形成大量洞道,因此其活动受阳光强弱影响较小,其昼夜活动型与其生活、取食的环境相适应。其他4种鼠类,都是夜行鼠类,除褐家鼠以外,其他3种鼠的活动强度都以上半夜最高,表现典型的夜行动物特征。其中,小家鼠是最典型的夜行鼠,褐家鼠与大仓鼠相对日间活动较多。与长江流域褐家鼠相比,褐家鼠在黎明以及日间活动更多。黑线姬鼠与褐家鼠相比,其日间活动主要集中在黎明至日出后3~4h,与长江流域黑线姬鼠相比,其黎明活动时间显著延长。褐家鼠与黑线姬鼠的这一特点,可能与黑龙江地区昼短夜长,气温低,昼夜温差显著的环境特点有关。

参考文献

[1] 孙儒泳. 动物生态学原理[M]. 第3版. 北京:北京师范大学出

版社, 2001.
 [2] 纪春艳, 李强, 杨春文. 大林姬鼠昼夜活动节律的研究[J]. 牡丹江师范学院学报, 2005(4): 1-3.
 [3] 宛新荣, 刘伟, 王广和, 等. 典型草原区布氏田鼠的活动节律及其季节变化[J]. 兽类学报, 2006, 26(3): 226-234.
 [4] 胡忠军, 郭聪, 王勇, 等. 东方田鼠昼夜活动节律观察[J]. 动物学杂志, 2002, 37(1): 18-22.
 [5] 王淑卿, 杨荷芳, 郝守身. 大仓鼠某些生态研究[J]. 动物学杂志, 1996, 31(4): 28-32.
 [6] 金建丽, 张春美, 杨春文. 棕背 Ping 昼夜活动节律的研究[J]. 应用生态学报, 2003, 14(6): 1019-1022.
 [7] 张知彬, 王祖望. 农业重要害鼠的生态学及控制对策[M]. 北京: 海洋出版社, 1998.
 [8] 黄文几, 陈延熹, 温业新. 中国啮齿类[M]. 上海: 复旦大学出版社, 1995.
 [9] 邹剑明, 黄小清, 夏金初, 等. 洞庭湖稻作区农田鼠害综合治理技术研究[J]. 湖南农业科学, 1994(增): 45-49.
 [10] 陈富申. 黑线姬鼠生物学特性研究初报[J]. 河南农业科学, 1989, 1: 13-14.
 [11] 丁新天. 环境条件与黑线姬鼠种群发生的关系[J]. 植物保护, 1992, 18(6): 35-36.
 [12] 姜仕仁, 郑肖锋, 沈斌, 等. 笼养条件下两种鼠春季昼夜的活动节律比较[J]. 浙江科技学院学报, 2006, 18(1): 19-23.

生防细菌 B579 的活性稳定性及其对作物安全性研究

杨秀荣, 刘水芳, 孙淑琴, 刘亦学, 张学文, 张惟

(天津市植物保护研究所, 天津 300112)

摘要 通过对生防细菌 B579 的活性稳定性及对作物安全性研究, 结果表明, 生防细菌 B579 能够保持稳定的生防效果, 同时对作物安全。

关键词 生防细菌; 活性稳定性; 安全性

中图分类号 S 476.19

Stability and safety of the biocontrol bacterium B579

Yang Xiurong, Liu Shuifang, Sun Shuqin, Liu Yixue, Zhang Xuewen, Zhang Wei

(Tianjin Institute of Plant Protection, Tianjin 300112, China)

Abstract The stability of the biocontrol bacterium B579 in controlling soil-borne diseases and its safety to the crops were studied. The results showed that B579 had stable inhibitory action to soil-borne diseases, and it was safe to crops.

Key words biocontrol bacteria; activity stability; safety.

天津市植物保护研究所生防室从天津近郊蔬菜 种植区分离筛选获得 1 株生防细菌 B579, 经初步鉴