

黄雯琳, 刘伟, 王欢, 等. 模拟捕食风险对鸡食物选择和行为分配的影响[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(3): 249–252.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.03.069

模拟捕食风险对鸡食物选择和行为分配的影响

黄雯琳¹, 刘伟², 王欢², 李姝璇², 连新明¹

(1. 南京农业大学动物科技学院, 江苏南京 210095; 2. 南京农业大学动物医学院, 江苏南京 210095)

摘要:捕食风险会影响动物的行为表现, 进而影响动物的生存适合度。以洛岛红鸡(*Gallus gallus domesticus*)作为研究对象, 通过犬吠声录音模拟捕食风险, 同时引入燕麦、糙米 2 种不同于普通饲料的新型食物, 观察鸡对不同食物的采食时间和频次来了解鸡的采食偏好, 并通过记录在鸡偏好食物旁设置犬吠声后鸡的采食变化情况及前后行为差异来探究捕食风险对鸡行为的影响。结果表明: 不同性别鸡对于糙米的偏好程度均极显著高于燕麦($P < 0.01$), 这种差异性即使在犬吠的影响下仍然存在; 在提供犬吠声模拟的捕食风险后, 2 种性别鸡的行为时间分配情况均产生了明显变化, 主要表现为停歇不动行为明显增加, 而移动、修饰等行为明显减少($P < 0.05$); 在无干扰条件下, 雄性较雌性表现出更多的警戒行为, 而有犬吠情况下, 雄性个体的警戒行为减少, 较雌性表现出更多的休息行为, 而雌性个体的行为表现相反。研究结果表明, 犬吠声作为一种捕食风险的确会影响到鸡对新型食物的采食时间和采食频率, 并且对鸡的行为时间分配也会产生一定影响。

关键词:捕食风险; 糙米; 燕麦; 犬吠声; 洛岛红鸡; 食物选择; 行为分配

中图分类号: S831.4⁺9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)03-0249-03

自然环境生长的动物随时都会面临被同种或其他生物捕食的风险。作为一种选择性压力, 捕食风险不仅直接影响动物警戒行为的强度, 还对采食、社交、栖息地选择等一系列行为产生影响^[1]。在长期进化过程中, 动物通过估测捕食风险的种类和程度来调整每种行为的时间分配以提高生存适合度^[2]。在面对捕食风险时, 被捕食者会根据潜在的捕食风险, 调整自身行为, 减少在反捕食行为上的能量消耗, 这种进化促使动物对声音刺激或者快速接近行为都会产生反捕食行为响应^[3]。例如, 当捕食风险增加时, 动物会增加警戒行为的时间和频次, 减少觅食和休息行为时间, 甚至转移活动区域以减少被捕食的风险。越来越多的研究表明, 即使没有特定捕食者的存在, 其他类似声音、人类接近、光等非致命性捕食风险都会导致动物反捕食行为的调整, 进而成为反捕食行为策略的进化基础^[4]。吴懿通过模拟不同分贝的金属落体声音刺激 46 日龄三黄鸡, 发现在声音刺激初期, 三黄鸡惊恐行为比例增多; 但随着刺激次数增加, 惊恐行为发生次数减少直至消失, 表现为习惯化适应^[5]。

近年来, 有关动物认知偏差的研究逐渐成为动物行为学的研究热点。动物应对周围环境变化作出的行为决策往往受其生理、心理以及过往经历的影响^[6]。有研究发现, 动物早期经历可能会改变表现型、基因组和行为表达, 这些影响会一直持续到成年。动物幼年神经系统的发育依赖于动物与环境

间的相互作用, 决定动物个体早期行为的发育^[7]。动物个体早期的认知经验直接塑造动物的认知发育^[8], 在妊娠期以及动物早期生长过程中的经历可能对成年后的动物行为产生长期影响, 导致成年动物认知能力的改变。

本试验以洛岛红鸡作为试验对象, 提供糙米、燕麦 2 种颜色、大小相近的食物, 通过行为监控系统记录雌雄鸡对 2 种食物的选择偏好, 随后播放犬吠声模拟捕食风险, 通过比较试验鸡的行为变化以及对偏好食物的选择在两性个体之间的差异变化, 进而为加深理解鸡认知偏差以及加强草鸡的饲养管理提供基础数据及科学支持。

1 材料与方法

1.1 试验动物及饲养管理

选取 8 羽健康、散养的成年洛岛红鸡, 雌雄各 4 羽, 同性别个体体质量无明显差异, 随机分为 4 组, 每组 1 雄 1 雌, 分别饲养在 4 个铁丝笼内(每个铁丝笼的规格为 120 cm × 80 cm × 60 cm)。饲喂全价料, 自由采食和饮水。为保证试验过程中鸡的取食行为, 试验前 1 d 对试验组鸡限制饲喂。为识别个体, 用不同颜色的橡皮筋套在试验动物的腿上, 橡皮筋的松紧程度不会使动物感到不适。

1.2 试验方法

试验开始前, 已经在观察室天花板对角线位置预先安装好红外摄像头, 每个观察室安装 2 个, 确保无视线盲区。为确保无人干扰, 硬盘录像机和监控屏幕放置在观察室外的准备室内。此外, 为了尽可能减少试验动物对观察室陌生环境的不适, 在整个试验开始前, 所有鸡均在观察室内饲养适应 48 h, 同时制定并确定行为谱(表 1), 随后开始分组试验。

整个试验分为 2 个部分: 无捕食风险、有捕食风险。(1) 无捕食风险试验。用预试验期使用的料槽, 分别放入 250 g 糙米、燕麦。2 个料槽分别放置于观察室地面对角线上, 距离

收稿日期: 2015-08-04

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金(编号: KYZ201536); 南京农业大学动物医学院 SRT 计划(编号: 1517C18)。

作者简介: 黄雯琳(1991—), 女, 安徽芜湖人, 硕士研究生, 从事应用动物行为学与动物福利研究。E-mail: 1258428272@qq.com。

通信作者: 连新明, 博士, 副教授, 从事应用动物行为学教学与科研工作。E-mail: lianxinming@gmail.com。

表 1 试验鸡行为谱

行为	行为描述
站立	双腿站立,1 双腿支持身体;单腿站立,用 1 只腿支持身体,另 1 只腿抬起
移动	鸡游走、奔跑、飞起和跳跃
喝水	鸡将喙插入水中,将水饮入
采食	鸡喙部靠近料槽,吞食或吞咽食物
休息	鸡双腿合拢,胸腹着地,趴卧在地上不动
警戒	当意识到有危险临近时,中止其他行为,伸长颈部,头部转动,四处张望
修饰	鸡用爪子或喙部整理自己的羽毛,或者抖动身体,或舒展翅膀等行为

2 个墙角各 50 cm,对角线中点(即观察室地板中心点)处放置水槽,水槽中盛适量洁净饮水。随后开启硬盘录像机。在观察室中依次放入各组试验鸡,每组观察 12 h,观察结束后,先将鸡抓入原先的铁丝笼中,重新补充 2 种新型饲料和适量洁净饮水后,再放入下一组试验鸡。(2)有捕食风险试验。通过无捕食风险试验中鸡对 2 种饲料的取食数量,确定鸡偏好的食物。提前录制好犬吠声模拟捕食风险,将录音笔放置于鸡偏好的食物料槽内,开启硬盘录像机,在观察室内依次放入各组试验用鸡,每组观察 12 h。试验鸡顺序和无捕食风险试验保持一致。同样,2 组鸡试验之间要补充饲料、洁净饮水。

表 2 有无捕食风险下试验鸡对 2 种新型饲料的采食情况

捕食 风险	饲料 类别	雄性			雌性		
		采食时间 (s)	采食次数 (次)	平均每次采食持续时间 (s)	采食时间 (s)	采食次数 (次)	平均每次采食持续时间 (s)
无	糙米	216.17 ± 43.95a	2.86 ± 0.54a	87.10 ± 23.58a	223.77 ± 43.04a	2.86 ± 0.61a	71.87 ± 11.86a
	燕麦	36.33 ± 18.22b	0.86 ± 0.30b	11.10 ± 4.52c	4.50 ± 2.46c	0.43 ± 0.23b	4.50 ± 2.46c
有	糙米	151.41 ± 53.53a	1.50 ± 0.52a	26.61 ± 8.84b	88.30 ± 40.07b	1.38 ± 0.43a	17.45 ± 6.77b
	燕麦	0.00 ± 0.00c	0.00 ± 0.00c	0.00 ± 0.00d	0.00 ± 0.00b	0.00 ± 0.00b	0.00 ± 0.00c

注:同列数据后不同小写字母代表差异显著($P < 0.05$)。

2.2 模拟捕食风险对鸡其他行为的影响

研究表明,捕食风险影响鸡的行为时间分配,尤其是移动、警戒、休息等行为,主要表现为停歇不动行为明显增加,而移动等活动行为明显减少。同时,试验鸡行为时间分配的变化存在性别之间的差异,有捕食风险条件下,雄性个体的修饰行为极显著下降($P < 0.01$),休息行为极显著性增加;雌性个体的移动、采食行为显著下降($P < 0.05$),修饰行为极显著下降($P < 0.01$),警戒行为极显著增加($P < 0.01$),说明捕食风险对两性鸡行为均产生影响。犬吠声后,雌性个体的警戒行为增加,说明雌性个体对犬吠声反应敏感,而雄性个体的警戒行为反而降低,说明雄性个体更能快速适应周围环境(图 1)。

2.3 模拟捕食风险对试验个体区域停留时间的影响

为了方便观察试验过程中鸡的停留区域,将观察室分为 4 个部分:糙米区、近糙米区、近燕麦区和燕麦区。试验发现,在无捕食风险时,2 种性别试验鸡停留在近糙米区的时间最长,而在捕食风险条件下,雄性个体在近燕麦区的停留时间显著增加,在糙米区、燕麦区的活动时间显著降低;雌性个体表现更明显,在有捕食风险条件下,其在糙米区、燕麦区的停留时间极显著减少,而在近燕麦区的停留时间显著增加。说明

为了更好地理解试验鸡对捕食风险的反应,将观察室地面划分为 4 个区域,以观察室 2 个对角线交叉的中点为中心,将观察室地面划分为 4 等分,分别为糙米区、近糙米区、近燕麦区、燕麦区,并通过行为录像,记录试验鸡在每个区域内停留的总时间。

1.3 数据处理及统计学分析

所有视频利用行为处理软件 Observer XT10.5 处理分析,得到行为总时间、行为频次、单次行为持续时间等数据。随后将数据文件导入 Excel、IBM SPSS20.0 进一步检验分析。Kolmogorov-Smirnov 检验结果显示,所有数据符合正态分布。采用单因素方差分析比较试验鸡对不同食物的选择偏好差异性;采用双因素方差分析检验捕食风险、性别因素对鸡行为时间分配的影响。本研究中出现的数据均以“平均值 ± 标准误”表示。

2 结果与分析

2.1 模拟捕食风险环境对鸡采食偏好的影响

研究结果表明,有无犬吠情况下试验鸡两性个体对糙米、燕麦的采食均偏好糙米,并存在显著差异($P < 0.01$),这可能是由于模拟捕食风险并没有引起试验动物的采食偏差。但是,在犬吠环境中,雌性鸡明显减少了对糙米的采食,采食时间和次数均降低,说明雌性个体可能更容易受到捕食风险的影响(表 2)。

犬吠声使得试验个体不敢靠近糙米,活动区域向靠近燕麦的一方转移,模拟捕食风险可对鸡的活动区域产生影响(图 2)。

3 讨论与结论

3.1 捕食风险对鸡觅食行为的影响

觅食行为是动物最基本的行为^[9],也是满足动物生存的必需行为^[10],在长久进化过程中,任何动物,尤其是被捕食者,均在觅食和防御捕食风险之间形成了最优取食策略,即风险和利益之间的权衡策略^[11]。捕食风险的存在会影响动物的取食策略,降低动物的取食效率^[12]。本研究中,糙米、燕麦 2 种食物的颜色和形状均相近,试验鸡明显偏好于糙米,而对燕麦的采食较少,且时间短,这种差异在设置犬吠声模拟捕食风险后更加显著,试验鸡在捕食风险环境中均不再采食燕麦。而在存在捕食风险并且距离喜食的糙米更近的情况下,鸡对食物的选择偏好并没有改变,反而全部选择糙米。该结果与本试验开始预想的并不相同,已有研究表明,动物的觅食行为会随着周围环境的变化而发生改变^[13]。捕食风险存在条件下,动物会权衡觅食和捕食风险之间的关系以调整自己的取食行为,在高捕食风险环境下,动物往往回避捕食风险较高的

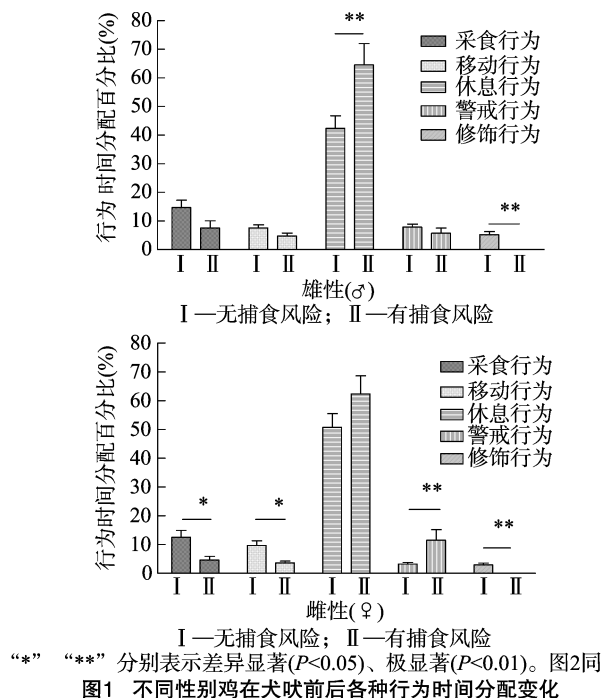


图1 不同性别鸡在犬吠前后各种行为时间分配变化

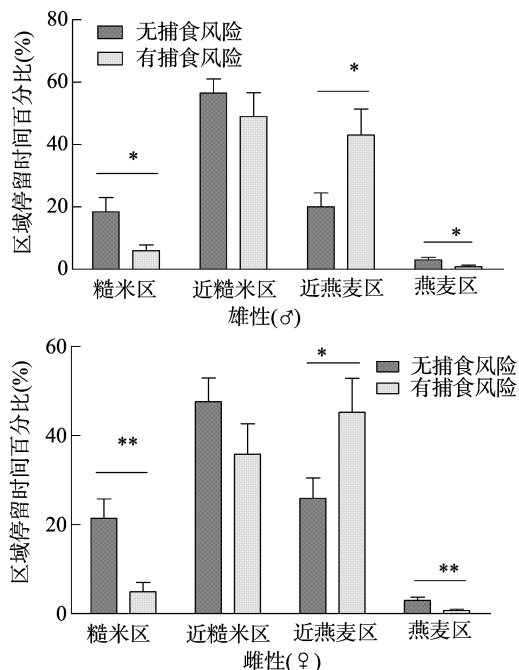


图2 不同性别鸡在犬吠声前后各停留区域时间百分比变化

觅食地点,而选择食物较少但捕食风险低的地点^[14]。在本试验中,在有犬吠情况下,鸡的采食时间明显减少,这说明模拟捕食风险对鸡采食行为产生了负面影响。但是,鸡对食物的选择偏好却没有发生改变,甚至捕食风险存在后,鸡完全采食捕食风险较高的糙米。结果表明,虽然用犬吠声模拟的捕食风险会使鸡产生恐惧心理从而减少其采食行为,但这种捕食风险的存在并不足以改变鸡的采食偏好。由于本试验所用鸡为散养模式下的成年草鸡品种,在其早期生活期间有可能对犬吠声较为熟悉,从而导致试验鸡对犬吠声不太敏感;另外,还有可能是由于观察室空间的限制,试验鸡对环境适应较快,鸡在较短时间内可以识别捕食风险的虚拟化,从而无视犬吠

干扰;同样是由于观察室空间受限,虽然试验者从人类角度确定在燕麦处完全听不到犬吠声,但有关鸡听力范围的争议较大,如果鸡的听力范围大于人类的听力范围,有可能造成2种新型饲料处犬吠声的大小区别不明显。因此后续的研究中可设置一种对鸡更具威胁的动物叫声或天敌粪尿等带气味物质探究捕食风险对家禽食物选择偏差的影响。

3.2 捕食风险对鸡其他行为的影响

动物可以根据周围环境变化以及自身的生理状况来调整行为表现,从而在时间和空间上对环境和周围事物的变化作出相应的反应^[15-16]。本研究中,在模拟捕食风险条件下,试验鸡的移动行为均表现出明显减少,说明犬吠声模拟的捕食风险的确对试验个体产生了一定的影响。但休息行为的明显增多可能预示着试验个体对环境适应能力较强,或者与本试验部分数据在夜间获取有关。

在模拟捕食风险环境中,性别会影响鸡行为的表达。在没有捕食风险的情况下,雄性个体的休息行为少于雌性,而在加入犬吠声后,雄鸡的休息行为极显著增加,甚至其时间比例要高于雌性的相应行为时间的比例。对于警戒行为,雄性个体在正常环境中表现出更多的警戒行为,这与大多数关于动物行为的研究结果类似^[17]。对于大多数动物而言,雄性个体的警戒时间通常较雌性个体多。在环境中添加犬吠声模拟捕食风险后,雄性个体的警戒行为却减少,而雌性个体的警戒行为极显著增加,这与之前的研究结果相一致。雄性个体对陌生环境的适应能力较强,在高捕食风险条件下会更加凸显其良好的适应能力。雌性个体则表现出更多的紧张行为,如警戒行为增加,母鸡的警戒行为极显著增加,母鸡较公鸡表现出更多的警戒行为是其适应高捕食风险的行为反应之一,结合研究中呈现的捕食风险,环境中雌性个体的采食和饮水行为减少,可以得出雌性个体对高捕食风险环境的适应能力相对雄性个体较弱。

动物的修饰行为是动物为了维护体表清洁,去除异物而作出的一系列行为,是自我舒适状态的行为表现之一,其发生比例越高往往预示着动物的福利越好,其对环境的适应能力更强^[18]。研究表明,无捕食风险情况下,鸡会表达一定程度的舒适行为,且雄性个体的表达比例高于雌性,说明雄性个体能够更快地适应新的环境。而在设置捕食风险后,试验鸡的修饰行为均极显著减少直到几乎消失不见,同样证实犬吠声模拟的捕食风险对鸡的行为产生了影响。

3.3 捕食风险对鸡活动区域的影响

在自然状态下,动物在某一区域内的活动频率与该区域内食物的丰富程度成正比,而与区域内存在的捕食风险成反比^[19]。本试验结果表明,在无犬吠时,试验个体在近糙米区停留时间最长,而在糙米处设置捕食风险后,试验个体在糙米区的停留时间明显下降,而在近燕麦区的停留时间明显增加,说明犬吠声模拟的捕食风险对试验鸡产生影响,导致其活动区域发生变化,鸡的活动区域从靠近糙米的区域向远离捕食风险的一侧转移。

参考文献:

- [1] 车 烨,李忠秋. 动物的警戒行为——回顾及展望[J]. 四川动物, 2014, 33(1): 144-150.

洪伟鸣,曹飞,徐懿,等. *N*-氨甲酰谷氨酸的急性毒性试验[J]. 江苏农业科学,2016,44(3):252-253.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.03.070

N-氨甲酰谷氨酸的急性毒性试验

洪伟鸣¹,曹飞²,徐懿³,宋亮¹,左伟勇¹

(1. 江苏农牧科技职业学院/江苏省兽用生物制药高新技术研究重点实验室,江苏泰州 225300;

2. 南京工业大学生物与制药工程学院,江苏南京 211816; 3. 江苏省泰州市海陵区畜牧兽医站,江苏泰州 225300)

摘要:根据《兽药试验技术规范汇编》的要求观察了自行合成的 *N*-氨甲酰谷氨酸对小白鼠和肉鸡的安全性。对小白鼠和肉鸡采用经口灌胃法进行了急性毒性试验。试验结果表明,*N*-氨甲酰谷氨酸对小鼠和肉鸡没有毒性作用。

关键词:*N*-氨甲酰谷氨酸;小鼠;肉鸡;急性毒性试验;安全性

中图分类号:S853.74 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2016)03-0252-02

N-氨甲酰谷氨酸(*N*-carbamylglutamate, NCG)是 *N*-乙酰谷氨酸(*N*-acetylglutamate, NAG)的结构类似物,能激活动物体内氨甲酰磷酸合成酶-I(carbamyl phosphate synthetase I, CPS-I)和二氢吡咯-5-羧酸合成酶(pyrroline-5-carboxylate synthetase, P5CS),促进动物内源精氨酸的生成^[1-2]。NCG作为精氨酸内源激活剂以提高机体精氨酸含量和改善动物生产与健康为目的,作为饲料添加剂加入日粮中对哺乳动物机体内源性氨基酸的调控具有明显的效果^[3]。为全面了解 NCG 安全性和为临床安全科学饲喂家禽提供依据,根据《兽药试验技术规范汇编》的要求^[4],以靶动物小白

鼠和肉鸡为对象进行了急性毒性试验;同时也为后续深入探讨 *N*-氨甲酰谷氨酸对家禽的作用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验动物

健康清洁级昆明系小白鼠 50 只,雌雄各半,体质量(20±2)g,购自扬州大学比较医学中心,预饲 3 d 后开展试验;1 日龄京海黄肉仔鸡 30 羽,公、母各半,购自江苏省家禽研究所,预饲 20 d 后开展试验。

1.2 试验药物

N-氨甲酰谷氨酸(纯度≥95%)由江苏省兽用生物制药高新技术研究重点实验室自行研制合成。临用前用纯水将其配制成 0.15% (称取 150 mg 定容至 100 mL)的溶液后按剂量灌胃。

1.3 小鼠灌胃

选取 50 只精神状态良好的小白鼠,随机分成 5 组,每组 10 只,雌雄各半,其中第 I~IV 组为试验组,第 V 组为空白对

收稿日期:2015-02-09

基金项目:江苏省自然科学基金(编号:BK2010557)。

作者简介:洪伟鸣(1981—),男,硕士,讲师,主要从事兽用生物药物的研发工作。Tel: (0523)86356828;E-mail: jsahvc@163.com。

通信作者:左伟勇,教授,硕士生导师,主要从事动物生理生化研究。E-mail: jsahvc@126.com。

[2] Lima S L, Bednekoff P A. Temporal variation in danger drives anti-predator behavior: the predation risk allocation hypothesis[J]. The American Naturalist, 1999, 153(6): 649-659.

[3] 边疆晖,樊乃昌. 捕食风险与动物行为及其决策的关系[J]. 生态学杂志, 1997, 16(1): 35-40.

[4] 蒋一婷,丁长青. 非致命性捕食风险对鸟类的影响[J]. 动物学杂志, 2014, 49(4): 613-620.

[5] 吴懿. 噪声对鸡的行为、心率变异性及卵巢组织形态的影响[D]. 南京:南京农业大学, 2009: 31-38.

[6] Mendl M, Burman O H, Parker R M, et al. Cognitive bias as an indicator of animal emotion and welfare: Emerging evidence and underlying mechanisms[J]. Applied Animal Behaviour Science, 2009, 118(3/4): 161-181.

[7] 孙明亮,王威,王衣博. 早期经验对动物认知的影响[J]. 中国动物保健, 2015, 17(1): 69-70, 72.

[8] 尚玉昌. 动物的文化行为[J]. 生物学通报, 1989, 34(4): 11-12.

[9] 郝爱霞,邓文洪. 笼养褐马鸡行为的 PAE 编码及行为谱特征[J]. 北京师范大学学报:自然科学版, 2014, 50(6): 614-619.

[10] 郝爱霞,邓文洪. 不同丰容方式对笼养褐马鸡行为的影响[J]. 生态学杂志, 2014, 33(12): 3315-3321.

[11] 邢茂卓,张志明,田恒玖,等. 笼养大斑啄木鸟行为时间分配和活动节律[J]. 动物学杂志, 2013, 48(1): 95-101.

[12] 邢茂卓. 斑块环境中大斑啄木鸟觅食行为研究[D]. 北京:北京林业大学, 2012: 1-10.

[13] 路纪琪,张知彬. 捕食风险及其对动物觅食行为的影响[J]. 生态学杂志, 2004, 23(2): 66-72.

[14] Lima S L, Dill L M. Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus[J]. Canadian Journal of Zoology, 1990, 68(4): 619-640.

[15] Sih A. Prey uncertainty and the balancing of antipredator and feeding needs[J]. American Naturalist, 1992, 139(5): 1052-1069.

[16] Brown J S. Patch use as an indicator of habitat preference, predation risk, and competition[J]. Behavioral Ecology and Sociobiology, 1988, 22(1): 37-47.

[17] 颜忠诚,陈永林. 动物的生境选择[J]. 生态学杂志, 1998, 17(2): 43-49.

[18] 包军. 应用动物行为学与动物福利[J]. 家畜生态, 1997, 18(2): 38-44.

[19] 魏万红,杨生妹,樊乃昌,等. 动物觅食行为对捕食风险的反应[J]. 动物学杂志, 2004, 39(3): 84-90.