

# 熟悉性对棕色田鼠和根田鼠择偶行为的影响\*

赵亚军 邵发道 王廷正 赵新全 李保明

( 中国农业大学设施农业生物环境工程农业部重点开放实验室, 北京 100083)

( 陕西师范大学生命科学院, 西安 710062) ( 中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810008)

**摘要** 以两性配对共居至交配或生仔作不同熟悉处理, 在 Y 字型选择箱中分别观察棕色田鼠、根田鼠的择偶行为和配偶识别。结果如下: (1) 棕色田鼠雌雄两性均表现出对熟悉异性或配偶的喜好倾向; (2) 在根田鼠中, 只有雌性表现出对熟悉雄鼠或配偶的选择倾向, 雄鼠无明确的选择取向; (3) 每种雌性田鼠对 2 种熟悉性不同的同种雄性的嗅舔时间均有显著差异性, 而每种雄性田鼠对 2 种熟悉性不同的同种雌性的嗅舔时间均无显著差异性。这些结果表明: (1) 熟悉性对棕色田鼠择偶行为的影响大于对根田鼠的影响; (2) 嗅舔时间差异可反映不同田鼠的配偶识别能力, 熟悉性对棕色田鼠配偶识别能力的影响大于对根田鼠的影响; (3) 2 种田鼠配偶识别的性别差异的一致性, 提示这 2 种田鼠的雌性配偶识别能力均强于雄性田鼠, 而雌鼠的配偶识别能力可能取决于雌鼠受交配或分娩刺激的生理状态; (4) 棕色田鼠室内所表现的择偶行为的两性熟悉性特征与其单配制有关, 根田鼠所表现的择偶行为的雌性熟悉性特征与其一雄多雌制有关。

**关键词** 棕色田鼠 根田鼠 共居 熟悉性 择偶行为 配偶识别 单配制 一雄多雌制

动物的择偶行为是其种群婚配制度的重要特征反映, 单配制动物的择偶行为特征成为比较研究的标准 (Dewsbury, 1975, 1990)。田鼠的择偶行为在室内具有很好的观察性, 单配制与多配制田鼠的择偶行为不仅具可比性, 而且择偶行为的差异与其婚配制度的差异相关 (Dewsbury, 1975, 1990; Carter *et al.*, 1993; Salo *et al.*, 1995; Getz *et al.*, 1996; 尹峰等, 1998)。迄今为止, 有关单配制和一雄多雌制田鼠择偶行为的直接比较研究未见报道 (Zhao *et al.*, 1999; 赵亚军等, 2000)。

熟悉性是研究择偶行为的重要依据。对草原田鼠 (*Microtus ochrogaster*) 和山地田鼠 (*M. montanus*) 的比较研究证实, 熟悉性对择偶行为具有短期和长期的效应 (Shapiro *et al.*, 1986; Ferkin, 1988; Fortier *et al.*, 1996)。在单配制田鼠中, 两性关系的熟悉性则表现为交配的专一性 (也称性忠诚, sexual fidelity) 和配偶识别 (mate recognition) (Getz *et al.*, 1981; Shapiro *et al.*, 1986; Williams *et al.*, 1992a, 1992b), 性忠诚与配偶识别紧密联系在一起。社交行为, 特别是交配行为可促进雌性啮齿动物对雄性嗅觉记忆的形成。小家鼠 (*Mus musculus*) 雌性与雄性交配后共居 4~6 小时可形成对性伴侣的气味记忆 (Brennan,

1990)。一雄多雌制岸田鼠 (*Clethrionomys glareolus*) 雌鼠与雄鼠交配后共居 6 小时, 也能形成配偶识别的嗅觉记忆, 怀孕、分娩和哺乳过程均能影响这种配偶识别能力 (Kruczek, 1998)。实质上, 性忠诚和配偶识别是单配制田鼠的主要特征 (Getz *et al.*, 1981; Williams *et al.*, 1992a, b; Pizzuto *et al.*, 1998)。单配制草原田鼠的配偶识别有其深刻的生理机制。雌性草原田鼠与雄鼠交配后 6 个小时的短暂共居 (熟悉) 就能形成配偶识别, 实质上形成了对配偶气味的嗅觉记忆, 其机制与交配促使催产素 (oxytocin) 的释放有关 (Williams *et al.*, 1992a; Winslow *et al.*, 1993)。由于配偶识别涉及识别的嗅觉记忆过程, 故此, 研究择偶行为及其熟悉性对配偶识别的神经、生理及心理的机制探讨大有裨益。因此, 性忠诚与配偶识别也是田鼠择偶行为比较研究的重要实验变量。

我们对黄土高原旱作区农田优势鼠种棕色田鼠 (*M. mandarinus*) 和高寒草甸金露梅 (*Potentilla fruticosa*) 灌丛优势鼠种根田鼠 (*M. oeconomus*) 的择偶行为进行室内比较实验。棕色田鼠的社会组织形式主要是雌雄配对社群 (Male-female pairs) 和以雌雄配对为核心的共居社群, 其婚配制度为单配制 (Tai *et al.*, 2000; 邵发道等, 2001a, b);

2000-09-20 收稿, 2001-01-19 修回

\* 国家自然科学基金 (39870119) 和中国科学院北海生态系统实验站开放基金 (981653) 资助项目

第一作者简介 赵亚军, 33 岁, 男, 博士。研究方向: 动物生态学和行为学。Email: yajunzhao @263.net

根田鼠母系群 (Matrilineal family) 构成主要社会组织, 体现一雄多雌制的婚配关系 (Zhao *et al.*, 1999)。本实验将分析单配制棕色田鼠和一雄多雌制根田鼠择偶行为特征的差异, 检验熟悉性对单配制、一雄多雌制田鼠择偶行为与配偶识别的效应。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验动物

野生棕色田鼠捕自河南省灵宝市程村乡黄土高原农田 (34°07' ~ 34°44' N, 110°21' ~ 111°11' E) 中, 在陕西师范大学生命科学院研究室繁殖为 F1 ~ F3 代实验种群, 动物饲养在 40 cm × 28 cm × 15 cm 的塑料箱内, 以锯末作铺垫, 巢材为锯末, 水和食物供应充足, 室温控制在 22 ~ 24 °C, 光周期 12L 12D, 光亮始于 6:00。野生根田鼠捕自青海省中国科学院海北高寒生态系统定位站地区 (37°29' N ~ 37°45' N, 101°12' E ~ 101°23' E), 在西北高原生物研究所内繁殖为 F1 至 F3 代实验种群, 动物饲养在 40 cm × 28 cm × 15 cm 的塑料箱内, 巢材为锯末, 室温控制在 22 ~ 24 °C, 光周期 14L 10D, 逆光始于 19:30。

每个实验样本均包含 1 只实验鼠 (选择鼠) 和 2 只刺激鼠 (被选择鼠), 2 只刺激鼠与实验鼠的关系为熟悉和陌生, 或者为配偶和陌生。每种田鼠在断奶后分别与亲本分窝, 同胎同性同笼饲养至性成熟。用触诊法和阴道上皮细胞涂片法鉴定雌鼠发情日龄, 雌性棕色田鼠于 60 日龄开始发情, 根田鼠于 51 日龄开始发情 (邵发道等, 1999; Zhao *et al.*, 1999)。所有实验动物为 60 ~ 160 日龄, 每只动物在 1 组实验中只使用一次。实验雄鼠在实验前用一激素诱导的非实验雌鼠检验, 只有那些显示爬跨行为的雄鼠才被选用。同样, 在非实验用雄鼠爬跨时表现出脊柱凸起的雌鼠才被选用。另外, 为使从未交配过的雌鼠在实验时处于动情状态, 在实验前 2 天皮下注射雌二醇, 每克体重注射 0.00074 mg, 并在实验开始前 6 h 皮下注射黄体酮, 每克体重注射 0.0014 mg (尹峰等, 1998)。

### 1.2 实验器材

行为观察箱为品字形, 由 2 个选择箱 (30 cm × 30 cm × 30 cm) 和 1 个中立箱 (45 cm × 30 cm × 30 cm) 组成, 中立箱由 2 个管道 (长 25 cm, 直径为 7 cm) 分别与选择箱相通, 以闸门控制。实验鼠由中立箱随机进入其中 1 个选择箱, 在选择箱中每只刺激鼠以拴项方式限其在本箱内自由活动 (尹

峰等, 1998)。

### 1.3 实验内容和步骤

#### 1.3.1 棕色田鼠对异性熟悉和陌生鼠的择偶行为

无亲属关系的雌、雄鼠从 60 日龄起配对并同居同一饲养笼, 直到交配行为开始出现以建立熟悉关系。具体做法如下: 在饲养笼中, 每天雌鼠对关在小铁丝网中的雄鼠进行 16 h 的“囚笼探视”以消除攻击性, 之后释放雄鼠使雌雄鼠直接熟悉 8 h, 每 1 h 第 1 个 5 min 进行观察。若发现雄鼠表现攻击性求偶炫耀行为或雌鼠表现防御行为, 则停止直接接触, 恢复雌鼠对雄鼠的“囚笼探视”, 等待第 2 天 8 h 直接熟悉后再观察。若雌雄鼠表现亲昵行为, 继续观察直至 8 h 内出现第 1 次性行为 (完成 1 ~ 3 个射精系列), 则分开雌、雄鼠并立即进行择偶实验; 如果雌、雄鼠有亲昵行为, 但 8 h 的观察时间结束时仍未出现性行为, 则继续下一个 16 h 的“囚笼探视”和 8 h 的直接熟悉处理, 直到出现性行为为止。如此处理至少 2 ~ 7 d。若以雌鼠作为实验鼠, 则与其同居的雄鼠称为熟悉鼠, 另外 1 只从未与实验雌鼠见面的雄鼠称为陌生鼠; 雄鼠作为实验鼠时情况亦如此。本实验中雌、雄棕色田鼠各有 30 只, 每个择偶实验组样本数均为 10。本实验将研究短期熟悉性对雌、雄棕色田鼠择偶行为的效应。

#### 1.3.2 根田鼠对熟悉和陌生异性鼠的择偶行为

本实验中, 雌、雄根田鼠各有 36 和 35 只, 每个择偶实验组样本数分别为 12 和 11。熟悉关系的确定与方法 1.3.1 相同。本实验将检验短期熟悉性对雌、雄根田鼠的择偶行为效应。

#### 1.3.3 棕色田鼠对配偶和陌生异性鼠的择偶行为

本实验中雌、雄棕色田鼠各有 30 只, 每个择偶实验组样本数均为 10。配偶关系建立方法如下: 将 1 对无亲属关系的雌、雄鼠从 60 日龄起配对同居在同一饲养笼中直至生育一胎, 它们则为配偶关系, 时间 25 ~ 30 天, 从未与它们交往过的异性鼠则称为陌生鼠。雌鼠在分娩后的 48 h 内, 进入本实验。本实验将检验长期熟悉性对雌、雄棕色田鼠择偶行为的效应。

#### 1.3.4 根田鼠对配偶和陌生异性鼠的择偶行为

本实验中雌、雄根田鼠各有 36 和 35 只, 每个择偶实验组样本数分别为 12 和 11。配偶关系建立与方法 1.3.3 相同。本实验将检验雌、雄根田鼠对配偶和陌生异性鼠的择偶行为倾向性与其婚配制度的关系, 及长期熟悉性对配对关系的效应。

**1.3.5 实验步骤** 棕色田鼠的观察时间选在 8:30~11:00 和 15:00~18:00 (邵发道等, 1999), 根田鼠的观察时间选在 20:30 至 2:30 (与逆转的光周期同步) (Zhao *et al.*, 1999)。观察箱中以锯末作底物。实验前 2 天对实验鼠和刺激鼠分别进行 1 h 的观察箱环境适应, 实验时先允许每只实验鼠适应 10 min 后将其用闸门隔在中立箱中, 这时将 2 只刺激鼠分别拴在选择箱中使其适应 10 min。之后, 打开闸门, 实验开始, 观察并以口述录音方式记录动物的有关行为, 如果前 10 min 内选择鼠没有出现对被选择鼠的嗅舔、爬胯、善待等行为则取消本次实验。30 min 后结束实验, 将各种动物放回原饲养笼, 并用酒精和清水洗净观察箱以除去底物气味对下次实验的影响。行为变量记录如下。(1) 访问时间: 访问是指实验鼠进入刺激鼠的选择箱中直到离去的所有活动; (2) 嗅舔 (sniff/lick) 频次和时间: 实验鼠接近刺激鼠 1 cm 内, 用鼻吻对刺激鼠鼻、体、阴部等进行嗅/舔的行为, 嗅舔行为可作为配偶识别的一种标志 (Williams *et al.*, 1992a, 1992b; Kruczek, 1998); (3) 爬胯频次: 爬胯是指雄鼠用胯部爬在雌鼠的后臀部, 尚无阴茎插入阴道和前后骨盆的运动; (4) 交配时间: 交配行为是雄鼠在爬胯后插入、抽动和射精等连续行为, 同时雌鼠以脊柱前凸和臀部抬高迎合雄鼠爬胯后阴茎插入阴道、抽动和射精等; (5) 攻击时间: 包括实验鼠进攻和防卫刺激鼠, 及受到刺激鼠攻击时逃避等行为; (6) 善待

(amicable behavior or amity) 时间: 实验鼠以体侧或腹侧与刺激鼠相接触的静止状态超过 1 s, 相互嗅添鼻吻部, 及对刺激鼠进行理毛修饰。

#### 1.4 数据分析

将口述录音记录的行为, 以行为软件 The Observer 转录到计算机上, 得到上述行为的频次和时间的数据指标。通过统计分析软件包 SPSS/PC+ 进行数据处理, 以相关样本的 Wilcoxon 配对检验分析实验雌鼠对同种刺激鼠行为差异的显著性, 用独立样本的 Mann-Whitney U 检验分析同种雌雄鼠之间选择行为差异的显著性。

## 2 结果

### 2.1 棕色田鼠对熟悉和陌生异性的择偶行为

动情雌性棕色田鼠对熟悉雄鼠的访问时间、嗅舔频次和时间、爬胯频次、交配时间及善待的时间, 都显著大于陌生雄鼠; 雄性棕色田鼠对熟悉雌性的访问时间、嗅舔频次、爬胯频次、交配时间及善待的时间都显著大于陌生雄鼠, 对熟悉雌性的攻击时间显著小于陌生雌性 (表 1)。

### 2.2 根田鼠对熟悉和陌生异性的择偶行为

动情雌性根田鼠在访问时间、嗅舔频次和时间、及善待时间上, 对熟悉雄鼠均显著大于陌生雄鼠, 而在攻击时间上对熟悉雄鼠显著小于陌生雄鼠; 雄性根田鼠对陌生雌性的攻击时间上显著大于熟悉鼠, 对陌生雌性的善待时间显著小于熟悉鼠 (表 2)。

表 1 短期熟悉对棕色田鼠择偶行为的影响 (变量平均值  $\pm$ 标准误)

Table 1 Effects of short-term familiarity on mate choice in female and male mandarin voles (mean  $\pm$ SE)

行为 Behaviors	雌鼠 Female (n = 10)			雄鼠 Male (n = 10)		
	熟悉雄鼠 (Familiar male)	陌生雄鼠 (Stranger male)		熟悉雌鼠 (Familiar female)	陌生雌鼠 (Stranger female)	
访问 (Visit)	702.6 $\pm$ 60.8	409.1 $\pm$ 36.3	**	855.3 $\pm$ 43.4	491.8 $\pm$ 33.9	**
嗅舔 (Sniff/Lick)	4.9 $\pm$ 1.5	0.4 $\pm$ 0.2	*	3.8 $\pm$ 0.8	0.8 $\pm$ 0.4	**
	31.6 $\pm$ 8.1	4.4 $\pm$ 2.1	*	48.9 $\pm$ 10.9	18.8 $\pm$ 10.2	ns
爬胯 (Mount)	5.9 $\pm$ 2.1	0.0 $\pm$ 0.0	*	7.6 $\pm$ 1.5	1.2 $\pm$ 0.4	**
交配 (Copulate)	92.6 $\pm$ 47.6	0.0 $\pm$ 0.0	*	495.3 $\pm$ 103.5	19.8 $\pm$ 2.1	**
攻击 (Attack)	69.4 $\pm$ 36.3	120.0 $\pm$ 28.6	NS	13.6 $\pm$ 10.7	139.9 $\pm$ 30.4	**
善待 (Amity)	70.1 $\pm$ 17.4	0.0 $\pm$ 0.0	*	126.8 $\pm$ 33.7	8.5 $\pm$ 8.5	*

Wilcoxon 配对检验 (Wilcoxon Paired Test) \*  $P < 0.05$  \*\*  $P < 0.01$  ns: 不显著 (no significance)

嗅舔记为频次, 其它记为持续时间 (Sniff/Lick was recorded in frequency, while the others in duration)

n: 样本大小 (Sample size)

表 2 短期熟悉对根田鼠择偶行为的影响 (变量平均值  $\pm$ 标准误)Table 2 Effects of short-term familiarity on mate choice in female and male root voles (珺  $\pm$ SE)

行为 Behaviors	雌鼠 Female ( $n=12$ )			雄鼠 Male ( $n=11$ )		
	熟悉雄鼠 (Familiar male)	陌生雄鼠 (Stranger male)		熟悉雌鼠 (Familiar female)	陌生雌鼠 (Stranger female)	
访问 (Visit)	890.5 $\pm$ 79.2	329.8 $\pm$ 51.5	**	610.8 $\pm$ 47.7	601.4 $\pm$ 34.4	ns
嗅舔 (Sniff/Lick)	14.8 $\pm$ 1.9	6.7 $\pm$ 2.7	*	10.0 $\pm$ 1.6	10.0 $\pm$ 1.6	ns
	59.3 $\pm$ 13.8	16.8 $\pm$ 7.2	*	31.6 $\pm$ 9.1	24.0 $\pm$ 6.5	ns
爬腾 (Mount)	1.2 $\pm$ 0.7	0.1 $\pm$ 0.1	ns	1.27 $\pm$ 1.0	0.0 $\pm$ 0.0	ns
交配 (Copulate)	25.5 $\pm$ 14.5	7.4 $\pm$ 7.4	ns	1.7 $\pm$ 1.7	0.0 $\pm$ 0.0	ns
攻击 (Attack)	3.6 $\pm$ 2.2	23.4 $\pm$ 7.3	*	6.4 $\pm$ 3.5	26.9 $\pm$ 5.1	*
善待 (Amity)	157.9 $\pm$ 43.5	0.2 $\pm$ 0.2	**	64.3 $\pm$ 26.9	10.4 $\pm$ 9.8	**

Wilcoxon 配对检验 (Wilcoxon Paired Test) \*  $P < 0.05$  \*\*  $P < 0.01$  ns: 不显著 (no significance)

嗅舔记为频次, 其它记为持续时间 (Sniff/Lick was recorded in frequency, while the others in duration)

$n$ : 样本大小 (Sample size)

将雌、雄两性的择偶实验进行比较发现: 雌性择偶的交配时间显著大于雄性择偶的交配时间 (Mann-Whitney Test,  $P < 0.05$ ); 雌性善待雄性的时间显著大于雄性善待雌性的时间 (Mann-Whitney Test,  $P < 0.05$ )

### 2.3 棕色田鼠对配偶和陌生异性鼠的择偶行为

产后动情的雌性棕色田鼠对配偶的访问时间、嗅舔频次和时间、爬腾频次、交配时间及善待时间, 显著大于陌生雄鼠 ( $P < 0.05$ ), 对配偶的攻击时间显著小于陌生雄鼠 ( $P < 0.05$ ); 雄性棕色田鼠对配偶的访问时间、嗅舔频次、爬腾频次、交配时间及善待的时间都显著大于陌生雄鼠, 对熟悉雌性的攻击时间显著小于陌生雌性 (表 3)。

### 2.4 根田鼠对配偶和陌生异性鼠的择偶行为

产后动情的雌性根田鼠对配偶的访问时间、嗅舔频次和时间、善待时间, 都非常显著大于陌生雄鼠 ( $P < 0.01$ ) (表 4)。将雌、雄两性的择偶实验进行比较发现: 雌性根田鼠择偶时的交配时间为 59.1  $\pm$ 26.1 秒, 显著大于雄性择偶时的交配时间 4.6  $\pm$ 4.6 秒 (Mann-Whitney Test,  $P < 0.05$ )。

## 3 讨论

### 3.1 短期熟悉对择偶行为的效应

由表 1 可见, 雌、雄棕色田鼠都表现出对熟悉异性的喜好倾向。由表 2 可见, 根田鼠虽然在交配行为上, 雌、雄鼠各自的选择差异均没有显著, 但两性比较发现, 雌性择偶的交配时间却显著大于雄性择偶的交配时间。所以, 雌性根田鼠也表现出对

表 3 长期熟悉对棕色田鼠择偶行为的影响 (变量平均值  $\pm$ 标准误)Table 3 Effects of long-term familiarity on mate choice in female and male mandarin voles (珺  $\pm$ SE)

行为 Behaviors	雌鼠 Female ( $n=10$ )			雄鼠 Male ( $n=10$ )		
	配偶 (Partner)	陌生雄鼠 (Stranger male)		配偶 (Partner)	陌生雌鼠 (Stranger female)	
访问 (Visit)	1162.6 $\pm$ 83.8	375.2 $\pm$ 49.4	**	716.0 $\pm$ 40.7	481.5 $\pm$ 43.2	*
嗅舔 (Sniff)	10.4 $\pm$ 3.2	5.2 $\pm$ 2.0	*	3.0 $\pm$ 0.8	0.7 $\pm$ 0.4	*
	56.8 $\pm$ 16.7	17.6 $\pm$ 7.1	*	35.9 $\pm$ 8.8	16.3 $\pm$ 11.5	ns
爬腾 (Mount)	17.4 $\pm$ 3.2	0.2 $\pm$ 0.1	**	17.0 $\pm$ 6.5	0.0 $\pm$ 0.0	**
交配 (Copulate)	215.0 $\pm$ 49.9	0.4 $\pm$ 0.3	**	116.2 $\pm$ 45.5	0.0 $\pm$ 0.0	*
攻击 (Attack)	14.9 $\pm$ 6.0	90.1 $\pm$ 23.8	*	1.2 $\pm$ 0.7	146.0 $\pm$ 39.2	**
善待 (Amity)	330.8 $\pm$ 98.2	1.8 $\pm$ 1.2	*	146.3 $\pm$ 40.5	17.9 $\pm$ 8.4	*

Wilcoxon 配对检验 (Wilcoxon Paired Test) \*  $P < 0.05$  \*\*  $P < 0.01$  ns 不显著 (no significance)

嗅舔记为频次, 其它记为持续时间 (Sniff/Lick was recorded in frequency, while the others in duration)

$n$ : 样本大小 (Sample size)

表 4 长期熟悉对根田鼠择偶行为的效应(变量平均值 ± 标准误)

Table 4 Effects of long-term familiarity on mate choice in female and male root voles (Mean ± SE)

行为 Behaviors	雌鼠 Female (n = 12)			雄鼠 Male (n = 11)		
	配偶 Partner	陌生雄鼠 Stranger		配偶 Partner	陌生雄鼠 Stranger	
访问 (Visit)	861.1 ± 98.9	216.5 ± 45.0	**	562.4 ± 76.7	620.7 ± 77.6	ns
嗅舔 (Sniff/lick)	12.4 ± 3.2	2.7 ± 0.6	**	13.9 ± 4.0	10.0 ± 1.6	ns
	56.2 ± 16.8	10.1 ± 3.7	**	39.9 ± 15.6	41.2 ± 8.9	ns
爬胯 (Mount)	1.3 ± 0.7	0.3 ± 0.2	ns	3.3 ± 1.4	6.6 ± 2.0	ns
交配 (Copulate)	59.1 ± 26.1	15.7 ± 10.6	ns	4.6 ± 4.6	27.3 ± 16.2	ns
攻击 (Attack)	1.0 ± 0.6	4.9 ± 2.1	*	13.8 ± 5.7	21.8 ± 5.6	ns
善待 (Amity)	191.4 ± 73.2	1.6 ± 1.6	**	83.6 ± 33.2	10.4 ± 9.8	*

Wilcoxon 配对检验 (Wilcoxon Paired Test) \*  $P < 0.05$  \*\*  $P < 0.01$  ns 不显著 (no significance)

嗅舔记为频次, 其它记为持续时间 (Sniff/Lick was recorded in frequency, while the others in duration)

n: 样本大小 (Sample size)

熟悉性雄鼠的喜好倾向, 而雄性根田鼠对熟悉雌鼠和陌生雌鼠没有选择倾向。雄性根田鼠在择偶中出现的攻击和善待行为的差异, 起因于陌生雌性的攻击行为, 并非其主动选择的结果。因为: (1) 短时间的熟悉性可以改变动情雌鼠对雄鼠的攻击行为 (Madison, 1980; Carter *et al.*, 1980); (2) 本研究中, 雄性根田鼠对熟悉和陌生雌鼠访问时间几乎相等、两性的攻击行为并无显著差异、两性的善待行为是雌性显著大于雄性。

本研究中, 短期熟悉定义为: 将刚进入性成熟的同种田鼠雌雄配对共居 2 至 7 天, 直到开始出现交配行为。与直接通过交配行为迅速建立熟悉关系的方法相比, 这种方法虽有一些不同, 但在择偶行为中显示的结果是一致的。在择偶实验中, 雌雄草原田鼠特异性地选择熟悉异性 (Shapiro *et al.*, 1986)。本实验中所显示的雌、雄棕色田鼠择偶的熟悉性倾向, 与单配制草原田鼠择偶的实验结果相似; 雌性根田鼠择偶的熟悉习性倾向, 不仅与雌性棕色田鼠择偶倾向相似, 也与雌性草原田鼠择偶倾向相似, 这体现出单配制田鼠与一雄多雌制田鼠择偶行为相似之处。但是, 雄性根田鼠缺乏明确的择偶倾向, 这体现出单配制田鼠与一雄多雌制田鼠择偶行为的差异。

雌性根田鼠选择熟悉的雄鼠作为配偶, 与混交制的山地田鼠和草甸田鼠 (*M. pennsylvanicus*) 有所不同: 在择偶行为中, 这 2 种雌性田鼠对同种熟悉和陌生雄性没有表现出选择性 (Shapiro *et al.*, 1986; Dewsbury, 1990; Salo *et al.*, 1995),

这体现出一雄多雌制与混交制田鼠择偶行为的差异; 而雄性根田鼠与这 2 种雄性田鼠择偶行为特征基本相同, 这体现出一雄多雌制与混交制田鼠的择偶行为相似之处。

### 3.2 长期熟悉对择偶行为的效应

与短期熟悉的处理相比, 雌雄棕色田鼠均表现出对配偶的喜好倾向。而长期熟悉对产后动情的雌性棕色田鼠择偶的影响更大一些, 表现在访问、接受爬胯和交配行为上的差异性水平更为显著 (表 1、3)。与短期熟悉处理相比, 长期熟悉对产后动情的雌性根田鼠择偶的影响也更大一些, 表现在嗅舔频次和时间上的差异性水平更显著 (表 4)。而且, 长期熟悉的雌性根田鼠交配时间比短期熟悉的交配时间显著地长 (表 2、4)。

上述结果与布氏田鼠 (*M. brandti*) 的择偶实验结果一致 (尹峰等, 1998)。布氏田鼠经过交配迅速建立熟悉关系, 雌鼠在随后的择偶实验中并未表现出对熟悉和陌生异性选择的显著差异; 而生育过幼仔的雌雄布氏田鼠, 即它们已建立起配偶关系, 雌鼠在随后的择偶实验中表现出对配偶而不是陌生雄鼠的选择倾向 (尹峰等, 1998)。这些研究表明, 雌鼠一旦与雄鼠形成配偶关系, 则表现出很强的性忠诚。

### 3.3 熟悉性和性忠诚

交配行为的熟悉性表示性忠诚。性忠诚是单配制动物的主要特征, 典型的单配制田鼠——草原田鼠雌雄两性都表现对熟悉异性或配偶的性忠诚 (Getz *et al.*, 1981; Shapiro *et al.*, 1986;

Dewsbury, 1990)。草原田鼠一旦和异性建立交配关系, 则表现很强的性忠诚 (Shapiro *et al.*, 1986), 而且雌性丧失配偶后很难再建立起新的配偶关系 (Pizzuto *et al.*, 1998)。在棕色田鼠的择偶行为实验中, 两性也都表现对熟悉异性或配偶的性忠诚性, 这与草原田鼠一样, 体现出单配制动物的择偶特征 (赵亚军等, 2000; 邵发道等, 2001b)。在根田鼠和布氏田鼠中, 雌性都表现出对其配偶的性忠诚, 这与雌性草原田鼠的择偶特征一致, 而雄性根田鼠和布氏田鼠都没有表现性忠诚, 这与混交制山地田鼠和草甸田鼠雄性的择偶特征一样, 故根田鼠与布氏田鼠一样, 在选择配偶和陌生异性中体现出一雄多雌制田鼠的择偶特征 (尹峰等, 1998; Zhao *et al.*, 1999; 赵亚军等, 2000)。

### 3.4 熟悉性和配偶识别

研究表明, 催产素有促进雌雄鼠形成配对关系和社交识别 (Insel *et al.*, 1995; Engelmann *et al.*, 1996) 作用。嗅舔、交配和乳头刺激均可引起催产素释放水平的变化。例如, 雌性草原田鼠与雄鼠交配后共居 6 h, 可形成配偶识别的嗅觉记忆 (Williams *et al.*, 1992a; Winslow *et al.*, 1993), 分娩后哺乳的雌性田鼠, 对配偶识别的嗅觉记忆几乎延续到幼仔断奶的时间, 而分娩后未哺乳的雌鼠只可保持 72 h 的配偶识别能力, 表明雌鼠的配偶识别能力与幼仔对乳头刺激有关 (Kruczek, 1998)。本研究中, 未有过社交经历的雌鼠与雄鼠共居 48 h 以上, 才能在择偶行为中对熟悉雄鼠做出喜好行为, 这是因为与前人的实验方法有所不

同, 即把交配前的共居时间也计算在内。长期熟悉的影响更大。两种田鼠比较的结果显示, 社交关系强度不同, 配偶识别能力也不同, 棕色田鼠显然强于根田鼠。

本研究中以嗅舔行为作为指标反映配偶识别, 嗅舔行为实际上是气味识别 (另文待发表)。在嗅舔行为中, 雄性棕色田鼠稍弱于雌性, 这可能反映棕色田鼠雌雄两性配偶识别的细微差别: 雌性根田鼠可以识别熟悉雄鼠, 而雄性根田鼠则不具备这样的能力。总之, 雌性田鼠比雄性田鼠的配偶识别能力强, 而雌鼠的配偶识别能力取决于雌鼠受交配或分娩刺激的生理状态。

综上所述, 棕色田鼠室内所表现的择偶行为的两性熟悉性特征与其单配制有关, 根田鼠所表现的择偶行为的雌性熟悉性特征与其一雄多雌制有关。熟悉性对棕色田鼠择偶行为的影响大于对根田鼠的影响; 嗅舔时间差异可反映不同田鼠的配偶识别能力, 熟悉性对棕色田鼠配偶识别能力的影响大于对根田鼠的影响。择偶行为的熟悉性特征反映田鼠婚配制度的特征。

与以前研究不同, 本研究发现熟悉性对单配制和一雄多雌制田鼠的择偶行为和配偶识别的影响还有相似性: (1) 熟悉性对两种田鼠中雌鼠的择偶行为影响相似, 而对雄鼠则不同; (2) 熟悉性对两种田鼠的配偶识别影响存在性别差异的一致性, 即雌性的配偶识别的强度大于雄性。表明雌性田鼠择偶行为比雄性更精细, 其配偶识别能力也强于雄性。

## 参 考 文 献 (References)

- Carter, C. S. and L. L. Getz 1993 Monogamy and the prairie vole. *Scient. Am.* **268**: 70 ~ 76.
- Dewsbury, D. A. 1975 Diversity and adaptation in rodent copulatory behaviour. *Science* **190**: 947 ~ 954.
- Dewsbury, D. A. 1990 The individual attributes generate contrasting degrees of sociality in voles. In: Tamarin R. H., R. S. Ostfeld, S. R. Pugh and G. Bujalska ed. *Social Systems and Population Cycle in Voles 1 ~ 9*. Switzerland: Birkhauser Verlag, Basel 1 ~ 9.
- Engelmann, M., C. T. Wojtak, C. Venkatesan and A. Perio 1996 Behavioral consequences of intracerebral vasopressin and oxytocin: focus on learning and memory. *Neurosci. Biobehav. Rev.* **6**: 391 ~ 396.
- Ferkin, M. H. 1988 The effect of familiarity on social interactions in meadow voles, *Microtus pennsylvanicus*: a laboratory and field study. *Anim. Behav.* **36**: 1 816 ~ 1 822.
- Fortier, G. M., M. S. Erskine and R. H. Tamarin 1996 Female familiarity influences odor preferences and plasma estradiol levels in the meadow vole, *Microtus pennsylvanicus*. *Physiol. Behav.* **59**: 205 ~ 208.
- Getz, L. L., C. S. Carter and L. Cavish 1981 The mating system of the prairie voles, *Microtus ochrogaster*: field and laboratory evidence for pair-bonding. *Behav. Ecol. Sociobiol.* **8**: 189 ~ 194.
- Getz, L. L. and C. S. Carter 1996 Prairie-vole partnerships. *Am. Scientist* **84**: 56 ~ 62.
- Insel, T. R. and T. J. Hulihan 1995 A gender-specific mechanism for pair bonding: oxytocin and partner preference formation in monogamous voles. *Behav. Neurosci.* **109**: 782 ~ 789.
- Kruczek, M. 1998 Female bank vole (*Clethrionomys glareolus*) recognition: preference for the stud male. *Behav. Proc.* **43**: 229 ~ 237.

- Madison, D. M. 1980 An integrated view of the social biology of *Microtus pennsylvanicus*. *The Biologist* **62**: 20 ~ 23.
- Pizzuto, T. and L. L. Getz 1998 Female prairie voles (*Microtus ochrogaster*) fail to form a new pair after loss of mate. *Behav. Proc.* **43**: 79 ~ 86.
- Salo, A. L. and D. A. Dewsbury 1995 Three experiments on mate choice in meadow voles (*Microtus pennsylvanicus*). *J. Comp. Psychol.* **109**: 42 ~ 46.
- Shapiro, L. E., D. Austin, S. E. Ward and D. A. Dewsbury 1986 Familiarity and female mate choice in two species of voles *Microtus ochrogaster* *M. montanus*. *Anim. Behav.* **34**: 90 ~ 97.
- Tai, F. D., T. Z. Wang and Y. J. Zhao 1999 Study on the inbreeding avoidance in mandarin vole (*Microtus mandarinus*). *Acta Theriol. Sin.* **19** (2): 143 ~ 149. [邵发道, 王廷正, 赵亚军 1999 人工饲养条件下棕色田鼠的繁殖和近亲回避. 兽类学报 **19** (2): 143 ~ 149.]
- Tai, F. D., T. Z. Wang and Y. J. Zhao 2000 Kin recognition and inbreeding avoidance in mandarin voles (*Microtus mandarinus*). *Can. J. Zool.* **78**: 2 119 ~ 2 125.
- Tai, F. D. and T. Z. Wang 2001a Social organization of tai mandarin voles in burrow system. *Acta Theriol. Sin.* **21** (1): 50 ~ 56. [邵发道, 王廷正 2001a 棕色田鼠洞群内社会组织. 兽类学报 **21** (1): 50 ~ 56.]
- Tai, F. D., T. Z. Wang and Y. J. Zhao 2001b Mate choice and related characteristic of mandarin vole (*Microtus mandarinus*). *Acta Zool. Sin.* **47** (3): 266 ~ 273. [邵发道, 王廷正, 赵亚军 2001b 棕色田鼠的配偶选择和相关特征. 动物学报 **47** (3): 266 ~ 273.]
- Williams, J. R., K. C. Catania and C. S. Carter 1992a Development of partner preference in female prairie voles (*Microtus ochrogaster*): the role of social and sexual experience. *Horm. Behav.* **26**: 339 ~ 349.
- Williams, J. R., B. M. Slotnick, B. W. Kirkpatrick and C. S. Carter 1992b Olfactory bulb removal affects partner preference development and estrus induction in female prairie voles. *Physiol. Behav.* **52**: 635 ~ 639.
- Winslow, J. T., N. Hastings, C. S. Carter, C. R. Harbaugh and T. R. Insel 1993 A role for central vasopressin in pair bonding in monogamous prairie voles. *Nature* **365**: 545 ~ 548.
- Ying, F. and J. M. Fang 1998 The mate choice in *Microtus brandti*. *Acta Zool. Sin.* **44** (2): 162 ~ 169. [尹峰, 房继明 1998 布氏田鼠的择偶行为. 动物学报 **44** (2): 162 ~ 169.]
- Zhao, Y. J., J. M. Fang and R. Y. Sun 1999 Familiarity and mate choice in root voles (*Microtus oeconomus*). *Acta Theriol. Sin.* **19** (4): 288 ~ 297.
- Zhao, Y. J., J. M. Fang and R. Y. Sun 2000 Study paradigams of mating systems in voles. *Acta Theriol. Sin.* **20** (1): 68 ~ 75. [赵亚军, 房继明, 孙儒泳 2000 田鼠属动物婚配制度的研究范式. 兽类学报 **20** (1): 68 ~ 75.]

## 外 文 摘 要 (Abstract)

# EFFECTS OF THE FAMILIARITY ON MATE CHOICE AND MATE RECOGNITION IN *MICROTUS MANDARINUS* AND *M. OECONOMUS* \*

ZHAO Ya-Jun    TAI Fa-Dao    WANG Ting-Zheng    ZHAO Xin-Quan    Li Bao-Ming  
 ( Ministry of Agriculture Key Laboratory for Agror-biological Environmental Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)  
 ( College of Life Sciences, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)  
 ( Northwest Plateau Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China)

The effects of different terms of cohabitation on mate choice and mate recognition were investigated in the laboratory colonies of mandarin voles (*Microtus mandarinus*) indicating a monogamous species, and root voles (*M. oeconomus*) being a generally polygynous species. In cages with pairs of conspecific opposite-sex voles starting at the age of at least 60 days, short-term cohabitation (2 ~ 7 days) was made to establish mating familiarity, and long-term cohabitation (more than 25 days) to the solidified partnership of breeding at least one litter. Then, male and female preferences for the familiar (or partner) vs. strange conspecific heterosexual voles

\* This work was supported by National Natural Science Foundation of China (No. 39870119) and by grants from Haibei Alpine Ecosystem Research Station, Chinese Academy of Sciences.

were examined in a Y-shaped maze, of which two stimulus voles were tethered in two choice chambers, respectively. (1) Both mandarin vole females and males showed preferences for the heterosexual familiars over strangers, and for partners over strangers. In root voles, only females showed preferences for the familiar males over strange males, and for the partner males over strange males, but males made no choices between familiar and strange females, and between partner and stranger females. (2) In both vole species, females preferentially associated with conspecific partner males more than with familiar males, but males displayed no preference. (3) In both vole species, females spent significantly more time sniffing/licking conspecific familiar or partner males than strange males, but this was not the case in male voles. Our results demonstrate: (1) mate choice and mate recognition based on familiarity is more intensive in mandarin voles than in root voles; (2) sniff variant can be regarded as an indication of mate recognition, and the intensity of mate recognition is related to familiarity degree; (3) differential sniff between female and male of two vole species indicates the sexual dimorphism that mate recognition of females is more sensitive than that of males in both vole species, based on familiarity; (4) mate recognition of female voles may be dependent on their physiological state stimulated by copulation and parturition. Although mate choice of male in two vole species is quite dissimilar, mate choice of female mandarin voles is the same as that of female root voles, suggesting that mate choice pattern of monogamous mandarin voles is not quite different from that of polygynous root voles. However, difference in mate choice of the two vole species is consistent with their mating systems, i. e. mate choices of mandarin voles and root voles match with the monogamy and polygyny in their social organizations, respectively.

**Key words** Mandarin vole (*Microtus mandarinus*), Root vole (*M. oeconomus*), Cohabitation, Familiarity, Mate choice, Mate recognition, Monogamy, Polygyny