

# 亲缘关系对棕色田鼠动情的影响

李艳秋<sup>1</sup>, 邰发道<sup>2,3</sup>, 李保国<sup>1</sup>, 王廷正<sup>3</sup>

(1. 西北大学 生命科学学院, 陕西 西安 710069; 2. 北京师范大学 生命科学学院, 北京 100875; 3. 陕西师范大学 生命科学学院, 陕西 西安 710062)

**摘要:**通过长期观察、试验和研究认为,性成熟的棕色田鼠与双亲或雌亲相处或者与兄妹鼠相处都不能发情,从而体现亲缘关系对棕色田鼠发情所具有的明显抑制作用。同母喂养的非同胞异性鼠相处能够动情,说明遗传识别在棕色田鼠亲缘识别中起重要作用。非同母喂养的非同胞异性鼠和同母喂养的异性非同胞鼠中的雄性睾丸下降率显著大于异性同胞鼠相处时的雄鼠,说明亲缘关系对雄性睾丸下降表现出明显的抑制作用。

**关键词:**棕色田鼠; 动情; 亲缘识别; 近亲回避

**中图分类号:**Q939 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-274X(2002)02-0207-04

很多物种已进化形成了较好的亲缘识别能力,而熟悉性是通用的一个亲缘识别机制<sup>[1]</sup>,尤其作为近亲回避的一个机制<sup>[2]</sup>。已经发现,好几种田鼠用熟悉性作为一个近亲回避机制<sup>[3]</sup>,如一些田鼠(*M. canicaudus*, *M. ochrogaster*, *M. pinetorum*, *M. montanus*)同胞胎配对后繁殖在一定程度上受到抑制<sup>[4~6]</sup>。而一些田鼠却没有表现出繁殖被抑制的现象<sup>[7]</sup>,所以,并不是所有的田鼠把熟悉性作为亲缘识别的惟一机制,田鼠往往把其他机制和熟悉性结合起来进行亲缘识别和近亲回避<sup>[1]</sup>。通过以往的研究还发现,亲缘识别和近亲回避发生在动物繁殖活动的不同阶段,如发情、配偶选择、产仔<sup>[7~8]</sup>。但是,棕色田鼠是否在发情阶段存在亲缘识别和近亲回避,尚未见报道,更不知道棕色田鼠是否也以熟悉性作为发情阶段的近亲回避对策。而且近亲回避和婚配制度有一定的联系,它是婚配制度适应进化的重要标志<sup>[9]</sup>。所以探讨棕色田鼠的近亲回避可从另一方面验证棕色田鼠的婚配制度。

## 1 材料和方法

棕色田鼠于1997年捕自河南省灵宝市黄土高

原农作区,在陕西师范大学生命科学学院鼠类研究室建立实验种群,每年从野外捕回棕色田鼠补充实验种群。动物饲养在40 cm × 28 cm × 15 cm的塑料箱内或40 cm × 30 cm × 30 cm的玻璃箱内,以锯末铺垫,用棉花作巢材,水和食物供应充足。室温控制在18~24℃,光周期14 h<sub>l</sub>:10 h<sub>d</sub>。实验用鼠为实验室内繁殖的F2至F3代田鼠,其中部分田鼠在出生后当天剪尾标记后进行交叉喂养,实验田鼠在55天以后性成熟时按下列方式进行配对:①非同母喂养的非同胞鼠(Non-sibs reared apart NSRA)30只并按3种方式配对:非同母喂养的非同胞异性鼠(NSRAMF)(N=5);非同母喂养的非同胞雌鼠(NSRAFF)(N=5);独处的雌鼠(SSRA)(N=5);②同母喂养的非同胞鼠(Non-sibs reared together NSRT)20只,按下列方式配对:异性鼠(NSRTMF)(N=5);雌鼠(NSRTFF)(N=5);③同母喂养的同胞鼠(Sibs reared together SRT)按下列情况分类:两只异性鼠(SBSRT)(N=5);与父母在一起的双亲家庭(SRTMF)(N=5);与母亲在一起的单亲家庭(SRTM)(N=5)。其中双亲家庭和单亲家庭中一定要有雄鼠,然后每天观察各组田鼠的发情状况。

动物发情的判断用触诊法和阴道涂片法<sup>[10]</sup>,根

收稿日期:2000-11-02

基金项目:国家自然科学基金资助项目(39870119);陕西省教育厅专项基金资助项目(1998)

作者简介:李艳秋(1976-),女,内蒙古赤峰人,西北大学硕士生,从事动物学研究。

据雄鼠睾丸大小及下降位置判断其发情状况。根据雌鼠乳头的大小、阴道是否开口及红肿现象,并做阴道细胞涂片,镜检后综合判断雌鼠的发情周期。做阴道涂片的步骤如下:①在清洁载玻片上滴生理盐水一滴;②用经酒精消毒的接种环插入阴道内轻擦数次后取出,将环上的附着物洗脱到载玻片上的生理盐水中;③用显微镜鉴定涂片,判定属于动情周期的哪一时期。镜检时主要观察记录其中的白细胞、有核细胞、角化细胞数目。动情期的棕色田鼠乳头明显,阴道口大开,阴道下壁加厚,阴道分泌物在阴道口呈颗粒状,角化细胞较多;而在动情期间,阴道口关闭或开口较小,涂片呈粘液状,有很少的白细胞和角化细胞;动情前期,涂片不拉成粘液状,可观察到大量的有核细胞和少量的角化细胞;动情后期,涂片干燥,可观察到聚集成块的角化细胞(早期)或者有很多白细胞(晚期);交配后当日可发现阴道口的蜡状阴道栓塞,分泌物不拉成粘液线;在怀孕期,阴道口关闭,分泌物拉成粘液线;怀孕后期,可观察到涂片上有较多的红细胞。每日观察雌鼠的阴道外观和

雄鼠的睾丸大小及下降位置等特征。观察阴道涂片时,每次轻刮阴道 3 次,观察记数显微镜中 5 个视野的各细胞数,并求平均值。观察次数至少应在 5 次以上。

用 SPSS/PC 一统计分析软件包分析数据,统计分析 8 组不同关系类别各自 3 种细胞的平均值,多因素方差分析(MANN-WHITNEY)用来分析各组间 3 种细胞的差别显著与否情况;判别分析用来判定 8 组中 3 种细胞的优势。

## 2 结 果

将每组雌性阴道涂片中所观察到的各类细胞数进行统计,结果见表 1。其中 NSRTMF-同母喂养的非同胞异性鼠、NSRAFF-非同母喂养的非同胞雌鼠、NSRAMF-非同母喂养的非同胞异性鼠阴道涂片角化细胞占优势,而 NSRTMF 和 NSRAFF 组的有核细胞占优势。

表 1 各组 3 种细胞的平均值

Tab. 1 Mean numbers of three kinds of cell in different groups

组 别	白细胞		有核细胞		角化细胞	
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
SSRA	13.62	2.07	3.55	1.47	20.52	2.24
NSRTMF	13.97	3.08	9.83	2.69	38.14	4.85
NSRTFF	17.32	3.77	0.16	0.09	12.48	1.06
NSRAFF	7.20	4.19	9.80	9.07	61.00	17.76
NSRAMF	14.84	2.88	3.16	1.45	27.08	4.10
SBRT	8.27	2.23	2.55	0.99	23.18	5.49
SRTM	18.00	7.87	0.40	0.40	12.60	6.05
SRTMF	9.00	4.00	0.00	0.00	11.00	9.00

注:SSRA-独处的雌鼠;NSRTMF-同母喂养的非同胞异性鼠;NSRTFF-同母喂养的非同胞雌性鼠;NSRAFF-非同母喂养的非同胞雌鼠;NSRAMF-非同母喂养的非同胞异性鼠;SBRT-同母喂养的同胞兄妹鼠;SRTM-与母亲在一起的单亲家庭;SRTMF-与父母在一起的双亲家庭。

经过多因素方差分析发现(表 2),NSRTMF 组的角化细胞显著多于 SSRA 组和 NSRTFF 组;NSRAFF 组的角化细胞显著多于 NSRTFF 组和 NSRAMF 组;NSRAMF 组的角化细胞显著多于 NSRTFF 组。NSRAFF 的有核细胞显著多于 NSRTFF;NSRTFF 和 NSRAMF 的有核细胞显著多于 NSRTFF 组。而各组间的白细胞无明显的差异,所以白细胞不作为判断动物是否发情的标准。而

由以上分析可以看出 NSRTMF 组、NSRAFF 组和 NSRAMF 组可能发情。

为了进一步确定以上结论,我们对各组的角化细胞和有核细胞进行了判别分析(表 3),由表中可以看出,只有 NSRTMF 组、NSRAFF 组和 NSRAMF 组的角化细胞判别分析结果为正值,说明以上 3 组的角化细胞占多数,从而确定以上 3 组雌鼠确实发情的结论。而且以上判定结果和触诊法

对棕色田鼠发情的判断相一致。

表 2 各组 3 种细胞的方差分析比较

Tab. 2 Comparisons of three kinds of cell in different groups with analysis of variance

P 值(P)	1-2	3-4	4-5	2-3	3-5	1-6	2-6	2-5	5-6	7-8
E	0.426 5	0.369 3	0.172 2	0.677 5	0.734 9	0.125 5	0.465 0	0.439 1	0.209 0	0.699 5
F	0.136 3	0.043 8	0.729 9	0.000	0.010 1	0.761 7	0.308 5	0.037 1	0.387 8	0.527 1
G	0.007 1	0.001 1	0.025 8	0.000	0.000 4	0.915 5	0.062 4	0.072 4	0.439 1	0.845 1

注:1-SSRA;2-NSRTMF;3-NSRTFF;4-NSRAFF;5-NSRAMF;6-SBRT;7-SRTM;8-SRT E-白细胞;F-有核细胞;G-角化细胞(1-SSRA;2-NSRTMF;3-NSRTFF;4-NSRAFF;5-NSRAMF;6-SBRT;7-SRTM;8-SRT E-leukocytes;F-cell with nuclear;G-cornified cell)

表 3 各组中角化细胞、有核细胞判别分析

Tab. 3 Discriminate analysis of cornified cell and cell with nuclear in different groups

组别	角化细胞	有核细胞
SSRA	-0.234 59	-0.051 71
NSRTMF	0.710 62	0.638 55
NSRTFF	-0.665 52	-0.424 62
NSRAFF	1.936 99	0.635 52
NSRAMF	0.117 45	-0.094 80
SBRT	-0.091 66	-0.162 39
SRTM	-0.659 29	-0.398 36
SRTMF	-0.745 12	-0.442 36

同时还发现,异性鼠共处的各组中,雄鼠的睾丸下降率有很显著的差异,NSRTMF 组(90%)、NSRAMF 组(100%)显著多于 SBRT 组(37.6%)、SRTM 组(33.33%)和 SRTMF 组(33.33%)。

### 3 讨论

通过实验研究发现,性成熟的棕色田鼠与双亲或雌亲相处或者与兄妹鼠相处都不能发情,从而体现亲缘关系对棕色田鼠发情具有明显的抑制作用。同母喂养的非同胞异性鼠相处能够说明遗传识别在棕色田鼠亲缘识别中的重要作用。非同母喂养的非同胞异性鼠和同母喂养的异性非同胞鼠中的雄性睾丸下降率显著大于异性同胞鼠相处时的雄鼠,说明亲缘关系对雄性睾丸下降表现出明显的抑制作用。

### 参考文献:

- [1] BIAUSTEIN A R. Kin recognition mechanisms: phenotypic or recognition alleles? [J]. Amer Nat. 1983, 121: 749-754.
- [2] BODY S K, BLAUSTEN A R. Familiarity and unbreeding avoidance in the gray-tailed vole (*Microtus canadensis*) [J]. Journal of Mammalogy, 1985, 66(2): 348-352.

在田鼠属中,同母喂养的田鼠会影响同胎其他田鼠的繁殖,例如,雄性 *M. ochrogaster* 和 *M. montanus* 不能引起同胞姊妹的发情<sup>[5]</sup>,在松田鼠(*M. pinetorum*)中,即使雌鼠和其他非同胞鼠共巢且动情,但同胎雄鼠的存在会降低雌鼠的怀孕率<sup>[6]</sup>,这和我们的研究结果相一致。

Holmes 和 Sherman<sup>[11]</sup>认为通过熟悉性进行亲缘识别的物种是那些同窝幼仔和非同窝幼仔接触率比较低的物种。而棕色田鼠呈较严格的地下生活,同洞系不同窝的棕色田鼠幼仔间可能还有一定的接触概率,这可能使棕色田鼠不但要以熟悉性识别亲缘关系,在一定程度上还进行遗传和生理上的识别。

单配制草原田鼠近交回避的对策是成熟的雌鼠与父亲或兄弟共居时不能动情<sup>[12]</sup>。恋家(philopatry)的草原田鼠具有助亲行为,但性成熟滞后<sup>[13]</sup>,说明近交回避是在发育过程中建立的。多配制田鼠常有室内乱伦现象,实验表明,近交回避导致多配制草甸田鼠(*M. pennsylvanicus*)和汤氏田鼠(*M. townsendii*)偏雄性比扩散<sup>[14]</sup>。多配制山地田鼠(*M. montanus*)交叉抚幼(cross-foster)的实验发现,断奶前亲属共处获得的熟悉是亲属识别的直接依据,而不是表型匹配(phenotypic matching)即遗传识别;亲属识别具有近交回避的作用,而棕色田鼠把熟悉性和其他机制结合起来进行亲缘识别和近亲回避,这不但和棕色田鼠的婚配制度相一致,而且也体现单配制田鼠比多配制田鼠在亲缘识别和近亲回避上表现的更为细致这一假说。

- [3] BATALI G O, GETZ L L, HUBLEY S S. Suppression of growth and reproduction of microtine rodents by social factors[J]. J. Mamm., 1977, 58: 583-591.
- [4] GAUISH L H, HOFFMAN J E, GETZ L L. Sibling recognition in the prairie vole, *Microtus ochrogaster*[J]. Anim Behav, 1984, 32: 362-366.
- [5] MCGUIRE M R, GETZ L L. Incest taboo between sibling *Microtus ochrogaster*[J]. J Mamm., 1981, 62: 213-215.
- [6] SCHADLER M H. Male siblings inhibit reproductive activity in female pine voles, *Microtus pinetorum*[J]. Biol Reprod, 1983, 28: 1 137-1 139.
- [7] HETH G, TODRANK J, JOHNSTON R. Kin recognition in golden hamsters: evidence for phenotype matching[J]. Animal Behavior, 1996, 56: 409-417.
- [8] DECKARD B S, WILSON J R, SCHLESINGER K. Behavioral and reproductive differences in mice as a function of inbreeding[J]. Behavior Genetics, 1989, 19(3): 433-435.
- [9] FERKIN M H, RUTKA T F. Sibling recognition in meadow voles, *M. pennsylvanicus*[J]. Canadian Journal of Zoology, 1990, 68: 609-613.
- [10] 卢浩泉, 李玉春. 害鼠的繁殖生态[A]. 王祖望, 张知彬. 害鼠治理的理论与实践[C]. 北京: 科学出版社, 1996. 116-143.
- [11] HOLMES W G, SHERMAN P W. The ontogeny of kin recognition in two species of ground squirrels[J]. Amer Zool, 1982, 22: 491-517.
- [12] CARTER C S, GETZ L L. Monogamy and the prairie vole[J]. Sci Am, 1993, 268: 100-106.
- [13] KREBS J R, DAVIES N B. Behavioral Ecology: An Evolutionary Approach (4th edition)[M]. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1997.
- [14] LAMBIN X. Natal philopatry, competition for resources and inbreeding avoidance in *Townsend's voles* (*Microtus townsendii*)[J]. Ecology, 1994, 75: 224-235.

(编辑 徐象平)

## Effect of kin on estrus in mandarin vole (*Microtus mandarinus*)

LI Yan-qi<sup>1</sup>, TAI Fa-dao<sup>2,3</sup>, LI Bao-guo<sup>1</sup>, WANG Ting-zheng<sup>3</sup>

(1. College of Life Science, Northwest University, Xi'an 710069, China; 2. College of Life Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 3. College of Life Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

**Abstract:** Through observing vaginal cytology of female mandarin voles paired with different males in different conditions, females paired with male nonsiblings that were reared apart displayed vaginal estrus. In contrast, females paired with male siblings showed little estrous smear. Females paired with nonsiblings that were reared together display vaginal estrus, too. Descendness rates of testis in male paired with nonsibling females that were reared together or apart are higher than that of males paired with female siblings that were reared by same parents. This shows that genetic relationship may retard or holdback estrous of female and male in mandarin voles and both familiarity and phenotype are two most likely mechanisms for recognizing kin and inbreeding avoidance.

**Key words:** *Microtus mandarinus*; estrus; kin recognition; inbreeding avoidance