

# 主要啮齿动物的特异性研究\*

韩崇选, 杨学军, 王明春, 杨清娥

(西北农林科技大学 林科院, 陕西 杨陵 712100)

**摘要:** 摄食行为是多数啮齿目动物和兔形目动物共有的一种取食行为, 根据这一取食行为, 可以把成品药剂颗粒加工成拟圆柱型。利用啮齿动物贮食习性, 可在鼠类大量盗食时进行灭鼠。啮齿动物的通讯行为可能为新型驱避剂和灭鼠剂的研制提供一条新效途。啮齿动物营养成分的分析是筛选出最佳饵料的有效方法。啮齿动物生物生理生化指标的特异性是进一步研究灭鼠剂的作用机理和毒力测定的基础。

**关键词:** 啮齿动物; 特异性; 取食行为; 通讯行为; 营养循环

**中图分类号:** S764.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7461(2002)03-0048-05

## Study on the Differential Character of Major Rodent

HAN Chong-xuan, YANG Xue-jun, WANG Ming-chun, YANG Qing-e

(Academy of Forestry, NW Sci-Tech Univ. of Agr. and For., Yangling, Shaanxi, 712100, China)

**Abstract:** Feeding is a kind of behavior that the most rodents and lagomorphs possess, based on this behavior, a cylinder type of poison bait can be developed. Based on the habit of storing foods, rat eradication can be carried out intensively in the period when rats are storing their foods. New type rodenticide and repellent may be developed according to the communication behavior of rodents. Nutrition analysis provides an effective way to select preferable abits. The peculiarity of biological and physiological indexes of rodents lays the foundation for the further study of action mechanism and toxicity test of rodenticides.

**Key words:** rodent; peculiarity; feeding behavior; communication behavior; nutrition circulation

长期以来,对灭鼠剂要求做到对人畜无毒或微毒,但目前许多灭鼠剂,尤其是各种急性灭鼠剂还不能做到这一点,且二次中毒现象严重;化学药剂灭鼠中人畜中毒事件时有发生<sup>[1,2]</sup>。随着人们环境保护意识的逐步增强,对灭鼠剂的选择毒性提出了更高的要求,剧毒、多残留的急性灭鼠剂全面被禁止使用,安全型无公害灭鼠剂研究方兴未艾<sup>[3,4]</sup>;但都没有寻找到理想的方法和途径。从啮齿动物生理生化特异性研究入手,是研究安全型成品灭鼠剂的关键。

## 1 研究方法

**试验动物** 小白鼠(*Mus musculus*)、甘肃黾鼠(*Myospalax cansus*)、褐家鼠(*Rattus norvegicus*)、小鸡(*Gallus domestica*)、猫(*Felis catus*)、狗(*Canis*

*familiaris*)。

**饵料类** 小麦、玉米、大豆、小米、大米、豆饼等。

**研究内容与方法** 选择主要鼠种,进行行为生态、能量生态、营养生态和繁殖生态研究,寻找害鼠生命过程中的薄弱环节。采用仪器测定法、分析法和解剖法测定害鼠的生理、生化指标和各器官及血液中酶的种类和含量<sup>[5,6]</sup>。对照其它动物的指标值进行综合评价,通过主成分分析法和聚类分析法进行排序,分析动物生物学及生理生化的共性和啮齿动物生物学及生理生化的特异性。

## 2 研究结果

### 2.1 啮齿动物生殖的特异性

啮齿动物在地球上繁衍成为最成功的高等动物

\* 收稿日期:2001-12-20

基金项目:国家“十五”科技攻关项目(2001BA509B07-2-02)

作者简介:韩崇选(1962-),男,陕西西安人,副研究员,主要从事害鼠治理研究。

之一的生物学关键,就是高的繁殖力和极强的适应能力,这使它们成为地球上分布最广、数量最多的动物种群,给人类造成了巨大的损失<sup>[7]</sup>。通过对啮齿动物和其它动物繁殖的生态和生理生化指标分析,了

解动物繁殖习性的共性和啮齿动物繁殖习性的特异性,有可能为安全型无毒灭鼠成品药剂的研制寻找一条新的途径。相对于其它动物,啮齿动物具有性成熟早,繁殖能力强的特点(表 1)。

表 1 各种动物的生殖指标

Table 1 The reproduction quota of several kinds of animals						
动物名称	性成熟期/月	动情性质	妊娠期/d	年胎次数/胎	均胎仔数/只	生殖指数/只·a <sup>-1</sup>
黑线仓鼠	1.5	月多发性	19.5	3.0	6.0	9.0
小家鼠	1.7	月多发性	19.5	3.0	4.7	7.1
褐家鼠	2.5	月多发性	21.5	3.0	9.0	13.5
布氏田鼠	2.5	月多发性	21.0	3.5	9.0	15.8
甘肃鼯鼠	3.0	春季 1 次	42.0	1.0	4.2	2.1
中华鼯鼠	3.0	春秋 2 次	37.0	1~2	3.0	2.3
黄 鼠	11.0	春多发性	28.0	1.0	5.5	2.8
山 羊	6.0	季多发性	150.0	1.0	2.4	1.2
家 兔	6.0	年多发性	31.0	6.0	4.6	13.8
家 猫	7.5	春秋 2 次	62.0	1.5	3.7	2.8
家 狗	8.0	春秋 2 次	60.0	1.0	3.5	1.8
猪	8.0	春秋 2 次	114.0	1.0	5.6	2.8
牛	9.0	春秋 2 次	282.0	1.0	1.1	0.6

从性成熟期来分析,性成熟愈早,世代平均历期就愈短,繁殖力就愈强。小型啮齿动物,性成熟年龄平均在 3 个月左右;而牛、羊等大、中型动物,性成熟期平均在 6~8 个月以上。妊娠期愈长,繁殖力愈低。牛、羊等中、大型动物妊娠期多在 110 d 以上,而小型啮齿动物仅为 20~24 d 左右。动物的繁殖力不仅取决于其性成熟期和妊娠期的长短,同时还取决于其每年产仔的胎数和每胎所产的仔数,年产胎次和胎产仔数愈多,繁殖力就愈强。小型啮齿动物一般为 3 胎/a 左右,有的甚至年产 10 胎,产仔数平均可达 6~8 只/胎;而牛、羊等大、中型动物最多为 1 胎/a,

一胎产仔 1~4 只<sup>[8]</sup>。

3.2 啮齿动物行为生态的特异性

据观察,啮齿动物对拟圆柱形食物比较偏爱,而对食物大小的选择,因鼠类不同,差异很大(表 2);这主要取决于鼠类前趾爪的长短,前趾爪愈长,选择的食物规格愈大。根据啮齿动物这一取食行为,可以把成品药剂颗粒加工成拟圆柱型,其规格大小可根据不同鼠类的防治需要进行确定。同时,利用鼠类独特的贮食行为<sup>[9~11]</sup>,可在入冬前,鼠类大量盗食贮存时进行成品药剂灭鼠。

为了适应不同的生境,不同的啮齿动物通讯行

表 2 几种啮齿动物对食物形状和大小的选择

Table 2 Selection of food shape and dimension for the rodent						
栖息生境	鼠 类	测量鼠数/只	前爪趾长/mm	双握直径/mm	喜食物径/mm	喜食物形状
林 地 农 田	鼯鼠类	50	6.0~9.8	3.8~6.2	1.8~15.5	根系、圆柱体
	鼠兔类	28	3.0~7.0	1.9~4.5	1.8~ 6.9	拟圆柱体
	田鼠类	35	4.5~6.3	2.9~4.0	1.5~5.4	拟圆柱体
	松鼠类	15	2.0~6.0	1.3~3.8	2.0~3.5	椭圆体
野 外	黑线姬鼠	50	3.0~4.2	1.9~2.7	0.8~4.6	拟椭圆体
室 内	黄毛鼠	17	4.0~6.0	2.5~3.8	1.0~4.9	种子体
室 内	褐家鼠	46	3.1~7.0	2.0~4.5	1.0~5.0	拟椭圆体
	仓 鼠	28	4.0~6.0	2.5~3.8	1.2~4.6	种子体
	小家鼠	15	1.2~3.0	0.8~1.9	0.2~2.1	各种颗粒

为和方式差异很大。高原鼠兔、达乌尔田鼠和黄鼠等以家族方式生活,种群密度较高,通讯方式以视觉为主。鼯鼠类,因为长期生活于地下,生境非常封闭,种群密度较低,多独居,视力退化,通讯主要靠嗅觉和听力。而对于大多数啮齿动物,通讯方式为嗅觉通

讯,排泄物以及一些特化皮脂腺的分泌物在个体辨认、性行为、领域性和维持正常的社群结构中起重要的作用。啮齿动物的通讯行为的研究,可能为高效驱避剂和安全型无毒或微毒成品灭鼠药剂的研制,开辟新的有效途径。

啮齿动物的社会性,给防治带来一定的困难,对化学药剂提出了更高的要求。因为采用化学灭鼠剂防治时,如果一个个体取食后发生异常反应或剧烈的中毒症状,就会以某种方式把信息传递给种群其它个体,产生群体拒食现象,降低或消除了化学灭鼠剂的防治效果。因而,理想的成品药剂必须具备作用缓慢,鼠类取食后中毒症状轻微。

3.3 啮齿动物所需营养的特异性

表 3 反映了主要啮齿动物与家禽家畜的营养需求差异。对表 3 的数据进行主成分分析(表 4),前 2 个主分量的累计贡献率为 97.47%,包含了动物营养需求 97.47%的信息,完全可以反映动物对营养需求的总体信息和内涵。利用前 2 个主分量对各种动物进行营养需求排序可把动物分为 2 大类,第 1 类为对蛋白蛋和脂肪需求量较大的肉食性动物。第

2 类为草食性动物。在草食性动物中,根据各种动物的生存环境又可分为 3 小类,第 1 小类为人工驯养的中小型动物,如,鸡和小白鼠,它们的营养获取相对较容易,环境压力相对较小,所以摄取的蛋白质和脂肪相对较丰富;第 2 小类为人工饲养的大、中型动物;第 3 小类为野生的动物,主要包括各种野生鼠类,由于环境的压力和食物种类的限制,营养成分中蛋白质和脂肪的含量相对较低。这一分析证明,各类动物对营养的需求具有明显的差异,啮齿动物由于长期适应环境的要求,形成了自己的营养需求。根据动物营养需求的差异和啮齿动物营养需求的特异性,通过对各种饵料的营养成分分析,经过合理组方进行测定,可以筛选出适合于啮齿动物取食的最佳饵料配方,从而提高成品药剂的杀灭效果。

表 3 几种动物的主要营养需求

Table 3 The major nutrition requirements of several kinds of animals

营养成分	小 鼠	家 鼠	田 鼠	鼯 鼠	家 兔	猪	猫	狗	鸡
蛋白质/%	21.50	11.32	23.00	8.95	18.00	18.30	31.00	23.50	19.00
脂肪/%	5.00	2.50	3.54	1.85	3.00	4.30	10.00	9.00	5.00
Ca/%	1.00	0.50	0.45	1.23	1.25	0.92	1.35	1.13	3.05
P/%	0.65	0.65	0.70	0.80	0.65	0.80	1.15	1.05	0.65
NaCl/%	0.05	0.01	0.40	0.45	0.10	0.30	0.25	0.20	0.23
赖氨酸/%	0.85	0.91	1.20	0.56	0.75	1.06	15.00	0.28	1.01
蛋氨酸/%	0.45	0.85	0.58	0.49	0.43	0.37	0.70	0.49	0.26
VA/I.U·kg <sup>-1</sup>	750	1 000	850	800	750	750	1 550	1 250	900
VD/I.U·kg <sup>-1</sup>	125	240	200	150	125	125	360	250	240
VC/I.U·kg <sup>-1</sup>	0.00	55.00	0.00	85.00	60.00	0.00	0.00	0.00	0.00
水分/%	>13	>14	>14	>15	>15	>20	>20	>20	>5

表 4 动物营养成分的主成分分析因子载荷

Table 4 Main factor analysis of animal nutrition composition

营养成分	因子载荷			营养成分	因子载荷		
	F1	F2	F3		F1	F2	F3
蛋白质	0.999	0.005	-0.017	VA	0.986	-0.054	0.137
脂 肪	0.957	-0.036	0.286	VD	0.107	0.993	0.041
Ca	0.988	-0.023	0.150	VC	-0.011	0.999	-0.011
P	0.999	0.007	-0.013	水分	-0.013	0.999	-0.010
NaCl	0.983	0.026	-0.167	特征值	7.73	2.99	0.24
赖氨酸	0.992	0.016	-0.112	贡献率/%	70.27	27.20	0.33
蛋氨酸	0.953	-0.027	-0.270	累计贡献率/%		97.47	

3.4 啮齿动物生物学和生理生化指标分析

了解动物生物、生理生化指标的共性和啮齿动物生物、生理生化指标的特异性,是进一步研究灭鼠剂的作用机理和毒力测定的基础<sup>[12,13]</sup>。

各种动物的生物、生理生化指标差异很大(表 5)。对表 5 的数据进行回归分析显示,动物的呼吸频率、耗氧量和心跳频率与动物体型的大小呈负相关,即体型愈大,呼吸、心跳活动愈平稳,活动频率愈小。

而通气量与体型的大小呈正相关,即体型愈大,通气量愈大。由于多数啮齿动物的体型较小,体表面积相对较大,单位体积的能量消耗较高,所以啮齿动物单位体重的营养需求量较大,表现为个体的日食量接近或超过自己的体重,如甘肃鼯鼠日食草量最高可达 135 g,远远大于自己的体重。

对表 5 中的数据采用马氏最大距离法进行聚类分析(图 1)。按照离差平方和 8.57 进行分类,供试

表 5  动物的生物、生理生化指标

Table 3  Physiological and biochemical quotas of animals

项 目	大 鼠	小 鼠	家 兔	猫	狗	牛	山 羊	猪	鸡
体温/℃	39.0	38.0	39.0	38.7	39.0	38.0	39.0	39.0	41.7
心率/次·min <sup>-1</sup>	475.0	625.0	258.0	130.0	100.0	54.0	75.0	57.5	130.0
呼吸/次·min <sup>-1</sup>	85.5	163.0	30.0	26.0	18.0	20.0	16.0	15.0	16.5
通气量/mL·min <sup>-1</sup>	7.3	23.5	1 070.0	322.0	5 210.0	9 300.0	5 700.0	3 700.0	—
耗氧量/mm <sup>3</sup> ·g <sup>-1</sup>	2 000.0	2 438.0	745.5	710.0	580.0	184.0	220.0	220.0	—
收缩压/hPa	172.0	184.0	173.3	180.0	198.6	178.7	160.0	225.3	—
舒张压/hPa	121.3	126.7	126.7	116.7	133.3	117.3	112.0	144.0	—
红细胞数/10 <sup>6</sup> ·mm <sup>-3</sup>	8.9	9.9	5.7	8.0	6.8	8.1	16.0	6.4	3.4
血红蛋白/g·L <sup>-1</sup>	148.0	136.0	119.0	112.0	148.0	115.0	126.0	137.0	103.0
白细胞数/10 <sup>6</sup> ·mm <sup>-3</sup>	12 000	8 000	9 000	16 000	11 500	9 200	9 500	12 175	3 260
血小板/万·mm <sup>-3</sup>	20.0	25.0	28.0	25.0	21.9	35.0	35.0	24.0	10.3
红细胞比重	1.09	1.10	1.09	1.08	1.06	1.08	1.08	1.09	1.09
总蛋白/%	7.2	5.5	7.8	11.2	7.1	8.2	7.5	8.7	3.9
血 pH	7.35	7.45	7.58	7.49	7.45	7.14	7.24	7.15	7.42

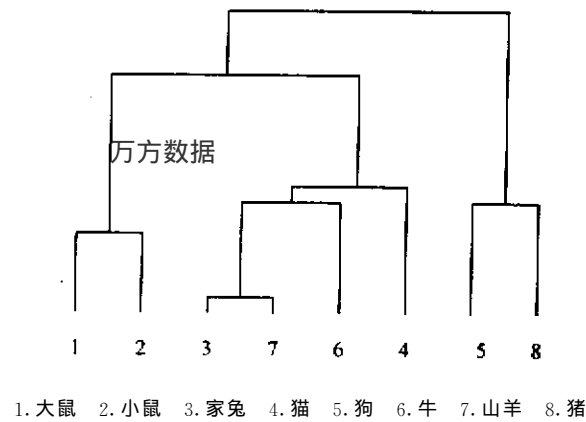


图 1  动物生理生化指标聚类图

Fig.1  Cluster analysis physiological and bio-chemical quotas of animals

动物可以分为 3 类,第 1 类为啮齿动物,第 2 类主要是食草动物,第 3 类是猪和狗。在第 2 类中牛和羊最

接近,离差平方和仅为 0.31,其次是牛,离差平方和为 3.91,猫最远,离差平方和为 4.07。这说明,即使生物、生理生化特性比较相近的动物,其生物、生理生化指标也存在着一定的差异。深入研究动物生物生理生化特性的差异,根据这些差异性,有针对性地进行研究,寻找到控制有害动物种群的关键因素,研制专一性或具有选择毒性的灭鼠剂,是动物毒理学的一个重要课题,也是灭鼠剂发展的方向。

3.5  啮齿动物消化系统的特异性

表 6 反映了供试动物肠长度的变化指标。由于各种动物肠各段长度比例不同,对食物的消化吸收程度不同,单位重量食物产生的代谢能也不同。对于食草动物家兔和田鼠,小肠所占的比例和总肠与体长的比例相对较小,对食物中的粗纤维消化吸收能力较差;而杂食性动物家鼠、猫、狗等小肠比例较大,

表 6  供试动物肠各段长度指标

Table 6  The index of enteric length of animals

动物种类	长度/m				各段占总肠的比例/%			体长:肠长
	小肠	盲肠	大肠	总肠	小肠	盲肠	大肠	
家 鼠	0.81	0.03	0.17	0.91	89.0	3.3	16.7	1 : 4
田 鼠	0.77	0.04	0.20	1.01	76.2	4.0	19.8	1 : 6
猫	1.72	—	0.35	2.07	83.1	—	16.9	1 : 4
狗	4.14	0.08	0.60	4.82	85.9	1.7	12.5	1 : 6
家 兔	2.56	0.61	1.65	5.82	61.2	10.5	28.3	1 : 10
猪	18.29	0.23	4.99	23.51	77.8	1.0	21.2	1 : 14
马	24.50	1.25	4.50	30.25	81.0	4.1	14.9	1 : 20
羊	26.20	0.36	6.17	32.76	80.0	1.1	18.8	1 : 27
牛	38.00	0.80	10.00	56.00	67.9	1.4	17.9	1 : 24

对食物中的蛋白质和脂肪消化吸收较充分。啮齿动物和家兔盲肠与体长的比例较大,家鼠为 1 : 0.8,田鼠为 1 : 0.7,家兔为 1 : 1;而其它动物的较小,猪和狗为 1 : 0.3。这说明啮齿动物和家兔在消化系统

功能上有一定的共同性。  
动物不同,消化系统的容积不同,取食量不同,消化吸收营养的能力也不同。啮齿动物消化系统的容积较小,食物在肠中的分布比例较大,且比较一

致。这一点与猪的肠道结构较相似,所以两者均表现为缺乏呕吐反应机制,喜欢零食。根据啮齿动物消化系统的这些特点,可以选择具有凝固作用的材料,与食物按照一定比例混合,鼠类取食后在消化道发生凝固反应形成结块,堵塞消化道,切断营养代谢过程,达到杀灭害鼠的目的。

## 4 结论与讨论

啮齿动物具有性成熟早、繁殖能力强的特点。对于小型啮齿动物性成熟年龄平均在 3 个月左右,一般年产 3 胎左右,有的产 10 胎以上,每胎所产仔数平均可达 2~8 只。

握食行为是多数啮齿目动物和兔形目动物共有的一种取食行为。根据啮齿动物这一取食行为,可以把成品药剂颗粒加工成拟圆柱型,其规格大小可根据不同鼠类的防治需要进行确定。为了适应环境条件和食物的周期性变化,啮齿动物养成了贮食的独特行为。根据啮齿动物这一习性,可在入冬前,鼠类大量盗食贮存时采用成品药剂灭鼠。

大多数啮齿动物,由于体型、活动能力、活动范围、隐匿的习性和捕食压力等因素的影响,排泄物以及一些特化皮脂腺的分泌物在个体辨认、性行为、领域性和维持正常的社群结构中起重要的作用。化学药剂防治害鼠主要有 2 条途径,即驱避和杀灭。啮齿动物的通讯行为的研究,可能为高效驱避剂和安全型无毒或微毒成品灭鼠药剂的研制,开辟新的有效途径。

探讨啮齿动物营养生态的特异性,结合动物取食领地食物种类的营养成分分析,寻找影响啮齿动物需求的关键因子,是进行安全型无毒成品药剂研制所需的基础性工作。通过对啮齿动物营养成分的

了解,可以根据啮齿动物的不同特点,筛选出最适合于啮齿动物取食的饵料作为安全型无毒成品药剂的载体,从而大幅度地提高成品药剂的适口性和杀灭效果。

### 参考文献:

[1] 王祖望,张自彬. 害鼠治理的理论与实践[M]. 北京:科学出版社,1996. 344-366.

[2] 邓 址. 啮齿动物的生态与防治[M]. 北京:北京师范大学出版社,1989.

[3] 韩崇选,胡忠朗,王明春,等. 溴敌隆毒饵毒杀甘肃黾鼠效果研究[A]. 胡忠朗,王廷正. 黄土高原林区黾鼠综合管理研究[C]. 西安:西北大学出版社,1995. 169-174.

[4] 韩崇选,胡忠朗,王明春,等. 甘肃黾鼠对溴敌隆毒饵的反应[A]. 胡忠朗,王廷正. 黄土高原林区黾鼠综合管理研究[C]. 西安:西北大学出版社,1995. 162-168.

[5] 王自强. 试验动物学[M]. 兰州:甘肃民族出版社,1993.

[6] 施新茜. 医用实验动物学[M]. 西安:陕西科学技术出版社,1989.

[7] 王廷正. 陕西啮齿动物志[M]. 西安:陕西师范大学出版社,1991.

[8] 李子魏. 高原鼠兔的季节性繁殖[J]. 兽类学报,1998,18(1): 49.

[9] 胡忠朗,韩崇选,王明春,等. 黄土高原林区黾鼠综合管理研究[A]. 胡忠朗,王廷正. 黄土高原林区黾鼠综合管理研究[C]. 西安:西北大学出版社,1995. 139-149.

[10] 胡忠朗,韩崇选,王明春,等. 甘肃黾鼠日生活节律及生物特性的研究[A]. 胡忠朗,王廷正. 黄土高原林区黾鼠综合管理研究[C]. 西安:西北大学出版社,1995. 4-111.

[11] 王明春,胡忠朗,韩崇选,等. 甘肃黾鼠取食活动规律研究[A]. 胡忠朗,王廷正. 黄土高原林区黾鼠综合管理研究[C]. 西安:西北大学出版社,1995. 112-118.

[12] 杨燕辉. 中国东部黑线姬鼠的形态学与生化指标的比较研究[J]. 兽类学报,1998,18(1):50-53.

[13] 熊忠. 根田鼠下丘脑促性腺激素释放水平昼夜节律及低氧影响[J]. 兽类学报,1998,18(1):74.

## 欢迎订阅 2003 年《西北农业学报》

《西北农业学报》是由教育部主管,西北农林科技大学、甘肃、宁夏、青海、新疆农(林、垦)业科学院和新疆、青海畜牧(兽医)科学院等八院校联合主办的农牧业学术期刊。本刊立足大西北,面向国内外,主要刊载体现西北地方特色的农牧业各专业学科在基础理论研究和应用技术理论研究方面具有创见的学术论文、领先水平的科研成果、学术报告、研究简报,有新意的文献综述及学术动态、科研成果、新品种介绍等。

读者对象为农牧业科技人员、农业院校师生及高级农业科技管理人员。  
《西北农业学报》1992 年创刊,为陕西省优秀科技期刊,中国科学引文数据库源期刊,入编《中国学术期刊(光盘版)》和万方数据库,已被国内外 12 家权威性文摘期刊和数据库固定转载或收录。

本刊为季刊,季末月 10 日出版,大 16 开本,120 页,另附进口铜版纸图版。国内外公开发行,邮发代号 52-111;国外发行:中国国际图书贸易总公司(北京 399 信箱),代号 Q4380。每期定价 8.00 元,全年 32.00 元。全国各地邮局均可订阅,也可直接向编辑部订阅。

编辑部地址:陕西 杨陵 西北农林科技大学 西农校区 33 信箱 邮政编码:712100 联系电话:(029)7091132