

克鼠星系列灭鼠剂饵料的筛选^{*}

韩崇选, 杨学军, 王明春, 杨清娥

(西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨陵 712100)

[摘 要] 在对啮齿动物营养需求平衡分析的基础上, 测定了其对各种饵料的适口性。结果表明, 鼠类喜食低蛋白、高碳水化合物、中等脂肪含量的谷物和高蛋白、低碳水化合物、高脂肪含量的油料作物籽粒; 而不喜食高蛋白、高碳水化合物、低脂肪含量的豆类。采用2~3种不同的谷物配成混合饵料, 可以提高适口性, 增加啮齿动物的摄食量。在此基础上筛选出了以玉米为主要成分的鼠类饵料配方, 摄食率比单一成分的饵料提高0.25~3.01倍。同时, 根据鼠类握食习性, 确定配方饵料加工形状为拟圆柱形, 鼯鼠类对规格为5 mm × (2~4) mm的圆柱型玉米配方加工饵料的日食量比玉米粒提高38%。

[关键词] 啮齿动物; 灭鼠剂; 饵料; 摄食率

[中图分类号] S767.4

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-2782(2002)04-0042-05

饵料是灭鼠剂的载体, 也是灭鼠剂进行灭鼠的中间媒介, 其理化性质直接影响灭鼠剂的灭鼠效果。一种好的饵料必须对鼠类具有较强的引诱能力, 在环境中能竞争过其他鼠类食物^[1], 使害鼠能够在短时间内吃够致死量, 以便发挥灭鼠剂的最大功效。因此研究各种饵料的适口性和理化性质, 筛选出最理想的饵料, 是研制成品灭鼠剂的关键。

1 材料与方法

1.1 饵料营养成分分析

在各类饵料营养特点分析的基础上, 重点分析了小麦、玉米、高粱、大豆、麸皮等的粗蛋白、氨基酸、粗脂肪、粗纤维和Ca、P、Na的含量。粗蛋白采用凯氏定氮法测定; 氨基酸采用氨基酸分析仪测定; 粗脂肪采用索氏提取仪测定; 粗纤维采用纤维分析仪测定; Ca、P、Na分别采用EDTA络合法、氯化亚锡比色法和火焰光度计法测定。

1.2 试验动物对养分的日需求量分析

利用析因法和综合法主要测定了家兔(*Ochotona* sp.)、小家鼠(*Mus musculus*)、褐家鼠(*Rattus norvegicus*)和大仓鼠(*Cricetulus triton*)对粗蛋白、氨基酸、粗脂肪、粗纤维和Ca、P、Na的日需求量。即总营养需求量=维持需求+繁殖需求, 其分析公式^[2]如下:

$$R = aW^b + cx + dy + ez \dots$$

式中, R 代表对某一营养物质的总需求量; a 为常数, 即每千克代谢体重的营养需求; b 是指数, 一般为0.75; W^b 为代谢体重; x 、 y 、 z ……代表各组织中的营养物质增减量; c 、 d 、 e ……代表利用系数。

1.3 饵料适口性和摄食率测定

测定了甘肃鼯鼠(*Myosorex cansus*)和达乌尔黄鼠(*Spermophilus dauricus*)对玉米、大米、小米、小麦、黄豆、高粱和花生米的摄食率。试验场地为新建的半地下封闭型饲养室, 饲养池大小为100 cm × 60 cm × 35 cm, 中央有一15 cm × 15 cm用铁纱封住的方孔与地下相通, 左边中央与右外角各有一直径为6.0 cm的圆型小饲料池, 饲料池上面高出池底部1.0~1.5 cm。试验时, 对选择供试的鼠个体逐一测定体重、体长, 分别编号。随机分组, 进行单独和混合试验。对于甘肃鼯鼠, 每只鼠每天投饵25 g, 24 h后测定饵料的消耗量; 并设3组空白对照, 测定饵料的自然消耗量; 达乌尔黄鼠的测定方法与甘肃鼯鼠的测定方法基本相同, 只是每只鼠每天投饵20 g。摄食率和千克体重日食量按下列公式计算:

$$\text{摄食率} = \frac{\text{校正日消耗量}}{\text{日投饵量}} \times 100\%$$

$$\text{千克体重日食量} = \frac{\text{校正日消耗量(g)}}{\text{单个鼠体重(g)}} \times 1000$$

1.4 配方饵料的形状和大小

在鼠类握食习性研究的基础上, 利用对比法^[3], 在室内进行了甘肃鼯鼠、达乌尔鼠兔(*Ochotona dau-*

^{*} [收稿日期] 2001-12-24

[基金项目] 国家林业局“九五”重点基金项目(96-50)

[作者简介] 韩崇选(1962-), 男, 陕西西安市人, 副研究员, 主要从事森林鼠害治理研究。

rica)、达乌尔黄鼠和褐家鼠对圆柱形配方饵料的适口性和日食量测定。

2 研究结果

2 1 各种饵料的营养特点

2 1 1 青饲料的特点 蛋白质含量丰富、品质好,粗蛋白含量约 100~ 200 g/kg (以干物质计),氨基酸含量适中,种类均衡^[2]; 维生素含量丰富; Ca 和 P 含量差异较大,以干物质计 Ca 约占 2~ 20 g/kg, P 约占 2~ 5 g/kg。青饲料幼嫩多汁,营养相对均衡,易消化,适口性好。但水分含量高,不宜保存,加工过程中蛋白质和维生素损失严重。青饲料与其他成分配合可作为沙鼠类和鼠兔类成品药剂的载体。

2 1 2 禾本科作物种子的特点 淀粉和粗纤维含量高,约 700~ 800 g/kg,其中,粗纤维含量一般在 60 g/kg 以下;粗蛋白含量在 100 g/kg 左右,氨基酸组成不平衡;脂肪含量很低,一般为 20~ 50 g/kg (以干物质计);Ca 和 P 含量不均衡,Ca 的含量在 1 g/kg 以下,而 P 的含量为 3~ 4 5 g/kg。禾本科种

子适口性好,易消化,是大部分鼠类成品药剂的优良载体。

2 1 3 豆科类种子的特点 蛋白质含量在 200 g/kg 以上,氨基酸比例均衡,品质好,易消化;脂肪含量 20~ 160 g/kg。可以补充禾本科作物种子中蛋白质和脂肪的不足。

2 1 4 麸皮类饵料的特点 粗蛋白含量适中,一般在 140 g/kg 左右,碳水化合物含量 400~ 500 g/kg,其中粗纤维含量约占 100 g/kg,矿物质含量丰富。麸皮类饵料质地疏松,加工性能好,可以作为成品药剂载体的辅助成分,以提高配方饵料的加工性能,提高颗粒的加工质量。

2 2 饵料营养与啮齿动物营养需求平衡分析

通过对各种饵料的营养成分分析,有针对性地选择小麦、玉米、高粱、大豆、麸皮等饵料与啮齿动物进行营养平衡分析,结果见表 1。对表 1 中的数据进行分析^[2,3],结果见表 2。由表 2 可以看出,前 2 个主成分(F₁和 F₂)的累计贡献率为 92 33%,远远大于 85%,可以满足生物统计分析的需要。

表 1 饵料营养与啮齿动物营养需求平衡分析

Table 1 Analysis of the blance between bait nutrition and rodent nutrition demand						g/kg			
营养成分 Component	成分含量 Content of component					营养需求 Requirement of nutrition			
	小麦 W heat	玉米 M aize	高粱 Durra	大豆 Soybean	麸皮 Bran	家兔 Rabbit	小家鼠 House mouse	褐家鼠 Sewer rat	大仓鼠 A lbino rat
粗蛋白 Crude protein	110 6	99 0	102 0	360 0	140 0	160 0	190 0	180 0	220 0
氨基酸 Am inophenol	49 3	44 2	45 5	160 7	62 5	58 5	82 5	83 5	117 1
粗脂肪 Crude fat	22 4	44 0	30 0	175 0	125 0	20 0	35 0	35 0	50 0
粗纤维 Crude fiber	27 6	22 0	34 0	45 0	100 0	110 0	50 0	50 0	50 0
Ca	0 6	0 9	0 6	5 0	0 8	4 0	7 0	1 0	10 0
P	3 0	4 1	3 6	4 6	10 0	2 2	5 0	5 0	7 0
Na	0 1	0 3	0 1	0 5	0 7	2 0	2 1	2 1	2 1

表 2 饵料营养与啮齿动物营养需求因子对应分析因子载荷

Table 2 Factor load of the main composition analysis between bait nutrition and rodent nutrition demand					
营养成分 Component	R 型因子载荷 R factor load		种 类 Kinds	Q 型因子载荷 Q factor load	
	F ₁	F ₂		F ₁	F ₂
粗蛋白 Crude protein	0 007 2	- 0 084 1	小麦 W heat	0 013 2	- 0 033 3
氨基酸 Am inophenol	- 0 013 0	- 0 071 6	玉米 M aize	- 0 042 0	0 051 6
粗脂肪 Crude fat	- 0 155 2	0 115 6	高粱 Durra	0 011 5	0 001 0
粗纤维 Crude fiber	0 155 9	0 121 3	大豆 Soybean	- 0 137 8	- 0 018 0
Ca	0 022 1	- 0 039 8	麸皮 Bran	- 0 027 6	0 168 8
P	- 0 001 3	0 020 0	家兔 Rabbit	0 160 3	0 045 1
Na	0 030 5	- 0 012 7	小家鼠 House mouse	0 037 0	- 0 055 7
特征值 Characteristic worth	0 050 0	0 042 4	褐家鼠 Sewer rat	0 031 4	- 0 045 6
贡献率/% Contribution rate	49 97	42 36	大仓鼠 A lbino-rat	0 012 4	- 0 072 6
累计贡献率/% Total contri- bution rate		92 33	特征值 Characteristic value	0 050 0	0 042 4
			贡献率/% Contribution rate	49 97	42 36
			累计贡献率/% Total contri- bution rate		92 33

利用前 2 个主成分绘制饵料养分与啮齿动物营养需求对应分析排序图, 见图 1。

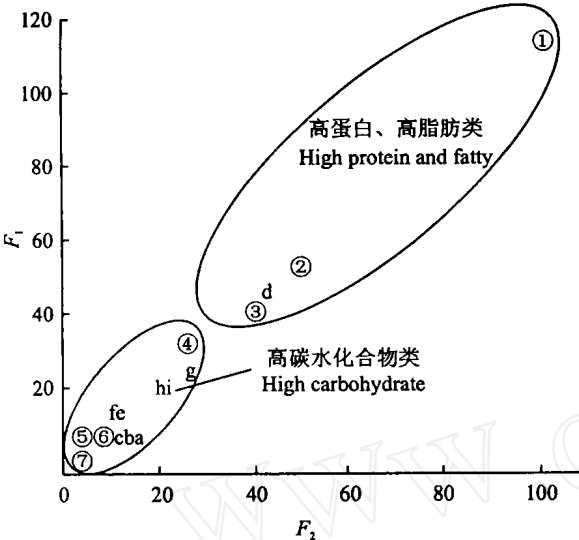


图 1 饵料养分和啮齿动物营养需求对应分析排序图

粗蛋白; 氨基酸; 粗脂肪;
粗纤维; Ca; P; Na
a 小麦; b 玉米; c 高粱; d 大豆; e 麸皮;
f 家兔; g 小家鼠; h 褐家鼠; i 大仓鼠

Fig 1 Bait nutrient with rodent nutrition demand and corresponding analysis ordering chart

Crude protein; Am inophenol; Crude fat;
Crude fiber; Autunite; Phosphor; Natrium
a Wheat; b Maize; c Durra; d Soybean;
e Bran; f Rabbit; g Hous mouse;
h Sewer rat; i Albino-rat

从图 1 可以直观地看出, 啮齿动物的营养需求与禾本科作物小麦、玉米、高粱和麸皮等的营养成分比较接近, 这些饵料的碳水化合物含量相对较高, 而与高蛋白、高脂肪类的大豆营养成分相差甚远。啮齿动物一般喜食低蛋白、高碳水化合物、中等脂肪含量

的谷物和高蛋白、低碳水化合物、高脂肪含量的油料作物籽粒, 如小麦、玉米、花生米和葵花子等; 而不喜食高蛋白、高碳水化合物、低脂肪含量的豆类, 如绿豆和小豆等。采用 2~ 3 种不同的谷物配成混合饵料, 可以提高适口性, 增加啮齿动物的摄食量。所以成品药剂载体应该以禾本科作物的种子为主进行筛选。

2 3 饵料适口性和摄食率测定

在确定了饵料的主要筛选范围后, 进行了甘肃鼯鼠和黄鼠对主要禾本科作物种子的适口性和摄食情况测定, 测定结果见表 3。从表 3 可以看出, 甘肃鼯鼠和黄鼠最喜欢取食玉米, 每只日摄食量分别达 16 26 和 5 78, 摄食率分别达 65 0 % 和 28 9 %, 比其他饵料分别高 0 45~ 2 74 倍和 0 25~ 3 01 倍^[3~ 5]。

2 4 饵料形状和大小对摄食率的影响

鼠类对饵料形状和大小的选择是其长期适应不同生境的结果^[6, 7]。鼠类不同, 生境不同, 前爪长度不同, 食料组成不同, 握食喜欢的大小不同(表 4)。对于鼯鼠类, 因终生营地下生活, 靠取食植物根系为生, 所以前爪发达, 长 6 0~ 9 8 mm, 喜欢取食的根系直径为 1 8~ 15 5 mm, 摄食的根系直径为 0 45~ 5 8 mm; 松鼠类因喜欢取食松类的种子, 其最喜欢的食物大小基本与松类种子大小相同, 约为 2 0~ 3 8 mm; 鼠兔类因食性较杂, 危害方式多样, 对食料的形状和大小选择不严格, 但比较喜欢取食作物青苗和豆类的种子, 大小为 1 8~ 6 9 mm; 小家鼠, 因为体型小, 长期生活在人类居住的环境中, 对食物的形状选择性不强, 但喜欢取食比较小的食物; 对于其他家鼠和田鼠类, 比较喜欢取食的食物大小差异变化不大, 其最喜欢的食物大小在 2 5~ 3 5 mm。

表 3 鼠类对不同饵料的取食情况

Table 3 Bait-taking of mouse to different baits

饵料名称 Bait name	甘肃鼯鼠 Gansu zoker				黄鼠 Yellow mouse			
	每只投饵量 /(g · d ⁻¹) Bait quantity per mouse	试验鼠数 Rat number	每只食量 /(g · d ⁻¹) Dietary requirement per mouse	摄食率/% Fetching rate	每只投饵量 /(g · d ⁻¹) Bait quantity per mouse	试验鼠数 Rat number	每只食量 /(g · d ⁻¹) Dietary requirement per mouse	摄食率/% Fetching rate
玉米 Maize	25	19	16 26	65 0	20	60	5 78	28 9
大米 Rice	25	17	5 98	23 9	-	-	-	-
谷子 Millet	25	11	5 67	22 7	20	60	1 61	8 1
小麦 Wheat	25	8	4 35	17 4	20	60	4 62	23 1
黄豆 Soybean	25	12	7 83	31 3	20	60	3 25	16 25
高粱 Burra	25	21	6 24	25 0	20	60	1 42	7 10
花生米 Pignut	25	13	11 25	45 0	20	60	4 25	21 25

对表 4 的信息进行综合分析可以看出, 鼠类对圆柱体或拟圆柱体的食物比较喜欢, 配方饵料颗粒加工的基本形状应确定为圆柱体。对于野外鼠类(鼯鼠类、田鼠类、鼠兔类), 饵料颗粒的直径应为 3.5~5.0 mm; 而对于家鼠类和其他小型鼠类, 颗粒直径应在 2.5~3.5 mm。

以玉米为参照对象, 对不同粒径的玉米配方颗粒饵料进行鼠类适口性和日食量测定, 结果见表 5。

表 4 鼠类对食物形状和大小的选择

Table 4 Culling the size and shape of foods for rodent

栖息生境 Habitat	鼠类 Rodent	测量鼠数/只 Rat number	前爪长/mm Front claw length	双握直径/mm Hold	食物粒径/mm Food diameter	喜食物形状 Bait shape
林地农田 Fammland & woodland	鼯鼠类 Zoker	50	6.0~9.8	3.8~6.2	1.8~15.5	根系、圆柱 Root, Cylinder
	鼠兔类 Pika	28	3.0~7.0	1.9~4.5	1.8~6.9	杂圆柱体 Cylinder
	田鼠类 Hedgeshrew	35	4.5~6.3	2.9~4.0	1.5~5.4	杂圆柱体 Cylinder
	松鼠类 Squirrel	15	2.0~6.0	1.3~3.8	2.0~3.5	椭圆柱体 Ellipse
	黑线姬鼠 A. agrarius	50	3.0~4.2	1.9~2.7	0.8~4.6	椭圆柱体 Ellipse
野外室内 Field & indoor	黄胸鼠 Rattus flavipectus	17	4.0~6.0	2.5~3.8	1.0~4.9	种子 Seed
	褐家鼠 Sewer rat	46	3.1~7.0	2.0~4.5	1.0~5.0	椭圆柱体 Ellipse
	大仓鼠 A. lbino-rat	28	4.0~6.0	2.5~3.8	1.2~4.6	种子 Seed
	小家鼠 House mouse	15	1.2~3.0	0.8~1.9	0.2~2.1	各种颗粒 Every grain

表 5 圆柱型饵料对鼠类的增食作用

Table 5 Cylinder type bait increase edible role

鼠类 Rodent	试验鼠数 Rat number	试验期/d Test days	饵料形状 Bait shape	饵料规格/mm Bait standard	食量/(g·d ⁻¹) Dietary requirement	增益指数 Plus index
鼯鼠 Zoker	30	10	圆柱体 Cylinder	5×(2~4)	7.08	0.31
	30	10	圆柱体 Cylinder	3×(1~4)	6.38	0.18
	30	10	玉米粒 Maize	6×(3~4)	5.42	—
鼠兔 Pika	30	6	圆柱体 Cylinder	5×(2~4)	4.52	0.26
	30	6	圆柱体 Cylinder	3×(1~4)	4.65	0.30
	30	6	玉米粒 Maize	6×(3~4)	3.59	—
黄鼠 Yellow mouse	30	8	圆柱体 Cylinder	5×(2~4)	2.08	0.08
	30	8	圆柱体 Cylinder	3×(1~4)	2.31	0.20
	30	8	玉米粒 Maize	6×(3~4)	1.93	—
褐家鼠 Sewer rat	30	10	圆柱体 Cylinder	5×(2~4)	2.45	0.10
	30	10	圆柱体 Cylinder	3×(1~4)	2.49	0.12
	30	10	玉米粒 Maize	6×(3~4)	2.23	—

由表 5 可知, 规格为 5 mm × (2~4) mm 的圆柱型玉米配方加工饵料对鼯鼠类的日食量增益指数最大, 为 0.31, 即在三者对照饲养下, 鼯鼠对该饵料的日食量比玉米提高 38% 左右; 同时, 对黄鼠、鼠兔和褐家鼠的日食量也有明显的增益作用, 其增益指数分别为 0.08、0.26 和 0.10。而规格为 3 mm × (1~4) mm 圆柱型玉米配方加工饵料对鼠兔类的日食量增益作用最强, 增益指数达 0.30。根据各规格

配方饵料对各鼠类的日食量增益作用讨论可得出,规格为 $5\text{ mm} \times (2\sim 4)\text{ mm}$ 的圆柱型玉米配方加工饵料对鼯鼠类的增益效果最好;而规格为 $3\text{ mm} \times (1\sim 4)\text{ mm}$ 圆柱型玉米配方加工饵料对鼠兔类、黄鼠类和褐家鼠日食量的增益效果最好。这个结论进一步证明,鼠类取食对食物的形状和大小存在着一定的选择性。成品灭鼠剂研制时,可利用鼠类取食的这一特性,根据不同鼠类,确定成品灭鼠剂颗粒的理想形状和规格。

3 结果与讨论

饵料作为成品灭鼠剂的载体,传统上主要采用单一作物的种子,其优点是使用方便,来源广泛,缺

点是对大多数鼠类的适口性差,杀灭效果不理想。随着鼠类食性食量研究的逐步深入,处方饵料将逐渐代替单一种子而成为成品灭鼠剂的载体。本试验基于国内外对饵料筛选的研究,采用系统的分析方法,从各种饵料的营养特点入手,运用饵料营养与啮齿动物营养需求平衡分析,结合鼠类对饵料形状和大小的选择,研制的多规格圆柱形混合饵料,应该说比采用单一作物种子的饵料更合理、更科学。经试验,规格为 $5 \times (2\sim 4)\text{ mm}$ 的圆柱型玉米配方加工饵料对鼯鼠类的增益效果最好;而规格为 $3 \times (1\sim 4)\text{ mm}$ 圆柱型玉米配方加工饵料对鼠兔类、黄鼠类和褐家鼠日食量的增益效果最好。

[参考文献]

- [1] 朱恩林 农村鼠害防治手册[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000 164
- [2] 王自强 实验动物学[M]. 兰州: 甘肃民族出版社, 1993 20- 23
- [3] 胡忠朗, 韩崇选, 王明春 甘肃鼯鼠日生活节律及生物特性的研究[A]. 胡忠朗, 王廷正 黄土高原林区鼯鼠综合管理研究[M]. 西安: 西北大学出版社, 1995 4- 111
- [4] 王明春 溴敌隆毒饵毒杀甘肃鼯鼠效果研究[A]. 胡忠朗, 王廷正 黄土高原林区鼯鼠综合管理研究[M]. 西安: 西北大学出版社, 1995 169- 174
- [5] 韩崇选, 胡忠朗, 杨学军, 等 桥山林区甘肃鼯鼠发生规律研究[J]. 陕西林业科技, 1994, (4): 23- 29
- [6] 韩崇选, 杨学军, 胡忠朗 林地鼯鼠化学防治技术研究[A]. 胡忠朗, 王廷正 黄土高原林区鼯鼠综合管理研究[M]. 西安: 西北大学出版社, 1995 192- 196
- [7] 王明春, 胡忠朗, 韩崇选 甘肃鼯鼠取食活动规律研究[A]. 胡忠朗, 王廷正 黄土高原林区鼯鼠综合管理研究[M]. 西安: 西北大学出版社, 1995 112- 118

The selection of bait for series of krs

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

(College of Forestry, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Rodent nutrition demand and balanced analysis shows that, the rodent like to eat cereal of low albumen, high carbohydrate and medium fat, and high protein, low carbohydrate and high fat seed of oil plants, but don't like the beans of high protein and high carbohydrate low fatty. It can increase appetite of rodent adopting mixed bait of 2- 3 different cereal. On this foundation, the rodent prescription bait with mainly corn as the main matter was selected. Its fetching rate raises 0.25- 0.301 times than the bait of unitary composition. At the same time, according to the forage holding habits of rodent, the processing shape of prescription bait is cylindrical. It is $5\text{ mm} \times (2\sim 4)\text{ mm}$ cylinder type bait, increasing the fetching quantity per day of zoker 38% higher than single corn.

Key words: rodent; rodenticide; bait; fetching rate