



# 中国地鼠山医群体近交系 E 繁殖性状的遗传力估计

张引红, 刘田福, 陈朝阳, 张锐虎, 寇冰

(山西医科大学实验动物中心, 太原 030001)

**【摘要】** 目的 对中国地鼠山医群体近交系 E 的一些繁殖性状进行遗传力估计分析。方法 采用平均信息约束最大似然法(AIREML), 利用 WOMBAT 软件进行处理。结果 产仔数、离乳数、胎间隔 2-1 和胎间隔 3-2 的遗传力均较低, 分别为 0.05、0.096、0.182 和 0.116。结论 中国地鼠山医群体近交系 E 繁殖性状的遗传力均属于低遗传力。

**【关键词】** 中国地鼠; 繁殖性状; 遗传力; 平均信息约束最大似然法

**【中图分类号】** R33 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1671-7856(2012)04-0027-03

doi: 10.3969/j.issn.1671.7856.2012.04.007

## Estimation of the Heritability of Reproduction Traits of Shanyi Colony Inbred Strain E of Chinese Hamster

ZHANG Yin-hong, LIU Tian-fu, CHEN Zhao-yang, ZHANG Rui-hu, KOU Bing  
(Laboratory Animal Center of Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, China)

**【Abstract】** To understand the genetic characteristics of Shanyi colony inbred strain E of Chinese hamster, the reproduction records of Shanyi colony inbred strain E of Chinese hamster in 2001 - 2010 were used to estimate the heritability of the reproduction traits by the method of average information restricted maximum likelihood (AIREML). The results showed that the heritability of the litter size, weaning number, birth interval 2 - 1, birth interval 3 - 2 was low, with the value of 0.05, 0.096, 0.182 and 0.116, respectively.

**【Key words】** Chinese hamster; Reproduction traits; Heritability; Average information restricted maximum likelihood (AIREML)

遗传力是数量性状的重要特性之一,也是育种工作的重要依据,准确估计群体的遗传力对研究和揭示数量性状的遗传规律、制定选种方案、估计个体育种值、预测遗传进展、探讨育种效果等都有非常重要的作用。遗传力是性状、群体和环境三者特性的综合体现<sup>[1]</sup>。目前,遗传力的测定在畜禽育种研究中应用较多,而在实验动物的近交系培育过程中,遗传力的估计分析也具有重要的作用,为此,本文对中国地鼠的繁殖性状的遗传力作以初步分析估计,为中国地鼠的开发利用奠定一定的实验基础。

本研究利用 WOMBAT 软件,构建包括母体效

应在内的动物模型,采用平均信息约束最大似然法(AIREML),充分利用了各种资料,消除了各种误差,考虑了所有个体的血缘关系,使误差方差最小,估计准确性更高,研究结果对中国地鼠的繁育具有一定指导意义。为中国地鼠的实验动物化和进行标准化生产提供理论依据。

### 1 材料和方法

#### 1.1 材料

所用数据材料来自山西医科大学实验动物中心中国地鼠信息数据库中山医群体近交中国地鼠 E

[基金项目] 山西医科大学学生创新项目基金(201518)。

[作者简介] 张引红(1972-),女,实验师,硕士。研究方向:实验动物遗传学 Email: sxndzyh@163.com。

家系 2001 ~ 2010 年的繁殖记录,包括产仔数、离乳数(即一窝仔鼠哺乳 2 个月后的存活仔鼠数)、胎间隔 21(某一只生产母鼠第二胎分娩日期与其第一胎分娩日期的时间差)和胎间隔 32(某一只生产母鼠第三胎分娩日期与其第二胎分娩日期的时间差)。资料首先在 Excel 环境下建立数据库,剔除 2 倍标准差以外的极端数字后进行方差组分估计。

**1.2 数学模型**

采用单变量重复力模型估计产仔数和离乳数的方差组分和遗传力,对于产仔数而言,配合模型 I 进行估计:

$$\text{模型 I: } y = X\beta + Z_1a + Z_2p + e$$

模型 I 中,  $y$  为个体观察值向量;  $\beta$  为固定效应向量(双亲关系,世代,出生年份等);  $a$  为个体直接加性遗传效应向量;  $p$  为母鼠随机永久环境效应向量;  $X, Z_1, Z_2$  分别是  $\beta, a, p$  的关联矩阵,  $e$  为残差效应向量。

对于离乳数来说,因考虑到产仔数和离乳数有较强的正相关,在估测模型中,将同窝产仔数作为协方差包括在上述模型中,以校对产仔数对离乳数的影响。

对于不同胎次之间的胎间隔,采用单变量动物模型进行方差组分和遗传力的估计,配合模型 II 进行估计:

$$\text{模型 II: } y = X\beta + Za + e$$

模型 II 中,  $y$  为个体观察值向量;  $\beta$  为固定效应

向量(双亲关系,世代,出生年份等);  $a$  为个体直接加性遗传效应向量;  $X, Z$  分别是  $\beta, a$  的关联矩阵,  $e$  为残差效应向量。

**1.3 参数估计**

利用澳大利亚新英格兰大学学者 Karin Meyer 开发的 WOMBAT 软件对各性状的方差组分进行估计<sup>[2]</sup>,该软件是 DFREML 的替代软件,是专门用来估计呈正态分布性状的方差-协方差组分及由此产生的遗传参数<sup>[3]</sup>。参数估计时,先利用 SAS 系统(v6.12)的 VARCOPM 程序估计各性状的表型方差、随机永久效应方差和误差方差(REML 方法),再结合遗传力计算公式和各性状遗传力经验值,计算出加性遗传方差。将所获得的加性遗传方差、随机永久效应方差和误差方差作为初值,采用平均信息约束最大似然法(AIREML),在 WOMBAT 软件下进行迭代计算,迭代收敛标准为  $10^{-9}$ ,收敛后即求得各方差组分及遗传力和随机永久环境效应估计值。

**2 结果与分析**

**2.1 各性状的表型参数**

表 1 列出了中国地鼠山医群体近交系 E 繁殖性状的表型参数。由表可见,中国地鼠山医群体近交系 E 的产仔数比正常范围略低<sup>[4]</sup>,且产仔数、离乳数、胎间隔的变异系数均较大,表明这三个性状个体表型值变异大,有待进一步改善饲养管理条件并加强选育。

**表 1** 中国地鼠山医群体近交系 E 繁殖性状的表型参数

**Tab. 1** The descriptive statistics for reproduction traits of the Shanyi colony inbred strain E of Chinese hamster

性状 Traits	有效记录数 No. of effective records	平均数 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数 % Coefficient of variation (%)
产仔数 Litter size	1934	3.91	1.62	41.43
离乳数 Weaning number	1889	2.35	1.89	80.42
胎间隔 21 Birth interval 2-1	515	96.53	41.67	43.17
胎间隔 32 Birth interval 3-2	260	86.70	37.88	43.69

**表 2** 中国地鼠山医群体近交系 E 繁殖性状的方差组分、遗传力和随机永久环境效应

**Tab. 2** Variance components, heritability ( $h^2$ ), random permanent environmental effects ( $c^2$ ), and the corresponding sampling errors (se) for reproduction traits of the Shanyi colony inbred strain E of Chinese hamster

性状 Trait	方差组分 Variance components				遗传力 $h^2$	随机永久环境效应 $c^2$
	$\sigma_a^2$	$\sigma_c^2$	$\sigma_e^2$	$\sigma_p^2$	$h^2 = \sigma_a^2/\sigma_p^2$	$c^2 = \sigma_c^2/\sigma_p^2$
产仔数 Litter size	0.121 ± 0.076	0.276 ± 0.096	2.032 ± 0.089	2.429 ± 0.082	0.050 ± 0.031	0.114 ± 0.039
离乳数 Weaning number	0.235 ± 0.086	0.000 ± 0.097	2.199 ± 0.093	2.433 ± 0.083	0.096 ± 0.035	0.000 ± 0.040
胎间隔 2-1 Birth interval 2-1	268.418 ± 149.740	-	1209.41 ± 147.252	1477.82 ± 98.77	0.182 ± 0.098	-
胎间隔 3-2 Birth interval 3-2	127.248 ± 195.560	-	972.815 ± 198.930	1100.06 ± 106.125	0.116 ± 0.175	-

注:  $\sigma_p^2$ : 表型方差;  $\sigma_a^2$ : 加性遗传方差;  $\sigma_c^2$ : 母体共同效应方差;  $\sigma_e^2$ : 误差方差;  $h^2$ : 遗传力;  $c^2$ : 随机永久环境效应。

Note:  $\sigma_p^2$ : Phenotypic variance;  $\sigma_a^2$ : Additive genetic variance;  $\sigma_c^2$ : Maternal common effect variance;  $\sigma_e^2$ : Residual variance;  $h^2$ : Heritability;  $c^2$ : Random permanent environmental effects

表 2 列出了中国地鼠山医群体近交系 E 繁殖性状的方差组分、遗传力和随机永久环境效应。由表可见,产仔数、离乳数、胎间隔 2-1 和胎间隔 3-2 的遗传力均较低,分别为 0.05、0.096、0.182 和 0.116。

### 3 讨论

中国地鼠山医群体于 1992 年建系并定名为 SYBI<sup>[5]</sup>,近年来,宋国华等<sup>[6]</sup>在分子遗传标记方面,郭民等<sup>[7]</sup>在繁殖生理方面,陈朝阳等<sup>[8,9]</sup>对其血液学和生物学指标进行了研究,本文则在遗传力估计方面对其进行一定的研究。

本文原始数据来自最近 10 年的生产记录,不同年份、不同代次、不同胎次之间均有一定的差异,从表 1 可以看出,各性状之间的变异系数均较大。离乳数的母体共同效应方差为 0,表明共同效应很小,即离乳数的高低与个体本身关系不大。各性状的遗传力均小于 0.2,属于低遗传力。说明这些性状容易因环境的变化而产生非遗传的变异,对环境变化敏感。产仔数主要受排卵数、胎儿存活率及配种的影响。是一个复合性状。离乳数和母鼠母性、营养条件、环境条件均有一定关系。胎间隔则主要受雌鼠雄鼠的发情状态的影响。而发情与否和环境营养均有一定关系。所以进一步使营养和环境标

准化,可能会使这些性状趋于一致。

### 参考文献:

- [1] 盛志廉,陈瑶生,编著. 数量遗传学 [M]. 北京:科学出版社, 1999, 75.
- [2] 李宁,主编. 动物遗传学 [M]. 北京:中国农业出版社. 2003; 185-191.
- [3] Meyer, K. WOMBAT - A tool for mixed model analyses in quantitative genetics by REML [J]. J. Zhejiang Uni. Science B, 2007, 8(11): 815-821.
- [4] 刘恩岐,主编,医学实验动物学 [M]. 北京:人民卫生出版社. 2004, 43.
- [5] 刘田福. 中国地鼠山医群体近交系的培育 [J]. 实验动物科学与管理, 2003, 20(增刊):22-24.
- [6] 宋国华,刘田福,赵嘉慧,等. 近交系中国地鼠山医群体遗传结构的随机扩增多态分析 [J]. 山西医科大学学报, 2005, 36(3):270-274.
- [7] 郭民,张锐虎,李曙芳,等. 山医群体近交系中国地鼠动情周期的观察及染色法比较 [J]. 山西医科大学学报, 2008, 39(8): 682-684.
- [8] 陈朝阳,张锐虎,景志杰,等. 群体近交系中国地鼠主要生物学指标的建立 [J]. 山西医科大学学报, 2009, 40(5):388-390.
- [9] 陈朝阳,张锐虎,景志杰,等. 山医群体近交系中国地鼠血液生理生化指标的测定分析 [J]. 中国实验动物学报, 2010, 18(3): 262-264.

[修回日期]2012-02-06

(上接第 18 页)

- [11] Sambol NC, Chiang J, O'Conner M, et al. Pharmacokinetics and Pharmacodynamics of methormin in healthy subjects and patients with noninsulin-dependent diabetes mellitus [J]. J Clin Pharmacol, 1996, 36 (11):1012-1021.
- [12] 夏旋. 链脲佐菌素在糖尿病模型中的应用研究 [J]. 国际内科学杂志, 2009, 36(9):540-543.
- [13] Ishiguchi T, Tada H, Nakagawa K, et al. Hyperglycemia impairs antro-pyloric coordination and delays gastric emptying in conscious rats [J]. Auton Neurosci, 2002, 95 (1-2): 112-120.
- [14] Baig NA, Herrine SK, Rubin R. Liver disease and diabetes

mellitus [J]. Clin Lab Med, 2001, 21 (1):193-207.

- [15] Shimojo N, Ishizaki T, Imaoka S, et al. Changes in amounts of cytochrome P450 isozymes and levels of catalytic activities in hepatic and renal microsomes of rats with streptozotocin-induced diabetes [J]. Biochem Pharmacol, 1993, 46(4):621-627.
- [16] Cruzado JM, Lloberas N, Torras J, et al. Regression of advanced diabetic nephropathy by hepatocyte growth factor gene therapy in rats [J]. Diabetes, 2004, 53(4):1119-1127.
- [17] 原军英. 链脲佐菌素诱导大鼠糖尿病肾病模型研究进展 [J]. 山西医药杂志, 2009, 38:66-68.

[修回日期]2012-02-08