

# 秦川牛开放核心群育种体系的建立及基本参数研究

任建存<sup>1,2</sup>, 咎林森<sup>1</sup>

(1 西北农林科技大学 动物科技学院, 陕西 杨凌 712100; 2 杨凌职业技术学院 动物工程系, 陕西 杨凌 712100)

**【摘要】**【目的】建立秦川牛开放核心群育种体系, 分析开放核心群育种方案预期效果, 为秦川牛育种方案的优化奠定基础。【方法】设定和分析了秦川牛群体育种学、生物学和经济学等基本参数, 采用基因流动法和 ZPLAN 专用程序对开放核心群育种方案进行了研究。【结果】秦川牛开放核心群育种体系呈等级分明的金字塔型结构, 其顶部为核心群, 中部是育种群, 基部是改良群。开放核心群育种方案平均世代间隔为 5.26 年, 投入与产出比为 1 : 6.64。【结论】秦川牛开放核心群育种方案有很大改进余地, 还有待进一步优化。

**【关键词】** 秦川牛; 开放核心群育种体系; 育种方案; 体系建立

**【中图分类号】** S823.8<sup>+</sup>11.2

**【文献标识码】** A

**【文章编号】** 1671-9387(2009)04-0065-06

## Study on establishment and basic parameters of open nucleus breeding system (ONBS) for Qinchuan beef cattle

REN Jian-cun<sup>1,2</sup>, ZAN Lin-sen<sup>2</sup>

(1 College of Animal Science, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Department of Animal Engineering, Yangling Vocational and Technical College, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** 【Objective】The ONBS for Qinchuan cattle was established. The expected effect of open nucleus breeding plan was studied in order to lay an optimization foundation of breeding plan for Qinchuan cattle. 【Method】Basic parameters from the perspective of breeding science, biology and economics about Qinchuan cattle were determined and analyzed. The breeding program was researched using gene flow method and ZPLAN special procedure. 【Result】This seed breeding system had a pyramid style structure including the core group, the breeding group and improvement group from top to bottom. Its average generation interval, and the ratio of cost and benefits were 5.26 years and 1 : 6.64. 【Conclusion】The present project still has a big room for improvement and further optimization.

**Key words:** Qinchuan cattle; open nucleus breeding system; breeding plan; system establishment

开放核心群育种体系 (Open nucleus breeding system, ONBS) 是在 20 世纪六七十年代伴随绵羊合作组育种计划 (Cooperative group breeding scheme) 的提出和实施而发展起来的育种方法, 后来在肉牛、奶牛和其他畜种上得到应用并逐步得以发展和完善<sup>[1]</sup>。

秦川牛作为陕西重要的地方牛品种, 是中国五大良种黄牛之一, 曾经长期以役用为主。随着社会经济的发展和农业生产方式的转变, 秦川牛役用性能退居次要地位, 选育重点朝肉用方向发展<sup>[2]</sup>。长期以来, 秦川牛选育一直采用传统的封闭式核心群育种方法, 这种方法虽然在肉用选育方向上取得了

\* [收稿日期] 2008-05-23

[基金项目] 国家“十一五”科技支撑计划农林动植物育种专项(2006BAD01A10-3); 农业部公益性行业科技专项(nyhyzx07-035); 陕西省“13115”科技创新工程项目(2007ZDC-01); 西北农林科技大学拔尖人才支持计划项目

[作者简介] 任建存(1972-), 男, 陕西城固人, 讲师, 主要从事动物遗传育种研究。

[通信作者] 咎林森(1963-), 男, 陕西扶风人, 教授, 博士生导师, 主要从事肉牛、奶牛遗传改良及产业化工程研究。  
E-mail: zanls@yahoo.com.cn

一定进展,但进展缓慢,改进不大<sup>[3-5]</sup>。采用群选群育开放核心群育种体系可以很好地加快秦川肉牛选育改良的步伐,但目前尚未建立完善的开放式育种体系,缺乏必要的基本参数。为此,本研究根据秦川牛饲养现状,建立了秦川牛开放式核心群育种体系,计算和分析了育种体系的基本参数,并以基因流动法为核心,应用动物育种规划专用软件 ZPLAN (1993 年版)<sup>[6-9]</sup>,对秦川牛开放核心群育种体系的预期育种效果进行了分析,以期为秦川牛育种方案的优化奠定基础。

## 1 秦川牛开放核心群育种体系的建立和基本参数的设定

### 1.1 秦川牛开放核心群育种体系的建立

根据秦川牛良种繁育体系不完善的实际情况,

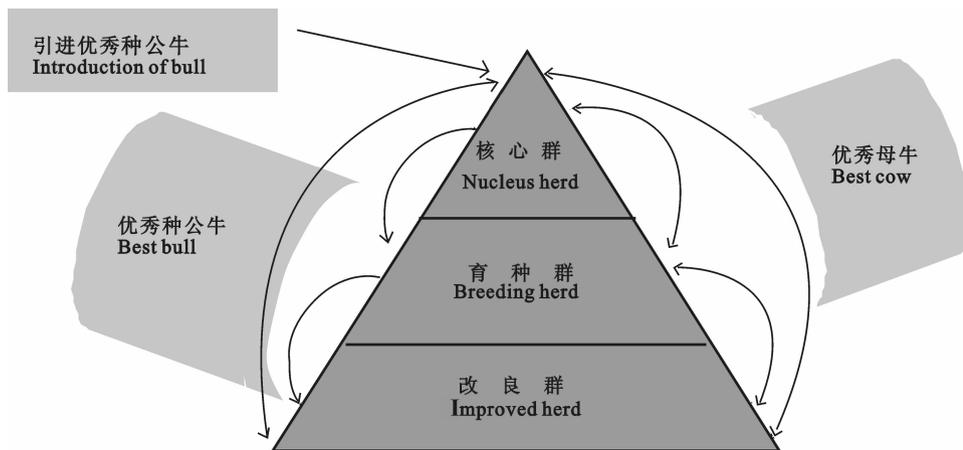


图 1 秦川牛开放式核心群育种体系

Fig. 1 ONBS of Qinchuan cattle

由图 1 可见,秦川牛开放核心群育种体系分为核心群、育种群和改良群 3 个层次,呈金字塔型结构。核心群由最优秀的公、母牛个体组成,育种群和改良群则由来自繁殖群、商品群中经性能测定的个体组成。在现行育种条件和秦川牛养殖形势下,根据育种计划,自下而上由各养殖场向核心场提供最优秀的母牛,而种公牛则由核心场向各育种场、改良场、繁殖场和生产场等进行分配。其中,育种体系的核心群是育种工作的核心部分,其具有累积性;育种群提供后裔测定成绩,并为核心群提供部分优秀种母牛。而在我国目前的现实生产中,繁殖群与生产群很难区分,一般将繁殖群和生产群统一作为改良群。在育种群中获得的遗传进展,主要通过公牛、精液或胚胎传递到改良群中。

为克服封闭条件下选育群体过小的实际困难,在以往选育工作的基础上,以协作单位良种繁育场的肉牛群体为育种核心群,同时吸收多个世代与当地黄牛级杂杂交改良后代形成的不同地方类群,并不断从国外引进种公牛、精液、胚胎或部分优良母牛,丰富遗传资源。以 MOET 育种方案、人工授精育种方案、群选群育开放式育种等为技术手段,采用动物模型(Animal model)、最佳线性无偏估测法(Best Linear Unbiased Prediction, BLUP)等秦川肉牛种公牛育种值的测定方法,将常规育种技术与现代生物技术以及计算机技术结合起来,建立和完善了优质、高产、高效的肉牛良种开放核心群育种体系(Open Nucleus Breeding System, ONBS),其结构如图 1 所示。

### 1.2 群体经济学参数和遗传参数的确定

各性状的经济重要性主要取决于边际效益,秦川牛经济学参数取自文献[10]。在育种规划计算时,还需要有所有育种目标性状的遗传参数,其中包括可利用的遗传变异、遗传力及性状间的遗传相关系数等<sup>[11]</sup>。本研究中,遗传参数的估计值主要取自 Koots 等<sup>[12]</sup>对国际肉牛生产性状估计遗传参数以及表型和遗传相关的综合分析,还有部分遗传参数取自文献[13],有些性状间的相关系数尚未有可靠的报道,故暂定为零。

### 1.3 群体结构参数的设定

群体结构参数反映了育种方案的规模与范围,并在很大程度上影响着育种体系的总的育种效果。对于开放的后裔测定体系而言,种公牛的培育、选择

来自核心群和育种群,核心群的遗传进展通过育种群传递给改良群,每年从育种群选择部分优秀母牛进入核心群,以提高母牛的选择强度。提高育种核心群的育种水平,能为不同地方类群源源不断地提

供优秀公牛,提高育种核心群的水平 and 扩繁群的质量,加速秦川牛的育种进程。秦川牛群体结构参数如表1所示。

表1 秦川牛开放核心群育种体系的群体结构参数

Table 1 Herd structure of Qinchuan cattle

| 项目<br>Item                                 | 参数<br>Parameter | 项目<br>Item  | 参数<br>Parameter |
|--|-----------------|---|-----------------|
| 总群体规模/头<br>Total population size           | 2 500           | 育种群母牛返回核心群的比例/%<br>Proportion of the return the nucleus herd from the breeding herd | 20              |
| 核心群比例/%<br>Proportion of the nucleus herd  | 5               | 每年选留测验公牛头数<br>The number of slected test bull every year                            | 160             |
| 育种群比例/%<br>Proportion of the breeding herd | 25              | 每年选留经验证的种公牛头数<br>The number of slected test young bull every year                   | 20              |
| 改良群比例/%<br>Proportion of the improved herd | 70              | 种子母牛在育种群中的比例/%<br>Percentage of seed dam in breeding herds                          | 3               |

#### 1.4 生物学和育种技术指数的确定

为了使育种过程尽可能地接近生产实际,需事先为育种规划设定一系列的生物学及育种技术参数。本研究涉及到的秦川牛生物学和育种技术参

数,来自对陕西关中地区24个秦川牛养殖场、15个秦川牛养殖自然村以及辽宁辽中、甘肃武威、贵州织金等地秦川牛养殖场共计8 535头秦川牛的基础调查,其结果见表2。

表2 秦川牛生物学和育种技术参数的确定

Table 2 Parameters of biological breeding of Qinchuan cattle

| 项目<br>Item   | 参数<br>Parameter |
|--|-----------------|
| 核心群公牛的使用年限/年 The service life of bull in nucleus herd  | 4               |
| 核心群母牛的使用年限/年 The service life of cow in nucleus herd   | 7               |
| 育种群公牛使用年限/年 The service life of bull in breeding herd  | 4               |
| 育种群母牛使用年限/年 The service life of cow in breeding herd   | 7               |
| 育种群公牛返回核心群使用年限/年 The service life of the return bull of the nucleus herd from the breeding herd        | 4               |
| 育种群母牛返回核心群使用年限/年 The service life of the return cow of the nucleus herd from the breeding herd         | 5               |
| 改良群公牛使用年限/年 The service life of bull in improvement herd   | 4               |
| 改良群母牛使用年限/年 The service life of cow in improvement herd  | 8               |
| 验证公牛作为公牛父亲或母牛父亲使用时,第一个后代出生时的平均年龄/年<br>The average age that test bull have the first progeny            | 2.3             |
| 种子母牛在第一个定向选配后代出生时的平均年龄/年<br>The average age that young cow have the first directional matching progeny | 4               |
| 经全面测定后每年选留种子公牛头数 The numbers of slected young bull after comprehensive determination                   | 20              |
| 成年母牛每胎后的平均淘汰率/% The elimination rate after each embryo of adult cows                                   | 0.17            |
| 青年母牛适于人工授精的比例/% Proportion of Artificial Insemination of young cow                                     | 0.95            |
| 每次受孕平均配种次数 Average mating times of each pregnancy  | 1.8             |
| 后备公牛外貌鉴定中选率/% Breed high rate of type classified reserve bull  | 0.6             |
| 高产母牛作为种子母牛选择时外貌鉴定中选率/% Breed high rate of type classified best cow                                     | 0.8             |
| 测验公牛每获得一个完整女儿所需试配次数 Mating times that test bull have a normal cow                                      | 2               |
| 成年公牛每年生产冻精/份 Portion of frozen semen from adult bull each year   | 20 000          |
| 母牛平均每年产犊头数 Average heads of calf from cow each year  | 1.0             |
| 青年母牛育成率/% Rate of raising of young cow   | 0.97            |
| 青年公牛在性能测定站中的育成率/% Rate of raising of young bull in performance test station                            | 0.97            |
| 产犊间隔/年 Calving interval  | 1.0             |
| 头胎产犊年龄/年 The first Calving interval  | 2.45            |

#### 1.5 育种成本

育种成本分为固定育种成本和可变育种成本2部分。固定育种成本是指那些不受候选育种方案影响的一些育种投入,主要指一些特殊育种工作所需要的人员活动费以及对主动育种群进行鉴定、良种

登记、育种值估计的费用。固定育种成本在很大程度上取决于主动育种牛群的头数,但两者之间不是线性关系,而呈增长递减式走势。可变育种成本是指那些完全出于执行育种方案所特别需要的开支部分(正常的生产性成本不列入育种费用),主要包括

性能测定费、待产公牛闲置饲养费以及由于育种要求而需要废弃的那部分精液的生产与保存费用。部分重要的可变育种成本、固定育种成本如表 3 所示。

表 3 秦川牛育种成本参数

Table 3 Parameters of breeding cost

| 项目 Item   | 参数 Parameter | 项目 Item  | 参数 Parameter |
|---|--------------|--|--------------|
| 1 000 头核心群规模的每年固定费用/元<br>Fixed cost of 1 000 nucleus herd each year   | 25 000       | 每头公牛胴体性状后裔测定费/元<br>Cost of progeny test carcass traits of bull         | 15           |
| 10 000 头核心群规模的每年固定费用/元<br>Fixed cost of 10 000 nucleus herd each year | 200 000      | 每份精液的成本/元<br>Cost of a portion of semen                                | 1.0          |
| 每头育种母牛外貌鉴定费/元<br>Cost of type classified a cow of breeding herd       | 5            | 每份精液低温保存 1 年的费用/元<br>Cost of a portion of cryopreserved semen one year | 0.04         |
| 每头核心群公牛外貌鉴定费/元<br>Cost of type classified a bull of nucleus herd      | 5            | 公牛待产闲置饲养每年费用/元<br>Cost of one bull idle a year                         | 4 500        |
| 青年公牛在种畜场的测定费/元<br>Cost of type classified a young bull in Stud Farm   | 50           | 规划投资期/年 Planning investment stage                                      | 20           |
| 胴体性状测定费/元<br>Cost of determined carcass traits                        | 15           | 规划成本利率/% Planning cost interest rates                                  | 8            |
|   |              | 规划产出利率/% Planning output interest rates                                | 10           |

## 2 育种规划计算的基本方法

### 2.1 遗传进展的计算<sup>[14]</sup>

遗传进展按下式计算:

$$\Delta G_t = \frac{\sum \Delta G_j}{\sum L_j} \quad (1)$$

式中: $G_t$  为遗传进展,  $\Delta G_j$  为第  $j$  个种畜选择组的遗传优势,  $L_j$  为第  $j$  个种畜选择组的世代间隔。

对  $\Delta G_j$ , 有:

$$\Delta G_j = i \sigma_{At} r_{At} \quad (2)$$

式中: $i$  为选择强度,  $\sigma_{At}$  为规划期  $t$  时刻多性状综合育种值的遗传标准差,  $r_{At}$  为综合育种值与综合选择指数间的相关系数。

### 2.2 选择强度的计算<sup>[14]</sup>

选择强度的计算公式为:

$$i = i_{\infty} - \frac{N-n}{2n(N+1)i_{\infty}} \quad (3)$$

式中: $i$  为选择强度,  $i_{\infty}$  为无穷大样本的选择强度,  $N$  为参加性能测定的个体数(参加选择个体数),  $n$  为被选中的个体数。

### 2.3 育种产出、投入及育种效益的计算<sup>[14]</sup>

2.3.1 育种产出量的计算 育种产出量的计算公式为:

$$E = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^l \Delta G_{ij} \cdot SDA_{ij} \cdot V_i \quad (4)$$

式中: $E$  为每头母牛在规划期内的平均育种产出量,  $\Delta G_{ij}$  为育种群中每一种畜选择组在每一性状上的遗传优势,  $SDA_{ij}$  为每种种畜选择组在每一性状上的标准化性状实现值,  $V_i$  为每一包括在综合育种值中的生产性状的边际效益值,  $K$  为综合育种值中考虑的生产性状个数,  $l$  为育种群中考虑的种畜选择组

具有不同数量主动育种牛群体的固定育种费用, 可以通过育种费用回归公式<sup>[14]</sup>进行推算, 群体每头母牛所负担的固定育种费用是递减的。

个数。

对  $SDA_{ij}$ , 有:

$$SDA_{ij} = \sum_{t=1}^D h_i' m_{jt} \left( \frac{1}{1+r} \right) \quad (5)$$

式中: $D$  为投资规划期,  $t$  为投资期内第  $t$  年度,  $h_i'$  为性状  $i$  的实现向量,  $m_{jt}$  为第  $j$  选择组的基因  $t$  年度时在全群各性别年龄组中分布比例的状态向量,  $r$  为核算利息。

状态向量  $m_{jt}$  的计算公式为:

$$m_{jt} = R_j a_{(t-1)} P m_{j(t-1)} \quad (6)$$

式中: $R_j$  为第  $j$  个选择组的繁殖矩阵,  $a_t$  为各选择组种畜在  $t$  时的年龄向量,  $P$  为基因传递矩阵。

2.3.2 育种投入量的计算<sup>[14]</sup> 育种投入量可分为固定育种费用与可变育种费用 2 部分, 其计算方法与育种产出量的计算类似, 对不同时间发生的各种育种投入组分分别进行贴现, 以便在同一水平上进行计算和比较。

2.3.3 育种效益的计算<sup>[14]</sup> 育种方案最优化的标准通常有投入与产出比、产出与投入差、遗传进展等, 其中投入与产出比和产出与投入差更有说服力, 本研究选用产出与投入差来计算, 但仍然需要用各自的贴现率进行贴现。

育种效益可按下式进行计算:

$$K_0 = \sum_{t=1}^D \frac{e_t}{(1-r)^t} - \sum_{t=1}^D \frac{c_t}{(1-r)^t} \quad (7)$$

式中: $K_0$  为育种效益,  $D$  为规划期,  $e_t$  为  $t$  年度发生的育种产出组分,  $r$  为育种规划的核算利率,  $c_t$  为  $t$  年度发生的育种投入组分。

育种效益也服从一般经济活动的“增量递减”规律。随着育种措施规律和强度的提高, 所获得的边

际产出量逐渐降低,当边际产出量等于边际投入量时,可获得最大的育种效益。

### 3 结果与分析

通过对秦川开放核心群育种方案的生物学和育种技术参数、群体经济学和遗传学参数、群体结构参数及育种成本参数的计算和分析,结果表明,现行育种体系是一种开放的后测体系。

根据目前秦川牛饲养状况,以基因流动法为核心,在设定规划期为20年、牛群繁殖母牛为2500头的条件下,应用动物育种规划专用软件ZPLAN,对秦川牛开放核心群方案预期育种效果进行了分析,结果表明,每个选择性状的年度遗传进展分别为:初生质量1.21 kg,周岁质量3.21 kg,18月龄体质量3.80 kg,育肥期日增质量2.55 kg,生长能力2.00 kg,初产年龄0.50 d,产犊间隔0.70 d。秦川牛开放核心群育种方案在母牛1个产犊周期内可实现的综合育种进展为46.83元,育种产出量为214.75元,育种投入量为32.33元,育种效益为182.42元,平均世代间隔为5.26年,投入与产出比为1:6.64。本研究结果较李俊雅<sup>[15]</sup>2002年报道的开放核心群育种方案的投入产出比(1:11.50)和西门塔尔牛闭锁核心群育种规划的投入产出比(1:8)低。

育种产出量与育种投入量反映的是育种群和生产群的平均效果,同时也反映了1个选择周期内,所有育种措施在育种规划投资期间的效果。从秦川牛开放核心群育种方案预期可实现的育种效益可以看出,秦川牛开放核心群育种方案在群体结构与规模、核心群、育种群、改良群比例,核心群开放程度,使用年限,年龄结构等方面尚未处于最佳状态,仍然有很大改进余地。

## 4 讨论

### 4.1 育种参数的采用

群体的各种基本参数是育种规划的基础,育种规划模型计算中所涉及的生物学及育种技术参数、群体的经济学及群体结构参数等全部来自于对秦川牛养殖情况的基础调查,这些参数都是育种规划模型计算中设定不同变异水平的重要参考值。通过对育种条件的分析,确定最佳参数,从而准确反映育种全过程。

### 4.2 核心群比例

本研究设定的核心群比例为5%、育种群比例

为25%、改良群比例为70%,获得的遗传进展和综合遗传效益并不是最大。核心群比例与群体规模有密切关系,对大群体来说,在核心群占总群体的7%~10%时,开放核心群可获得较高的遗传进展率,但对小群体并不适用。在对开放核心群育种体系的最佳核心群规模进行研究时,近交增量是一个值得考虑的重要因素。当考虑近交对遗传进展的影响时,最佳核心群规模会增加到总群体的20%~30%。如果在模型中考虑近交衰退,则核心群低于10%的群体规模会导致基础群的遗传进展大于核心群的结果。

如果考虑开放核心群育种体系的经济效益,则应结合作整个开放核心群育种体系的花费、畜产品的市场价格等因素进行群体结构的优化,对于核心群、育种群和改良群三者之间的最佳比例,可在实践中根据具体情况灵活运用。

### 4.3 种牛的选择和更新

从基础群选留母牛的最佳比例随着公牛选择强度的提高而增大,但随着母牛选择强度的提高而减小。在不限公、母牛迁移方向的情况下,当上层群体50%的更新母牛和5%~20%的更新公牛来自下层群体,且下层群体50%的更新公牛来自上层群体时,所获得的遗传进展最大。为了获得最大的选择反应,不同层间种牛的更新率在不同的选择阶段应有所不同;且在不同的选择时期,层间种牛的最适迁移率并不相同。

### 4.4 群体规模

群体规模是影响育种效益的重要因素。随着群体规模的扩大,育种进展和育种效益也随之增加。在育种群比例一定的情况下,群体规模越大,获得的育种进展也较大。同时,随群体规模的扩大,育种的固定投入随分摊到每头牛的平均育种投入减少而呈递减趋势,从而获得了较好的经济效益,因此扩大群体规模是提高育种效益的有效途径。但是过大的育种群的实施并不现实,虽然育种投入的单价降低,但总费用依然上升,一般育种场难以负担<sup>[16]</sup>。所以实施开放核心群育种方案,建立多点核心群,实行群选群育,将不同的秦川牛群作为统一的育种群体来考虑,通过有限度地交流公牛或精液、胚胎等途径扩大育种群规模,以提高育种效益。

## [参考文献]

- [1] 鲁少雄,连林生.开放核心群育种体系及其应用[J].云南畜牧兽医,2003(2):8-10.

- Lu S X, Lian L S. The open nucleus breeding system and application [J]. Yunnan Journal of Animal Science and Veterinary Medicine, 2003(2): 8-10. (in Chinese)
- [2] 咎林森. 论秦川牛走向世界 [J]. 中国农学通报, 2002, 18(增刊): 1-5.
- Zan L S. Discussion of Qinchuan cattle trend world [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2002, 18(Suppl): 1-5. (in Chinese)
- [3] 咎林森. 秦川牛选育改良理论与实践 [M]. 陕西杨凌: 西北农林科技大学出版社, 2007: 10-14.
- Zan L S. Theory and practice on selection breeding of Qinchuan cattle [M]. Yangling, Shaanxi: Publishing House of Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, 2007: 10-14. (in Chinese)
- [4] 吴晓林, 施启顺, 柳小春. 开放核心群育种 (ONBS) 体系研究 [J]. 湖南农业大学学报, 1997, 23(5): 450-459.
- Wu X L, Shi Q S, Liu X C. Study on the open nucleus breeding system [J]. Journal of Hunan Agricultural University, 1997, 23(5): 450-459. (in Chinese)
- [5] 陈宏, 张英汉. 秦川牛肉用选育及其技术策略 [J]. 黄牛杂志, 2002, 28(2): 1-4.
- Chen H, Zhang Y H. Selection breeding and technical strategy of Qinchuan cattle [J]. Journal of Yellow Cattle Science, 2002, 28(2): 1-4. (in Chinese)
- [6] Zeng Z B, Kao C H, Basten C J. Estimating the genetic architecture of quantitative traits [J]. Genetics Research, 1999, 74: 279-289.
- [7] Wang C T, Dickerson G E. A deterministic computer simulation model of life-cycle lamb and wool production [J]. Journal of Animal Science, 1991, 69: 312-313.
- [8] Hopkins R, James J W. The effect of deviations from steady state selection responses when generations overlap [J]. Anita Prod, 1989, 28: 139-148.
- [9] Hovenier R, Brascamp E W, Wassenberg A P. Economic values of optimum traits: the example of meat quality in pigs [J]. Journal of Animal Science, 1993, 71: 429-433.
- [10] 王立国. 秦川牛肉用新品种(系)优化育种规划的研究 [D]. 陕西杨凌: 西北农林科技大学, 2006.
- Wang L G. Study on new meat breed (strain) of optimum breeding scheme for Qinchuan cattle [D]. Yangling, Shaanxi: Northwest A&F University, 2006. (in Chinese)
- [11] 俞英, 张沅. 畜禽遗传评定方法的研究进展 [J]. 遗传, 2003, 25(5): 607-610.
- Yu Y, Zhang Y. The development and current situation of the methods for genetic evaluation in livestock [J]. Genetic, 2003, 25(5): 607-610. (in Chinese)
- [12] Koots K R, Gibson J P, Wilton J W. Analyses of published genetic parameter estimates for beef production traits [J]. Animal Breeding Abstracts, 1994, 62(11): 825-853.
- [13] 胡林勇, 南小红, 张英汉, 等. 秦川牛部分体量性状的遗传参数估计 [J]. 中国牛业科学, 2006, 32(4): 4-8.
- Hu L Y, Nan X H, Zhang Y H, et al. Estimation of genetic parameters for part mass characters in Qinchuan cattle [J]. China Cattle Science, 2006, 32(4): 4-8. (in Chinese)
- [14] 张沅. 家畜育种规划 [M]. 北京: 北京农业大学出版社, 2000.
- Zhang Y. Breeding scheme of livestock [M]. Beijing: Publishing House of Beijing Agriculture University, 2000. (in Chinese)
- [15] 李俊雅. 中国西门塔尔牛开放核心群优化育种规划研究 [D]. 北京: 中国农业大学, 2002.
- Li J Y. Study on optimization of open nucleus breeding scheme for Chinese Simmental [D]. Beijing: China Agricultural University, 2002. (in Chinese)
- [16] 张文广. 内蒙古绒山羊开放式核心群优化育种规划的研究 [D]. 内蒙古呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2004.
- Zhang W G. Study on optimization of open nucleus breeding scheme for Nei Mongol cashmere goat [D]. Huhhot, Inner Mongolia: Inner Mongolia Agricultural University, 2004. (in Chinese)