

## 蛋鸡产蛋量两阶段选择的优化研究

杨宁 刘胜军 宁国杰

(中国农业大学动物科技学院)

**摘要** 采用动物模型BLUP方法,利用连续2个世代白来航蛋鸡3个纯系的系谱资料和产蛋量记录,对产蛋量的两阶段选择进行了优化研究。在总留种率30%的情况下,比较了第1阶段留种率从30%到100%变化时对后代遗传进展的影响。结果表明,采用两阶段选择时产蛋量的遗传进展比常规43周龄早期一次选择提高22.89%以上。遗传进展随着第1阶段留种率的升高而增大。当第1阶段留种率超过70%的时候,增长趋势逐渐趋于平缓。青年鸡选择方法(第1阶段不选,100%留种,第2阶段30%留种),在遗传进展上对两阶段选择只有微弱优势,却有很高的育种投入。考虑到育种进展和育种投入,两阶段选择中第1阶段的留种率以50%~70%为宜。由于亲本对后代的不均等遗传贡献对遗传进展有显著影响,结合对家系含量进行优化控制形成的两阶段选择方法可以使遗传进展提高32.8%~65.1%。

**关键词** 产蛋量; 两阶段选择; 遗传进展; 优化

**中图分类号** S831.2

## Optimization of Two-stage Selection for Egg Production in Egg-type Chickens

Yang Ning Liu Shengjun Ning Guojie

(College of Animal Science and Technology, CAU)

**Abstract** Effects of different allocation of selection proportion between the two selection stages on genetic gain of annual egg production were studied. Data were collected on three White Leghorn pure lines. Individual breeding values of egg production were estimated with Best Linear Unbiased Prediction based on Animal Model. Under the final intensity of 30%, genetic gains were compared while the selection proportion of the first stage was set within the range between 30% to 100%. It was shown that the more chickens selected in the first stage, the more genetic gains could be achieved. Genetic gains of the two-stage selection was at least 22.89% more efficient than the routine selection based on early part record (30% selection proportion). However, when the selection proportion of the first stage was over 70%, the increase of genetic gain was getting less. Juvenile scheme showed slightly better genetic gains than the two-stage selection when selection proportion in the first stage was over 70%, but the breeding cost was the most among all selection programs studied. Taking the genetic gains and breeding cost into account, the optimum selection proportion was proposed to be 50%~70% in the first stage of the two-stage selection scheme. The unequal genetic contributions of parents into their offspring significantly affected the genetic gain. The two-stage selection scheme which jointly controls family size within a line could increase genetic gain by 32.8%~65.1%.

**Key words** egg production; two-stage selection; genetic gain; optimization

收稿日期: 2001-03-13

教育部高等学校优秀青年教师教学和科研奖励基金资助项目

杨宁,北京圆明园西路2号中国农业大学(西校区),100094



蛋鸡育种的主要选择目标是提高产蛋量。长期以来,产蛋量的遗传改良主要是以Lerner的学说为基础,利用40周龄左右的阶段记录进行早期选择,这样可以缩短世代间隔,加快遗传改良速度<sup>[1]</sup>。但这种早期选择始终存在着选种准确性不够高的问题<sup>[2]</sup>。吴常信<sup>[3]</sup>提出了“先留后选”的选择方法,随后又发展为两阶段选择(two-stage selection),可很好地解决缩短世代间隔和提高选择准确性的矛盾。该方法的核心是利用早期产蛋记录作第1次粗选之后,一方面继续作产蛋量的个体记录,另一方面组建新家系繁殖下一代育种群。这样在时间和空间上把中后期产蛋量记录期与后代的育雏育成期重叠起来,待下一代转入产蛋鸡舍前,亲代育种群已有68周龄左右的产蛋测定成绩。可以根据这一成绩对育种群作第2次选择,只有来自中选家系的后备鸡才能选入下一代育种观察群,这样可以在保持早期选择优越性的前提下,大幅度提高选择准确性。

在两阶段选择方法中,怎样保持两阶段的选择平衡是个很大的问题<sup>[4,5]</sup>。在总的留种率不变时,确定了第1阶段留种率之后,第2阶段的留种率也就相应确定了,因此最终也就是第1阶段留种率的确定问题。若第1阶段留种率过高,育种投入也相应增加;若留种率过低,则两阶段选择的效果就会受到限制。在两阶段总的留种率保持不变的情况下,研究不同的留种率变化对实现选择差的影响是非常必要的,以使最终的留种率既能保证有可观的选择差,又能相对减少育种投入的费用。

本研究利用白来航蛋鸡3个纯系连续2个世代的资料,估计产蛋性状育种值的最佳无偏预测值。以实现选择反应为衡量选择效率的标准,按照实际育种中的选种选配过程,研究在总的留种率不变时,两阶段选择中第1阶段不同留种率变化对后代实现选择反应的影响,分析对家系不均等遗传贡献进行优化控制时的影响。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

数据来源于A、B、C3个白来航蛋鸡纯系,这3个纯系已经过了6~7个世代的闭锁选育。利用43周龄和65周龄产蛋量的个体记录和系谱记录,建立数据库。群体规模分别为3284, 2650, 3165只母鸡和200, 144, 184只公鸡。

### 1.2 选择方法

按是否对家系含量进行优化<sup>[6]</sup>,采用2种不同的两阶段选择方法。

方法I:在总的留种率30%不变的条件下,以母鸡43周龄产蛋数的育种值作为第1次选择标准,第1阶段按30%~100%不同的留种率进行早期选择,然后每个家系等数留种再组家系,避免全同胞和半同胞随机交配。等到母鸡完成65周龄产蛋记录后,再以65周龄产蛋数的育种值作为选择标准进行第2次选择,这时后代育成鸡18周龄左右。只有第2次选择的中选母鸡后代才能进入下一世代育种群。研究第1阶段留种率从30%到100%变化时对后代实现选择反应的影响。

方法II:总选择强度同方法I。按照不同的留种率,第1次选择同方法I,也避免同胞随机交配;根据家系含量优化控制方法<sup>[6]</sup>,家系含量依家系平均育种值不同而变化,育种值高的家系多留后代,育种值低的少留。第2次选择根据家系双亲65周龄产蛋数平均育种值的高低进行。研究第1阶段留种率从30%到100%变化时对后代实现选择反应的影响。

### 1.3 育种值估计方法

用最小二乘法估计了3个纯系43周龄产蛋数,65周龄产蛋数以及从44到65周龄产蛋数的遗传力和性状间的遗传相关。利用动物模型最佳线性无偏预测,即BLUP方法<sup>[7]</sup>,估计了产蛋性状连续2个世代资料的43周龄及65周龄产蛋数的育种值。

$$\text{个体动物模型为: } y = X\beta + Z\alpha + e$$

式中:  $y$ ——产蛋量的观察值向量;  $X$ ——固定效应的结构矩阵;  $\beta$ ——固定效应向量,包含孵化批次效应;  $\alpha$ ——个体育种值向量;  $Z$ ——个体育种值的结构矩阵;  $e$ ——随机残差效应向量。

根据育种值估计结果,以相应纯系2代之间平均育种值之差作为选择的遗传进展。世代间隔均按52周(1年)计算。

### 1.4 两阶段选种准确率的确定

利用来自3个单冠白来航蛋鸡纯系全群从开产到65周龄的原始产蛋记录资料,以全程65周龄产蛋量作为标准,验证早期一次选择和两阶段选择结果的符合程度,以确定两阶段选择在实际应用中的效果。

## 2 结果

### 2.1 两阶段选择时的遗传进展

A系43周龄产蛋数,65周龄产蛋数以及从44到65周龄产蛋数的遗传力分别为0.16,0.13和0.07,B系相应性状的遗传力分别为0.15,0.09和0.06,C系相应性状的遗传力分别为0.14,0.01和0.001,性状间的遗传相关基本处于正常范围内。

表1 采用2种方法3个纯系在不同留种率下的遗传进展

| 选择方法 | 第1阶段<br>留种率/% | 遗传进展(枚/年) |       |       | 与早期选择相比提高/% |       |        | 备注    |        |
|------|---------------|-----------|-------|-------|-------------|-------|--------|-------|--------|
|      |               | A系        | B系    | C系    | A系          | B系    | C系     |       |        |
| 方法I  | 30            | 2 394     | 1 440 | 0 772 |             |       |        | 即早期选择 |        |
|      | 40            | 2 943     | 1 941 | 1 169 | 22 89       | 34 80 | 51 54  |       |        |
|      | 50            | 3 112     | 2 104 | 1 264 | 29 96       | 46 11 | 63 73  |       |        |
|      | 60            | 3 128     | 2 116 | 1 294 | 30 64       | 46 92 | 69 67  |       |        |
|      | 70            | 3 169     | 2 188 | 1 290 | 32 34       | 51 95 | 67 19  |       |        |
|      | 80            | 3 197     | 2 183 | 1 290 | 33 50       | 51 58 | 67 10  |       |        |
|      | 90            | 3 216     | 2 216 | 1 284 | 34 30       | 53 88 | 66 35  |       |        |
|      | 100           | 3 188     | 2 194 | 1 320 | 33 15       | 52 38 | 70 98  |       | 即青年鸡方案 |
| 方法II | 30            | 2 400     | 2 221 | 1 114 |             |       |        | 即早期选择 |        |
|      | 40            | 3 374     | 3 005 | 1 932 | 40 57       | 35 33 | 73 46  |       |        |
|      | 50            | 3 768     | 3 392 | 2 139 | 56 99       | 52 72 | 92 01  |       |        |
|      | 60            | 3 903     | 3 576 | 2 266 | 62 58       | 61 05 | 103 41 |       |        |
|      | 70            | 4 121     | 3 726 | 2 338 | 71 68       | 67 77 | 109 91 |       |        |
|      | 80            | 4 192     | 3 795 | 2 395 | 74 64       | 70 91 | 114 99 |       |        |
|      | 90            | 4 236     | 3 836 | 2 423 | 76 47       | 72 74 | 117 53 |       |        |
|      | 100           | 4 243     | 3 857 | 2 473 | 76 76       | 73 69 | 122 00 |       | 即青年鸡方案 |

分析是否考虑家系含量优化控制时, 3 个纯系在不同的第 1 阶段留种率下(总留种率为 30%) 的实现遗传进展(表 1), 2 种方法的结果都表明后代的遗传进展随着第 1 阶段留种率的升高而增大。当第 1 阶段留种率达到 70% 的时候, 增长逐渐趋于平缓, 加大留种率并没有很大遗传改进。不管采用哪种方法, 两阶段选择方法均优于 43 周龄早期一次选择(第 1 阶段 30% 留种, 第 2 阶段不进行选择)。青年鸡选择方案<sup>[8]</sup>(juvenile scheme, 即第 1 阶段不选为 100% 留种, 第 2 阶段 30% 留种)对两阶段选择只有微弱优势, 却有很高的育种投入(第 1 阶段 100% 留种)。显然, 两阶段选择方法优于早期选择和青年鸡选择方案。

方法 II 同方法 I 相比, 在不同的第 1 阶段留种率下选择效率都较高, 而且随着第 1 阶段留种率从 30% 到 100% 变化时, 其优势越来越大, 3 个系平均从 32.83% 增加到 65.07% (表 2)。

表 2 2 种阶段选择方法的比较

| 第 1 阶段留种率/% | 方法 II 比方法 I 提高的选择效率/% |       |       |       |
|-------------|-----------------------|-------|-------|-------|
|             | A 系                   | B 系   | C 系   | 平均    |
| 30          | 0.02                  | 54.20 | 44.30 | 32.83 |
| 40          | 14.67                 | 54.81 | 65.17 | 44.88 |
| 50          | 20.09                 | 61.18 | 69.23 | 50.17 |
| 60          | 24.75                 | 69.03 | 75.06 | 56.28 |
| 70          | 30.04                 | 70.26 | 80.17 | 60.16 |
| 80          | 31.13                 | 73.87 | 85.66 | 63.55 |
| 90          | 32.71                 | 73.10 | 88.70 | 64.84 |
| 100         | 32.07                 | 75.77 | 87.36 | 65.07 |

## 2.2 两阶段选择选种准确性的验证

利用各系从开产到 65 周龄的原始产蛋记录资料, 以实际 65 周龄产蛋量作为标准验证不同选择结果的符合程度见表 3。按上述方法 II 进行两阶段选择。

表 3 常规早期选择与两阶段选择选种准确率的比较

| 项 目       | A 系   | B 系   | C 系   | 平均    | % |
|-----------|-------|-------|-------|-------|---|
| 群体规模(只)   | 3 284 | 2 650 | 3 165 | 3 033 |   |
| 早期选择的准确率  | 71.8  | 66.5  | 75.2  | 71.17 |   |
| 两阶段选择的准确率 | 93.4  | 87.7  | 96.7  | 92.60 |   |
| 二者之差      | 21.6  | 21.2  | 21.5  | 21.43 |   |

结果表明, 3 个系常规早期选择的准确率平均为 71.17%, 两阶段选择的准确率则为 92.60%, 较常规早期选择提高 21.43%, 大幅度提高了选种的准确率。

## 3 讨论

在本研究中, 3 个纯系的结果均证明两阶段选择具有显著高于常规早期选择的选择准确性和遗传进展。Hicks 等<sup>[9]</sup>将全程产蛋记录分解为 6 个阶段, 然后组成选择系数进行多阶段选

择,并用2栋鸡舍交叉使用,结果也证明了多阶段选择具有更高的选择效率。本研究还表明,随着第1次选择时的留种率加大,两阶段选择的优势越明显。但是,随之而来的问题是育种费用的成比例增加。以总留种率30%为例,如果第1阶段的留种率为60%,则组家系、留种孵化和育雏的费用就要增加1倍,后代育成鸡要淘汰约50%,造成育种成本的大幅度提高。而青年鸡选择方案不作第1阶段的选择,成本更高,在实际育种中是不可行的。因此,应综合平衡两阶段选择在遗传进展方面的优势和育种成本方面的劣势,在纯系选育的适当阶段实施合理的两阶段选择计划。一般情况下,综合考虑到遗传进展和育种投入,两阶段选择中第1阶段的留种率以50%~70%为宜。

杨宁等<sup>[6]</sup>提出了亲本对后代不均等遗传贡献的概念及其优化方法。在家禽育种中,由于亲本对后代不均等遗传贡献造成家系含量的变异,这对遗传进展会造成显著的影响。通过对家系含量的优化控制,可以使优秀的家系多留后代,而较差的家系亲本则得不到繁殖后代的机会,这样使得高产基因在后代群体中得到迅速扩散,高产基因频率增加,遗传进展速度加快。这也就是方法II优于方法I的主要原因。

两阶段选择方法除有利于产蛋量的选择外,也可以在选择中考虑产蛋中后期的蛋重、蛋品质、饲料消耗和体重以及同产蛋量相联系的遗传标记、一些生理指标等性状,使这些性状的改良朝着更符合育种需要的方向发展。对产蛋量的选择也会造成其他重要性状的变化,必须对多个性状作综合选择,既要考虑到性状的遗传力,也要考虑到性状间的遗传相关和相对育种重要性。

## 参 考 文 献

- 1 Hunton P. Industrial breeding and selection. In: Crawford R D, ed Poultry Breeding and Genetics Amsterdam, Elsevier, 1990, 985~ 1028
- 2 Singh P R, Dempfle L. Selection for annual egg production in a pure line of domestic fow ls based on part records of individual sibs and full records of their dams British Poultry Science, 1990, 31: 1655~ 1659
- 3 吴常信. 鸡的遗传育种(五). 中国畜牧杂志, 1989, 25: 56~ 58
- 4 杨宁, 单崇浩, 朱元照. 现代养鸡生产. 北京: 北京农业大学出版社, 1994
- 5 Yang N. Comparison of three selection schemes for annual egg production in chickens 5th World's Congress on Genetics Applied to Livestock Production Guelph, Canada, 1994, 20: 13~ 16
- 6 杨宁, 吴常信. 亲本对后代的不均等遗传贡献及其优化控制. 遗传学报, 1993, 20: 222~ 227
- 7 张沅, 张勤. 畜禽育种中的线性模型. 北京: 北京农业大学出版社, 1993
- 8 Smith C. Selection of egg-laying chickens as juveniles on average genetic merit of their parents Poultry Science, 1988, 67: 1655~ 1659
- 9 Hicks C, Muir W M, Stick D A. Selection index updating for maximizing rate of annual genetic gain in laying hens Poultry Science, 1998, 77: 1~ 7