

利用重复记录预测公牛产奶量育种值

刘松元 柳楠 李冀钊 刘德军

(吉林省农业科学院畜牧研究所)

摘 要

本文引用当前国际先进的选种方法——(Best Linear Unbiased Prediction)结合我国牛群育种的实践,提出利用母牛一生多胎次重复记录成绩,估计种公牛产奶量BLUP育种值的方法。

一、引 言

从五十年代起,随着畜禽育种科学的进步,评定种公牛育种值的方法,先后出现了同期同群比较法、最小二乘法(RLS)、累积差法和BLUP法(Best Linear Unbiased Prediction)。Henderson(1973)系统论证了BLUP法的理论。佐佐木(1985)用电子计算机模拟,比较在多种条件下这些方法的选择效率,认为BLUP法最优越。目前,BLUP法已广泛用于国外的奶牛、肉牛选种。

我省牧场内奶牛总数不多,种公牛以小群内选种为主,公牛后裔头数较少,且分布零散。因而,可供估计育种值的信息量少;受环境干扰较大,用一般方法估计效率不高。为此,本文结合我省牛群育种的特点,提出利用母牛一生多胎次重复记录成绩,估计种公牛产奶量育种值的BLUP方法,为奶牛育种提供参考。

二、估 计 方 法

设某牛群产奶量遗传力 $h^2 = 0.25$,重复率 $t = 0.40$,个体产奶成绩分布于三个年度、三个胎次,公牛间皆为父系半同胞,资料如表1。本方法用混合模型求解,首先列出遗传方程(公畜效应),再列出固定效应方程(年度、胎次效应等),然后联立两方程求解。

表1 母牛产奶记录

母牛号	母牛父亲	产奶年度	胎次	记录成绩(百公斤)	记录编号
11	1	1982	1	13	1
	1	1983	2	14	2
13	1	1983	1	11	3
	1	1984	2	12	4
14	2	1984	1	17	5
15	2	1984	1	13	6
12	3	1982	1	14	7
	3	1983	2	17	8
	3	1984	3	16	9

(一) 遗传方程

1. 求公畜女儿有效记录次数和有效记录成绩

一个女儿的多次记录和多个女儿的各一次记录，其意义是不同的，后者因母体效应随机化而使预测可能更为准确。为此应将多次记录的每次记录乘以校正系数 d_{ij} 。

$$d_{ij} = (4 - h^2) / [4 + 4(n_{ij} - 1)t - h^2]$$

式中 i 为公牛号， j 为 i 的女儿号， h^2 为性状遗传力， t 为性状重复率， n_{ij} 为 j 女儿的实际记录次数。本例中 $h^2 = 0.25$ ， $t = 0.40$ 。

当 $n_{ij} = 1, 2, 3$ 时，则 $d_{ij} = 1, 0.701, 0.5396$ ，据此可算出 i 公牛的有效女儿次数为 $n'_i = \sum n_{ij} d_{ij}$ ，有效女儿成绩为 $Y'_i = \sum d_{ij} Y_{ij}$

2. 将各女儿记录成绩分别按公畜、年度和胎次整理于表2。

表2 各公牛女儿有效记录次数分布和有效记录成绩

记录号	按公畜分布			按年度分布			按胎次分布			实际成绩	有效记录成绩		
	1	2	3	1982	1983	1984	1	2	3		公 ₁	公 ₂	公 ₃
(1)	0.701			0.701			0.701			13	9.113		
(2)	0.701				0.701			0.701		14	9.814		
(3)	0.701				0.701		0.701			11	7.711		
(4)	0.701					0.701		0.701		12	8.412		
(5)		1				1	1			17		17	
(6)		1				1	1			13		13	
(7)		0.5396		0.5396			0.5396			14		7.5544	
(8)		1.5396			0.5396			0.5396		17		9.1732	
(9)		0.5396				0.5396			0.5396	16		8.6336	
Σ公畜1	2.804			0.701	1.402	0.701	1.402	1.402			35.06		
Σ公畜2		2				2	2					30	
Σ公畜3		1.6188		0.5396	0.5396	0.5396	0.5396	0.5396	0.5396			25.36	

3. 计算 kR^{-1}

k 为随机剩余效应方差与遗传效应方差之比 R 为公牛间亲缘系数组成的矩阵

$$k = (4 - h^2) / h^2 \quad k = (4 - 0.25) / 0.25 = 15$$

$$R = \begin{vmatrix} 1 & 0.25 & 0.25 \\ 0.25 & 1 & 0.25 \\ 0.25 & 0.25 & 1 \end{vmatrix} \quad kR^{-1} = \begin{vmatrix} 16.67 & -3.33 & -3.33 \\ -3.33 & 16.67 & -3.33 \\ -3.33 & -3.33 & 16.67 \end{vmatrix}$$

4. 将 kR^{-1} 值加到表2中Σ项公畜对应的元素上，即得遗传方程：

$$\begin{pmatrix} \hat{S}_1 \\ \hat{S}_2 \\ \hat{S}_3 \\ \hat{D}_1 \\ \hat{D}_2 \\ \hat{D}_3 \\ \hat{T}_1 \\ \hat{T}_2 \\ \hat{T}_3 \end{pmatrix}$$

2.804+16.67	-3.33	-3.33	0.701	1.402	0.701	1.402	1.402	0
-3.33	2+16.67	-3.33	0	0	2	2	0	0
-3.33	-3.33	1.6188+16.67	0.5396	0.5396	0.5396	0.5396	0.5396	0.5396

$$= \begin{pmatrix} 35.05 \\ 30 \\ 25.36 \end{pmatrix} \dots (1)$$

式中： $\hat{S}_1, \hat{S}_2, \hat{S}_3 \dots$ 分别为1, 2, 3号公牛的遗传效应估计值。
 $\hat{D}_1, \hat{D}_2, \hat{D}_3 \dots$ 分别为1982, 1983, 1984年年度效应估计值。
 $\hat{T}_1, \hat{T}_2, \hat{T}_3 \dots$ 分别为第1, 2, 3胎胎次效应估计值。

(二) 固定效应方程

某一女儿的多次记录来自于同一公畜，但不能来自于同一年度或同一胎次，因此估计固定效应方程不要求进行母体效应校正，其有效记录次数就是实际记录次数。分类整理如表3。

表3 按年度和胎次排列的记录分布

年度或胎次	记录号	公畜年度						胎次			记录成绩					
		1	2	3	82	83	84	1	2	3	按年度排列			按胎次排列		
											82	83	84	1	2	3
1982年	1	1			1			1			13					
	7			1	1			1			14					
	2	1				1			1		14					
1983年	3	1				1		1			11					
	8			1		1				1	17					
	4	1					1		1				12			
1984年	5		1				1	1					17			
	6		1				1	1					13			
	9			1			1			1			16			
第1胎	1	1			1			1						13		
	3	1				1		1						11		
	5		1				1	1						17		
	6		1				1	1						13		
第2胎	7			1	1		1	1						14		
	2	1				1			1					14		
	4	1				1			1					12		
第3胎	8			1		1				1				17		
	9			1		1				1						16
Σ	1982年	1	0	1	2	0	0	2	0	1	27					
	1983年	2	0	1	0	3	0	1	2	0		42				
	1984年	1	2	1	0	0	4	2	1	1			58			
Σ	第1胎	2	2	1	2	1	2	5	0	0				68		
	第2胎	2	0	1	0	2	1	0	3	0					43	
	第3胎	0	0	1	0	0	1	0	0	1						16

由此得固定效应的最小二乘方程为:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 2 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 1 & 0 & 3 & 0 & 1 & 2 & 0 \\ 1 & 2 & 1 & 0 & 0 & 4 & 2 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 1 & 2 & 1 & 2 & 5 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 1 & 0 & 2 & 1 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \hat{S}_1 \\ \hat{S}_2 \\ \hat{S}_3 \\ \hat{D}_1 \\ \hat{D}_2 \\ \hat{D}_3 \\ \hat{T}_1 \\ \hat{T}_2 \\ \hat{T}_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 27 \\ 42 \\ 58 \\ 43 \\ 16 \end{pmatrix} \dots (2)$$

(三) 将两方程合并, 即得BLUP方程:

$$\begin{matrix} Xb=Y \\ 2.804+16.67 & -3.33 & -3.33 & 0.701 & 1.402 & 0.701 & 1.402 & 1.402 & 0 \\ -3.33 & 2+16.67 & -3.33 & 0 & 0 & 2 & 2 & 0 & 0 \\ -3.33 & -3.33 & 1.6188+16.67 & 0.5396 & 0.5396 & 0.5396 & 0.5396 & 0.5396 & 0.5396 \\ 1 & 0 & 1 & 2 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 1 & 0 & 3 & 0 & 1 & 2 & 0 \\ 1 & 2 & 1 & 0 & 0 & 4 & 2 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 1 & 2 & 1 & 2 & 5 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 1 & 0 & 2 & 1 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{matrix} \begin{pmatrix} \hat{S}_1 \\ \hat{S}_2 \\ \hat{S}_3 \\ \hat{D}_1 \\ \hat{D}_2 \\ \hat{D}_3 \\ \hat{T}_1 \\ \hat{T}_2 \\ \hat{T}_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 35.05 \\ 30 \\ 25.36 \\ 27 \\ 42 \\ 58 \\ 68 \\ 43 \\ 16 \end{pmatrix}$$

解方程 得出 $b = X^{-1}Y$

$$b = \begin{pmatrix} \hat{S}_1 \\ \hat{S}_2 \\ \hat{S}_3 \\ \hat{D}_1 \\ \hat{D}_2 \\ \hat{D}_3 \\ \hat{T}_1 \\ \hat{T}_2 \\ \hat{T}_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.1808034 \\ 0.1216567 \\ 0.08252114 \\ -0.0461731 \\ -0.0592165 \\ 0.1053867 \\ -0.017406 \\ -0.18200 \\ 1.190429 \end{pmatrix}$$

公牛产奶量育种值分别为:

$$\hat{A}_1 = 2 \hat{S}_1 = -0.361668 \quad \hat{A}_2 = 2 \hat{S}_2 = 0.243331 \quad \hat{A}_3 = 2 \hat{S}_3 = 0.16504$$

三、讨 论

1. 信息量的多寡, 决定种畜育种值预测的准确度和选种效率。利用多次记录可增加公畜的有效女儿数, 增加程度取决于实际记录次数、性状重复力和遗传力三因子。在本例中 $h^2 = 0.25$, $t = 0.4$, 利用两次记录可使有效信息量提高40%, 三次记录可提高70%。

2. 该方法不仅适用于奶牛, 也适应于羊、猪和禽等其他畜禽选种。

参 考 文 献

- (1) Henderson, C.R.: 1974, J.Dairy Sci, 57: 963—972.
- (2) Henderson, C.R.: 1985, J.Anim.Sci, 60: 111—117.
- (3) 佐佐木义之: 1985, <日畜会报>, 53: 690—689.
- (4) 陈劲春: 1985 <国外畜牧科技>, 3: 10~13.
- (5) 刘松元等: 1986, <遗传学报>, 13(4): 302~308.

ESTIMATING BULL BREEDING VALUES OF MILK YIELD ON USING REPEATE DRECORDS

Liu Songyuan et al.

(Institute of Anim. Husbandry, Jilin Academy of
Agricultural Sciences)

ABSTRACT

In this paper, we combined BLup (Best liner unbiased prediction, a advanced selecting method in the world recently) with the practice of herd breeding in Jilin Province, and advanced a method of estimating bull BLUP breeding values of milk yield based on repeated records of birthes throughout cows' lifetime.