

对蛋鸡育种的探讨 和一种估测产蛋重的新方法

干 高 雄

(北京农业大学, 畜牧系)

(1982年 8 月27日收稿)

摘 要

我国商品蛋主要以重量论价, 而育种场主要根据产蛋数选种。本文估测了京白Ⅱ系近交系 4 个世代若干数量性状的表型和遗传参数, 并一律采用入舍鸡产量。结果表明, 如果改变我国蛋鸡育种的以往方法, 直接对产蛋重选种, 可望带来经济效益上的真正进展。本文还用 Γ 函数配合了日产蛋重曲线, 并介绍了查表积分估测法, 为估计产蛋重提供了一种新方法。

绪 论

关于蛋鸡数量性状的遗传分析已有大量报道。本文不仅对京白Ⅱ系近交系的早期和 500 日龄产蛋数、蛋重等常见性状作了遗传分析, 还注意到对后期产蛋数的分析, 并一律用入舍鸡产量作为分析指标。

我国商品蛋的价值主要由重量决定, 但育种场主要根据产蛋鸡数选种。本文分析了这种选择可能存在的问题, 并将蛋数和蛋重合并为一个性状——产蛋重, 加以分析, 探索了直接以产蛋重作为选择指标可能带来的好处。

Wood (1967)、McNally (1971) 分别用 Γ 函数配合过乳牛泌乳量和蛋鸡产蛋数。本文提供了一个新的方程, 用以配合入舍鸡日产蛋重实际资料, 并分别与前者提供的模型作了对照; 同时给出了查表积分估测法和应用实例, 供估测产蛋重时参考。

材 料 和 方 法

本文取材于北京市种禽公司原种鸡场的来航鸡北京白鸡Ⅱ系近交系(简称京白Ⅱ系近交系), 共 4 个世代(1976~1979), 835 只母鸡的个体记录。除一代有详细产蛋记录外, 其余各代只有几个固定点的个体记录(详见表 2)。

在 4 个世代中主要的环境变化在于: 零至一代产蛋鸡在密闭式成鸡舍小圈网养, 二至三代在开放式成鸡舍单笼养。本文已顾及这种变化, 并将有关比较限制在同世代内进行。

除零世代只能根据个体成绩选择外, 其余各代根据以早期产蛋数为主的综合指数, 采用家系选择和个体选择相结合的方法。

本文还用到几个专用名称, 其中, “产蛋重”即入舍鸡所产蛋的总重量, 单位: 公斤; “日产蛋重”即某日平均每只入舍鸡所产蛋的重量, 单位: 克; 其余可由字面识其意。

各遗传参数的计算及其显著性检验公式请参见吴仲贤(1979)“统计遗传学”。

结果及分析

表1 各代亲缘系数和近交系数

项 目 世代数	亲 缘 系 数						近 交 系 数	
	变动区间	全同胞间	半同胞间	混合家系 个体间	非同胞间	全群平均	变动区间	全群平均
0						0		0
1	[0,0.5]	0.5	0.25		0			
2	[0,0.6]	0.5020	0.2678	0.3060	0.0004	0.0254	[0,0.25]	0.0070
3	[0,0.6]	0.5778	0.4429	0.4635	0.0287	0.1003	[0,0.25]	0.1965

注：设零世代亲缘系数和近交系数皆为零。“混合家系”即全同胞一半同胞混合家系。

表1给出了各代亲缘系数和近交系数的测定值。到三代平均近交系数达0.1965，因原计划该系作近交系培育，故仍称之为近交系。给出的各亲缘系数将在估测遗传力时用到。

表2给出了各性状表型平均数和标准差，尚看不出近交衰退的迹象。而本文所关注的，并非各性状本身成绩的好坏，而是性状间协同变异的情形。早期产蛋数是该系的主要选择依据，随着早期产蛋数的增长（31.08枚以上），后期产蛋数下降（17.13枚以上），500日龄产蛋数的提高（13.95枚）伴随着蛋重的下跌（开产和300日龄蛋重下降显著，分别为5.26克和6.53克，500日龄变化很小：0.04克），开产日龄提前了41.38天。

表3和表4分别给出了表型相关和遗传相关估测值。可以看到，早期产蛋数与500日龄产蛋数间的表型相关逐代减弱（0.796→0.725→0.704）；与开产日龄间的表型相关逐代增强（-0.312→-0.343→-0.374），遗传相关也小于零（-0.35）；与后期产蛋数间的遗传相关小于零（-0.27）（和表型相关0.27符号相反）。这意味着，随着早期产蛋数的提高，早期与500日龄产蛋数间的关系渐弱，与开产日龄间的关系渐强，使开产日龄提前，后期产蛋数下降。产蛋数与蛋重间的相关，除一例外（0.009），其余都是负的（表型：-0.267，-0.200，-0.246，-0.172，-0.148，-0.222，-0.006，-0.021；遗传：-0.67，-0.21，-0.14，-0.02，-0.25）。可见产蛋数的提高往往伴随蛋重的下降。而产蛋重与蛋重间有正相关（表型：0.21，遗传：0.38），500日龄产蛋重与开产日龄间也有正遗传相关（0.37）。这表明，如果选产蛋重，蛋重可能提高而开产日龄不一定提前，这与选产蛋数时情形不同。以上分析的可解释表2给出的各性状协同变化情况。

以产蛋数为主的早期选择究竟给该系的年产蛋重带来了多大好处呢？由于仅一代有详细蛋重记录，故用一代资料求得多元回归方程，近似估测各代年平均蛋重乃至500日龄产蛋重。该方程为： $\hat{y} = 0.1071x_1 + 0.4319x_2 + 0.2868x_3 + 10.2257(a)$ 。 \hat{y} 表示年平均蛋重理论值， x_1 、 x_2 、 x_3 分别表示开产、300、500日龄蛋重。方程(a)的复相关系数为0.9404。估测结果见表5。全年平均蛋重，三世传比零世代下降3.37克，比一代降4.47克；500日龄产蛋重，三代比零世代提高很小（0.092公斤），却比一代降低0.44公斤。这说明，在产蛋数上得到的好处可能被蛋重的下降抵消，因而无益于年产蛋重的提高。

表 2 各代各性状样本大小、表型平均数、标准差

世代数	0			1			2			3			总 进 展	0 ~ 3	显著性 检 验
	样本 大小	平均数	标准差	样本 大小	平均数	标准差	样本 大小	平均数	标准差	样本 大小	平均数	标准差			
性状(单位)															
开产日龄 (天)	132	184.35	8.32	179	182.41	16.08	354	153.63	10.05	156	142.97	9.92	-41.38	...	
开产体重 (公斤)	132	1.402	0.172	179	1.524	0.181	347	1.537	0.185	156	1.536	0.155	0.133	...	
开产蛋重 (克)	132	45.30	4.93	179	48.65	5.38	348	44.57	4.70	156	40.04	5.15	-5.26	...	
300日龄体重 (公斤)	132	1.573	0.168	173	1.602	0.161				140	1.546	0.252	约-0.03		
36周龄体重 (公斤)															
280日龄体重 (公斤)															
300日龄产蛋数 (枚)	132	76.86	19.14	179	74.12	18.62	292	1.574	0.228				大于31.08	...	
280日龄产蛋数 (枚)							358	91.06	22.68	156	107.94	22.24			
300日龄蛋重 (克)	132	59.48	4.15	173	59.72	4.17							约-6.53	...	
36周龄蛋重 (克)															
280日龄蛋重 (克)							282	55.35	3.88	134	52.95	3.89			
500日龄体重 (公斤)	140	1.574	0.189	160	1.730	0.210				105	1.578	0.240	0.003		
500日龄产蛋数 (枚)	122	199.23	45.86	179	204.51	52.25				156	213.18	70.20	13.95		
500日龄蛋重 (克)	117	60.62	4.164	151	62.85	5.00				100	60.66	4.91	0.04		
后期产蛋数 (枚)	122	122.37		179	130.16	40.09				156	105.24		小于-17.13	△	
300日龄产蛋重 (公斤)				179	4.264	1.038									
500日龄产蛋重 (公斤)				179	12.171	3.053									
300至500日龄产蛋重(公斤)				179	7.907	2.422									
开产至300日龄平均蛋重(克)				179	56.95	3.60									
开产至500日龄平均蛋重(克)				179	59.15	3.78									
早期体重增重 (公斤)	132	0.171		173	0.096		292	0.037		140	0.010		约-0.161	△	
后期体重增重 (公斤)	132	0.001		160	0.110					105	0.032		约0.031	△	
开产至500日龄体重增重(公斤)	132	0.172		160	0.206					105	0.042		-0.310	△	

注: “...”表示显著, $0.05 > P > 0.01$; “...”表示较显著, $0.01 > P > 0.001$; “...”表示极显著, $P < 0.001$, 没有标记者表示 $P > 0.05$; “△”表示未作检验。

表3 各世代各性状间表型相关估测值及其显著性检验

相关性状(x与y)		项目	表型	显著性	相关性状(x与y)		项目	表型	显著性
x	y	世代数	相关	检验	x	y	世代数	相关	检验
500日龄产蛋数	开产日龄	0	-0.125		开产日龄	开产体重	0	0.241	*
		1	-0.087			开产蛋重	0	0.504	***
	开产体重	0	0.093			300日龄体重	0	0.274	**
	开产蛋重	0	-0.148			300日龄蛋重	0	0.126	
	300日龄体重	0	0.000			500日龄体重	0	0.226	*
		0	0.796	***		500日龄蛋重	0	-0.023	
	300日龄产蛋数	1	0.725	***		300至500日龄产蛋数	0	0.017	
		3	0.704 ⁽²⁾	***			1	0.045	
	300日龄蛋重	0	-0.222	*		开产体重	0	0.235	*
	500日龄体重	0	-0.043				2	0.412	***
		0	0.009				3	0.352	***
	500日龄蛋重	2	-0.006			300日龄体重	0	0.213	*
	开产至500日龄平均蛋重	1	-0.021				3	0.024 ⁽²⁾	
300日龄产蛋数	开产日龄	0	-0.312	**	开产蛋重	300日龄蛋重	0	0.386	***
		1	-0.343	***		500日龄体重	0	0.320	**
		2	-0.374 ⁽¹⁾	***		500日龄蛋重	0	0.256	**
	开产体重	0	0.053			开产体重	0	0.211	*
		1	0.040			300日龄体重	0	0.205	*
	开产蛋重	0	-0.267	**		500日龄体重	0	0.275	**
		1	-0.200	*			2	0.407 ⁽¹⁾	***
	300日龄体重	0	0.075			500日龄蛋重	0	0.460	***
		1	0.237	*		开产体重	0	0.202	*
		2	0.276 ⁽¹⁾	**		300日龄体重	0	0.1200	
	300日龄蛋重	0	-0.246	*		500日龄体重	0	0.251	**
		1	-0.172				3	0.353	***
	500日龄体重	0	-0.044			开产体重	0	0.563	***
		1	-0.084			500日龄体重	0	0.531	***
	500日龄蛋重	1	0.110			500日龄体重	0	0.773	***
		1	-0.067			300至500日龄产蛋重	1	0.281	**
	300至500日龄产蛋数	1	0.266	**		开产至300日龄平均蛋重	1	0.209	*

注：(1)300日龄在二世改为280日龄；(2)300日龄产蛋数三世改为280日龄产蛋数，300日龄体重改为36周龄体重；“*”标记意义见表2注。

如果直接选产蛋重情况将如何呢？表6给出了各性状遗传力测定结果。相比之下，产蛋数的遗传力是最低的。同在一世代，300、500和300至500日龄产蛋重的遗传力（分别为0.21、0.39和0.41）均高于同期产蛋数的遗传力（分别为0.12、0.17和0.12）。这表明，选产蛋重比选产蛋数有效。

MaNally (1971) 用下面二方程配合过双周产蛋数：

表 4 各性状间遗传相关估测值及其显著性检验

相关性状(x与y)		项目	遗传相关	显著性检验	相关性状(x与y)		项目	遗传相关	显著性检验
x	y				x	y			
500日龄产蛋数	开产日龄		-0.35		开产日龄	开产至300日龄体重		0.59	
	开产蛋重		-0.67		开产蛋重	开产日龄		0.83	P<0.3
	300日龄体重		0.08			开产体重		0.67	P<0.2
	300日龄产蛋数		0.86	P<0.1		300日龄体重		0.58	P<0.3
	500日龄体重		-0.13			500日龄体重		0.27	
	500日龄蛋重		-0.21			开产体重		0.74	P<0.3
300日龄产蛋数	开产日龄		-0.36		300日龄蛋重	300日龄体重		0.34	
	开产体重		0.67			500日龄体重		0.33	
	开产蛋重		-0.14		500日龄蛋重	开产体重		0.31	
	300日龄体重		-0.03			300日龄体重		0.91	P<0.1
	300日龄蛋重		-0.02			500日龄体重		0.57	P<0.3
	500日龄体重		0.01		开产体重	300日龄产蛋重		0.69	
	500日龄蛋重		-0.25			500日龄产蛋重		0.34	
	300至500日龄体重		0.51			300至500日龄体重		0.09	
	300至500日龄产蛋数		-0.27			开产至300日龄体重		-0.32	
开产日龄	开产体重		0.28		开产至300日龄体重	300至500日龄产蛋数		0.91	
	300日龄体重		0.24		500日龄产蛋重	300日龄产蛋重		-0.45	
	500日龄体重		0.22			300至500日龄产蛋重		0.69	
	300至500日龄产蛋数		0.60			开产至300日龄均蛋重		0.38	P<0.3
	500日龄产蛋重		0.37						

注: 显著性检验一栏除注明了可能为零相关的发生概率P的各行外, 余下各行: P<0.3。

$$\hat{y}_t = at^b \exp(-ct) \quad (1)$$

$$\hat{y}_t = at^b \exp(-ct + bt^{\frac{1}{2}}) \quad (2)$$

本文用方程(1)、(2)配合一世代日产蛋重资料, 并提供新方程:

$$\hat{y}_t = at^b \exp(-ct^{\frac{1}{2}}) \quad (3)$$

配合同样资料。在这里, 方程(1)、(2)、(3)中各字母的含意为: \hat{y}_t 表示第t个个时龄单位的日产蛋重理论值, a、b、c、d为待定常数。

分别对方程(1)、(2)、(3)作对数转换得到:

$$\ln \hat{y}_t = \ln a + b \ln t - t \quad (1)',$$

$$\ln \hat{y}_t = \ln a + b \ln t - ct + dt^{\frac{1}{2}} \quad (2)',$$

$$\ln \hat{y}_t = \ln a + b \ln t - t^{\frac{1}{2}} \quad (3)'$$

据此建立正规方程。用n表示实际日龄数(天), 取时龄 $t = 15^{-1}n - 3^{-1} \times 29$; 加入编号下标i。表7给出了各 n_i 对应的 t_i 值和日产蛋重实际值 y_{ti} 及其对数转换值。由此得到:

$$\sum_i t_i = 162.34, \sum_i \sqrt{t_i} = 42.86, \sum_i t_i^2 = 2775.62, \sum_i \ln t_i = 27.88, \sum_i (\ln t_i)^2 = 76.79, \sum_i t_i \ln t_i$$

表 5 各代年平均蛋量和500日龄产蛋重近似值

世代数	0	1	8
全年平均蛋重(克)	58.15	59.25	54.78
500日龄产蛋重(公斤)	11.586	12.118	11.678

表6 各世代各性状遗传力估测值及其显著性检验

被测世代 及其主要 特点	项 目 性 状	遗传力	显著 性检 验	被测世代 及其主要 特点	项 目 性 状	遗传力	显著 性检 验
一世代。 产蛋鸡在 密闭式成 鸡舍小圈 网养，近 交系数为 零。	开产日龄	0.12		同 前	300至500日龄体增重	0.51	
	开产体重	0.50	*	二世代。 产蛋鸡在 开放式成 鸡舍中单 笼养。近 交系数： 0.007。	开产日龄	0.50	***
	开产蛋重	0.20			开产体重	0.67	**
	300日龄体重	0.49	*		开产蛋重	0.38	**
	300日龄产蛋数	0.12			280日龄体重	0.65	**
	300日龄蛋重	0.28			280日龄产蛋数	0.28	*
	500日龄体重	0.69	*		280日龄蛋重	0.52	**
	500日龄产蛋数	0.17		三世代。 产蛋鸡在 开放式成 鸡舍单笼 养。近交 系数达 0.1965。	开产日龄	0.74	
	500日龄蛋重	0.49			开产体重	0.51	
	300至500日龄产蛋数	0.12			开产蛋重	0.67	
	500日龄产蛋重	0.39			36周龄体重	0.73	
	300日龄产蛋重	0.21			280日龄产蛋数	0.29	
	300至500日龄产重	0.41			36周龄蛋重	0.81	
	开产至300日龄平均蛋重	0.46	*		500日龄体重5	0.56	
	开产至500日龄平均蛋重	0.39			00龄产蛋数	0.11	
	开产至300日龄体增重	0.23			500龄蛋重	0.61	

注：“*”标记意义见表2注。二、三代代的遗传力是根据7据表1给出的亲缘系数，用Fuijshima and Fredeen (192) 提出的修正公式估测的。

表7 一世代各实际日龄 n 对应的时龄 t 、日产蛋重实际值、对数转换值及各方程理论值

编 号 i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
实际日龄 n_i	150	181	212	240	271	301	332	362	393	424	454	485	515
时龄 $t_i = (n_i - 145) / 15$	0.33	2.40	4.47	6.33	8.40	10.40	12.47	14.47	16.53	18.60	20.60	22.67	24.67
$\ln t_i$	-1.10	0.88	1.50	1.85	2.13	2.34	2.52	2.67	2.81	2.92	3.03	3.12	3.21
日产蛋重实际值 y_{ti}	0.91	16.74	41.69	46.13	46.01	46.53	44.83	40.83	36.76	32.29	29.28	28.93	21.69
$\ln y_{ti}$	-0.09	2.82	3.73	3.83	3.83	3.84	3.80	3.71	3.60	3.47	3.38	3.36	3.08
方程(1)理论值 \hat{y}_{ti}	0.94	16.80	32.98	42.98	48.76	50.00	48.14	44.45	39.63	34.43	29.48	24.71	20.56
方程(2)理论值 \hat{y}_{ti}	0.88	19.27	35.61	44.20	48.26	48.43	46.24	42.85	38.74	34.44	30.39	26.46	22.99
方程(3)理论值 \hat{y}_{ti}	0.86	20.13	35.99	43.57	46.65	46.28	43.95	40.73	37.00	33.19	29.65	26.23	23.21

$= 445.55$, $\sum_i \sqrt{t_i} = 657.64$, $\sum_i \sqrt{t_i} \ln t_i = 109.90$, $\sum_i \ln y_{ti} = 42.36$, $\sum_i t_i \ln y_{ti} = 566.67$, $\sum_i \ln t_i \ln y_{ti} = 102.75$, $\sum_i \sqrt{t_i} \ln y_{ti} = 149.09$ 。将以上结果分别代入各正规方程，解得各方程的待通常数 (a, b, c, d) 值如表8所示。代入方程(1)、(2)、(3)得到下列各表达式：

$$\hat{y}_n = 0.0748 (n - 145)^{1.6181} \exp(-0.0107n + 1.5486) \quad (1)''$$

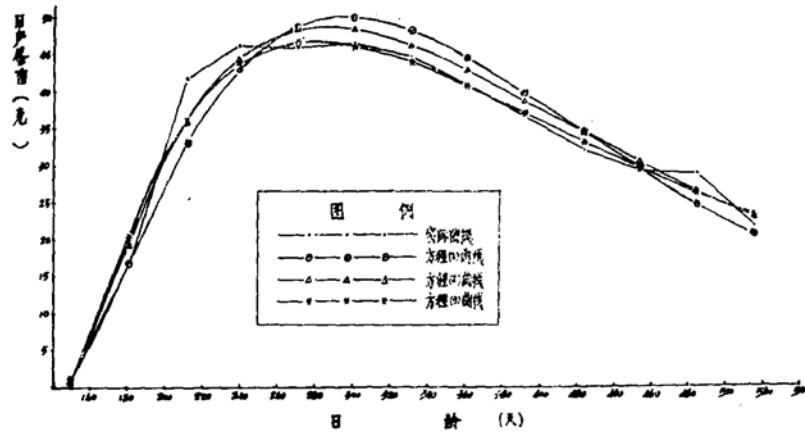


图1 一世代日产蛋重实际曲线和三条理论值曲线

$$\hat{y}_n = 0.0552 (n - 145)^{2.1376} \exp(-0.0032n + 0.4708 - 0.2826\sqrt{n - 145}) \quad (2)''$$

$$\hat{y}_n = 0.0491 (n - 145)^{2.355} \exp(-0.4038\sqrt{n - 145}) \quad (3)''$$

\hat{y}_n 表示第 n 日龄的日产蛋重理论值。

分别由方程(1)'、(2)'、(3)'算得的各日产蛋重理论值已在表7中给出。三个方程的残差平方和分别为：161.3968, 79.4000, 62.3996, 复相关系数分别为：0.9685, 0.9832, 0.9875, 可见方程(3)'的残差平方和最小而复相关系数最大。图1给出了日产蛋重实际曲线及由方程(1)、(2)、(3)得到的理论曲线。不难看出, 方程(3)的曲线对实际曲线的拟合最为紧密。

在实际应用中, 可用方程(3)积分估测各产蛋区间的产蛋重, 并可用下面的查表法求积:

令: $t = \alpha(n - \beta)$, α 、 β 为常数; n_1 、 n_2 分别为实际日龄取值下、上限。于是方程(3) \hat{y}_n 的积分

$$\langle W = \int_{n_1}^{n_2} a [\alpha(n - \beta)]^b \exp\{-c[\alpha(n - \beta)]^{\frac{1}{2}}\} dn$$

(令 $x = 2c\sqrt{\alpha(n - \beta)}$, 作换元)

$$= 2a\alpha^{-1}c^{-2b-2}\Gamma(2b+2) \int \frac{2c\sqrt{\alpha(n_2 - \beta)}}{2c\sqrt{\alpha(n_1 - \beta)}} \frac{x^{\frac{4b+4}{2}-1}}{2^{\frac{1}{2}(4b+4)}\Gamma\left(\frac{4b+4}{2}\right)} e^{-\frac{x}{2}} dx$$

表8 各方程待定常数估计值

待定常数	a	b	c	d
方程号				
(1)	5.9843	1.6181	0.1602	
(2)	18.0165	2.1376	0.0487	-1.0946
(3)	28.8933	2.3550	1.5639	

$$\text{再令: } A = 2a\alpha^{-1}c^{-2b-2}, P_{x^2}(x) = \frac{x^{\frac{4b+4}{2}-1}}{2^{\frac{1}{2}(4b+4)}\Gamma\left(\frac{4b+4}{2}\right)} e^{-\frac{x}{2}}$$

$$\text{代入上式: } \hat{W} = A\Gamma(2b+2) \int \frac{2c\sqrt{\alpha(n_2-\beta)}}{2c\sqrt{\alpha(n_1-\beta)}} P_{x^2}(x) dx \quad (4)$$

表达式(4)为积分提供了方便: 可以查 Γ 函数表用斯特林公式得到 $\Gamma(2b+2)$ 的值,

查 x^2 分布表得到 $\int \frac{2c\sqrt{\alpha(n_2-\beta)}}{2c\sqrt{\alpha(n_1-\beta)}} P_{x^2}(x) dx$ 的值, 从而求出 \hat{W} 的值。

下面以一世代为例: 由表8知道: $a = 28.8933$, $b = 2.3550$, $c = 1.5639$; $t = 15^{-1}n - 3^{-1} \times 29$, 即 $\alpha = 15^{-1}$, $\beta = 145$; $n_1 = 150$, $n_2 = 515$ 。于是: $A = 2a\alpha^{-1}c^{-2b-2} = 43.1297$,

查 Γ 函数表并算得: $\Gamma(2b+2) = \Gamma(6.71) = 421.0406$,

$$\text{查 } x^2 \text{ 分布表得到: } \int \frac{15.5344}{1.8058} \frac{x^{\frac{13.42}{2}-1}}{2^{\frac{13.42}{2}}\Gamma\left(\frac{13.42}{2}\right)} e^{-\frac{x}{2}} dx = 0.6954,$$

代入表达式(4)得到: $\hat{W} = 12.63$ (公斤)。

由一世代资料算得150至515日龄的实际平均产蛋重为12.68公斤, 与估测值12.63公斤相差无几。

讨论、结论和建议

1. 该系从零到三世代, 早期产蛋数的增长、后期产蛋数的下降和开产日龄的提前都很明显, 500日龄与早期产蛋数间的表型相关逐代减弱, 暗示着产蛋数早期选择的可靠性逐渐降低。早期和后期产蛋数间有负遗传相关, 意味着同向选早期和后期产蛋数可能遇到Nordskog(1977)所说反向选择的困难。建议采用早期和500日龄二次选择的办法: 由于仅早期选择时留种蛋, 500日龄是对子代选择, 只需将落选女儿淘汰至商品群, 故不会延长世代间隔。

2. 该系500日龄产蛋数的增长伴随着蛋重的下降, 二者间存在负遗传相关。近似估测500日龄产蛋重的结果显示, 以产蛋数为主的早期综合选择似未给该系年产蛋重带来真正进展。而产蛋重的遗传力均高于同期产蛋数的遗传力, 从选择效果来看, 选产蛋重比选产蛋数要好些。

3. 我国主要以重量决定商品蛋价值, 故提高年产蛋重可能带来经济效益上的真正进展。鉴于以上诸点, 建议改变以往的选择方法, 直接对产蛋重施加选择。

4. 用本文提供的方程(3)配合一世代日产蛋重实际资料, 其拟合效果比用 $M_c N_{.11} y$ (1971)的方程(1)、(2)都好。方程(3)可用于估测产蛋重。本文通过积分表达式(4), 给出了简便易行的查表积分算法, 并以实例说明之。

致谢：本文承蒙吴仲贤教授指导，并得到北京市种禽公司原种鸡场大力协助，邱祥聘、邓嵩祥、裴新德、陈耀春、张斌、吴常信等各位老师的帮助，一并致以诚挚的谢意。

参 考 文 献

- [1] 吴仲贤·(1979)·统计遗传学, 40~58, 94~134, 147~166, 232~238, 379~381, 429~451. 北京: 科学出版社。
- [2] 吴仲贤·(1981)·蛋鸡育种原理。中国畜牧杂志, 6: 1~2。
- [3] 邱祥聘、曾凡同等·(1981)·成都白鸡数量性状遗传参数的初步估测。动物数量遗传通讯, 2: 30~33。
- [4] Bohren, B.B., Garwood, V.A. and Lowe, P.C. (1981).
Direct and correlated responses to selection for age at maturity in the fowl. Poultry Science, 60: 289~294.
- [5] Dempster, E.R., Lerner, I.M. and Lowery, D.C. (1952).
Continuous Selection for egg production in poultry. Genetic, 37: 693~708.
- [6] Fujishima, T. and Fredeen, H.T. (1972). General formulae for estimating heritability in a population with related parents. Can. J. Genet. Cytol, 14: 549~557.
- [7] Garwood, V.A. and Lowe, P.C. (1981). Accomparison of combination and family selection in chickens. Poultry Science, 60: 285~288.
- [8] Kempthorne, O. and Nordskog, A.W. (1959). Restricted selection indices. Biometrics, 15: 10~19.
- [9] Kashyap, T.S., Dickerson, G.E. and Bennett, G.L. (1981).
Effectiveness of progeny test multiple-trait index selection for field performance of strain-cross layers, 1. Estimated responses. Poultry Science 60: 1~21.
- [10] Lerner, M., and Dempster, E.R. (1951). Attenuation of genetic progress under continued selection in poultry. Heredity, 5: 75~94.
- [11] Lowe, P. C., and Garwood, V. A. (1980). Efficiency of selection based on segments of the early record for improving annual rate of lay. Poultry Science, 59: 677~680.
- [12] McNally, D.H. (1971). Mathematical model for poultry egg production. Biometrics, 27: 735~738.
- [13] Nordskog, A.W. (1977). Success and failure of quantitative genetic theory in poultry. International conference on quantitative genetics: 569~585.

INVESTIGATION ON LAYER BREEDING AND A NEW METHOD TO ESTIMATE HEN-HOUSED EGG PRODUCTION

Gan Gaoxiong
(Department of Animal Science
Beijing Agricultural University)
SUMMARY

In our country the worth of commercial eggs is mainly determined by weight, but selection is usually directed to egg number on the breeding farm. In view of this, the hen-housed egg weight is used here as the

measure of production instead of egg number & egg weight. The present study shows that the genetic correlation between egg number of the early & late period is negative (-0.27), the genetic correlations between egg number & egg weight are negative (-0.67 , -0.21 , -0.14 , -0.01 , -0.25); that early combination selection, in which egg number & egg weight were treated as two characters, has not brought any real progress for annual hen-housed egg weight, that the heritabilities of the hen-housed egg weight, of early, late & total laying periods 0.21 , 0.41 & 0.39 respectively, are higher than the heritabilities of the hen-housed egg number of the same periods (0.12 , 0.12 & 0.17). Hence a new basis for selection of egg production based on hen-housed egg weight is suggested here for use to replace the old one in our country.

The present paper employs the Γ -function to fit the practical data of average daily hen-housed egg weight. It improves on the equations used by McNally (1971). Equation (3) provided by the present paper, $y_t = at^b \exp(-ct^a)$, gives a better fit to the same data with y_t equal to the average daily hen-housed egg weight at time t , & a , b , c as constants. The quadrature method introduced here can be used to estimate or predict egg production by other workers.