

长期选择与群体 某些参数的变化规律

主持人 姜志华

国家自然科学基金资助项目

江苏科学技术出版社

一九八九年五月

前 言

通过长期选择试验,研究选择反应、相关反应、遗传改进、遗传参数等方面的变化趋势,对于进一步理解畜禽改良的遗传机理以及制定长远的育种方案均具有重大意义。

在国家自然科学基金会的资助下,我们于1987~1988年度进行了《长期选择与群体某些参数的变化规律》项目的研究,使我国在长期选择理论与长期选择实践研究领域中有了一个极其良好的开端。

本书收集了该项研究的二十篇论文,可分为四大部分。第一部分为基础研究,涉及长期选择试验的选材、果蝇的繁殖特性、影响4、5腹片刚毛数的一些因素及其表型与遗传参数等。第二部分为理论模拟研究,揭示了不同种类基因控制的性状,在长期选择作用下的群体遗传行为。推导出计算数量性状群体参数的系列公式,发展了群体遗传学的某些理论,提出了一些新概念、新思想。为本研究的重要部分,同时亦为遗传学教学增添了新的内容。第三部分报道了果蝇的选种选配试验,与理论研究结果进行了对照,并对实际工作中的一些问题进行了讨论。第四部分综现了有关长期选择方面的研究成果,并对在家畜育种中的指导意义进行了讨论。

在本项研究过程中,除了课题参加人员密切配合、协同攻关外,还得到了本校电子计算机中心、植保系昆虫分类研究室、畜牧系动物遗传实验室、生化育种实验室和动物实验室有关老师的大力协助,在此表示感谢。

同样,不能忘记志愿参加本项研究的同学们,他们协助计数了55000多只雌雄果蝇4、5腹片的刚毛数(包括预备试验和正式试验),对果蝇的长期选择试验作出了重要贡献。他们是:郁宝平、刘洪林、葛权松、张宝春、郭均、李瑞忠、沈银书、蒋金潮、朱丽英、邓礼军、宫瑞杰、苏慧兰、卢巧云。

北京农业大学畜牧系吴常信教授、北京奶牛研究所张斌高级畜牧师、东北农学院畜牧系盛志廉教授、南京农业大学农学系盖均镒教授、翟虎渠博士、副教授、南京农业大学畜牧系杨茂成副教授、苏文练副教授等审阅了所有论文,提出了许多宝贵意见,谨此致谢。

衷心感谢国家自然科学基金会给予的资助以及有关领导的大力支持。

书中必有不少错误之处,敬请各位同行予以指正。

项目主持人:姜志华 博士、副教授

1989年5月于南京

目 录

不同品系果蝇腹毛数表型变异特性研究	1
野生型果蝇品系 4、5 腹片刚毛数表型、遗传参数的估计	5
果蝇主要繁殖特性研究	8
影响果蝇 4、5 腹片刚毛数的因素	12
加性基因控制性状的群体遗传行为	14
I、等频率、等作用条件下的群体遗传特征	14
II、主要加性位点作用下的群体遗传特征	25
III、作用、频率均不同条件下的群体遗传特征	34
完全显性基因控制性状的群体遗传行为	41
I、等频率、等作用条件下的群体遗传特征	41
II、主要完全显性位点作用下的群体遗传特征	50
III、作用、频率均不同条件下的群体遗传特征	58
超显性基因控制性状的群体遗传行为	66
I、等频率、等作用条件下的群体遗传特征	66
II、主要超显性位点作用下的群体遗传特征	73
III、作用、频率均不同条件下的群体遗传特征	81
混合基因控制性状的群体遗传行为	88
I、位点数相同条件下的群体遗传特征	88
II、位点数不同条件下的群体遗传特征	97
III、作用、频率均不同条件下的群体遗传特征	105
果蝇选种选配试验	111
I、果蝇腹部刚毛数长期选择试验结果	111
II、亲本选择与群体参数	118
长期选择理论与长期选择试验综观	126
I、长期选择作用下的群体遗传行为	126
II、长期选择原理在家畜育种中的指导意义	133
英文摘要	139
参考文献	146

不同品系果蝇腹毛数表型变异特性研究

摘要 对8个品系果蝇按性别取样,进行了腹部刚毛数的观察,并用最小二乘分析法进行了统计处理。报道了各品系腹毛总数的排列顺序、雌雄果蝇各腹片腹毛的变化规律及其相关关系。对长期选择试验的选材、观察方法以及所采用的性状等问题进行了讨论。

在进行数量性状的遗传学研究时,常常采用实验动物,尤其是果蝇。

果蝇生长迅速,在25℃时,从卵到成蝇仅需10天左右。每个受精的雌蝇可产卵400~500个,因而在短时间内可获得大量的子代,便于遗传学分析。果蝇亦容易饲养,在常温下以玉米粉等作饲料就可以生长繁殖。可见果蝇用作实验动物有其独特的特点。

在用果蝇作选择试验时,腹毛数则是一个常用的性状。而且实验证明,这是一个数量性状。

果蝇是双翅目昆虫,属果蝇属,约有900多个种,或许在腹部刚毛数这个性状上各有特点。为了选好长期选择试验的材料,我们对几个品系腹毛数的表型特征进行了研究。

材料和方法

观察果蝇引自南京农业大学畜牧系动物遗传实验室,共8个品系。它们是:白眼(W)、三隐性(Wsn³m)、红棒眼、Nub²、残翅、Muller-5、SW-b和野生型(Wild)品系。果蝇饲养采用南京农业大学畜牧系动物遗传实验室的玉米饲料配方,培养温度为25℃。在80倍的解剖显微镜下观察,计数果蝇腹部刚毛数,并按性别及腹片分别记载。

各品系雌雄果蝇观察只数见表1。

表1 各品系雌雄果蝇观察只数

品系	♀	♂	品系	♀	♂
白眼	58	61	残翅	66	62
三隐性	66	61	Muller-5	70	66
红棒眼	64	61	SW-b	66	64
nub ²	66	66	野生型	65	65

采用最小二乘分析法对不同品系及性别腹毛总数的差异进行了分析,计算程序由南京农业大学电子计算机中心提供。分析模式为:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + S_j + (BS)_{ij} + e_{ijk}$$

其中: Y_{ijk} = 第i品系第j性别中第k只果蝇腹部刚毛数

μ = 群体均数

B_i = 第i品系的效应

S_j = 第j性别效应

$(BS)_{ij}$ = 互作效应

e_{ijk} = 随机误差

其余则采用常规统计分析方法进行。

结 果

一、不同品系、性别间腹毛总数的差异

最小二乘方差分析表明：品系、性别间腹毛总数差异极显著 ($P < 0.001$)，品系一性别间的互作效应亦为极显著 ($P < 0.001$)，最小二乘均值由大到小的次序为：白眼(89.8971)、 nub^2 (89.2727)、红棒眼 (88.6525)、三隐性 (88.3848)、残翅 (85.2911)、Muller-5 (80.4976)、SW-b (76.7124) 和野生型 (75.9216)。白眼与 nub^2 品系， nub^2 与红棒眼和三隐性品系，SW-b 和野生品系间腹毛总数差异不显著外，其余均为显著 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。

就雌蝇而言，腹毛总数由多至少的品系次序为：白眼(114.8966)、三隐性(114.4091)、红棒眼 (111.7969)、 nub^2 (111.1212)、残翅 (106.2273)、Muller-5 (102.8286)、SW-b (96.4091) 和野生型 (95.6462)。白眼与三隐性， nub^2 和红棒眼，SW-b 和野生型品系间差异不显著，其余均为显著 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。就雄蝇而言，腹毛总数由多至少的品系次序为： nub^2 (67.4242)、红棒眼 (65.5082)、白眼 (64.9016)、残翅(64.3548)、三隐性(62.3607)、Muller-5 (58.1667)、SW-b(57.0156) 和野生型(56.1970)。白眼、红棒眼和残翅间以及Muller-5、SW-b 和野生型间差异不显著，其余均达到显著水平 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。从这里也可以看出品系-性别间存在着互作效应，也就是说，雌蝇腹毛总数由多至少的品系次序与雄蝇的次序不尽相同。雌、雄间的差异亦是非常明显的。从8个品系全群来看，雌雄腹毛总数相差44,6758根，差异极显著 ($P < 0.001$)。

二、不同腹片刚毛数的变化规律

由于解剖结构上的差异，在雌蝇可以观察到6个腹片的刚毛数，即从第2腹片至第7腹片，而在雄蝇，只能观察到4个腹片上的刚毛数，即从第2腹片至第5腹片。各品系雌、雄蝇各腹片上刚毛数的变异情况列于表2和表3。

表2 雌蝇不同腹片上的刚毛数统计表

品系	第2腹片		第3腹片		第4腹片		第5腹片		第6腹片		第7腹片	
	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S
白眼	15.41	1.73	22.21	2.21	22.43	1.95	22.60	2.06	20.82	2.77	12.00	1.99
nub^2	13.52	1.63	21.47	1.76	21.64	1.97	22.20	1.82	20.53	1.78	11.85	1.68
红棒眼	15.31	1.59	21.36	1.79	21.50	1.56	21.97	1.87	20.50	2.32	11.02	1.55
三隐性	14.12	2.09	21.67	1.69	22.38	1.91	22.18	2.05	21.03	1.96	13.00	1.36
残翅	14.39	1.18	20.47	1.83	20.79	1.74	21.64	1.76	20.21	2.02	9.11	1.84
Muller-5	11.90	1.56	19.30	1.76	19.37	1.79	20.13	1.93	18.80	2.34	13.34	2.15
SW-b	12.98	1.35	18.45	1.64	18.73	1.68	19.15	1.57	18.27	1.67	9.12	1.75
野生型	11.20	1.43	17.83	1.57	18.66	1.46	19.26	1.50	18.60	1.63	10.22	1.55

表 3

雄果蝇不同腹片上的刚毛数统计表

品系	第2腹片		第3腹片		第4腹片		第5腹片	
	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S
白眼	12.82	1.70	17.03	1.90	17.70	1.46	17.51	2.05
nub ²	11.09	1.66	17.74	1.66	18.67	1.75	19.59	1.80
红棒眼	12.77	1.44	17.13	1.41	17.70	1.33	17.86	1.66
三隐性	10.69	1.58	17.21	1.62	17.93	1.55	16.54	2.21
残翅	11.35	1.32	17.21	1.39	17.80	1.77	17.98	1.53
Muller-5	9.36	1.30	15.87	1.73	15.89	2.08	17.02	1.71
SW-b	10.84	1.14	14.95	1.21	15.45	1.45	15.88	1.51
野生型	9.22	1.18	14.98	1.28	15.83	1.44	16.11	1.34

从表2可以看出:雌蝇从第2腹片至第5腹片各片腹毛数逐渐增加,但第3腹片比第2腹片增加幅度较大,3、4、5间增加幅度甚小。第5腹片上的刚毛数大多情况下最多。第6腹片及第7腹片刚毛数则下降。第7腹片是刚毛数最少的一个腹片。雄蝇第2至第5腹片上的刚毛数变化趋势与雌蝇相同(表3)。第2腹片上的刚毛数最少,大多情况下第5腹片最多。总的来说,不论是雌蝇还是雄蝇,第4、第5腹片上的刚毛数较多,变异亦较大。

同一个品系,雌雄果蝇相同腹片上的刚毛数相比,雄蝇均比雌蝇为少。

三、不同腹片刚毛数间的表型相关

结果表明,各单腹片刚毛数间以及单腹片与其它多腹片间多为弱相关,有正有负。各腹片刚毛数与总毛数间多为中等正相关(雌蝇0.23~0.70、雄蝇0.37~0.69),通常第4、第5腹片刚毛数与总毛数间相关大于其他腹片与总毛数的相关(雌蝇0.37~0.67,雄蝇0.46~0.69)。

两腹片毛数与总毛数之间的相关多为正的强相关。在雌蝇,(3+4)、(4+5)和(5+6)腹片与总毛数间的相关范围分别为0.61~0.80、0.63~0.77和0.47~0.72。在雄蝇,(3+4)腹片和(4+5)腹片与总毛数间的相关范围分别为0.62~0.85和0.75~0.87。

讨 论

根据品系、性别间的差异分析,在现有的8个品系中挑选长期选择试验材料时,若要想获得较大的上向选择效果,可以考虑选用野生型品系和SW-b品系;若要想获得较大的下向选择进展,可考虑在白眼、三隐性、红棒眼和nub²四品系中选取其一。若要想获得较理想的双向选择反应,可以考虑选用Muller-5品系,也可以从上述腹毛多品系与腹毛少品系的杂交后代群开始。残翅果蝇生活力较弱,一般不宜用作长期选择试验的材料。

雌雄果蝇腹部的刚毛数有较大的差异。一方面是雄蝇只能观察到4节腹片上的刚毛,而雌蝇则有6节,即解剖结构上雌雄有别。另一方面,即使是同一腹片,雄蝇的刚毛数亦比雌蝇为少。这两方面的差异是否是由性染色体上所携带的控制刚毛数基因差异造成的,有待于从遗传学方面深入研究。总之,在进行有关试验时,雌雄必须分开处理。

在大群选择试验时,若要计数所有腹片的刚毛数,则需花费相当大的劳力与物力。选择

性状可采用两腹片刚毛数之和，尤其是第 4、5 腹片。第一，4、5 腹片位于果蝇腹部的中部，易于观察计数；第二，4、5 腹片上刚毛数最多，变异亦较大；第三，4、5 腹片上的刚毛数比其余两腹片上的刚毛数与总毛数间相关性更强，为正的强相关。事实上，许多选择实验都是采用第 4、5 腹片上的刚毛数作为选择性状的。

野生型果蝇品系4、5腹片刚毛数表型、 遗传参数的估计

摘要 对野生型果蝇品系34个同父半同胞家系,共1018只♂、♀果蝇的第4、5腹片上的刚毛数进行了观察。无论是雌蝇还是雄蝇,第5腹片上的刚毛数均多于第4腹片上的刚毛数(♀, 20.0295V.S.19.4126; ♂, 16.7741V.S.16.4695),但差异不显著($P>0.05$)。雌蝇4、5腹片上的刚毛数比雄蝇4、5腹片上的刚毛数分别高3.2554和2.9431根($P<0.005$),即雌蝇4、5腹片上总刚毛数比雄蝇多6.1985根。第4腹片、第5腹片以及第4、5腹片毛数的遗传力均较低。但相对来说,4、5腹片总刚毛数的遗传力较高(♂, 0.1661; ♀, 0.1946),第5腹片刚毛数的遗传力较低(♂, 0.0323; ♀, 0.0644),第4腹片则偏中上(♂, 0.1339; ♀, 0.1571)。第4、5腹片腹毛间的表型相关系数为弱正相关(♂, 0.1028; ♀, 0.0784),但遗传相关则为强相关(♂, 1.6494; ♀, 0.9167)。预计对4、5腹片腹毛总数的选择可能会带来较理想的选择反应。

遗传力是重要的群体遗传参数之一。多年来育种学家们对其理论以及在育种实践中的应用进行了大量的、深入的研究。果蝇作为遗传学研究的实验动物,因其腹毛数易于观察,因而关于该性状的遗传力大小的研究甚多(Clayton等, 1957; Angus, 1979; Caligari等1981; 等等)。一般认为,果蝇腹部刚毛数有中等的遗传力。当然,亦有许多影响因素,如亲本的年龄。本研究以野生型品系果蝇作为实验材料,估计其腹毛数的遗传力,供长期选择试验参考。

材料与方法

本试验用野生型果蝇品系作材料,共组成34个同父半同胞家系,每个家系由1只雄蝇和3只雌蝇构成。每个家系放在一个培养瓶中,全期置于 $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 的恒温箱中。亲本果蝇均于接种后第5天清除。培养基根据南京农业大学畜牧系动物遗传学实验中的玉米饲料配方制作而成。

于接种培养后的第10天从各家系孵化出的后代随机取出15只雌蝇和15只雄蝇,麻醉后置入80倍的双筒解剖镜下观察第4、5腹片上的刚毛数(有一个家系只观察了14对果蝇),共观察了1018只雌雄果蝇,按家系、性别分别记载。

分别计算雌、雄果蝇第4、5以及4+5腹片刚毛数的平均数、标准差、变异系数。用半同胞相关的估计方法测定了遗传力,并对第4、5腹片刚毛数目的表型和遗传相关进行了分析。

结果与分析

一、4、5腹片刚毛数的表型变异

第4、5及4+5腹片刚毛数的平均数、标准差与变异系数列于表1。

表1 野生型果蝇4、5腹片刚毛数表型变异

参数	♂			♀		
	4	5	4+5	4	5	4+5
n	509	509	509	509	509	509
$\bar{X}$	16.4695	16.7741	33.2436	19.4126	20.0295	39.4421
S_x	1.3824	1.5157	2.1694	1.6856	1.7221	2.5049
CV(%)	8.3936	9.0358	6.5271	8.6830	8.5979	6.3511

从表1可以看出,无论是雌蝇还是雄蝇,第5腹片上的刚毛数均多于第4腹片上的刚毛数,但差异不显著($P>0.05$)。而雌蝇第4、5腹片上的刚毛数比雄蝇第4、5腹片上的刚毛数分别高3.2554和2.9431根,差异均显著($P<0.05$),这样雌蝇4、5腹片的总刚毛数比雄蝇多6.1985根,雌、雄果蝇第4、5腹片刚毛数的变异系数则差不多。4、5腹片总刚毛数的变异系数比较低。姜志华等人(1989)对白眼、nub²、红棒眼、三隐性、残翅、Muller-5与SW-b品系果蝇腹部刚毛数的表型变异特征进行了研究,发现在大多数品系,不论是雌蝇还是雄蝇,第5腹片刚毛数略高于第4腹片,仅在三隐性雌蝇、白眼雄蝇、三隐性雄蝇,第4腹片刚毛数则比第5腹片略高。但在上述所有品系,雌蝇4、5腹片刚毛数都明显高于雄蝇4、5腹片刚毛数。

二、遗传力的估计

用半同胞相关法估计的遗传力见表2。

表2 野生型果蝇4、5腹片刚毛数遗传力

腹片	♂	♀
4	0.1339	0.1571
5	0.0323	0.0644
4+5	0.1661	0.1946

由表2可见,第4、第5及4+5腹片刚毛数的遗传力,雌雄均较低。但相对来说,4+5腹片总刚毛数的遗传力较高(♂, 0.1661; ♀, 0.1946),第5腹片刚毛数遗传力较低(♂, 0.0323; ♀, 0.0644),而第4腹片的刚毛数遗传力则处于中等偏上(♂, 0.1339; ♀, 0.1571)。这与Clayton等人(1957)的研究结果相差较大。他们用子女-亲本回归法、半同胞相关法、全同胞相关法估计了果蝇*Drosophila Melanogaster*中腹部刚毛数的遗传力,结果分别为 0.51 ± 0.07 , 0.48 ± 0.11 和 0.53 ± 0.07 ,即遗传力在0.50左右。这可能与所用的材料有关。本试验所用野生型品系果蝇为几对亲本繁殖下来的后代,估计它们之间有较强的近交系数以及亲缘关系,使得遗传力降低。再一个原因可能与亲本的年龄有关。本试验所用亲本果蝇均为6小时中孵化出来的,都属于幼龄,可能降低了其遗传潜力的表现。Angus 1979年发现老龄亲本比幼龄

亲本有更高的实现遗传力，Caligari等人（1981）在一个近交系中亦发现了类似的情况。

三、表型相关与遗传相关

第4、5腹片刚毛数间表型相关与遗传相关系数见表3。

表3 第4、5腹片刚毛数的相关系数

性 状	♂	♀
表型相关	0.1028	0.0784
遗传相关	1.6474	0.9167

从表3可以看出，第4、5腹片刚毛数间的表型相关系数为弱正相关，而遗传相关则为强正相关。由此推测，若以某一腹片刚毛数进行表型选择，那么对另一腹片刚毛数变化不会产生不利的影响。两个腹片选择可能有较好的选择效果。

总之，由于第4、5腹片上的腹毛数之间的差异并不显著，二者之间存在着强正相关的遗传相关。若对4、5两腹片刚毛总数的选择可能会带来较为理想的选择反应。但应该注意，不论第4、5腹片及二者之和的腹毛数，雌雄差异很大，在研究中应分别进行观察、统计、估计参数。

果蝇主要繁殖特性研究

摘要 采用野生型品系果蝇作材料,就接种对数和羽化时间对每批每瓶羽化数、每批每对羽化数以及每批羽化雌雄比的影响进行了研究。接种对数设5个处理,即每瓶中接1、3、5、8和12对。羽化时间为10个处理,即于接种后的9.5天开始,每隔12小时取样一次。每个交叉处理各设4个重复。结果采用最小二乘分析法进行分析。发现接种对数和羽化时间对每瓶羽化数有显著影响,而且它们的互作效应也是十分明显的。接种1、3、5、8、12对时,全期平均每瓶羽化数分别为20.83、32.83、33.70、38.43和41.78只,而且随着羽化时间的推延,羽化总数呈下降趋势,但后期有较大幅度波动。随着接种对数的提高,平均每对的羽化数则不断下降。不同羽化时间每批每对平均羽化数同每批平均每瓶羽化总数趋势基本相同。另外还发现接种对数对雌雄比没有显著影响,而羽化时间影响显著,呈交替式的变化。根据实验要求,综合上述各因素作用效果,认为以每瓶接种3对,在接种后9.5天至10.5天观察为宜。

果蝇因具有繁殖力高、世代间隔短以及易于饲养等优点,故常用作选择试验的材料。但是,选择实验,尤其是大群选择试验,常常要求在一定的时间内能获得较多的个体,以便根据一定的选种要求选留足够量的亲本作种用。为此,我们对接种对数以及羽化时间对果蝇主要繁殖特性的影响作了研究。

材料和方法

本试验选用野生型品系果蝇作试验材料。采用1磅牛奶瓶作果蝇饲养瓶,每瓶中加入约50ml的玉米饲料(根据南京农业大学畜牧系动物遗传实验室的配方配制)。全期饲养均置于 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 的恒温箱中。

每瓶接种对数设5个处理,分别为1对、3对、5对、8对和12对。每个处理设有4个重复。亲本果蝇于接种第5天后全部清除。

于接种后9.5天开始,每隔12小时(半天)将羽化出的果蝇倒入相应的空瓶中,然后逐瓶麻醉,分别计数雌、雄果蝇数以及总数。共计5天10批次。

采用最小二乘分析法对接种对数和羽化时间对每瓶每个批次羽化总数、平均每对每个批次羽化数以及每批羽化雌雄比的影响进行了分析,其模式如下:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + T_j + (PT)_{ij} + e_{ijk}$$

其中: Y_{ijk} = 第*i*接种对数第*j*羽化时间第*k*瓶中羽化总数或平均每对羽化数或雌、雄比。

μ = 群体均数

P_i = 第*i*接种对数效应

T_j = 第 j 羽化时间效应

$(PT)_{ij}$ = 互作效应

e_{ijk} = 随机误差

其余采用常规统计分析法。

结 果

一、接种对数和羽化时间对每批每瓶羽化总数的影响

最小二乘方差分析表明, 接种对数和羽化时间对每瓶羽化数有显著的影响 ($P < 0.001$) 接种对数和羽化时间的互作效应亦十分显著 ($P < 0.001$)。

从总体来看, 全期平均每瓶每批羽化果蝇总数随着接种对数的增多而提高 (表 1), 每瓶接 1 对时, 平均羽化数比接 3 对、5 对、8 对和 12 对分别少 11.95、12.82、17.55 和 20.90 只。差异均为极显著 ($P < 0.001$)。而每瓶接种 3 对或 5 对, 平均每瓶羽化数差异不显著 ($P > 0.05$), 每瓶接种 8 对和 12 对时差异亦不显著 ($P > 0.05$)。每瓶接 3 对、5 对与接 8 对、12 对相比, 差异则显著 ($P < 0.05$)。

表 1 最小二乘均数分析表*

接种对数 羽化时间	1 对	3 对	5 对	8 对	12 对	总平均
9.5 天	20.00 a	66.00 c	73.00 cd	81.25 d	48.75 b	57.80 f
10 天	34.50 a	52.50 b	44.25 ab	50.00 b	57.00 b	47.65 e
10.5 天	29.00 a	41.00 ab	43.75 b	42.50 b	50.25 b	41.30 d
11 天	30.75 a	29.00 a	26.25 a	31.75 a	39.25 a	31.40 c
11.5 天	19.00 a	21.25 a	23.75 ab	30.00 ab	36.00 b	26.00 b
12 天	28.75 a	42.00 b	37.00 ab	44.00 b	57.50 c	41.85 d
12.5 天	9.75 a	14.50 ab	16.50 ab	16.75 ab	25.75 b	16.65 a
13 天	15.50 a	33.00 bc	31.75 b	44.75 c	41.50 bc	33.30 c
13.5 天	8.75 a	9.00 a	13.75 ab	13.75 ab	25.00 b	14.05 a
14 天	12.75 a	20.00 ab	27.00 bc	29.50 bc	36.75 c	25.20 b
总平均	20.88 a	32.83 b	33.70 b	38.43 c	41.78 c	33.52 c

* ①除最后一列为同列比较外, 其余同为同行比较。②字母不相同者为差异显著 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$), 字母相同者为差异不显著 ($P > 0.05$)。

羽化时间对每批每瓶羽化数有显著的影响 ($P < 0.001$)。从 9.5 天开始每隔 12 小时的羽化数逐渐减少。从 11.5 天至 12 天这 12 小时内, 羽化数又增高, 然后则以波浪式变化。当然, 总趋势亦是逐步下降的 (表 1)。

从各个羽化时间不同接种对数每瓶羽化数来看, 以 1 对为低, 12 对除了 9.5 天前羽化数外均为最高。在所有情况下, 3 对处理组与 5 对处理组均没有显著差异 ($P > 0.05$)。

二、接种对数和羽化时间对每批平均每对羽化数的影响

最小二乘方差分析表明, 不同接种对数和羽化时间对每批平均每对羽化数有显著的影响

($P < 0.001$)，其互作效应亦很显著 ($P < 0.001$)。

无论是从各个羽化时间来看，还是从各批总平均数来看，随着接种对数的提高，平均每对羽化数不断下降 (表 2)。每瓶接 1 对果蝇比接 3 对、5 对、8 对和 12 对每批每对平均羽化数分别高 9.94、14.44、16.06 和 17.41 只，差异均为极显著 ($P < 0.001$)。不同羽化时间每瓶每对平均羽化数同每批平均每瓶羽化总数趋势基本相同，从第 9.5 天至 11.5 天，有逐步下降的趋势。从 11.5 天至 12 天这 12 小时内，每对羽化数上升，尔后则呈波浪式变化 (表 2)。

表 2 不同接种对数和羽化时间每批平均每对羽化最小二乘均数表*

接种对数 羽化时间	1 对	3 对	5 对	8 对	12 对	总平均
9.5 天	20.00 c	22.00 c	14.60 b	10.16 b	4.06 a	14.17 c
10 天	34.50 c	17.50 b	8.85 a	6.25 a	4.75 a	14.37 e
10.5 天	29.00 c	13.65 b	8.75 ab	5.32 a	4.18 a	12.18 c
11 天	30.75 c	9.67 b	5.25 ab	3.97 a	3.27 a	10.58 d
11.5 天	19.00 b	7.09 a	4.75 a	3.75 a	3.00 a	7.52 c
12 天	28.75 c	14.00 b	7.40 a	5.51 a	4.67 a	12.06 e
12.5 天	9.75 b	4.83 ab	3.30 a	2.29 a	2.15 a	4.46 ab
13 天	15.50 c	11.00 bc	6.35 ab	5.60 ab	3.46 a	8.38 cd
13.5 天	8.75 b	3.00 a	2.75 a	1.72 a	2.08 a	3.66 a
14 天	12.75 b	6.67 a	5.40 a	3.69 a	3.06 a	6.31 bc
总平均	20.88 d	10.94 c	6.74 b	4.82 a	3.47 a	9.37 d

* 同表 1。

三、接种对数和羽化时间对每瓶羽出果蝇雌雄比的影响

雌雄比是指每批每瓶所羽出的雌蝇与雄蝇的比。

总的来看，接种对数对雌雄比没有显著影响 ($P > 0.05$)，而羽化时间则有显著的影响 ($P < 0.01$)，呈波浪式的变化，即在每隔 12 小时羽化的果蝇中，雌多于雄或雄多于雌呈交替变化 (表 3)。接种对数和羽化时间对雌雄比的互作效应不显著 ($P > 0.05$)。

表 3 不同接种对数和羽化时间每批每瓶雌雄比最小二乘均数表

接种对数 羽化时间	1 对	3 对	5 对	8 对	12 对	总平均
9.5 天	1.61	1.43	1.36	1.14	1.31	1.37
10 天	0.76	0.79	0.66	0.85	1.05	0.82
10.5 天	1.30	1.22	1.04	0.99	1.15	1.13
11 天	0.80	0.91	0.84	1.12	0.72	0.87
11.5 天	0.77	1.47	1.10	1.48	1.19	1.20
12 天	0.83	0.93	1.07	1.05	1.18	1.01
12.5 天	1.54	1.19	0.86	1.58	0.92	1.22
13 天	0.43	0.59	0.90	0.96	0.55	0.69
13.5 天	1.41	1.30	0.92	1.26	0.62	1.10
14 天	1.04	0.55	0.77	1.23	0.93	0.90
总平均	1.05	1.04	0.95	1.17	0.96	1.03

根据试验时期来分析,雌雄比波浪式的变化与时间相应的规律是这样的,即黑夜羽化的果蝇以雌者为多,而白天则以雄者为多。

讨 论

从实验结果来看,每批平均每瓶羽化果蝇数以接种12对为最高,而每批平均每对果蝇羽化则以1对为最高,但从实验效率来看,似乎这二者均不可取。长期选择实验用60对果蝇作选择亲本群,若每瓶接12对,仅需接5瓶,每批每瓶羽化41.78只果蝇来计算,那么一批只能获得208.9只果蝇,这不够实验观察的需要。另外接种对数多,还会影响到果蝇刚毛数遗传潜力的表现(姜志华,1987)。若每瓶接1对,那么需60瓶,势必给实验增加很大的工作量,同时羽化的果蝇也用不完。综合各类指标,可考虑以每瓶接种3对为宜。

不管是从每批每瓶羽化量,还是从每批平均每对羽化量来看,随着羽化时间的增加,均有下降的趋势。为了使长期选择试验在单位时间内能获得理想的观察果蝇数,观察时间以接种后的9.5天至10.5天为宜。

雌雄比的昼夜变化在实验中亦值得加以注意。

影响果蝇4、5腹片刚毛数的因素

摘要 采用野生型果蝇品系作试验材料,就羽化时间,接种对数及不同的交配体系对果蝇4、5腹片刚毛数的影响进行了研究。试验设计采用交叉分组法,结果采用最小二乘法进行分析。结果表明上述三因素对果蝇刚毛数均有显著的影响。作者建议,在长期试验过程中,取样观察时间及接种对数均应相近或相同,才能充分显示对腹毛的选择效果。

果蝇4、5腹部刚毛数是许多选择试验所采用的一个选择性状。其优点,一是度量较为方便、准确,二是其遗传性质相对来说要简单(Falconer, 1981)。本文将对影响刚毛数的一些因素作些初步的分析。

材料和方法

选用野生型品系果蝇作试验材料。果蝇培养于1磅牛奶瓶中,培养基根据南京农业大学畜牧系动物遗传实验室配方配制,每瓶约为50ml,全期饲养均置于 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 的恒温箱中。

试验设计采用交叉分组法,共设三因素。第1个因素是羽化时间,为6个处理,即从接种后的第9.5天开始每隔12小时取样观察。第2个因素是接种对数,共设5个处理,即接种对数为1、3、5、8和12对。第3个因素为交配体系,设4个交配组合,用4、5腹片总刚毛数为32、33、34和35的雄蝇分别于4、5腹片总刚毛数为38、39、40和41的雌蝇交配。

结果采用最小二乘分析法进行处理分析,程序由南京农业大学电子计算机中心提供,并在MS-340电子计算机上完成。另外,结果分析按性别分别进行。

结果与讨论

最小二乘方差分析结果表明:在雄蝇方面,羽化时间、接种对数、交配体系以及它们两两间的互作效应均对其腹部刚毛数有显著的影响($P < 0.01$),而在雌蝇方面,除羽化时间与交配体系互作效应不显著外,其余亦为显著($P < 0.01$)。

各羽化时间内雌、雄果蝇4、5腹片刚毛总数最小二乘均数列于表1。在所观察的羽化时间内,不论是雌蝇,还是雄蝇,腹毛数都有两头高,中间低的趋势。即在9.5天和12天时取样观察果蝇为高,而在10.5天至11天时较低。

接种对数对果蝇腹部刚毛数的影响是明显的。不论是雌蝇,还是雄蝇,随着接种对数的提高,腹部刚毛数下降(表2)。在雌蝇方面,每瓶接3对、5对、8对和12对分别比接1对平均下降1.4975、2.0215、2.6462和3.1906根;在雄蝇方面,则分别下降0.7809、1.1527、1.5062和2.2118根。各组最小二乘均数差异显著性见表3。可见不同接种对数间的差异都是

显著的 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。

不同交配体系间的差异, 实质上亦反映了亲本遗传性质上的差异。从表 3 可以看出, 低刚毛数的雄蝇与低刚毛数的雌蝇交配, 其后代刚毛数要比高刚毛数的雌、雄蝇交配的后代为少。但由于本试验中各交配组间差距不太大, 因而后代间的差距并不是所有组间都显著。

综上所述, 在进行长期选择试验时, 各世代取样观察时间要尽量在同时间内进行, 而且每瓶接种对数应相同, 这样才能充分反映遗传上的差异。

表 1 羽化时间对雌雄果蝇刚毛数的影响*

羽化时间	雄 蝇		雌 蝇	
	n	最小二乘均数	n	最小二乘均数
9.5天	504	32.7437 d	630	38.5887 c
10天	501	32.0192 b	413	38.1345 b
10.5天	384	32.2104 b	431	37.2984 a
11天	348	31.5380 a	274	37.3155 a
11.5天	245	32.4440 bc	266	37.8107 b
12天	417	33.2616 f	408	38.7948 c

* 为同列比较。字母相同者, 差异不显著 ($P > 0.05$); 字母不同者, 差异显著 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。

表 2 接种对数对果蝇腹部刚毛数的影响*

接种对数	雄 蝇		雌 蝇	
	n	最小二乘均数	n	最小二乘均数
1	342	33.4998 e	305	39.8616 e
3	492	32.7189 d	506	38.3641 d
5	478	22.3471 c	483	37.8401 c
8	533	31.9936 b	554	37.2154 b
12	544	31.2880 a	574	36.6709 a

*同表 1。

表 3 不同配种体系对果蝇腹部刚毛数的影响*

配种体系	雄 蝇		雌 蝇	
	n	最小二乘均数	n	最小二乘均数
32♂ × 38♀	629	32.1689 a	624	37.8440 a
33♂ × 39♀	592	32.2963 a	590	37.7671 a
34♂ × 40♀	520	32.3180 a	548	38.2139 b
35♂ × 41♀	658	32.6947 b	660	38.1366 b

*同表 1。

加性基因控制性状的群体遗传行为

I、等频率、等作用条件下的群体遗传特征

摘要 在一定的假设条件下,对 n 个位点等频率、等作用的加性基因控制性状,在长期选择作用下的群体遗传特征进行电子计算机模拟研究。每个位点为1对等位基因,它们对性状的表现作用分别为 A 和 a 个单位,在群体中的起始频率分别为 P 和 Q 。均具上述条件的父、母亲代群随机交配后,其后代的表型值及其出现频率分布、群体均数、群体方差、选择亲本群基因频率、选择亲本群均数等参数的计算公式均已推出。报道了等位基因作用为1、0单位时上述参数在选择作用下的世代变化特点以及改变等位基因作用对群体参数的影响。研究了选择差、选择反应以及实现遗传力的世代变化趋势。文中还就加性基因位点数的估计问题及其实用价值等方面进行讨论。

在控制数量性状的基因种类中,加性基因倍受理论育种家及实际育种家的重视。一般认为,只有加性基因部分通过选种才能稳定地遗传给后代。因此,有关加性基因,尤其是等频率、等作用的加性基因控制性状的群体遗传行为已由许多理论育种专家们进行了研究,方法多采用计算机模拟(Fraser, 1974)。Falconer(1958)推导了等频率、等作用加性基因控制性状群体均数及群体方差的计算公式,并对此条件下的群体方差随有益基因频率等量增加的变化趋势作了典型性的描述。Lush(1963)研究表明,当起始基因频率均为0.50时,随着选择世代的增加,群体分布愈来愈呈偏右分布。Bohren(1974)描述了群体均数的变化趋势。Park(1977)对等作用加性基因控制的性状基因数目的估计及其变异进行了探讨。姜志华等(1985~1987)对上述问题亦进行了初步的研究。本文的目的是探讨:①等频率等作用加性基因控制性状在长期选择作用下群体有益基因频率、群体均数、群体方差、群体分布、选择差、选择反应及实现遗传力的世代变化趋势;②改变等位基因对性状的表现作用对群体参数的影响;③控制性状位点数的估计方法及其实用价值。

模拟过程及计算公式

假设一数量性状由 n 个位点上的加性基因所控制,每个位点具1对等位基因,对性状的表现作用为 A 和 a 个单位。这 n 个位点上基因在从亲代遗传给后代的过程中,服从孟德尔的独立分离和自由组合定律,环境不影响基因对性状的表现作用,且在该环境条件下各类基因型个体具有相同的生活力与繁殖力。个体表型值为其所携带所有位点作用之和。

若均具上述条件,等位基因频率均为 P 、 Q 的双亲亲本群随机交配后,其后代群体表型值 P_{GA} 及相应的频率 F_{GA} 计算通式为: