

“纯度累积育种法”培育蜜蜂纯系的研究

刘宗唐

(黑龙江省农科院牡丹江农科所)

前言

由于蜜蜂的自然世代延续具有一雌多雄而且是在空中交尾的特殊性,因而在蜜蜂育种工作上一直是比较困难的。无论是国内还是国外,尚无一套完整的程序和方法,至今世界上饲养的蜜蜂都是自古以来自然形成的地理亚种,基本上没有人工育成的品种。

世界上蜜蜂育种工作比较先进的国家都是采用近交系选育组配杂种组合用于生产。如美国的“星条”双交种是在20多个意蜂近交系中选用四个系组配而成的,“米德耐特”也是很多个近交系组配而成的。我国开展蜜蜂育种时间较短,主要采取常规育种方法,尚未取得显著成效。

我国蜜蜂育种专家周崧经过多年的研究,于1983年提出了“蜜蜂纯度累积育种法”的理论。它适用于蜜蜂良种培育技术的各个方面。如地方良种的保持和复壮,蜜蜂新品种的培育,杂种优势的利用等等。在遗传育种研究工作上,应用纯度累积的理论也可以解析蜜蜂遗传基因的连锁和互换的现象。

理论依据

一、遗传学原理:由同一个亲体分出的雌雄配子重新自交组合,在产生新一代的同时必然会产生染色体纯合配对的数量增长,这样自交重组过程如果一代代重复下去,会

使后代的纯度迅速提高。对于一般高等动物来说,雌雄配子的结合来自同一亲体几乎是不可能的。根据蜜蜂细胞遗传学的特殊性,即雌性蜜蜂不用交配产出的未受精卵可以发育成单倍体的雄性蜜蜂,这样就给蜜蜂自交造成了可能。利用一些特殊技术使雌性蜜蜂所产生的单倍体雄蜂的精子再和原来的雌性蜜蜂所产的卵受精,这就达到了“自交”的效果。这种自交的方法在蜜蜂育种工作上,过去还没有人使用过,我们称之为“蜜蜂纯度累积育种法”。

二、统计学原理:由一个亲体产生无数配子,在重新组合时,可以产生大量具有不同纯度的后代,每一代由同一个亲体源发生的配子,在重新组合成合子时,每一个合子的“纯合染色体”对的数量和合子本身染色体总数(对数)之比就是这一合子的纯度。不同的纯度可以作为相对频数作为随机变量 x 引入二项式分布,即

$$(P+q)^n = P^n + \frac{n}{1}P^{n-1}q + \frac{n(n-1)}{1 \times 2}P^{n-2}q^2 + \frac{n(n-1)(n-2)}{1 \times 2 \times 3}P^{n-3}q^3 + \dots + \frac{n(n-1)(n-2)\dots[n(r-1)]}{1 \times 2 \times 3 \times 4 \dots \times r}P^{n-r}q^r + \dots + q^n$$

计算各种纯度发生的概率系数为:

1	16	120	560	1820	4368
0	$\frac{1}{16}$	$\frac{2}{16}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{4}{16}$	$\frac{5}{16}$
8008	11440	120870	11440	8008	
$\frac{6}{16}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{8}{16}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{10}{16}$	

$$\begin{array}{cccccc} 4368 & 1820 & 560 & 120 & 16 & 1 \\ \frac{11}{16} & \frac{12}{16} & \frac{13}{16} & \frac{14}{16} & \frac{15}{16} & \frac{16}{16} \end{array} P_{16}^{(0)} P_{16}^{(1)} \rightarrow$$

换算成不同纯度（以百分比表示）的概率分布如下：

概率：0.000015 0.00024 0.0018 0.009

0.028 0.067 0.12 0.18

纯度：0 6% 12.5% 18.8% 25%

31% 38% 44%

概率：0.20 0.18 0.12 0.067 0.028

0.009 0.0018 0.00024

纯度：50% 56% 63% 69% 75%

81% 88% 94%

概率：0.000015

纯度：100%

从概率分布可以看出第一代自交后出现的纯度38%到63%之间分布密度最大。纯度低于20%的概率低于0.01，而不发生任何纯合配对即根本不进入纯度累积的概率低于0.00002，可以看作是不可能的。

三、世代累积分析：根据每一世代可能发生不同程度纯度累积的概率分布（极近似

正态分布）峰值绘制曲线（如图1曲线），可以看出从一个全杂合的亲体经过连续多代自交达到理想的全纯合，所需累积的世代密集在第六、七、八代。

图1曲线是由第一代自交后随机抽选的个体，即或是有二对染色体达到纯合（概率0.0018），以后的累积进程也是终止在六、七、八代。说明理论上的全纯合必须进行六次自交才能实现。

四、杂合染色体对必须剩余量的分析：

前面的推理都是以蜜蜂16对染色体能够全部纯合的假定为依据的，实际上不管采用什么方法，所能得到的最高纯度必然要受到蜜蜂本身维持生存的极限条件所限制。根据蜜蜂的性基因学说，蜜蜂16对染色体只少有一对必须保持杂合的状态。所以蜜蜂所能达到的最高纯度为： $\frac{16-1}{16} \times 100 = 94\%$ 如果100%的纯合，则形成二倍体雄蜂（幼虫阶段）而被工蜂吃掉。

研究目的

一、运用“蜜蜂纯度累积育种法”培育出大量的蜜蜂纯系以解决黑龙江省地方良种的有效保持问题。

二、选育出适合黑龙江省以及由黑龙江计划供种的外省区自然条件的优良蜜蜂品种以及杂种优势。

三、为国家蜂种基因库或基因信息库的建设作准备，增加库存数量，以实现根据市场信息随时组配良种供应给生产。

试验材料和基础程序

一、材料：主要取自黑龙江省现有的地方良种及近几年来由国外引入的良种。

二、基础程序：

1. 母×子交配技术程序如下图。

2. 女×父交配技术程序如下图。

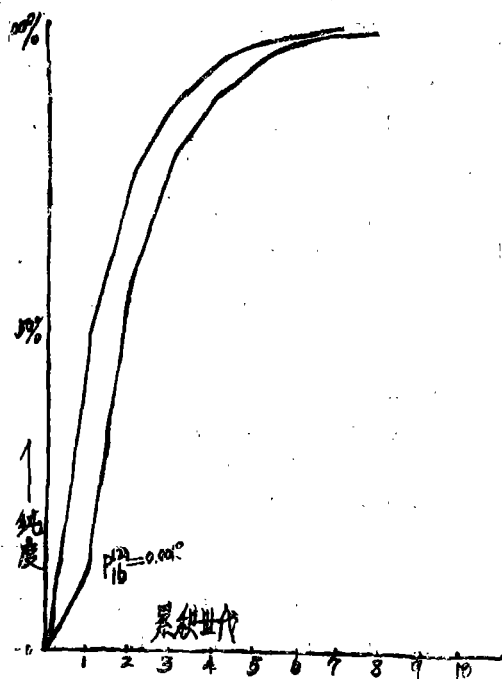


图1 世代累积曲线

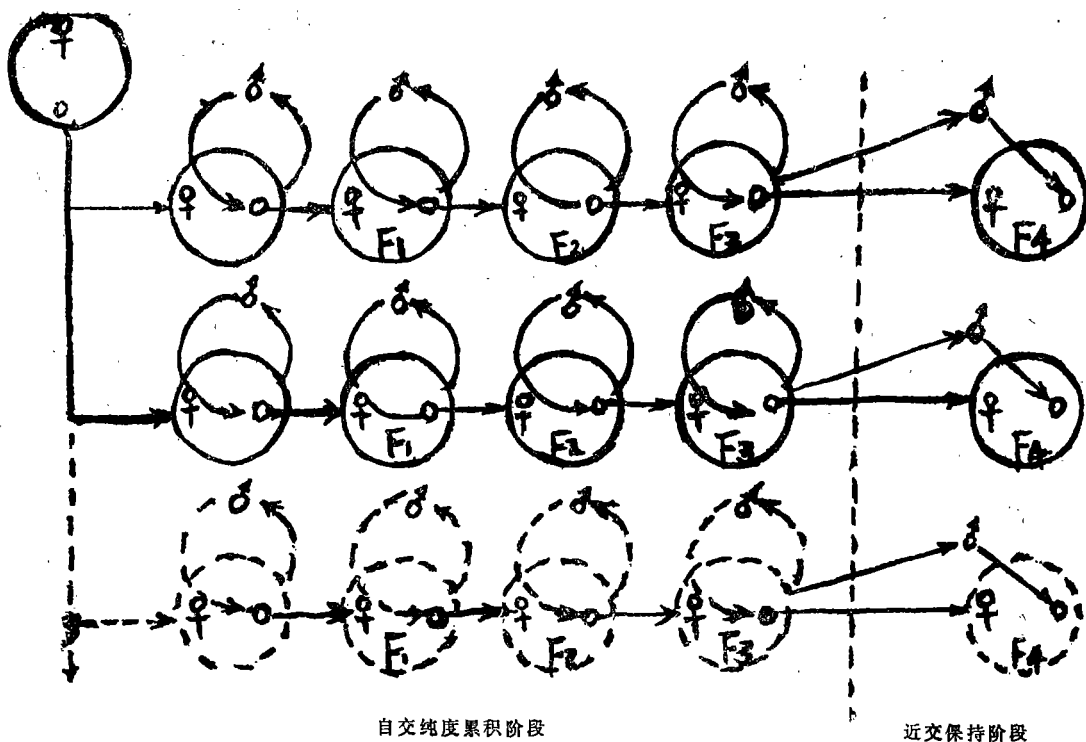


图2 母×子交配技术程序

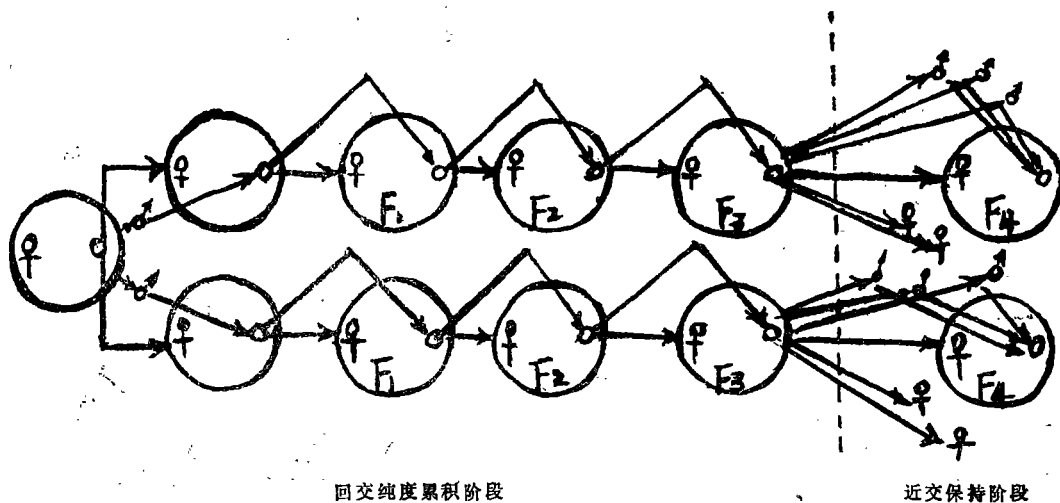


图3 女×父交配技术程序

试验过程和结果

1984年按基础程序“2”从5月份开始,在北京房山试验场开展试验工作。首先进行的是预备世代,即用黑龙江省的地方黑蜂培育出大量的处女蜂王,然后用北京多年来保持下来的黑蜂(来源于黑龙江省)的雄蜂进行单雄人工授精,后来保留了16只单雄授精

蜂王。利用这16只单雄授精王的卵虫育王,都先后育出了后代。然后分别将这16只蜂王杀死取其贮精球里的精液为自己的后代处女王授精(回授)。将回授的蜂王分别诱入小核群里,让其产卵,然后再利用其卵虫育王,获得了累积纯度50%的蜂王(F_1)3只,这3只蜂王又分别承受母体蜂王的精子,但只成功一只,即累积纯度为75%(F_2)的蜂王。

在预备世代里有一部份蜂王没有育出后代蜂王, 这样的蜂王就采用了基础程序“1”进行母×子交。获得了10多只累积纯度为50%的蜂王和一只累积纯度为75%的蜂王。

到1984年末保留了一只累积75%的高纯度蜂王(84-11)和两只累积纯度50%的蜂王(84-38、84-15-1)。

84-11号王的培育过程是5月10日进行单雄授精的。5月23日产卵, 6月10日第二次育王, 21日出房, 6月27日进行第二次回授(摘贮精球), 于7月5日又产卵, 7月8日第三次育王, 7月20日出房, 7月30日进行第三次回授, 8月4日产卵, 8月11日又育王, 23日出房后因被盗致死。然后又利用它的母亲和其所产的雄蜂于9月16日授精(母×子交)而获得的75%的蜂王。

84-38号王是1984年6月8日进行单雄授精的, 6月25日产卵, 7月7日育王, 7月18日出房, 7月25日第二次回授, 8月3日产卵, 8月7日育王未成功, 便于8月9日改用母×子交而获得的50%的蜂王。

84-15-1号王是1984年5月11日进行单雄授精的, 5月22日产卵, 26日育王, 6月6日出房。6月15日第二次回授, 6月

27日产卵, 7月7日育王, 但始终未能育出蜂王, 便于7月25日改作母×子交。8月7日产卵, 10日育王, 20日出房的50%的蜂王。

1985年采取南繁措施, 将1984年培育出来的高纯度蜂王带到广西南宁继续加代。84-15-1号王带到南宁很快就开始产卵, 1985年1月18日利用该群的卵虫在预先组织好的培育群里育王, 20日复式移虫, 31日出房9只处女王分别诱入小核群里, 后来只剩下2只于2月中旬相继产下未受精卵。由于南宁的气候反常(1—3月份整个日照时间为16小时), 雄蜂一直到4月2日才成熟(经过标记), 4月3日对其84-15-1号王的后代进行多雄母×子交, 4月12日产卵, 4月16日育王, 4月27日出房10余只累积纯度75%的处女王。5月中旬带回所内4只并诱入小核群里。5月末至6月中旬, 这四只蜂王都分别产了未受精卵, 7月份相继进行了母×子交。母×子交后很快就产了卵, 但开始都未能育出蜂王来。利用这几只蜂王的卵虫都连续培育4—5批蜂王, 进入8月份以后相继培育出蜂王。有的处女王出房后不久就死了。有的处女王不够活泼在完成兄妹交后死亡(可能是授精出现问题)。最后保存下

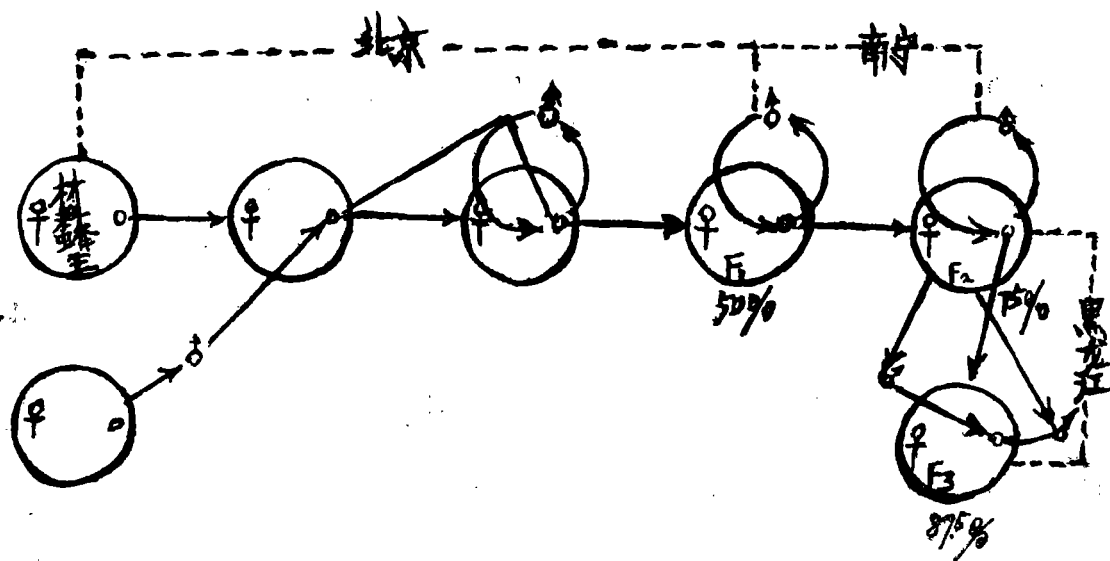


图4 纯系培育经过示意图

来蜂王是84-15-1-6-16、84-15-1-6-12、84-15-1-9-27,已固定成纯系。

纯系蜂群的形态鉴定

利用蜜蜂纯度累积育种法所培育的纯系,因为它是采用连续自交的措施,受控于一种可靠的进向控制系统,所产生的累积结果是必然的。原则上说是不需要进行形态鉴定工作的,但为了说明问题,我们还是按着过去的鉴定指标作了一些形态鉴定工作。

一、体色:我们对累积50%、75%和87.5%的工蜂进行观察,工蜂只出现一种体色,几丁质全部呈现黑色,胸部背板的绒毛都呈黄褐色,整齐一致。累积不同代次的工蜂之间没有什么差异。

对于蜂王的体色,由于取得的数量有限,只作了少量的观察。累积75%和累积87.5%的蜂王也没有什么差异。腹部第1—4

节背板都有黄褐色区域,几乎形成褐色环带,胸部背板上的绒毛呈现黄褐色。

而原产地的黑蜂,经我们1976—1978年的观察及饶河县蜜蜂原种场1985年对原种蜜蜂研究报告记载蜂王和工蜂都有两种体色。蜂王有的是全黑体色,有的带有褐环;工蜂有的是全黑体色,有的在腹部背板2—3节上有小黄斑。

在饶河县蜜蜂原种场关于《东北黑蜂性状研究报告》里指出:“东北黑蜂不是一个纯系,总群体是一个遗传性丰富的基因库,通过选育手段可能得到有价值的品系和纯系。”我们现在培育出来的体色一致的蜂群就是东北蜜蜂基因库里的纯系之一。

二、经济器官:我们对不同代次的工蜂都进行了器官的测量。并作了互相间的比较,也和东北黑蜂原产地饶河县蜜蜂原种场的测定数据作了比较(见表1、2、3)。

表1 纯系蜂群的经济器官表(三群随机抽样)

长度单位: mm

样本号	吻长	肘脉指数			右前翅		胫节数	附节指数			蜡镜		第三四背板总长
		a	b	a/b	长	宽		W	L	W/L	长	宽	
1	6.59	0.54	0.28	1.93	9.36	3.28	3.16	2.18	1.17	1.86	2.54	1.53	4.26
2	6.43	0.51	0.25	2.04	9.48	3.35	3.03	2.11	1.12	1.88	2.58	1.58	4.13
3	6.52	0.50	0.27	1.85	9.24	3.16	3.25	2.21	1.15	1.92	2.59	1.56	4.08
4	6.54	0.56	0.29	1.93	9.43	3.38	3.19	2.19	1.16	1.89	2.48	1.53	4.24
5	6.42	0.48	0.26	1.85	9.51	3.46	3.15	2.13	1.15	1.85	2.59	1.56	4.24
6	6.51	0.49	0.25	1.96	9.25	3.21	3.03	2.06	1.12	1.84	2.43	1.51	4.06
7	6.59	0.52	0.28	1.86	9.31	3.16	3.25	2.18	1.18	1.85	2.61	1.58	3.89
8	6.53	0.56	0.30	1.87	9.03	3.09	3.18	2.13	1.16	1.84	2.53	1.53	4.15
9	6.57	0.51	0.27	1.89	9.48	3.36	3.34	2.19	1.14	1.92	2.56	1.54	4.21
10	6.55	0.55	0.28	1.96	9.31	3.29	3.15	2.16	1.18	1.83	2.51	1.50	4.11
11	6.52	0.57	0.29	1.97	9.15	3.26	3.03	2.15	1.19	1.91	2.63	1.62	4.01
12	6.49	0.51	0.26	1.96	9.29	3.18	3.15	2.17	1.15	1.89	2.54	1.56	4.12
13	6.62	0.49	0.24	2.04	9.48	3.31	3.29	2.26	1.14	1.98	2.59	1.58	4.31
14	6.58	0.57	0.28	2.04	9.15	3.17	3.17	2.15	1.13	1.90	2.51	1.50	3.96
15	6.53	0.54	0.29	1.96	9.03	3.05	3.26	2.13	1.19	1.79	2.49	1.48	4.21
16	6.67	0.60	0.31	1.94	9.28	3.21	3.19	2.17	1.15	1.89	2.61	1.59	4.23
17	6.51	0.51	0.28	1.82	9.12	3.15	3.07	2.15	1.17	1.87	2.50	1.51	4.06
18	6.54	0.49	0.25	1.96	9.53	3.36	3.22	2.24	1.19	1.88	2.54	1.56	4.19
19	6.59	0.55	0.27	2.04	9.46	3.27	3.16	2.29	1.20	1.91	2.59	1.54	4.03
20	6.32	0.59	0.30	1.97	9.28	3.16	3.29	2.13	1.16	1.84	2.53	1.59	3.98
21	6.59	0.59	0.30	1.97	9.16	3.14	3.15	2.16	1.17	1.85	2.54	1.52	4.25
22	6.51	0.56	0.27	2.07	9.35	3.31	3.03	2.09	1.15	1.82	2.51	1.50	4.03
23	6.54	0.43	0.25	1.72	9.43	3.40	3.29	2.18	1.14	1.91	2.59	1.56	4.34
24	6.68	0.51	0.24	2.13	9.18	3.19	3.18	2.21	1.18	1.86	2.43	1.50	4.15
25	6.53	0.55	0.26	2.12	9.29	3.21	3.26	2.13	1.16	1.84	2.58	1.56	3.96
26	6.49	0.54	0.28	1.93	9.03	3.16	3.14	2.15	1.13	1.90	2.56	1.54	4.12
27	6.50	0.59	0.25	2.36	9.45	3.34	3.29	2.19	1.13	1.86	2.59	1.58	4.31
28	6.48	0.50	0.24	2.08	9.26	3.21	3.16	2.16	1.18	1.86	2.48	1.49	4.25
29	6.57	0.54	0.28	1.93	9.17	3.15	3.25	2.19	1.14	1.92	2.54	1.56	4.23
30	6.53	0.62	0.31	2.00	9.38	3.29	3.16	2.24	1.17	1.91	2.61	1.59	4.17
\bar{x}	6.53			1.97	9.29	3.24	3.18			1.87	2.55	1.55	4.14
S	0.071			0.12	0.15	0.09	0.09			0.04	0.052	0.036	0.12

表 2

不同代次工蜂经济器官比较表

长度单位: mm

项 目	取 样 数	x			S		
		累 积 50%	累 积 75%	累 积 87.5%	累 积 50%	累 积 75%	累 积 87.5%
吻 长	30	6.56	6.55	6.53	0.07	0.06	0.07
肘脉指数	30			1.97			0.12
右前翅长	30	9.28	9.29	9.29	0.19	0.15	0.15
右前翅宽	30	3.23	3.25	3.24	0.10	0.08	0.09
胫节长	30	3.16	3.19	3.18	0.07	0.07	0.09
跗节指数	30			1.87			0.04
蜡 镜 长	30	2.54	2.54	2.55	0.03	0.03	0.052
蜡 镜 宽	30	1.54	1.53	1.55	0.02	0.02	0.036
第三四背板总长	30	4.17	4.15	4.14	0.09	0.11	0.12

各代次之间比较 (互比) $P > 0.05$ 不显著

表 3

纯系蜂群与原产地工蜂经济器官比较表

长度单位: mm

项 目	原 产 地 数 据			纯 系 群 数 据		
	x	±	S	x	±	S
吻 长	6.49	±	0.80	6.53	±	0.071
右 前 翅 长	9.25	±	0.13	9.29	±	0.15
右 前 翅 宽	3.21	±	0.09	3.24	±	0.09
肘 脉 指 数	2.12	±	0.12	1.97	±	0.12
跗 节 指 数	3.49	±	1.53	1.87	±	0.09
胫 节 长	3.18	±	0.08	3.18	±	0.09

我们于9月末至10月初调查累积纯度50%、75%和87.5%的蜂群,其结果如下:

1. 50%的蜂群 $K \times E_{85-1}$ 致死情况: 总房数为500个,空房数为250个,致死率 $x = 50\%$ 。

2. 75%的蜂群 85-1-1 致死情况: 总房数为450个,空房数为171个,致死率 $x = 68\%$ 。

3. 87.5%的蜂群 85-15-1-9 致死情况: 总房数750个,空房数为400个,致死率 $x = 53\%$ 。

4. 50%的蜂群 85-1-13 致死情况: 总房数为1000个,空房数500个,致死率 $x = 50\%$ 。

结 语

一、在培育蜜蜂纯系的过程中,采用了两种程序穿插进行的。首先采取的是“女×父”程序,在此基础上又采用了“母×子”程序。这样并不影响累积的纯度和进程。作“母×子”程序的蜂王体内的贮精球里可能会含有少量父代的精子。那么这只蜂王再作“母×子”时,其授精卵有两种形式:一种形式是卵和原来父代的精子结合,即按“女×父”的程序累积纯合度。另一种形式是卵和子代的精子结合,则按“母×子”的程序进行累积。“母×子”是作不定向累积进程。而“女×父”是作定向累积进程的。但累积程度是相

等的,都在剩余杂合度的状态上又累积50%。“女×父”在技术上还存在一定的困难,到了几代以后,由于精子量过少的缘故,致使蜂王大量产未受精卵而育不出来下一代的蜂王,而只采用“母×子”程序,这样代次相隔时间太长,两者结合起来可以缩短纯系培育的时间。

二、从不同代次工蜂经济器官的测量结果看,各项形态指标的标准差非常小,这标志着性状稳定。

三、从工蜂和蜂王的体色只出现一种(原种有两种体色)形态,说明原种仍然是一个在一定区域的杂合体。

四、从累积不同代次的幼虫死亡率来看,死亡率稳定在50%左右。这说明通过自交后蜜蜂达到高纯度性基本造成纯合的机会

可达到50%左右。造成纯合致死因素可能只存在一对染色体上。

五、本研究报告简述了纯度累积的原理和纯系培育的过程,说明纯度累积育种法是一种快速的、先进的、可靠的育种方法。至于经济效益将在以后培育出大量的具有不同特点的纯系时,可按市场的信息,随时组配成良种来体现。

参 考 文 献

- [1]周崧:蜜蜂纯度累积育种法《北京农业科学》1983年第5期。
- [2]周崧:一种新的蜜蜂育种法——纯度累积育种法《中国养蜂》1983年第6期。
- [3]刘宗唐:龙江黑蜂分类地位的商榷《中国养蜂学会第一次学术讨论会录取论文》1978年7月。
- [4]饶河县蜜蜂原种场:《东北黑蜂性状研究报告》1984年10月。

氮磷肥不同施肥深度和部位对大豆增产和利用率的影响

郭 玉 袁立海 王丽清 孔庆学

(八一农垦大学)

前 言

随着农业生产的发展,大豆施用化肥量不断增加。但如何合理施用肥料,仍是生产中面临的重要课题。合理施肥要求对种子萌发和幼苗生长不产生盐害,同时又要保证作物最有效的利用养分,以协调营养生长和生殖生长的关系,并在土壤—作物体系中使养分损失减少到最低限度,为此,我们布置了不同施肥深度和不同施肥部位试验,结果表明,虽然施肥量相同,但施肥部位和深度不一样,增产效果差异甚大。如亩施氮7.2斤,种下7厘米施,亩产大豆278.15斤,种下14厘米深

施,亩产309.35斤,后者比前者每亩多收大豆30斤。1984、1985两年的试验结果如后。

试验材料和方法

供试土壤为草甸白浆土,耕层厚度为22厘米。1984年土壤养分含量为:有机质6.035%,水解氮3.83毫克/100克土,有效磷1.7毫克/100克土,有效钾12.21毫克/100克土。1985年有机质含量为5.115%,水解氮3.39毫克/100克土,有效磷1.9毫克/100克土,有效钾10.0毫克/100克土。

试验小区面积为15平方米,三次重复,