

玉米自交系繁种技术的商榷

张 向 群

(石家庄地区农科所)

一个玉米自交系在生产上使用若干年后,其性状往往发生变化,这是普遍存在的现象,因为生产上隔离繁殖自交系往往由于迁移、突变而引起性状的变化或变异。科研单位保存为数众多的自交系,习惯上用小群体控制授粉,连续自交或隔代交替自交和兄妹交的方法,除了迁移、突变外又有遗传漂移和自交分离与纯合的现象,以及选择的作用,自交系的性状不可避免的要发生变化,最终导致杂交种的性状变劣或杂种优势下降。为了发挥玉米杂种优势的增产潜力和为玉米育种服务,需要尽可能保持玉米自交系育成时原有的性状不变或基本不变,对玉米自交系的繁种技术,尤其小群体繁种技术,有必要加以改进。兹述浅见以供商榷。

理 想 的 繁 种 方 法

保持玉米自交系的性状不变,就是保持玉米自交系育成时的基因频率和基因型频率不变,亦即保持其遗传组成平衡。为此,大群体隔离繁殖最为理想,其前提条件是隔离十分安全且不发生突变;在此基础上自然授粉、随机留种,就能保持玉米自交系的遗传平衡。可用最简单的受一对基因控制的性状来说明如下:黄粒自交系的粒色由一对显性基因 YY 所控制,其基因频率为 1 ,因为一对等位基因全是 Y ;其基因型频率也是 1 ,因为只有一种基因型 YY 。这个黄粒自交系繁殖时,产生雌雄两种配子都是 Y ,所形成的合子全是 YY ,其基因频率和基因型频率仍然都是 1 ,不发生变化。继续繁殖,只要隔离安全、不发生突变、自然授粉、随机留种,将是代代如此,就保持了自交系的遗传平衡,其性状就不会变化。这种繁殖方法保持了玉米异花授粉的生殖方式,所以对自交系繁种来讲是很理想的,生产上繁殖杂交玉米的亲本自交系就是采用此法。但是在实际中往往因为迁移、突变、自交、选择而使自交系的性状发生变化或变异。迁移,就是因为隔离不安全混入了其它玉米的花粉,使遗传组成失去平衡。突变,就是因为各种因素的影响,使染色体上个别基因发生突然变异,导致基因频率发生变化,虽然突变率很小,但在自然界中却是广泛存在的。自交系并非绝对纯合,选择(包括外界环境条件的自然选择在内)能使它的性状发生变化是显而易见的。至于自交的有害性,将在下节说明。因此对于大群体隔离繁殖中的突变、自交、选择、尤其是迁移,必须采取相应的严格的技术措施,方能保持自交系的遗传平衡。

小 群 体 自 交 的 弊 病

玉米育种单位需保存数百个以至上千个自交系,采用大群体隔离繁殖显然是办不到的,一般采用小群体控制授粉的方法繁种。但是小群体连续自交会产生两个问题:即小

群体繁殖引起的遗传漂移和自交引起的分离与衰退。不要很长时间,自交系的性状就会发生变化。实践中正是这样,连续小群体自交使自交系的抗逆性、穗形、粒色、籽粒行数,甚至配合力等性状发生不同程度的变化,而且往往变坏。究其原因,除了控制授粉不严(迁移)或突变外,就是由于小群体自交和选择的结果。

1、遗传漂移:在小群体繁殖时由于随机留种的取样误差而造成基因频率的波动现象,叫做遗传漂移,也叫遗传漂变。为了便于说明,仍以黄粒自交系粒色这个性状在隔离区小群体繁殖、不发生突变、自然授粉、每代随机留种1株为例。玉米自交系育成时的基因型基本上是纯合的,但仍有一定比率的杂合体,粒色是受一对基因控制的性状,如原始群体为杂合基因型,则自交六代仍有1.56%的杂合体。但自交系是在选择的基础上自交培育六代左右而成,一般来讲,杂合体所占比率更小,可以忽略,认为自交系(称为第一代)的基因频率 Y 为1,基因型频率 YY 也为1。第一代只留种1株有两种可能,即纯合型黄粒 YY 和杂合型黄粒 Yy 。当然前者的机率很大而后者的机率是很小的,且表现型都是黄粒。下边再分别看第二代的遗传组成。

第一种情况:由纯合基因型 YY 繁殖的第二代,产生雌雄配子均是 Y ,形成合子全是纯合型 YY 。基因频率和基因型频率仍然都是1,保持了自交系的遗传平衡,只是更为纯合。

第二种情况:由杂合基因型 Yy 繁殖的第二代,产生雌雄配子 Y 及 y 各占一半,自然授粉,随机交配,形成三种合子(表1),即 YY 、 Yy 及 yy ,出现了白粒(yy)。基因频率和基因型频率都发生了变化:基因频率 Y 由1变为0.5, y 由0变为0.5;基因型频率 YY 由1变为0.25, Yy 由0变为0.5, yy 由0变为0.25。遗传组成失去了平衡,并出现了白粒,这样就失去了繁殖的意义。当然这是一种极端的情况,繁殖两代,

机率不过千分之几,但可能性是存在的。

表1 一对基因的杂合体自交后的基因型

配子 \ 合子	配子	
	Y	y
Y	YY	Yy
y	Yy	yy

第三代,产生雌雄配子全是 y ,形成合子全是纯合型 yy 。其基因频率和基因型频率全由黄粒的1变为白粒的1。由此可见,纯合型白粒 yy 不再出现黄粒,自交系的面目全非了,而且是不可逆的。

总结以上三代的情况可知,小群体遗传漂移的结果,使一些基因消失,使另一些基因被固定下来;而基因型则固定于纯合型,杂合型趋于消失。一般说来,原来频率高的基因多是向着增加的方向漂移,但也有在子群体中消失的可能;而频率低的基因较易在子群体中消失,但也有向着增加的方向漂移的可能,只是机率较小。遗传漂移的现象只存在于小群体之中,群体愈小,这种现象愈严重。群体大了,由于个体间容易达到充分的随机交配,遗传漂移的现象就不存在了。小群体的遗传漂移是一种不可避免的客观现象,而且不可逆。所以在小群体繁殖自交系时,必须采取各种有效措施,尽量减少遗传漂移的现象。

继续繁殖,第二代留种1株有三种可能,即纯合型黄粒 YY 、杂合型黄粒 Yy 及纯合型白粒 yy ,只是机率不等。它们在第三代的遗传组成如下:由纯合型 YY 和杂合型 Yy 繁殖的第三代,和上述第一、二种情况相同。由纯合型白粒 yy 繁殖的

2、自交的分离与衰退：小群体自交繁殖除了遗传漂移外，还有因自交引起的分离、纯合和衰退问题。

自交分离是说杂合基因型自交后分离为复杂多样的基因型，包括杂合的和纯合的基因型。例如，杂合型黄粒 Yy 自交后分离为 YY 、 Yy 及 yy 三种基因型，表现型也出现了新类型。这是由一对基因控制的性状，如果是由微效多基因控制的性状，则会分离出复杂得多的类型。这就是自交的分离和纯合现象。自交纯合的程度与自交代数呈正相关，自交代数愈多纯合的程度愈高。以受一对基因控制的性状为例，杂合体自交各代纯合体所占比率(%)如表2。

表2 一对基因控制的性状在自交各代纯合体所占比率(%)

自交代数	1	2	3	4	5	6
纯合体比率	50.0	75.0	87.5	93.8	96.9	98.4

自交纯合的快慢与性状受控制的基因对数呈负相关，基因对数愈多性状纯合的速度愈慢。以自交六代为例，受控制的基因对数与纯合体所占比率(%)的关系如表3。

表3 在自交六代，基因对数与纯合体比率(%)的关系

基因对数	1	2	5	10	20	40
纯合体比率	98.4	96.9	92.4	85.4	73.0	53.3

自交分离的程度与性状受控制的基因对数密切相关。一般讲，受 n 对基因控制的性状自交后分离为 $2n+1$ 种基因型；而每种基因型的遗传效应值之间的差异，随着受控制的基因对数之增多而减少，但极端类型之间的差异仍然很明显。由此可见，玉米自交系继续自交必然引起性状的继续分离和纯合，使自交系的遗传组成失去平衡。玉米自交系的配合力、产量等重要性状多属数量性状，由微效多基因所控制，少者3—5对，多则20—30对甚至更多，杂合体所占比例必然更多。这些性状在自交时虽然分离类型之间的差异相对较小，但分离的机率却更高，分离的类型也更多，而且极端类型之间的差异还是很明显的。所以，玉米自交系继续自交对保持这些重要性状也是不利的。

同时，自交纯合使杂合性减少，自交分离使不良隐性基因纯合而暴露，则会引起自交系生活力的进一步衰退，这对自交系的保种也不利。

以上是连续小群体自交的弊病，至于小群体繁殖采用隔代交替进行自交和兄妹交的方法，仍避免不了遗传漂移和自交有害的弊病，只是在时间上延缓一些。

繁 种 技 术 的 商 榷

根据以上分析，从保持玉米自交系的遗传平衡和适合玉米的生殖特点出发，对玉米自交系的繁殖技术提出以下改进意见，以供商榷。

(一) 大群体隔离繁殖没有遗传漂移的问题，但有环境条件的自然选择作用和突

变、自交的可能，尤其是迁移对保持自交系的遗传平衡威胁很大，应采取以下技术措施：

1、严格按照技术要求安排安全的隔离区。例如空间隔离500米以上、时间隔离45天以上等；还要注意避免散粉期间带入或传入其他玉米的花粉，真正做到安全隔离。

2、实行隔行（株）去雄且须及时彻底。去雄行（株）留种用于繁种，非去雄行（株）只能用于制种。

3、严格按照玉米自交系本来的性状，在整个生育期间进行多次选择，随时淘汰杂株、劣株和变异株。

（二）小群体控制授粉，自交系失去平衡的主要危险来自遗传漂移、自交有害和选择，同时也有迁移、突变的可能，对其繁种技术更要严格要求：

1、群体不宜太小，至少30株以上。

2、控制授粉宜采用兄妹交或混合授粉的方法。虽仍不象自然授粉那样随机交配，但已属于异花授粉类型，比较符合玉米的生殖特点。兄妹交采取一对一，并使父母本单株互不重复；混合授粉每次采粉10株以上，混合后授与2—3株。兄妹交时要把父母本单株都记载下来，并分株作各种性状的调查，以便选择父母本单株性状都符合该系本来性状的单株留种。混合授粉法只能对母本单株进行选择，适用于纯度较高的自交系繁种。

3、授粉操作必须严格，绝对不能混入其他玉米的花粉，如有可疑应坚决淘汰。

4、田间进行多次严格的选择，随时淘汰杂株、劣株和变异株；收获后室内考种，最后决选。不符合该系本来性状的单株全部淘汰。

5、留种量不宜太少，要够3—5年之用。兄妹交留种不少于10株，混合授粉不少于6株，并混合脱粒。

三、减少繁殖次数。使玉米自交系失去遗传平衡的原因不外五个方面，即迁移、突变、选择、自交有害和遗传漂移。他们基本上都发生在繁殖的时候，所以减少繁殖次数就能减少遗传组成失去平衡的机会。实践上可以采用玉米自交系的纯种隔几年繁殖一次，分次供应生产、科研多年用种之需。这样做就是亲本自交系隔几年更新一次，例如繁殖一次供三年使用，三年中只繁殖一次，使遗传组成失去平衡的机会由三次减少到一次，即减少了三分之二的机会。

四、改善贮藏条件，主要是创造干燥、低温的贮藏环境。延长种子贮藏的条件无异减少繁殖次数，也有利保持自交系的遗传平衡。

主 要 参 考 文 献

- 1、杨纪珂：《数量遗传基础知识》科学出版社 1979
- 2、黄远樟等：作物数量遗传基础《遗传》1卷3期42—45页
- 3、戴灼华：《群体遗传与数量遗传学基础》山西科学技术情报研究所出版1980、8、
- 4、北京农业大学农学系译《植物育种的杂种优势》农业出版社1981 30—37页