

作物育种宏观控制理论问题

田佩占

(吉林省农科院大豆研究所)

作物育种是一门科学,但又是一种技艺,有较明显的随机性。有一些现象,现有的育种理论还无法解释,也就是说作物育种理论科学还远远落后于育种实践。甚至并未系统学过育种科学的人也能搞出品种,这就更使一些人对育种科学理论发生怀疑……。那么究竟如何对待这些问题?如何才能提高育种水平,从而显示出育种科学理论的巨大作用呢?我们认为,首先必须承认育种有其自身的规律性,是一门科学。但又必须承认,由于受相邻学科及有关技术的发展的限制,还不能说明和解释育种中出现的某些现象。但就一门科学,从宏观上已经比较明显地概括出一个较为完整的体系,这个体系有赖于科学技术的发展而加以深入和完整,从指导宏观到微观都形成不同层次的理论体系。作物育种科学发展到现在,至少是宏观上基本清楚。首先应该把握住它,在这个前提指导下进行亚宏观及微观研究,才能使育种科学更加有效地发展。本文就育种科学的宏观理论问题提出一些意见。

一、作物育种的基本策略

现阶段的育种主要是研究品种问题,也有创造新物种的问题,但不是主要的。因此,品种间的差异及其组合差异便成为研究的基本内容。

品种的差异可分为两大类,一是进化差异;二是生态差异。标志进化差异的最基本的指标应是品种群体生产力,所以研究性状的进化都应该与生产力指标紧密相联系。生态差异:指不同生态条件下相近生产力水平品种的性状差异,这种差异的本质是某种生态型最能经济有效地利用相应的环境条件特别是自然条件。

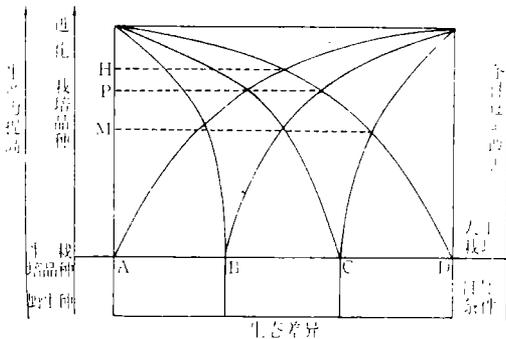


图1 品种的进化与生态差异

A、B、C、D分别代表四个不同条件下的生态型,相邻生态型的环境差异较小,距离越大,生态条件及生态差异越大。当生产力达到M时,相邻生态型选择无作用(AB、BC、CD间)。当生产力达到P时,AC、BD之间生态型选择无意义。生产力水平达到H时,AD之间选择生态型均无意义。

进化差异和生态差异一纵一横,相互交叉。图1所示,生产力水平较低时,品种的生态型分化明显,生产力水平的实现依赖于自然条件的程度大。随着生产条件的改善,生态型的重要性逐渐减弱,当物质条件极大丰富,可以不计较其经济效益时,生态型的意义则消失,栽培品种的选择取决于生产力水平,而与生态型无关。此时,就是根据生态型对条件的要求供给最佳条件,而不考虑生态型差异所带来的经济效益。

目前,全世界仍面临着“靠天吃饭”的境地,现阶段生产力水平还未达

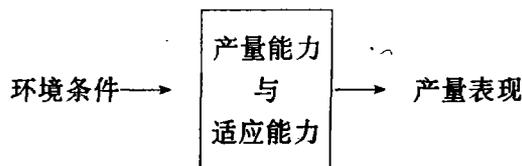
到图中所示M点。所以说,在一个相当长的历史时期,作物育种仍处在以生态育种为基础的阶段。在选育品种过程中,首先保证品种具有与某地区生态条件相适应的生态型(即稳产性

能)。在此基础上逐渐提高产量能力(丰产性能),这就是现阶段育种的基本策略。

二、制定育种目标的基本理论

无论何时、何地区都把高产当作育种主要目标,实际上这是个多种性状作用所形成的综合指标,应该把它分解。要弄清究竟哪些性状?如何影响产量的?这样才能把育种目标落实到具体性状上,才能明白增产的主要原因何在。

(一)产量形成的基本原理:环境条件通过品种的产量能(潜)力与对某环境条件的适应能力之相互作用形成一定的产量表现。可用下列公式表示:



(二)产量能力:产量潜力或丰产潜力,指某一品种处在对这个品种来说最优或理想条件下时的产量。即完全满足此品种生理要求时的产量。包括库、源、流三方面性状。

源:干物质生产能力(生物学产量),它又由净光合能力与无机营养能力所决定。从群体角度看还有株形与密度。

库:子粒产量诸因素,最基本的是:单珠子粒数,子粒大小,密度(株形)。

流:转化效率即收获指数的高低。应说明的是这些产量能力性状只有在最适宜的条件下才能充分地表现出来,所测得的数据才是品种间真正的差异。

(三)适应能力:指某一品种对某一特定环境条件的适应性。包括充分利用自然条件(光、气、热、水、营养等)的能力和抗御不良环境因素的能力。例如生育期、抗倒伏性、茎秆类型、根系类型、抗病虫性和生理抗性等。

品种产量能力及适应能力的测定方法:

由于在实践中只能得到产量表现数据。根据上述基本公式可以得到如下推论:产量能力相同时,产量表现高者,适应能力也强;适应能力相近时,产量表现高者,产量能力也高。

测定品种产量能力可有如下方法:

1. 最适宜条件下的产量表现,如小面积高产典型的产量水平近似于产量能力。
2. 主要生态性状一致时一组品种相比较,产量表现高的产量能力亦高。
3. 以严格控制密度下的单株生产力去推测。
4. 异地引入非适应种质的产量表现超过同生育期类型的当地品种者。

适应能力的测定则有如下几种方法:

1. 产量能力相同,产量表现的高低与适应能力相一致。
2. 近等位基因系的比较,一是比较不同年份间的稳产性,二是直接比较在某一特定环境下的产量表现。
3. 同组合分离出具有某一不同生态性状,而其它生态性状相同的品系类型比较,得到稳产性是否与某一生态性状有关。

4. 品种间的比较,只有某一生态性状有差异,其它生态性状相同或相近,比较稳产性是否与某一生态性状有关。

适应能力的指标是稳产性,除第一种情况外,切不可用产量水平的高低去表示,因为产量表现中也有产量能力的影响。因此稳产性的比较试验可以选择有代表性的地点连续种植

几年得到,也可以在某一地区范围内多点一年试验的资料去测得。

上述方法是种质资源研究,选择后代材料,品系比较试验,区域试验等所必须遵循的原则。

从上述分析可知,测得品种产量能力只能从相对的生态性状一致的品系比较中的产量表现去推测。绝对产量能力水平难以得到。因为不具备适宜条件,对各地育种单位来说,建立一个高肥足水条件优越的试验场圃是非常必要的。应该充分认识到这样作是科学研究基础工作的需要,并不是脱离实际,这里的试验条件不能只简单地与生产条件对号。

要研究某一性状的重要性,是否应确定为育种目标的第一步是要研究此性状与产量能力、适应能力的关系,是否影响它们。这是研究问题的第一步,谁也不能逾越。

三、性状的遗传特点,配组方式,适宜的选择世代及群体规模

从性状遗传特点可以把性状分成三类:典型质量性状,数量性状与中间类型的性状。

(一)典型的质量性状:如某些抗病性、花色等。只要亲本中一方有此性状, F_2 代便可得到纯合个体,选择有效,群体规模可以很小,四株中就有一株为纯合的。

(二)典型的数量性状:如产量因素诸性状。在两亲差异大时,后代分离幅度亦大,稳定世代晚,超亲个体少,选择世代宜拖后。早期世代易用混合法选择,一般 F_3 - F_6 代后选品系。两亲差异小时,后代分离幅度小,超亲个体比例较大,可以提早世代用系谱法选择。在数量性状的选配上优 \times 优是最理想的,即两亲本在这些性状差异较大时选择效果较差(图2)。

(三)中间类型的性状:处在上二者之间,选择亲本时,既要注意到有一定差异,但差异又不要太大。例如:脂肪、蛋白质含量,大豆抗食心虫性等均属此类性状。另外,配制组合的两亲本的绝对数值虽可有一定差异,但亦不应水平太低,选择世代也居上述两种性状中间。群体规模也居中。

基因的连锁会给后代重组机率以极大影响,如以双隐性基因为选育目标,这两个基因位点又紧密连锁。那么, F_2 出现期望类型的频率极低,随世代数提高大幅度提高出现频率,故应推迟选择世代(图5)。

回交的目的在于保留某一亲本单基因或少数基因控制的所需特性,又保留另一亲本的其他优良特性(轮回亲本)。回交次数视保留后一亲本特性的多少及前一亲本所需性状控制基因数目的多少而定。控制前一亲本所需性状的基因

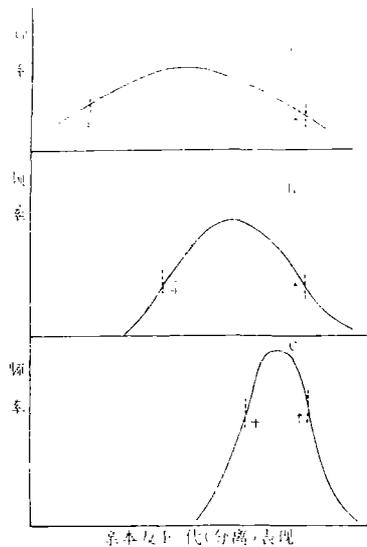


图2 数量性状选择中亲本差异与 F_2 代分布及超亲个体多少的关系模式图

a、b、c分别表示当父本不变,母本不同时 F_2 代的分离曲线,黑线段表示超亲个体部分。

越少,对后一亲本所需特性越多,回交次数也应越多,群体规模可小些,并可以早选择即回交。而前者越复杂,后者又较少,回交次数也就越少。当两个亲本的所需性状相近,即主要育种目标均为互补时,即是一次杂交图4。回交后代群体规模要比杂交后代为少。三交实质上是一次回交,一般是(适应品种 \times 引入种质) \times 适应品种,要求新品种具有 $3/4$ 的适应品种的种质, $1/4$ 引入种质。

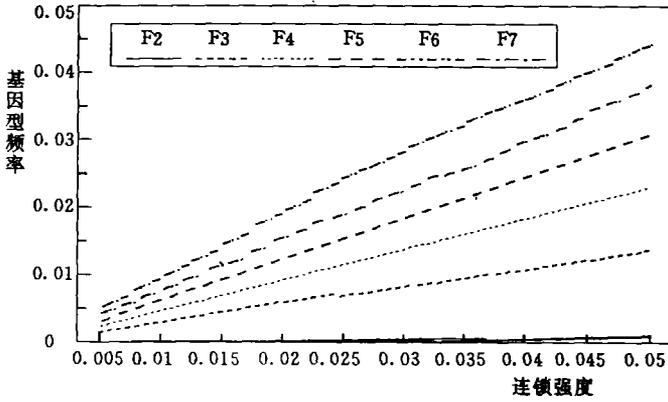


图3 不同世代自交群体中 lx_1 lx_2 lx_3 lx_4 基因型的频率。

Lx_1 lx_1 与 Lx_2 Lx_2 为分别控制脂氧合酶同功酶的基因位点, Lx_1 lx_1 与 Lx_2 Lx_2 时存在, Lx_1 lx_1 , Lx_2 Lx_2 时缺少, 这两个基因位点紧密连锁上图所示以双隐性为选择目标时, F_2 代几乎为0, F_7 代时此基因型频率可增加几百倍。(引自孙志强(无脂氧合酶大豆选择策略))

现阶段基因库的利用情况:

具有上述性状的优质种质从哪里来? 从育种发展看, 肯定是随着改良水平的发展与提高, 遗传基础越来越宽。对一种作物而言, 近缘种、属甚至科都会成为其未来育种的遗传种质来源。但目前对基因库的利用又是如何呢? 按血缘的远近可分为几个基因库:

- 第一基因库: 栽培品种资源。
- 第二基因库: 野生种资源。
- 第三基因库: 近缘属或亚属。
- 第四基因库: 其它属。
- 第五基因库: 近缘科作物。
- 第六基因库: 其他科作物。

目前绝大部分都是利用第一基因库的种

质, 第二基因库也正在利用, 个别作物也开始成功地利用了第三基因库种质, 如小麦。

在第一基因库内部仍还有相当大的潜力去挖掘, 原因是 1. 目前品种的基因库虽然狭窄, 但产量水平却仍然在提高。2. 不同生态地理条件下的种质利用还相当不充分。3. 种质利用及拓宽遗传基础是个渐进的历史过程, 从近至远逐渐渗入, 因为生产条件变化的缓慢, 新品种既要提高产量潜力, 又要保持适应性, 外来种质在新品种中不可能很快占有很大的比例。

种质拓宽与育种途径的改进紧密相关: 不同育种途径有其一定的适用范围, 这个范围内应用较经济有效。有些途径的适用范围差不多, 简便易行者应用较多, 效果亦较好。随着途径的改进, 从原始的系统选种到基因工程(分子育种), 人们从只能利用品种内的变异到可以利用属间甚至科间的杂交, 显然使育成品种的基因越来越丰富, 优点越来越多。它也告诫我们, 从经济有效的原则出发, 能用简单方法解决的问题就不应用更复杂的方法, 能用有性杂

四、种质资源、利用、拓宽及其与育种途径的关系

从育种研究的特点, 对所需要的主要特性可分为如下几类:

- (一) 主要生态性状: 生育期及其结构, 光温反应类型, 生长习性, 抗倒伏性, 根系类型、叶的类型、茎秆类型等。
- (二) 产量能力性状: 包括经济产量因素, 高生物学产量, 高收获指数等。
- (三) 抗病虫特性。
- (四) 生理抗性。
- (五) 品质性状。

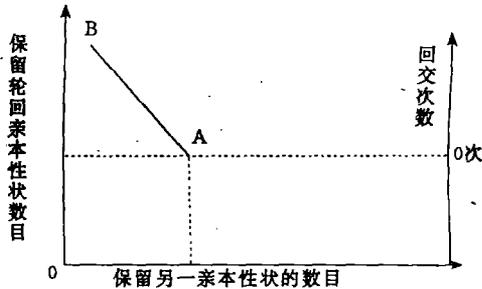


图4 所需亲本性状的多少与回交次数的关系

A点表示对两亲本所需性状相近且主要性状互补时, 只杂交一次, 回交次数为0. B点表示保留轮回亲本性状多而保留另一亲本性状最少且简单时回交次数最多。

交方法解决的不宜用分子育种的办法去解决。只有那些利用有性杂交(种内杂交)解决不了的性状才宜采用基因工程(分子育种)的方法进行种间以上的杂交(见下表)。

我们应该详尽地占有资料,对各作物的种质利用现状及如何拓宽进行分别研究,提出切实有效的育种方案,而不要一轰而起,一轰而散。特别是对分子育种更应该有清醒认识。

育种途径与拓宽遗传基础的关系

| 育种途径 | 适应范围 | | | | |
|-------------------|--------------|----|----|----|------|
| | 品种内 (品种间) | 种内 | 种间 | 属间 | 科间以上 |
| 系统选种 | —— | | | | |
| 辐射育种 | —— | | | | |
| 化学诱变 | —— | | | | |
| 有性杂交 (含杂优利用) | | —— | | | |
| 单倍体育种 | | —— | | | |
| 多倍体育种 | | —— | | | |
| (染色体组工程) | | | | | |
| 同源 | | —— | | | |
| 异源 | | | | —— | |
| 非整倍体利用 (染色体工程) | | —— | | | |
| 体细胞杂交 | | | —— | | |
| 基因工程 (分子育种) | | | —— | | |
| 1. 目的基因提取 | | | | | |
| 2. DNA 片段导入 | | | | | |

五、关于生理育种问题

首先应明确生理育种的范畴。在第二节已论述了作物育种应分为两大类,即生态育种和产量能力育种,两者最终都会提高产量表现。但作用方式不同,产量能力是直接作用,而生态适应能力是使产量能力得到充分发挥的间接作用。生态育种是针对某一特定的环境去育种,而产量能力育种是针对品种的生产潜力,而这种潜力及与其相关的性状只有在适宜的环境条件下才能充分地表现,才能真正得到品种间的差异。因此,光周期育种、生理抗性的育种应该属生态育种范畴。当然,无论何种性状都有其相应的生理生化基础,但凡是具有生理生化基础的性状都叫生理育种显然是混淆了两类不同性质的性状。又如利用生理生化性状与某一性状的关系,

可以作为选择这一性状的指标或方法,但这仅是方法问题,而不应因此而改变性状作用的性质。

提高产量能力应包括经济产量因素、转化能力、光肥利用能力三方面,具体说应包括:经济产量因素育种、高收获指数育种、高生物学产量的育种。现阶段的生理育种应包括高收获指数育种、高生物学产量的育种二个部份。其中高生物学产量育种又包括株形育种、高光效育种、高无机营养能力的育种,如下所示:

