

# 大豆可行新育种方法的简介与评价

## Description and Evaluation of Possible New Breeding Methods for Soybean

W. R. Fehr

Department of Agronomy

Iowa State University

Ames

Proceedings of the World Soybean Research

Conference on 1975.

作物育种工作者经常在寻找品种选育方法的改进途径。当出现新的想法后,育种工作者须用一些标准来对比新方法程序与经常用的方法程序的得失。任何育种方法程序的得失,均可用每年能获得的遗传增益(Genetic gain)来进行估价。如果应用新方法的费用增加的不多,其每年增加的遗传增益对育种工作者来说是很有帮助的。

本文的目的是对那些能增加大豆每年遗传增益(Gy)的育种途径加以讨论。首先强调的是增加每公顷的产量,但是所提出的想法对改进其他性状也会有作用。育种工作者运用这些想法的能力,因所掌握的材料资源情况,及在世界上不同的工作地区而异。一个新的方法程序的价值,并不决定于有多少育种工作者得到了帮助,而在于它在提高遗传增益的效能。

• 本文的结论将是:

(1) Gy 显著地受每轮选择所需的年限,选择材料的遗传变异大小,以及供试品系数

目的影响。

(2) 有效地利用温室与冬季试验场圃等设施,去减少每轮选择所需的年限来增加 Gy。

(3) 利用组织培养产生纯合的二倍体,可增加供试品系之间的遗传变异及供试品系的数目,从而可以增加 Gy。

(4) 电子计算机及小区试验机具的应用,可以增加供试品系的数目,从而增加 Gy。

(5) 对于作为指示农艺表现的生理性状,如果加以鉴定,可以区分品系而增加了供试品系的数目,从而增加了 Gy。

(6) 运用较大的群体,互交产生的群体,以及引入的外地或半外地的种质,可以增加遗传的变异,从而增加了 Gy。

### 遗传增益的增加

在育种工作上,遗传增益的概念并不新颖。育种工作者曾经用改进育种的方法,以便使育种工作更有效,来增加 Gy。Gy 的概

念已被用数学的方式加以表示(5,6)。预测公式可以使育种工作者得以确定,育种程序中的变化,如何影响所预期的选择效果。这方面的狭义的概念,就是应用预测公式去改进育种群体。自预测公式所引出的一般原则,对于估价各种育种方法都是有用的。

Eberhart(5)曾对Gy的预测公式作如下解说:

$$Gy = K\sigma_g^2 / y\sigma_{ph}$$

Gy = 每年遗传增益

K = 按规定的单位计的选择级位差

y = 每轮选择年限

$\sigma_g^2$  = 供试品系间的加性遗传变量

$\sigma_{ph}$  = 表型变量的方根

构成预测公式中的每一个数值,均能影响Gy的大小。本文将讨论对Gy值有显著影响的三个构成数值,即:y、K、与 $\sigma_g^2$ 。

#### 每轮选择的年限(y)

每轮选择的年限是自进行杂交,至选得可再适于作为杂交亲本用的后代之间的时间。y对Gy的作用,可以用对比每轮年限不同而其他均相似的产量改进育种程序,加以说明。在预测公式中,将K(1.75), $\sigma_g^2$ (1400)及 $\sigma_{ph}$ (70)的假设值固定不变,而y则为变数。在这种情况下,每轮选择为一年时,Gy是35.0(公斤/公顷),为两年时是17.5,三年时是11.7,四年时是8.8。因此,降低y值是改进植物育种程序效果的最重要途径之一。

#### 品系数目

K值的大小,是取决于选来作为杂交用品系的百分数(S)。如果在一个育种程序中,入选的品系数目不变,K值的大小则因全部供试品系的数目而变。为了加以说明,可将两个除了供试品系数不同而其他均相同的产量改进育种程序加以对比。两个程序的选择来作为杂交用的品系数相同(均为10品系),假定值y(2), $\sigma_g^2$ (1400), $\sigma_{ph}$ (70)等均不变。一个供试品系数为100q为10%的方案,K值为1.75,Gy为17.5公斤/公顷。一个供

试品系数为200的方案,所具有的K值则为2.06,Gy为20.6公斤/公顷。

#### 遗传变量( $\sigma_g^2$ )

$\sigma_g^2$ 的大小受品系在供试之前自交程度,以及自其中选留品系的群体数目与类型的影响。Empig, Gardner, 及 Compton (6)提到; $\sigma_g^2$ 可列为 $\sigma_A^2 + O$ ,其中 $\sigma_A^2$ 为加性遗传变量,O为有关显性及基因频率的因素。对于来自单交组合的群体,O值为零,因为在所有分离基因位点的基因频率均为0.5。当O为零时,由于自交引起的 $\sigma_g^2$ 的变化可写为 $(1+F)\sigma_A^2$ 。 $F_2$ 衍生品系之间的F值为零, $F_3$ 品系为1/2, $F_4$ 品系为3/4, $F_5$ 品系为7/8。对于互交的群体, $S_1$ 品系的F值为零, $S_2$ 品系的为1/2, $S_3$ 品系的为3/4, $S_4$ 品系的为7/8。Fehr与Ortiz(7)的产量轮回选择结果(7),表明应用自交可以增加Gy。当他们对比 $S_1$ 及 $S_4$ 测试材料的每轮选择的遗传增益(y=1, K=1.75)时, $S_4$ 测试材料的遗传增益比 $S_1$ 的多51.8%。然而利用自交增加Gy会被由于自交年限(y)的增加而抵消。Fehr及Ortiz(7)观察到,对 $S_1$ 的测试可以于每轮先择只进行一年,对 $S_4$ 的测试则需每轮进行两年。在这种情况下, $S_4$ 测试所得的Gy值,比 $S_1$ 测试的低24%。

## 育种方法

#### 减少每轮选择的年限

首先考虑到的方法,是利用冬季场圃设施,如温室及热带地区种植。利用冬季场圃可通过降低y而增加Gy。或许可以说,冬季场圃应视作育种手段而不是方法,并且是个老的而不是新的手段。这种手段对增加Gy的作用是如此重要,因而利用冬季场圃问题须加以讨论。

现在大多数育种程序中均采用某种方式的冬季场圃,但是为了使这种设施发挥最大的作用,仍然有不少方面须加以研究。在研究充分发挥冬季场圃的作用方面,依阿华大学的程序是典型的(7)。依阿华大学的程序

将被介绍出来用以说明冬季场圃是如何被利用的,以及说明有那些方面还可能加以改进。

依阿华冬季场圃是设在波多黎哥农业试验站 Isabela 分站内。在波多黎哥,终年的光照长短与温度条件,能促使依阿华地区的大豆品种(生育期组 I—IV)很快开花。在不用补充光照的情况下,90 天即可收一季大豆。补充光照用来延长光照时数,以便提高植株的长势与单株的产量,以及获得适于杂交的花朵。

我们利用冬季场圃的目的是缩短育种年限。在 1970 年以前,我们曾按照育种工作者用来成功地育成当前推广品种的方法程序,进行育种。用这类方法程序,因为一年只种一季,育成并交付推广一个品种所需的时间,大约为 15 年。1970 年当我们开始应用冬季场圃时,我们企图通过冬季种植,一年种两季大豆,从而把育种年限缩短二至三年。经过五年的试验,我们发现,一个八年的品种育成及交付推广的方案是可能的(表)。就这个八年制的方案来说,在品系被选来再进行杂交之前,  $y$  主要是进行试验年限的函数。如果亲本只经过一年的测试便用来杂交,每轮选择的年限可少至两年。如果根据来自其他州的记录去选用亲本,则每轮需要五年。

运用八年制方案,需要采用一些新的育种工具。依阿华八年制方案的主要缺点,是为获得供测试用的  $F_4$  品系所采用的紧促程序。按这种方案,十二月一日左右须选下杂交亲本,并且于五月十五左右为第一年测产试验准备好供试的材料(表),这两方面都是不易做到的。

为了能于十二月一日左右选下杂交亲本,需要有搜集记录及进行总结的高效方法。电子计算机的应用简化了总结的工作,并能较快地选下亲本。自收获结束至用电子计算机把记录整理出来,在时间缩短方面仍有改进余地。例如,可用电子系统称量每袋种籽的重量,并将记录直接转入电子计算机进行

计算分析,从而缩短了记录整理分析所用的时间。从进行协作的各试验点汇集记录资料,也就误一定的时间。如果将记录格式标准化,便能应用电子计算机整理总结各试验点的试验记录,并计算出地区内的平均结果。

在依阿华的八年制计划中,第一年测产试验的五月十五日播种限期,往往很难做到。如果在依阿华不需要按成熟期将材料进行归类去进行测产,这个期限问题比较容易克服,这样便容许于波多黎哥的夏季种植两代。我们在波多黎哥曾企图按 I、II、III、IV 成熟期组区分材料,然后送到依阿华去分区进行测产,但未能成功。因此,我们是将  $F_2$  材料在依阿华便按成熟期组加以区分。于  $F_2$  区分的成熟期组,将作为依据用来确定  $F_4$  品系第一年测产的地区。于冬季场圃区分成熟期类别的新方法,对于运用这些设施,将会起进一步提高的作用。

快速增代的新技术正在研究中,一种可能是将青色未成熟但却能发芽的种籽加以收获。利用未成熟的种籽,对于下一代试验的一个基因型的表现会有影响。缩短世代时间的技术的研究,要考虑到对表现的影响。

### 组织培养

组织培养可作为增加  $Gy$  的有效工具。在育种上组织培养有很多可加应用的方面。一种特别有兴趣的应用方式是能得到单倍体植株,经加倍而形成纯合的二倍体(9)。迅速地得到纯合二倍体能够增加  $\sigma^2g'$  及  $K$  值。

组织培养比常规自交法的主要优点是能够增加  $\sigma^2g'$  值,并且没有分离的品系的出现。用  $F_4$  品系进行测产试验所基于的变量 87.5% 应是加性的,而这种情况存在于完全纯合的品系之间。自组织培养得到的纯合二倍体,能使群体的  $\sigma^2g'$  百分之百地得以表现出来,从而增加了  $Gy$ 。

通过排除杂合性个体,组织培养可以增加在大多数性状上属于纯合化的供试品系数目。对于分离的群体,需要用后裔测定去区别纯合与杂合的基因型。对于用组织培养法

表:

依阿华大豆品种改良八年制方案※

| 年 份  | 播 种 期<br>月 日 | 处 理                                    |
|------|--------------|--|
| 1975 | 12. 1        | 波多黎哥杂交圃, 补助光照。                         |
| 1976 | 3. 15        | 将 $P_1$ 植株种于波多黎哥, 无补助光照。               |
| 1976 | 6. 15        | 将 $F_2$ 植株种于依阿华并按成熟期分级归类。              |
| 1976 | 10. 15       | 将 $F_3$ 种于波多黎哥, 无补助光照。                 |
| 1977 | 1. 15        | 将 $F_4$ 种于波多黎哥, 加光照, 进行单株收获, 作为第一年测产用。 |
| 1977 | 5. 15        | 于依阿华进行第一年测产试验。                         |
| 1978 | 5. 15        | 于依阿华进行第二年测产试验。                         |
| 1979 | 5. 15        | 州际测产试验, 进行品系纯化以备繁殖。                    |
| 1980 | 5.           | 州际测产试验, 每系进行少量繁殖。                      |
| 1981 | 5.           | 州际测产试验, 每系大量繁殖。                        |
| 1982 | 5.           | 将种籽推广给检定种的繁殖者。                         |
| 1983 | 5.           | 将种籽推广给农民。                              |

※: 对此程序用 1975 年开始进行的方案加以说明。

得到的纯合二倍体材料, 这种后裔测定便可显然减少或者取消。

组织培养还能在其他方面改进育种步骤。由于能进行对单倍体的筛选, 因而突变育种便得到促进。显性基因掩盖隐性突变等位基因的问题得到了排除。组织培养还能使过去用常规方法杂交不亲和的物种, 进行细胞核结合。在未来的二十年中, 我们可能去参加第一次世界“豆玉米”(Soycorn) 学术会议。小黑麦很可能仅仅是育种家要合成的新植物的开端。

#### 增加供试品系数

任何能增加供试品系数目的方法程序, 均能增进  $G_y$  值。电子计算机应用的增加, 以及田间试验的机械化, 使测产试验的品系数得以显著地增加。自从 1965 年以来, 每人每年所担当试验的品系数, 至少增加了三倍。种植计划书; 种籽袋及收获用标牌上的标号, 均可用电子计算机进行准备。种籽分份小区播种机, 已用来减少种籽装袋的数量, 以及种植时的劳动量(2)。钢丝步划装置的利用, 省去了区带间划道路的劳动(3)。修整割舍

小区两端的机器已制出, 自走小区收获康拜因已使收获的最紧张时期松弛下来(1、4)。小区试验工具的改进, 将仍然是增加  $G_y$  的重要途径。

一些生理性状的发现, 将会使进行测产试验的品系数目增加。现在对大豆生理的了解比以往任何时候都要多一些。虽然这类研究对于育种的程序系统没有直接的影响, 但看来不可避免地有些生理性状将会被用来作为产量潜力的指示。

光合效能被证明在筛选产量潜力时是有用的。当前对育种工作者来说, 在实际运用时, 光合生产率的测定措施太慢了。自分离的群体中随机选得的品系, 其产量与光合作用测定值之间的相关性, 尚未得到肯定。然而光合作用测定法的进展, 最终会对增加  $G_y$  值有效应。

#### 增加遗传变异

增加  $\sigma^2g'$  值能够改进  $G_y$ 。最可能用来增加  $\sigma^2g'$  的步骤为: (1) 增加估计用的单交组合数(2) 利用互交群体(3); 利用引进的种质。

大豆育种的倾向, 曾经是对少数单交组

合的大量后代进行鉴定估价。从今后来看, 育种工作者似乎将对组合内的品系而不是组合内的品系着重评价鉴定。设供试的品系为 300 个, 如果每品系来自不同的单交群体, 品系间的遗传变异将是最大的。大多数育种工作者, 自一个单交组合一般不止鉴定评价一个品系, 但是如果对一个群体, 抽的样本过多, 便会降低品系间的遗传变异。同时, 还能使选来作为亲本用的品系间, 在遗传差别上有所降低。

轮回选择在异交作物上应用的成功, 曾助长了对互交群体运用的兴趣。在自交之前先互交几代可以打破连锁, 这样出现新基因型的频率, 要比常规的单交多些。由于互交而引起的连锁的破裂, 是否合乎要求, 尚需要进一步明确。

关于应用引入与半引入种质去增加遗传变异, 是有一定兴趣的。新种质来源的应用, 能增加遗传变异, 从而提供了当前缺少的有益变异。暂时看来, 利用引入品系作为亲本, 可能引起不良的作用, 但是从长远来看, 其所增加的遗传变异, 足以证明不断引用新种质是正确的。

最常用的扩大遗传变异的方法步骤, 是利用当地品系与引入品系杂交去创造互交群体。不要期望从第一轮选择中, 就能够得到优良的品系; 但是反复轮次的选择, 便能比只用目前的当地品种杂交所形成的群体, 提供较大的遗传增益。

## 结 语

概要地说, 在进行大豆品种的选育工作中, 有很多的可能性去改进遗传增益。有些可能性已经经过试验验证, 只要有合适的种质资源就可以加以应用。其他的可能性需要再经过一定的研究, 才能付诸应用。此外还有一些可能性, 尚由那些对当前的育种效率不满意的人, 在思考探索中。如果在大豆育种工作者之间, 大豆育种工作者与其他作物的育种工作者以及其他方面的科学家之间,

进行交流, 那些尚未提出的可能性将会因而得到生机, 受到促进。

## References

- [1] Carlson, B. E., T. J. Bandstra, W. R. Fehr, and R. O. Clark. 1975. Modification of a self-propelled plot combine for harvesting hill plots of soybeans. *Crop Sci.* 15: 869—870.
- [2] Clark, R. O., and W. R. Fehr. 1973. Seed divider for plot planters. *Crop Sci.* 13: 763—764.
- [3] Clark, R. O., W. R. Fehr, and J. O. Freed. 1975. Trip-wire system for plot planters with hand-operated tripping devices. Mime. publ., Dept. of Agronomy, Iowa State University Ames.
- [4] Clark, R. O., and W. R. Fehr. 1975. A self-cleaning plot combine featuring a unique internal system. Mimeo. Publ., Dept. of Agronomy, Iowa State University, Ames.
- [5] Eberhart, S. A. 1972. Techniques and methods for more efficient population improvement in sorghum. p. 197—213. In N. G. P. Rao and L. R. House. "Sorghum in Seventies." Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi, India.
- [6] Empig, L. T., O. O. Gardner, and W. A. Compton. 1971. Theoretical gains for different population improvement procedures. *Nebr. Agr. Exp. Sta. Misc. Publ.* 26.
- [7] Fehr, W. R., and L. B. Ortiz. 1975. Recurrent selection for yield in soybeans. *J. Agr. Univ. P. R.* 59: 222—232.
- [8] Freed, J. O., J. B. Bahrenfus, and W. R. Fehr. 1975. Mechanical system

for end-trimming yield test plots of  
soybeans. Mimeo.

[9] Melchers, G. 1972. Haploid higher

plants for plant breeding. Zeitschrift  
für Pflanzenzüchtung 67: 19—32.

(王金陵 译)

## 省农科院庆祝建院二十周年

元月十五日省农科院职工热烈集会, 庆祝建院二十周年, 并举行了学术报告会。省委书记、省人大常委会主任赵德尊、省委书记王金籽、付省长王操犁、王金陵和省农办、省科委、省农业局、省科协、省工会的领导同志以及兄弟单位的代表共五百多人欢聚一堂, 共同回顾走过的路程, 展望未来肩负的重任。

回顾建院二十年来, 科研机构不断发展, 科技队伍日益壮大, 科研手段逐步完善, 研究水平不断提高, 发展到目前已拥有十七个研究所、站, 二千多名职工, 一万八千亩土地, 已经初步形成了一个全省性的农业科学研究体系。

建院二十年来, 在科学研究上取得了很大成绩, 选育出粮食作物新品种八十多个, 其中近年来确定推广的早熟高产品种二十四个。应用辐射和单倍体育种等途径, 培育出大豆、高粱、水稻、小麦等新品种, 已用于生产。生物防治病虫害的研究, 进展较快, 应用赤眼蜂、白僵菌防治玉米螟, 已大面积推广, 防治效果达百分之七十至八十。在病害抗源的筛选和化学药剂除草的研究方面, 也都取得了可喜的成果。在耕作栽培方面, 研究推广了机械化翻、扣、耙轮作制, 并与有关单位协作, 研究推广了深松耕法。在低温冷害的研究上, 明确了我省水稻、玉米、高粱等主要作物的冷害类型及发生规律。在土壤肥料方面, 明确了化肥在不同土壤上的施用量、配合比例以及深施肥等增产效果, 二十年来共取得科学研究成果三百余项, 其中受全国科学大会奖励的有十八项, 农业部奖励的一项, 省科学大会奖励的一百零五项, 省人民政府奖励的六项。这些研究成果, 有的已达到国内先进水平, 有的在生产上发挥了良好作用。另外, 还编写了二十余种农业科技丛书, 出版发行十万多册。目前编辑出版的《黑龙江农业科学》, 在全国发行一万五千份。在试验研究手段上, 也有很大改进和提高: 原子吸收光谱、发射光谱、气相色谱、氨基酸自动分析仪、人工气候箱等仪器, 均已在科研中使用, 这对提高研究质量和工作效率起到了良好作用。

三中全会以来, 院党委认真贯彻了党的各项政策, 十分重视对科技人材的培养和提高, 据统计, 全院为二百七十九名同志平了反, 改正了冤假错案。近两年, 有四十五名助理技术员晋升为技术员, 有二百四十九名技术员晋升为助理研究员, 同时还晋升了一批付研究员和研究员。目前全院已拥有七百五十多名技术干部, 其中高、中级科技人员达三百多名。由于政策的贯彻和落实, 广大职工意气风发, 干劲倍增, 后勤部门更加积极主动地为科研、生产服务, 全院呈现出一派学科学、赶先进、比干劲、争贡献的新局面。

大会收到了二十九篇学术论文, 有研究员肖步阳、付研究员李庆荣、技师翁秀英等六名同志, 先后在会上做了学术报告, 院党委书记韩世才同志做了题为农业科学研究要在调整中前进的报告。大家在畅谈中表示: 在华主席为首的党中央领导下, 大干快上, 团结奋斗, 为把我省建成稳产高产商品粮基地, 早日实现农业和科技现代化贡献力量。

(李文茂)