

东北地区大豆种间杂交遗传规律研究进展

杨光宇

(吉林省农业科学院大豆所,公主岭 136100)

提 要 本文概述了中国东北地区大豆种间杂交后代的杂种优势、主要质量性状和数量性状的遗传变异规律方面的研究进展,为深入开展野生大豆资源研究提供理论依据。

关键词 栽培大豆;野生大豆;种间杂交;杂种优势;质量性状;数量性状

目前,大豆育种工作进展缓慢的主要原因之一,是亲本的遗传基础狭窄。利用野生种来拓宽大豆育种的遗传基础是国内外大豆研究领域的热点之一,而种间杂交遗传规律的研究是利用野生大豆资源的前提。近十多年来,东北地区的许多学者对种间杂种后代的杂种优势、质量性状和数量性状以及回交群体数量性状的遗传分析等方面进行了大量的研究工作,取得了一定的成绩,为合理和有效地利用野生大豆资源提供了科学依据。

1 种间杂交 F_1 代的遗传变异及杂种优势

大豆栽培种与野生种杂交极易成功,结实正常(王荣昌等,1980)。郑惠玉等(1985)的研究结果也认为可育性较高,达到 7% ~ 33%。张国栋等(1989)指出,种间杂交虽然可育, F_1 代也能大量结实,但秕荚和一粒荚明显较多,认为 F_1 卵细胞有部分败育现象,花粉也可能出现败育,减数分裂可能有些不正常。孙寰等利用 64 个野生大豆与栽培大豆配制的种间杂交组合 F_1 代的花粉败育,计算出染色体易位率达 83%。

种间杂交 F_1 代主要质量性状,如叶形、茸毛色、结荚习性、荚熟色等所表现出遗传上的显隐性关系,与品种间杂交 F_1 代的表现完全一致。种间杂交 F_1 代种皮上都有泥膜,种皮色为深黄褐色。杂种 F_1 代种子,其吸水膨胀速度为数量遗传,明显倾向于野生亲本。据王荣昌(1980)测定,经过 120 h 的浸泡,杂种 F_1 代的种子仍有 36.9% ~ 82.6% 未吸水膨胀;而栽培种亲本浸泡 6 h 就全部吸水膨胀;野生种亲本则经过 120 h 的浸泡仍没有一粒吸水膨胀。

大量的研究表明,种间杂交 F_1 代除了百粒重等极少数性状以外,均有不同程度的杂种优势。单株粒重、单株粒数的平均优势都较高,并表现出较强的超亲优势。杨光宇等(1992)利用野生组合研究种间杂种 F_1 代的优势指数及超亲优势,认为 F_1 代的杂种优势是普遍存在的,除了百粒重和开花至成熟的天数以外,其余性状均有不同程度的杂种优势,其中优势最大的性状是单株粒重,其次为株高和单株荚数,单株粒重和株高表现出超亲优势。罗教芬等(1987)研究了半野生组合杂种后代农艺性状的杂种优势,指出除了百粒重和荚高 F_1 代的优势为负值以外,其余 6 个性状的平均优势均在 10% 以上,依次为单株粒数 > 单株荚数 > 单株产量 > 分枝数 > 主茎荚数 > 株高。超亲优势的顺序与平均优势基本一致。

F_1 代极显著超过中亲值(MP)的性状有株高、单株粒重和出苗至开花天数;百粒重和开花至成熟天数则显著低于中亲值。由此可见,降低株高、延长生殖生长期、提高百粒重、缩短营养生长期是利用野生种的关键。

F_1 代百粒重比中亲值低 55.6%~68.7%(王荣昌,1980),张国栋指出近于几何平均数,偏向野生、半野生低值亲本,即小粒表现部分显性。粒形指数的 F_1 代平均值略高于中亲值,有一定的显性效应,超亲分离是上位效应作用的结果。

杨光宇等(1992)利用不同结荚习性的三个栽培种与三个半野生大豆按 NCⅡ 设计配制 9 个杂交组合,进一步研究 F_1 、 F_2 代的优势指数及不同类型组合间的差别。研究表明, F_2 代除了有效分枝、主茎粗以外,其余性状的优势指数均明显下降;各性状的优势指数仍以单株粒重最大(140.11%),百粒重为最小(82.05%)。 F_1 代单株粒重的优势指数以有限组合最大(179.02%),无限组合次之;株高的优势指数则以无限组合最大(136.76%),亚有限组合次之。

2 主要质量性状的遗传

试验调查结果表明,种间杂交 F_2 代主要质量性状的分离情况与品种间杂交基本相同,符合孟德尔分离规律(王荣昌,1980;郑惠玉等,1982)。花色、茸毛色 F_2 代分离呈 3:1 规律,结荚习性的分离则不符合这一规律,与理论数相差较大。荚熟色分离呈现出黑—暗褐—褐,中间有深浅不同的过渡颜色,接近 2:1:1 的比例关系,种皮色变异很大, F_2 代分离出黑、狸、茶、绿、黄以及一系列中间过渡颜色。脐色分离出黑、褐、绿、黄、兰等颜色,有深浅不同的过渡色,但以黑脐和褐脐占绝大多数。

张国栋等(1989)利用 6 个种间杂交组合研究了种子泥膜、种皮颜色的遗传。在母本无泥膜,父本有泥膜的组合中, F_1 代有泥膜, F_2 代泥膜的有无表现出 3:1 的分离比例。 F_1 与无泥膜亲本回交,后代出现 1:1(有泥膜:无泥膜)的分离比例。在这类组合中,双亲的泥膜遗传存在一对基因的差异,有泥膜为显性。在双亲均无泥膜的种间杂交组合中, F_1 代表现为有泥膜; F_2 代有泥膜与无泥膜的分离比例表现为 3:1,表明双亲存在着两对基因的差别,并且有互补作用。种皮颜色的变化相当复杂,对野生和半野生大豆与栽培种的大豆杂交后代,机械地分为 3~5 种颜色是不尽合理的, F_1 、 F_2 代种皮颜色遗传很难用前人所报道的一套质量遗传基因型来解释。李文滨(1986)的研究指出:在个别情况下,种皮颜色 F_2 代的分离符合 3:1 遗传模式,其中黄种皮为显性,认为合理选择半野生大豆亲本,可以大幅度提高其后代黄色种皮的分离比例。

3 主要数量性状的遗传变异

李文滨(1986)指出,大豆种间杂交和品种间杂交,主要数量性状的遗传变异相似,野生和半野生组合性状分离广、基因效应强、遗传进度大。大豆种间杂交后代主要农艺性状的遗传变异规律基本上与品种间杂交相类似,可以用处理栽培品种间杂交后代的方法处理种间杂交后代(张国栋等,1989;杨光宇等,1989)。

野生组合多元遗传方差、表型方差以及多元遗传变异系数均大于半野生组合,而半野生组合又大于栽培组合。蛋白质含量近于正态分布,野生组合平均表现较高,并出现大量超亲类型。百粒重和油分含量均呈不同程度的负偏态分布,但随着组合亲本的进化水平提高,偏

离趋势减弱。单株粒数、单株产量也表现出不同程度的负偏态分布,野生组合单株粒数的平均表现明显高于半野生和栽培组合。李文滨等(1986)利用联合尺度检验法估算了性状的基因效应,经 χ^2 检验符合加性—显性模型。蛋白质含量、百粒重、株高以加性效应为主;单株粒数、单株产量的基因作用以显性效应为主。张国栋(1986)的研究结果则认为,蛋白质含量、单株粒数、粒形指数、粒茎比、株高、分枝数的营养生长期适合加性—显性—上位性模型,存在着明显的上位性作用;而主茎粗、生殖生长期、生育期、百粒重、单株粒重则不符合加性—显性—上位性模型,经对数和开平方转换后仍不合适。上位性基因效应是普遍存在的,是一个不可忽视的重要组成部分。

种间杂交后代遗传变异系数最大的性状是单株粒数、株高;最低的性状是生育日数和百粒重。遗传力以生育日数最高(84.70%~88.19%);株高、百粒重、蛋白质含量次之;单株荚数、主茎粗等性状则最低。生育期类性状、生理生化 and 某些形态性状的遗传力一般较高,而产量构成因素(百粒重除外)和产量的遗传力一般较低。在5%选择强度下,主要农艺性状遗传进度的大小顺序为:株高>单株粒重>有效分枝>主茎有效节数>生育日数>单株荚数>百粒重>主茎粗(杨光宇等,1992)。张国栋等(1989)报道,单株粒重、单株粒数、分枝数相对遗传进度较大;其次是百粒重、株高和营养生长期;再次是粒形指数、粒茎比、主茎粗和生殖生长期;蛋白质含量和生育期最小。上述研究的遗传进度估算结果虽然各性状间大小顺序有些差别,但单株粒重均是较大的。证明在种间杂交后代中,产量性状具有较大的选择潜力。各性状均有较大的遗传进度绝对值,为合理有效地利用野生大豆资源展示出广阔前景。

野生和半野生大豆子粒蛋白质含量具有部分显性或超显性,蛋白质含量的加性效应和显性效应基本上是同等重要的,上位性效应也不可忽视。经测定,蛋白质含量与生殖生长期和分枝数的相关性达显著水准,与其它性状的相关均未达到显著水准;与产量呈微弱的、不显著的止相关,使选育产量和蛋白质含量都高的品种成为可能。种皮泥膜的有无、种皮颜色与后代的蛋白质含量基本上无关;蔓生性与蛋白质含量有一定的关系,但不密切。

张国栋等(1989)报道,蔓生性是一个数量性状,直立栽培亲本与蔓生亲本杂交后代蔓生性强弱主要取决于野生种亲本的蔓生性强弱。杨光宇等(1993)也认为蔓生性状不是由一二个基因控制的简单性状,野生亲本的选择对克服种间杂种的蔓生性有着举足轻重的作用。而李文滨等(1987)的研究结果指出,利用含有矮秆基因的栽培大豆与野生大豆杂交,其 F_2 代蔓生性植株与直立型植株的分离表现为3:1;蔓生性属于质量性状,直立型后代的分离完全是由矮秆基因作用的结果。

4 回交群体数量性状的遗传分析

克服大豆种间杂种后代蔓生倒伏性是利用野生和半野生大豆的前题,回交是克服蔓生性的重要手段。王金陵等(1986)利用不同结荚习性的栽培种与种间杂种进行回交试验指出; BF_1 代株高分离下限受轮回亲本的影响较大,分离上限受改良群体的影响较大。 BF_1 代株高的配合力,在三个不同结荚习性亲本回交的组合之间差异较大, F_1 代杂种间株高的配合力差异较小。在种间杂交后代株高的改良上,回交亲本的选择是很重要的。

李文滨等(1990)利用一系列自交和回交群体,研究了大豆种间杂交群体改良的遗传后认为,大部分性状在 IBC_0 代表现出较强的倾野生性,在 IBC_0F_2 栽培亲本的贡献率仅为

0.17,而野生亲本则高达0.83;回交后,栽培亲本的贡献率逐渐上升; BC_0F_2 的亲野性是由基因显性上位效应造成遗传贡献差异引起的。按数量性状计算,种间杂种回交群体较适宜的结构为 $n=8, m=10\sim 15$ ($n=F_1$ 家系数, m =每一家系的 F_2 代株数)。若不考虑质量性状的作用,自交群体(BC_0F_2)每组合保持90~100株,基本可以容括全部遗传变异。在种间杂种 BC_0 、 BC_1 和 BC_2 群体中,营养生长和生殖生长等性状世代间比值发生变化,同时引起同其它性状间相关性质和强度的动态变化。与野生大豆利用关系密切的性状均于回交二次产生明显的趋栽培性变化,初步确定 BC_1F_2 是保留种间杂种优良基因型的关键世代,继续回交将引起高蛋白基因型频率过量下降。吴冈梵等(1988)报导,早代回交遗传基础广,杂种后代类型丰富,选择范围大,但入选机率小;晚期世代回交则目的性强,入选机率大,杂种后代稳定快。种间杂种后代的回交次数不能过多,否则就达不到利用野生大豆改良栽培大豆的目的(杨光宇等,1991)。

参 考 文 献

- 1 徐 豹.中国野生大豆(*G. soja*)研究十年.吉林农业科学,1989,3:1-8
- 2 王荣昌.大豆栽培种与野生种间杂交后代遗传变异研究.中国油料,1980,1:41-45
- 3 郑惠玉等.野生大豆的杂交利用获得初步结果.第三次全国大豆学术讨论会论文集
- 4 孙 冀等.野生大豆遗传多样性研究初报.大豆育种“七五”攻关东北片专题经验交流会论文集
- 5 杨光宇等.大豆种间杂种 F_1 优势的初步研究.中国油料,1992,1:15-18
- 6 罗教芬等.栽培大豆与近缘野生种杂交(F_1)部分遗传的研究.黑龙江农业科学,1987,2:9-13
- 7 张国栋等.大豆种间杂交主要农艺性状和蛋白质含量的遗传变异研究.大豆科学,1989,8(1):1-10
- 8 杨光宇等.栽培大豆(*G. max*) $\times$ 半野生大豆(*G. gracilis*)后代主要农艺性状遗传参数的初步研究.作物学报,1992,18(6):439-446
- 9 张国栋等.大豆种子泥膜、蔓生性和种皮色的遗传及其蛋白质含量的关系.大豆科学,1989,8(4):315-321
- 10 李文滨等.大豆品种与种间杂种后代农艺性状遗传的比较研究.大豆科学,1986,5(4):265-276
- 11 张国栋等.大豆种间杂种后代数和农艺性状的遗传力与遗传进度的估算及应用.大豆科学,1989,8(2):123-138
- 12 李文滨等.利用矮秆基因改良大豆种间杂种的蔓生性.东北农学院学报,1987,18(4):301-310
- 13 杨光宇等.不同类型栽培大豆亲本对种间杂种后代影响的研究.大豆科学,1993,12(2):137-145
- 14 杨光宇等.克服种间杂种蔓生、小粒等不良性状技术的初步研究.大豆科学,1993,12(4):275-282
- 15 李文滨等.大豆种间杂种后代自交与回交群体数量性状的遗传分析.大豆科学,1990,9(2):89-92
- 16 王金陵等.野生大豆蛋白质含量和性状间相关及通径分析.东北农学院学报,1984,17(1):1-5
- 17 王金陵等.回交对克服栽培大豆与野生和半野生大豆杂交后代蔓生倒伏性的效应.大豆科学,1986,5(3):181-187
- 18 吴冈梵等.栽培大豆与野生大豆杂交问题的探讨.中国油料,1988,2:4-7
- 19 杨光宇等.利用野生大豆(*G. soja*)种质选育大豆新品种研究.中国农业科学,1991,24(1):89-90

Studies on Hereditary Laws in Soybean Interspecific Cross in the Northeast of China

YANG Guangyu

(Soybean Institute, Jilin Academy of Agri. Sci., Gongzhuling 136100)

Abstract The results of studies on hereditary laws of major quantitative and qualitative characters, progenies heterosis from soybean interspecific crosses in the northeast of China were reported in this paper. These study results provid foundation for further study on the usage of wild soybean.

Key words Interspecific cross, Heterosis, Qualitative character, Quantitative character, Wild soybean