

# 大豆高产育种的探讨

杜 维 广

(黑龙江省农业科学院大豆所)

## 提 要

高产、稳产始终是植物育种者选育新品种的目标,按着这一目标,育种者采用常规育种途径培育出一批优良的新品种,为提高大豆产量做出了巨大的贡献。但是随着生理学和遗传学的发展,提出了大豆高光效育种可能是高产育种途径之一。

文章阐述了高光效育种生理学和遗传学的基础,并提出应按生态类型的概念,着重形态和生理生化的特点,探讨高产品种的生态类型。并为促进高光效育种的发展提出了目前待有解决的课题。

## 一、问题的提出

高产、稳产始终是植物育种者选育新品种的目标。

建国以来我省广大育种者本着这项目标,采用常规育种途径培育出一批大豆优良品种,取得了显著的成就。其中黑农 26 和黑河 3 号曾获得国家发明二等奖,东农 36 品种的推广使我国大豆生产向北推移 100 公里。我省从五十年代到八十年代生产上利用的大豆品种曾进行四次大的更换<sup>[1]</sup>,促进了我省大豆科研和生产的发展。

只要回顾一下作物育种的历史,就不难看出每一次育种理论、途径和技术的改进,对提高作物产量所做出的贡献。作物育种从开始的农家品种整理、系统育种到杂交育种和辐射育种,每一阶段都使作物产量有了显

著的提高。继杂交育种之后,在玉米、高粱和水稻作物又出现了杂种优势的利用,可以认为这是现代作物改良工作中的最辉煌的成就。大豆杂种优势是明显普遍存在的<sup>[2]</sup>。目前国内外有许多热心的研究者,但因考虑杂交制种困难,短期内得不到解决;此外还有许多基础理论尚待研究等,很难预言何时能应用于生产。

但是,自六十年代在高等植物中相继发现光呼吸和  $C_4$  双羧酸途径以后,研究者开始认识到提高光能利用尚有巨大潜力。试图从光合作用和固氮作用机理方面探讨高产育种的新途径。60 年代初, Bonner (1962) 在探讨作物产量的上限时,认为通过育种及作物栽培手段来提高光合效率将是增加作物产量的很有希望的途径。以后有许多学者提出自己的观点。其中有代表性的就是武田 (1969) 从群体光合作用组成因素的角度出发,把农作物产量的提高设想分为三个阶段。第一阶段:主要靠群体叶面积的扩大;第二阶段:主要靠株型的改善;第三阶段则是靠提高叶片的光合作用效率。1969 年关于提高作物产量的光能作用国际科学讨论会上,明确提出在株型育种取得突破性成就之后,进一步靠肥力技术的改善增产幅度已变小,而提高光能利用的增产潜力很大。八十年代初, L.E. Schrader 曾提出今后提高大豆产量应着重把光合作用和固氮作用联系起来进行研究。就这样提出了探讨高产育种新途径之一,高光效育种的课题。

我们已进行的大豆高光效育种划分若干阶段。第一阶段是以提高大豆光合活性和经济系数为主要目标。用此阶段的程序和方法培育出高光效种质哈 79-9440。第二阶段是以提高大豆光合活性和固氮活性,调节“源”与“库”的平衡为主要目标。在高光效的基础上,选育出具有高固氮的共生体系,而且这种体系对光温反应不很敏感。这一阶段目前正在准备付诸于实践。

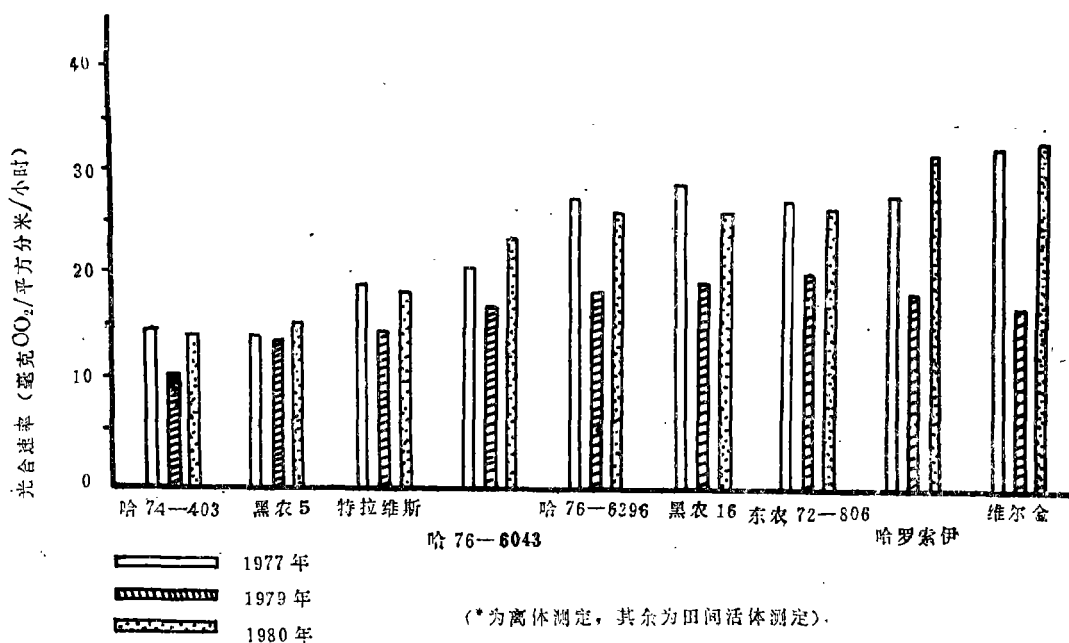
## 二、大豆高光效育种的生理和遗传基础

作物生产率的基础生理和遗传研究表明,生产潜力很大。但是,由于没有充分地利用作物中丰富的基因库和有效地解除限制作物产率的那些过程,致使产量提高受到限制。在产量限制因素中,光合作用和固氮作用是一个重要方面。因为光合作用是形成作物产量的基础,产量不会高于其来源净光合作用<sup>[13]</sup>。因此从遗传控制上来研究光合作用无疑是提高作物产量的重要途径。B.M. Пеньков (1980) 指出在生育期相同的大豆品种中,那些净光合生产率较高的品种,其子粒产量也高。为适应斯塔夫罗波尔边区栽培,需要具有子粒高产的中早熟和中熟品种(生育期不超过 120~135 天),只有在高的净光合生产率条件下,子粒高产才得以保证<sup>[19]</sup>。杜维广 (1982) 也指出在生育期相近的大豆品种(系)间光合速率与产量呈正相关。张贤泽等 (1986) 指出每个大豆品种的主要生育时期的平均光合速率和产量呈正相关,其相关系数  $r = 0.8592$ 。在不同年份也保持相同趋势。大豆鼓粒期的群体光合速率和产量是密切相关的,其相关系数  $r = 0.9239$ <sup>[3]</sup>。小麦的试验数据也表明,如能改进一种作物的光合成能力,同时兼有其它性状,如较大的库时,将看到能大幅度提高产量<sup>[13]</sup>。然而,大豆的产量形成不仅与光合作用密切相关,也与固氮作用相关,这是因为大豆根瘤

菌能大量固定大豆所需要的氮素,从而有助于提高光合活性。而光合作用在光能转换过程中所形成的化学能及糖类又为根瘤的生长及固氮提供了能源和碳源。可见,大豆的光合过程和固氮过程虽然在区域上是分开的,但是这两个过程彼此间有着化学交流和相互调节。因此在一定生态类型基础上,提高大豆光合作用和固氮作用的能力,将有可能较大幅度提高大豆的产量。许多作物的光能利用率低于 1%,特别是栽培品种,如小麦、棉花<sup>[13]</sup>等的光合率比它们的野生种还要低。如果设法提高光能利用率,产量将会大幅度增加。

光合作用是在叶绿体内进行的。因此叶绿体的数量、大小、结构、叶绿素含量、电子传递体含量以及调节系统中酶的活力等均能影响着光能的吸收、传递和转换。叶片的解剖结构也与二氧化碳的扩散、光合强度有关,至于固氮作用也同样受许多因素调控。光合产物的分配,“源”与“库”的关系等都影响着产量的变化。所以致使光合作用、固氮作用与产量的关系变得很复杂。

许多研究者指出,水稻<sup>[5,13]</sup>、小麦<sup>[6,17]</sup>、大豆<sup>[7,8,15]</sup>等作物其光合效率具有明显的品种间差异,而这种差异具有相对稳定性。Ogren 等试验了 36 个大豆品种,光合率在 12~24 毫克  $\text{CO}_2$ /平方分米·小时。Ojima 等用净光合率一高一低的亲本培育的 19 个大豆改良品种,其中 16 个等于或高于高光合作用的亲本。Doruhoff 等用 20 个大豆品种在不同的二氧化碳浓度下证明品种间净光合率的差异显著<sup>[13]</sup>。我们用 49 个大豆品种(系)研究了光合活性与产量的关系,其光合速率变异幅度为 11~40 毫克  $\text{CO}_2$ /平方分米·小时,并且品种(系)间光合速率具有遗传稳定性(图 1)。我们在研究大豆有性杂交后代叶片光合作用的遗传控制中指出,20 个组合  $F_1$  代光合速率有明显差异。关于大豆叶片光合能力的遗传,小岛睦男<sup>[8]</sup>认为,大豆  $F_1$  代光合能力比双亲中值低,没有杂种优势,低的光合能力是显性性状。林健



一〔9〕等在水稻上也得类似结果。值得注意的是他们研究的组合数都很少。在大豆杂交后代中,单位光合作用能力分布上,小岛睦男〔8〕认为,大豆  $F_2$  代的分布符合常态曲线,光合作用能力是数量遗传,其遗传与细胞质无关,受少数基因控制。林健一等〔9〕认为,水稻的表光合率呈一种双模式分布,光合作用受单一主基因控制。我们扩大了组合数目,采用不同类型的20个组合进行研究,结果表明,  $F_1$  代光合能力虽然有明显差异,但与亲本平均对比优势指数相比,似乎没有杂种优势,低光合作用是否是显性随组合而异。在研究  $F_2$  代光合能力分布时,其分布近似常态分布,表明光合速率遗传属于数量遗传,主要受细胞核控制,同时也受叶绿体基因组控制。这与小岛睦男的结果相似。

关于光合能力遗传力问题, Buffery 根据方差分析,估计大豆遗传力为55%。Marfin 认为菜豆广义遗传力为67%。杜维广等(1983)认为  $F_2$  代光合速率广义遗传力为43~61%,  $F_3$  代光合速率广义遗传力大于55%,并认为在  $F_2$  代对光合速率选择是困难的,应从  $F_3$  代以后开始。同时还指出,配杂交组合时,应有一个高光效材料做母本。与

经济产量的遗传力相比,  $F_2$  代单株粒数遗传力为39.24%,单株粒重为26.2%〔4〕,显然表光合速率的遗传力高,这有利于选择。

综上所述,大豆品种间的光合速率差异明显,遗传上由为数不多的基因所控制,遗传力较强,因此有可能选育出高光效优良品种。不仅如此,光合器的其它特性也受遗传控制。如叶绿素的生物合成受核基因和质基因共同控制〔14〕。同时叶绿体基因还控制着光系统 I 反应中心叶绿素—蛋白复合体及核酮糖二磷酸羧化酶(RUBPC)的大亚基,而小亚基的遗传单位则由细胞核携带,各种植物常有显著的不同。光合作用生理学研究进一步证明,大亚基主要起羧化作用和加氧作用,小亚基可能起调节作用。在一般田间饱和光强下,碳三植物的光合强度受 RUBPC 的水平及其活力所控制〔10,12,18〕。因此,RUBPC 活力的高低似乎可作为一般植物光合能力高低的一个指标〔10,12〕。

鉴于上述特点,我们可以通过遗传手段,使 RUBPC 亚单位成份在体内进行饰变。由于叶绿体通过母体遗传。因此,大亚基的遗传遵循非孟德尔遗传规律。具有不同小亚基

的两个物种间的杂交将导致全部小亚基在后代表现出来,使叶绿体和核基因组产生新的结合。如果使两个亲本进行体细胞杂交,则后代具有双亲的全部遗传信息。

由于从未对植物的固氮性状进行过选择,因而一个品种内的不同单株在这些性状上的变异性极大。J. Mc. Person 等认为菜豆基因型间固氮能力存在着明显的变异性和遗传性,并采用二次回交方法在菜豆中进行对高固氮能力的选择。总之,在光合作用和固氮作用的某些遗传信息很清楚时,可以通过遗传手段把那些较好的性状固定下来。

### 三、高产品种生态类型的探讨

作物生态类型是一定的生态条件(自然条件、耕作栽培条件、人们对它的利用要求)定向选择的结果。作物的生态类型就是有一定的形态与生理特点的类型<sup>[1]</sup>。根据这种观点来分析目前的常规育种,则它着重对其形态(包括产量构成因素)的特点,进行定向选择培育高产的品种。而对其生理生化的特点,注意的不够或没有注意。如果说注意的话,仅是注意了叶色、叶形、叶片伸展角度等。在高光效育种初期,尤其是 Moss (1971) 提出用同室培养的方法,从碳三植物筛选碳四类型(由于这一做法成功性很小,这种尝试已停止)之后,又着重注意了生理生化的特点,曾有人一度认为只要高光效就能高产等,忽视了形态的特点。

那么按着高光效育种的理论,高产品种的生态类型如何呢?高产品种生态类型应是在不同生态条件下,培育出相适应的最佳生态类型。其生理生化方面特点,目前总原则概括是,该品种应具有高光效、高光效和高固氮的特点;光合产物分配合理,源与库合理平衡;具有最大限度截取光能的优良冠层结构,延长光合和固氮作用的时间,延迟绿色叶片维持的时间。同时具有较强的抗性和较优良的品质。在形态特点方面,在我省按着

不同的生态条件分述如下:1.在自然条件优良,水肥充足,耕作栽培水平较高的生态条件下,高产品种形态特点是:首先具有适宜的生育期,以亚有限结荚习性为主,主茎发达,株高 85~100 厘米,荚分布均匀,秆强、子粒库容量较大,百粒重 20 克左右,一般以披针和阔披针型较好。2.在自然条件较好,水肥中上等条件,耕作栽培水平较高条件下,高产品种形态特点是:生育期适宜,以无限结荚习性为主,植株高大,株高 100 厘米左右,秆较强不易倒伏,略有分枝,子粒库容量中等,百粒重 17~20 克。3.在盐碱、干旱、线虫病发生区等不良条件下,高产品种形态特点是:生育期适宜,主要应是无限结荚习性,植株高大,多分枝,秆强度中等,子粒库容量较小,百粒重 15~18 克。

高产品种生态类型有许多课题有待深入研究。例如,其生理生化特点的具体指标如何?有关结荚习性,单株叶面积大小,株型特征,源库平衡与调控等。对高产品种生态类型的研究将促进高产育种的进展。

### 四、高产育种的展望

如前所述,高产、稳产始终是植物育种者的目标。那么高产育种也同样始终是育种主要的研究内容。实现高产育种的目标,必然涉及到,遗传学、生理学、生物化学、植物病理学及其他相邻学科。高产育种本身含有抗性育种和品质育种的研究内容,他们之间既有联系又不能互相代替。从理论上讲,产量不会高于其来源的净光合作用<sup>[13,14]</sup>,提高光合作用能为固氮提供更多的能量<sup>[16]</sup>,氮的运输可能是大豆产量潜力的限制因素<sup>[16]</sup>,但实际上并非如此简单。这是由于产量的形成是在不断变化生态条件影响下,发生在个体发育中,同时在群体上反应的综合结果。

高光效育种是近十多年来刚刚开始,我国在这方面开展了大量工作,取得了一定的成绩。由于尚有许多基础工作没作,致使许多研究不能深入。高光效育种的研究尚有许多

多基础工作要做,它的解决有助于加速育种工作的进展。

1. 我国现有大豆资源(包括野生大豆)极其丰富,它们的光合、固氮特性尚不十分清楚,需要深入研究。

2. 高光效、高产育种理论基础的研究和高光效高固氮共生体系的研究。

3. 光合活性遗传特性及群体光合速率遗传的研究,叶绿体遗传信息的研究。

4. 创造变异途径的探讨。

5. 固氮菌菌系的快速筛选技术,固氮效率,对无机氮和生物杀伤剂的抗性,在土壤中竞争能力的研究。

总之,只要我们从生态类型概念出发,深入探讨高产育种的理论和途径,实现大豆高产,稳产的目标是很有希望的。

### 参考文献

- [1] 王金陵主编:1982大豆黑龙江科学技术出版社
- [2] 张贤泽等:1986作物学报12(1):43~47
- [3] 杨庆凯:1975遗传学报(2):225~230
- [4] 广东农科院水稻高光效育种组,1978,植物生理学报4,113~121
- [5] 刘祚昌等:1980遗传2(1):29~32
- [6] 小岛睦男:1975,农业技术,30(10):443~447
- [7] 小岛睦男:1972,农业技术研究报告,D第23号97~145
- [8] 林健一等:1977育种学杂志,27(1):49~56
- [9] 郝迺斌等:1983,中国农业科学1,42~49
- [10] Poruboff. G. M. et. al. 1970, Crop Science 10(2):42-46
- [11] Jackson, W.A. et al 1971 In photosynthesis and photorespiration. Ed by Hatch M.D.89
- [12] Moss, P.N. Minnesota Agricultural Experiment Station Paper 9138
- [13] Nasyrov. Y.S. 1978. Annual Review of plant physiology pp:215-237
- [14] Ogren. W.L. 1976 World Soybean Research 9, 253-261
- [15] Schrader L.E. Cooperative Research under The Sapan-us, Science program TokoYo Japan.
- [16] Stoy V. 1975 Use of Tracer Technigues to Study Yield Components in Seed Crops in Tracer Fechniques For Plant Breeding by FAO. 43-45
- [17] Tenson, R.O. et al, 1977, Ann, Rev. Plant Physiology 28: 379-400
- [18] B. M. Пенгуков 1980 Селекция и Осиенководство 3:14-17.

## 诱发大豆蛋白和脂肪含量双高 突变的初步研究

王培英 王连铮 许德春 隋德志 王 玫 于佰双 尹桂花

(黑龙江省农科院原子能所)

我省的大豆总面积,总产量以及出口总额都居全国第一。做为国家大豆出口基地,我省应该将大豆子粒产量与品质的研究,同时给予重视。由于我省处于高纬度地带,气候较寒冷,无霜期较短,目前推广的大豆品种蛋白质含量一般较我国低纬度南部省市偏

低。通常在38~41%。个别品种尽管蛋白质含量较高,但脂肪含量极低,往往一个品种满足了人民群众对蛋白的需要,却满足不了北方人民食用大豆油的要求(对大豆专用种问题,在此不予阐述)。尤其近年来,随着人民生活水平的提高,对蛋白质营养的需求

注:中国科学院原子能所协助热中子处理,院化验室协助进行蛋白及脂肪分析,栽培所气象室提供气象资料,谨致谢意。