

雄性不育大豆研究概况

付燕凤 林忠平

(中国科学院、植物研究所)

尹光初

(黑龙江省农业科学院大豆研究所)

(一)

在大豆田间偶尔可以发现大豆雄性不育株, 其中有的是部分雄性不育, 在这种植株上结有5—6个少量的豆荚。在引种外地品种时和在某些杂交组合或辐射杂交后代中往往见到这种现象。Hadley 和 Starnes (1964) 首先报导了由于染色体联会上的障碍所造成的雄性不育。他们还认为在许多情况下不育性与某些变态是相关的, 如矮态、短柔毛的缺乏。通过部分雄性不育植株与可育植株进行杂交的实验, 可以说明这种部分的雄性不育是受细胞核控制的。根据醋酸洋红等染色方法对花粉进行检查, 发现在部分雄性不育中只有5—10%的花粉是有活力的。

部分不育系与能育系进行杂交, F_1 世代是完全能育的, F_2 世代中出现分离, 这说明可育性对于不育性来说是显性的。大豆是一种相当严格的自花授粉植物, 但是, 部分不育系和能育系种植十分靠近的情况下仍能够得到一定数量的自然杂交的种子。Caviness (1970) 等人所采用的自然杂交方法是这样的: N571—65 完全可育系, 有灰白色短茸毛, 紫花; R60—136 部分不育系, 有黄褐色短柔毛, 白花。两品系相间种植, 利用茸毛颜色作为自然杂交的标记, 他们发现这样两个品系之间自然杂交的成功率大约在0.26—11.21%, 比完全可育系之间的自然杂交率高45倍以上。

(二)

受核控制的雄性不育大豆比其能育的同胞, 豆荚数目大约少85%。这就意味着在代谢上发生了一系列的变化。Richard F. Wilson 等 (1978) 比较了雄性不育系 (ms_1ms_1) 和其可育的同胞 (MS_1ms_1) 在发育过程中碳、氮代谢的特点。他们发现 ms_1ms_1 从出苗到霜冻来临的145天之内叶子一直保持绿色。由于豆荚的减少导致雄性不育植株的叶和根系中碳水化合物的累积。雄性不育植株根中总碳水化合物的增长速度

本文1984年9月10日收到。

是能育植株增长速度的 1.7—7.6 倍 (图 1)。两种基因型的大豆根系结瘤能力没有什么不同。通常大豆根瘤固氮酶活性高峰出现于开始开花的几天,此后固定分子态氮的速度逐渐下降,到发育的后期植株含氮水平下降,提供给根部的光合产物也少了。然而在雄性不育植株中则依然维持较高的含氮水平 (图 2),而且当可育植株完全成熟时,雄性不育株的叶子还处于绿色状态。在其它作物的不育系材料中也有类似的情况,例如高粱籽粒的含 N 量,不育系高于同胞正常系几乎是绝对的。

Imsande 和 Ralston (1982) 比较了雄性不育系 (ms_4ms_4) 和它们的能育分离系 (MS_4MS_4) 对分子态氮的固定能力。根据乙炔还原测定,雄性不育植株平均固氮酶活性接近能育植株平均固氮酶活性的两倍。出苗的 100 天,能育植株固氮酶活性降到零,有的研究者认为正常植株中,在种子形成期间所产生的某些物质关闭了氮的固定,而部分雄性不育植株的固氮酶活性,在后来的两个星期中继续保持着。

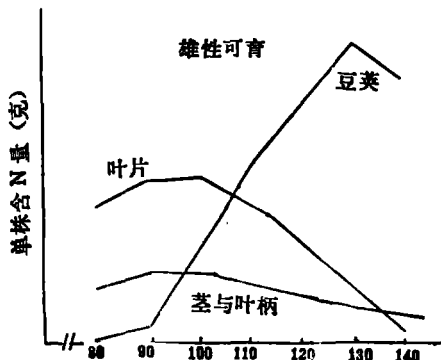


图 2. 雄性不育和雄性可育大豆植株中氮的累积 (Burton 等 1979)

Fig 2. Nitrogen accumulation in soybean plant of male-sterility and male-fertility. (Burton et al. 1979)

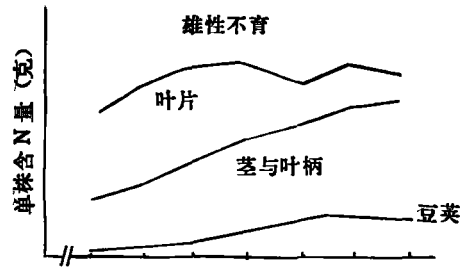


图 1. 雄性不育 ($msms$) 和雄性可育 ($Msms$) 大豆发育过程中根部总碳水化合物累积 (Wilson 等 1978)

Fig 1. Total carbohydrate accumulation in root parts of male-sterility ($msms$) and male-fertility ($Msms$) in growing soybean.

Wilson (1981) 研究了雄性不育大豆根部类脂代谢,他发现在出苗后第 110 到 140 天之间,雄性不育和可育植株的根部总类脂含量有较大差异。雄性不育系根部类脂比其可育的同胞根部类脂多 1.3—3 倍。在 140 天时根部三酰基甘油的水平,不育系比能育系高 6.2 倍。实验表明在缺少种子库存的情况下,大豆根部组织下的类脂生物化学是有改变的,雄性不育系的大豆根系成了光合产物利用的中心和贮藏库。然而,增加根的生长和根的代谢活动与根瘤固氮能力的关系,还不十分清楚。

(三)

盖钧镒 (1984) 对雄性核不育基因 Ms 位点的分离比率进行了概括, 他指出雄性不育的基因型通常在一个保持系中保存, 这种保持系是杂合体 $Msms$ 的后裔, 它具有 $1/4msms$, $1/2Msms$ 和 $1/4 MsMs$ 。 $msms$ 为需接受雄性可育基因型花粉才能结果较多的雄性不育材料。在保持系中, 从 $msms$ 可以在下一代预期得到 $1/3msms$ 及 $2/3 Msms$ 的比例。若要避免接受原 $msms$ 的细胞质, 可用可育植株产生具有其他细胞质的 $msms$ 。在这种情况下, 分离比率将为 $1/6 msms$ 、 $1/3 Msms$ 、 $1/2 MsMs$ 。

目前, 大豆雄性不育系主要应用于大豆的群体改良。我们知道, 植物育种的程序往往使种质的多样性受限制, 因此许多育种家十分强调利用轮回选择来培育种质群体。一般来说, 改良植物种群的轮回选择是在异花授粉的种类中应用。后来, 一些研究者报导了在大麦、大豆等作物中进行轮回选择的程序。但在大豆这样的作物中, 要得到大量的杂交种子是较困难的。为了克服这一困难, 一些研究者, 如 Carter, Burton 和 Young 致力于研究核控制的雄性不育特性的转移。以便利用遗传上的雄性不育, 省去费时费工的人工杂交, 而利用昆虫传粉进行自然杂交。在他们实验中, 有一些品系在后代能够分离出不育的植株, 但某一个遗传标记性状, 为隐性纯合子, 这样的一些品系周围种植带显性标记基因的轮回亲本。标记是用来鉴定轮回亲本与雄性不育杂种所形成的后代。这些杂种自交形成的种子用于与轮回亲本一起形成一个杂交群体。在这个群体里, 所分离出来的植株, 凡表现出显性标记的都被剔除, 这样, 在这个杂交群体中任何雄性不育植株的那个遗传标记都是隐性的, 轮回亲本与雄性不育株的杂交又可通过显性遗传标记得到鉴定。

Carter 等人按照如下的程序使雄性不育性掺入到有优良遗传背景的大豆中去:

1. 分离雄性不育性的植株 (这些植株对某一遗传标志来说为隐性纯合子) 周围种上雄性可育的轮回亲本 (对那个遗传标志来说具有显性基因)。如果品系之间花期不同, 要调整种植时间, 使它们同时开花。

2. 这种天然杂交的区组应当有几条边行。这些边行对于那个遗传标志来说也是隐性的, 为的是进一步分离出严格的群体。边行可以是栽培品种, 也可以是常规育种中得到的品系。

3. 在成熟时收获分离株中杂交了的种子。这些分离株表现出雄性不育的特征 (如减少植株的结实率)。

4. 播种来自第 3 步的杂交种子, 摒弃遗传标记为隐性的植株。

5. 增加第 4 步选择到的杂种植株的自交种子, 此杂种植株在一个杂交区组中处于轮回亲本的包围之下, 在结荚之前剔除具有显性标志的植株。杂交区组旁边的边行遗传标志应仍为隐性。

6. 重复从第 3 步开始的程序直到获得所需的回交次数。

Brim 和 Young (1971) 报道了一个大豆雄性不育系为隐性单基因 (ms_1ms_1) 遗

传, 他们发现其花粉实际上完全无生活力, 这个雄性不育植株与能育同胞相间种植, 在 North Carlson 的条件下, 行距 46 厘米, 结籽 0—100 粒。[每株平均结 35—40 粒种子。99% 以上的种子是来自天然杂交。

Brim 和 Staber (1973) 首先报道了一个大豆轮回选择的图式。在这个图式中每个轮回选择的周期包含三个世代。其基本内容是: 通过互交以产生一轮回选择的基本群体。其第一步将 ms 基因转育到亲本品种, 然后将雄性不育亲本混合, 使之天然互交。由于以一个 $msms$ 植株所得的种子数量, 往往不足以做产量鉴定, 这时可以加一代以增加种子量。他们还讨论了利用雄性不育系进行轮回选择的群体大小和选择强度等各因素。

轮回选择的周期在某些非产量性状, 如含油量, 含蛋白质量一缺铁黄化等, 有显著的选择进展。例如 Burton 等人 (1983) 在降低大豆亚麻酸的育种工作中, 将 6 个品系与具有高油酸含量的雄性不育 (ms_2ms_2) 保持系 N69—2774 杂交, 产生一个大群体。在这个群体中进行了以增加油酸为目的的 4 个周期的轮回选择。在第 4 轮之后还继之以半同胞内部的家系选择。在每一轮中通过昆虫传粉实现被选择的雄性不育株和雄性可育株之间的天然杂交。结果大豆油分中油酸含量以 24.8 增加到 33.0%。他们还发现环境因素和轮回选择的群体之间存在着相互关系。雄性不育系在大豆群体改良中应用是不可忽视的。

总之, 利用大豆不完全核不育作轮回选择的基础亲本, 不管原始种或后代转育的材料, 高代群体中, 或系选后代中, 要注意不育株的剔除, 以免减产。

标志基因要选较明显的, 如高粱、谷子的紫苗。大豆叶形标志虽好, 但亦过苗期, 下胚轴颜色可以利用。

主 要 参 考 文 献

- [1] 盖钧镒 1984: 美国大豆育种的进展和动向。大豆科学, 3, 70—80.
- [2] Birm, C. A. and Stuber, C. W. 1973: Application of Genetic Male Sterility to Recurrent Selection Schemes in Soybeans. *Crop Sci* 13, 528—530.
- [3] Birm, C.A. and Young, M. F. 1971: inheritance of a Male-Sterile Character in Soybeans. *Crop Sci*. 11, 564—566.
- [4] Burton, J. W. and Brim, C. A. 1981: Recurrent Selection in Soybeans. III. Selection for Increased Percent oil in Seeds *Crop Sci*. 21, 31—34.
- [5] Burton, J. W. and Carter, T. E. 1933: A Method for Production of Experimental Quantities of Hybrid Soybean Seed. *Crop Sci*. 23, 288—390.
- [6] Burton, J. W., Wilson, R. F. and Brim, C.A 1979 Dry Matter and Nitrogen Accumulation in Male-sterile and Male-fertile Soybeans. *Agron. J.* 71, 548—552.
- [7] Burton, J. W. Wilson, R. F. and Brim, C. A. 1983: Recurrent Selection in Soybeans. IV. Selection for Increased Oleic Acid Percentage in Seed Oil. *Crop Sci*. 23, 744—747.
- [8] Carter, T. E., Burton, J. W. and Young, M. F. 1983: An Efficient Method for Transferring Genetic Male Sterility to Soybean Lines. *Crop Sci* 23, 287—388.
- [9] Caviness, C. E., Waters, H. J. and Johnson, D. L. 1970: A Partially Male Sterile Strain of Soybean. *Crop Sci.*, 107—108.
- [10] Compton, W. A. 1968: Recurrent Selection in Self-Pollinations Crop Without Extensive Crossing. *Crop. Sci.* 8, 773.
- [11] Hedley, H. H. and Starnes, W. J. 1964: Sterility in Soybeans Caused by Asynapsis. *Crop Sci*. 4, 421—424.
- [12] Imsande, J. and Ralston, E. J. 1982: Dinitrogen Fixation in Male-Sterile Soybeans. *Plant Physiol*. 69, 745—746.
- [13] Wilson, R. F. 1981: Root Lipid Composition and Metabolism in Genetic Male-Sterile Soybeans. *Crop. Sci*. 21, 69—72.
- [14] Wilson, R. F., Burton, J. W., Buck, J. A. and Brim, C. A. 1978: Studies on Genetic Male-Sterile Soybeans. I. Distribution of Plant Carbohydrate and Nitrogen During Development. *Plant Physiol*. 61, 838—841.