

水稻轮回选择育种研究的现状与前景*

吴长明 傅秀林

(吉林省农科院水稻所,公主岭 136100)

提 要 本文重点介绍了发现和利用光敏核不育水稻之后水稻轮回选择育种研究的现状,在水稻育种中利用该方法的特点和开展该领域研究的问题与对策。

关键词 水稻;轮回选择;光敏核不育

早在 20 世纪 10 年代末 Hayes 和 Garber(1919)、East 和 Jones(1920)就分别提出了轮回选择育种的设想。1945 年 Hull 在玉米育种中提出了轮回选择的详细方案。此后轮回选择方法广泛应用于玉米育种(重点是自交系的改良)中。近 20 年来,由于遗传资源的相对贫乏,育种家们越来越重视这一方法的研究和应用,并已从异花授粉作物扩展到自花授粉作物和常异花授粉作物,如大麦、小麦、大豆、棉花、烟草和向日葵等的育种工作中。

水稻轮回选择育种的探索始于细胞质雄性不育系(cms)的发现(Brim 和 stuberm, 1973)。之后,光敏核不育材料的发现和不断深入研究使该领域的探索日益受到了重视。本文旨在介绍本领域的研究动态,提出一些观点以供商榷。

1 水稻轮回选择育种方法的理论基础和特点

轮回选择育种是通过随机互交——选择——鉴定为一轮的程序,轮复一轮地将多个亲本上的一些由多基因控制的优良性状逐步转移积聚到优良个体上,形成性状水平日臻完善的改良群体,以便从中选育出新的优良品种或自交系。从遗传学意义上讲,它即可利用多基因控制的加性效应创造出超亲优势,也能利用质量性状的分离重组获得优异重组体(即超亲个体),因此是超亲育种的重要方法。

水稻轮回选择与玉米等异花授粉作物的轮回选择在育种原理上是共通的,但在做法上有其自己的特点。

1.1 水稻轮回选择育种既可兼顾长、短期育种目标,也可将常规品种选育与杂交稻优良遗传工具的选育有效地结合起来(雷建勋等,1990)

轮回育种的提出和利用,其主要目标是长期持续地改良作物(尤其是玉米)育种群体的遗传组成。水稻雄性不育材料的加入,使之能在改良群体的同时不断地从分离群体中选择目标单株,转入常规的系统选育程序,从而在短期内选育出符合生产需要的优良品种(系)(吴长明等,1994)。由于水稻群体中含有雄性不育的遗传组分,因此在分离后代中必然出现一些具恢复育性能力的可育株和能被其恢复育性的不育株,由此便可进一步选育优良的不育系和恢复系。

1.2 水稻轮回选择育种既能改良数量性状,也可实现优良质量性状的重组

水稻的经济性状大多是数量性状,受微效多基因的控制,要想通过常规杂交的方式选出在多个位点上为纯合基因的个体很困难。假如某性状受10对基因控制,则10对基因均纯合的基因型频率是 $(\frac{1}{4})^{10}$,其出现机率是很小的。这些基因是微效的,易受环境条件的影响,基因之间又存在着互作等复杂关系,要想准确地选择优良单株确实相当困难。轮回选择通过一轮又一轮地进行优良个体间的互交、选择和鉴定,可不断将存在于不同个体的优良基因积累起来,提高育种群体中优良基因和优良基因型的频率,增加选择优异个体的机会。与此同时,也能将控制不同优良质量性状的主效基因重组叠加起来,达到选育高产、优质、多抗、广适应性优良个体的目的。

1.3 水稻轮回选择育种程序灵活多样

首先,水稻轮回选择基础群体的建立除可采用其它自花授粉作物采用的方法外,还可利用不育系和常规品种各组分等量混合、自由杂交等方式(吴长明等,1994)。其次,上下轮回之间的过渡形式可以多样化,既可以上一轮选择优良可育株和不育株直接组成新一轮群体,也可在新一轮建立时按照改良群体的目标直接加入新的基因类型。第三,其后代选择也十分灵活,既可直接选择,也可间接选择,不同轮回世代均可进行选择。

1.4 具有较高的遗传变异水平

轮回选择群体中含有丰富的遗传类型,不同基因型相互杂交后又在其后代群体中择优互交,使群体中的变异类型越来越丰富,群体的遗传变异幅度也越来越大。随着轮回选择次数的增加,群体的遗传基础不断得到改良,变异的个体性状水平也相应提高。

2 水稻轮回选择育种研究的现状

关于轮回选择育种方法的研究在异花授粉作物中做了大量的研究,到目前为止已见报道的轮回选择方法有十多种,且大多数在玉米育种中得到了应用。

自花授粉作物中的研究较多的还是利用雄性不育材料开展轮回选择研究,如我国在1972年发现太谷核不育材料后提出开展轮回选择并已付诸实施,美国发现大豆核不育并开展了轮回选择育种研究(Hanson等,1967)。

20世纪30年代有人曾提出在异交率低于1%的水稻中难以直接应用轮回选择技术,后来中国发现和利用了雄性不育系,罗林(1984)提出轮回选择法可利用于水稻改良。近几年来,水稻育种工作者正探索利用雄性不育材料(尤其是光敏核不育材料)开展轮回选择育种。胡继银(1992)提出在籼粳亚种间杂交种应用双列轮回选择育种的方法,即在轮回选择中设计籼列和粳列,先将双列分别混栽混选(列间隔离),然后双列相邻种植,在进行集团内自交和异交的同时也进行集团间杂交(亚种间杂交)。靳德明等(1987)提出了利用光敏核不育特性开展轮回选择的新设想——联合选择体系并已开始进行探索。雷建勋(1990)认为水稻轮回育种中利用光敏核不育特性有两方面的优点:一是能将选育光敏核不育材料和常规品系有机地结合起来,使两者的选育同步进行;二是在短日条件下种植上一轮异交种时不会出现不育株的分离,可直接对上轮的异交种进行后裔鉴定,便于选择具有优良基因型的异交种后代组成下一轮回选择群体。吴长明等(1994)在探索光敏核不育材料在寒冷稻作区的利用时,提出了光敏核不育材料与常规品系混合自由异交建立轮回群体的简单方法。

池桥和藤卷(1979)论述过利用水稻ms基因进行轮回选择的途径,其主要内容是:(1)

原始群体的各种基因型广泛互交；(2)随机交配后从不育个体(ms)收获异交种子并种植至 G_2 代(G 为轮回世代)；(3)在 G_2 代选择可育株($Msms$)形成 G_3 混合群体,其余的入选材料可纯化为自交系材料进行测试或从中选出做为亲本利用的材料；(4)从 G_2 代或 G_3 代重新开始另一轮回选择。藤卷等(1977,1979)提出了利用ms促进的轮回选择法同回交育种法相结合的一些方案(MSBC),其主要特点是通过两代回交将特定基因导入杂种群,并通过轮回选择获得轮回亲本全部性状同供亲本某特定性状相结合的分选个体。罗明(1984)认为MSBC适用于短周期内改良某一由主效基因控制的性状。Jensen(1970)提出了对禾谷类作物进行综合性状改良的QSM(即双列选择交配体系)法。

国际水稻所的Khush(1979,1983,1984)曾研究利用轮回选择法进行雨灌低田水稻的品种改良,认为用IR36(ms)作为轮回亲本同具有高产潜力、基因多样性、生物学产量高和库容较大的一群优良供体亲本杂交形成基础群体,通过反复轮回选择达到品种改良的目的,并认为采用此法可改良水稻品种对纹枯病的抗性。雷建勋等(1990)利用光敏核不育系31011S、31013S、31105S和31111S为母本与12份常规品系杂交,在轮回后代中选育光敏核不育材料和常规品系。吴长明等(1984)利用光敏核不育材料在寒冷稻作区开展轮回选择育种,选出了4份与当地品种差异大、产量性状好的株系。

3 水稻轮回选择育种中的问题和对策

轮回选择方法已在玉米育种中应用了近50年并取得了显著成效。在水稻育种中也开始研究了十几年,但至今尚未选育出可在生产上推广的品种(系),主要是该法在水稻育种中利用尚存在以下一些问题。

3.1 基础材料在一定程度上限制了这种方法的发展

水稻的异花授粉率低于1%,用人工杂交的方法开展轮回选择育种极其困难。现在利用雄性不育材料又存在两方面的问题:一是利用雄性不育系时,正常品种需要具有育性恢复能力,有限的细胞质雄性不育系和恢复系资源制约着它的广泛开展。二是光敏核不育材料的利用虽可解决恢复系资源窄的问题,但其本身的育性稳定性较差和异交结实率低等问题又限制着轮回选择育种的快速发展。

3.2 轮回选择后代的群体庞大,限制了该育种方法的普及利用

轮回选择育种群体的遗传基础复杂,如群体过小必然会有许多有利基因丢失,影响选择效果。但庞大的群体占地面积大,许多试验地有限的单位无法承受。

3.3 目标性状的选择(尤其是质量性状)较普通的育种方法困难

轮回选择后代的群体较大,从中选择优良个体比较困难。同时其种植面积较大,地力差异相对较大,影响了不同个体的表现条件,也会导致部分优良个体的漏选。

总之,水稻轮回选择育种既有其优势性,又有局限性,但作为一条长远育种战略和近期育种相结合的有效途径,作者认为应从以下几方面着手开展广泛的探索:一是拓宽遗传资源与改良重要性状相结合。注意选用各种不同类型的雄性不育和可育资源,同时适当地选用一些亲缘关系较远的材料充实轮回群体,增强群体后代的杂种优势和加大变异幅度。二是根据本地区育种的主要目标加大具有目标性状的亲本比例。譬如我们现在的主要目标是改良米质,当建立基础群体时,在考虑群体构成材料的产量和抗性水平的同时,重点应注意多选用一些优质亲本,以加大其在后代中的基因频率。三是选育优良株系和选育优良不育系相结

合。理论上轮回群体中来自不育亲本的基因频率应为 $\frac{1}{2}$ 。因此,不断地改良不育材料应当和选择优良株系同等重要。四是采取正确的方法提高群体的异交结实率。可以将杂交稻制种中采用“920”等激素增加异交率的方法移植到轮回选择育种的基础群体中以提高异交率,同样也可以采用诸如割叶等人工辅助方法提高异交结实率。

参 考 文 献

- 1 靳德明等. 中国农业科学. 1987, 20(1) : 6—12
- 2 罗林. 水稻文摘. 1984, (11) : 1—6
- 3 雷建勋等. 华中农业大学学报. 1990, 9(4) : 491—493
- 4 石明松等. 遗传学报. 1986, 13(2) : 107—112
- 5 胡继银. 作物研究. 1992, 6(2) : 37—38
- 6 秦泰辰. 中国农业科学. 1989, 22(4) : 25—32
- 7 蔡旭主编. 植物遗传育种学. 科学出版社. 1989
- 8 吴长明等. 吉林农业科学. 1994, (3) : 17—20
- 9 张树榛主编. 植物育种学. 北京农业大学出版社, 1989, 83—92
- 10 Gilmore, E. C. Jr. Crop Science, 1964, (4) : 323—325
- 11 Avey, D. P. et al, Crop Science, 1982, (22) : 908—912
- 12 Bush, R. H. et al, Crop Science, 1982, (22) : 568—572
- 13 Chandhanamutt, P. et al, Crop Science, 1973, (17) : 470—473
- 14 Loeffler, C. M. et al, Crop Science, 1983, (23) : 1097—1101
- 15 Meneal, F. H. et al, Crop Science, 1978, (18) : 779—782
- 16 Swanson, M. R. et al, Crop Science, 1974, (14) : 630—636
- 17 Hallauer, A. R. et al, Crop Science, 1970, (10) : 315—316
- 18 Gallais, A. , Plant Breeding, 1991, 107(4) : 265—274

PRESENT STATUS AND ASPECTS OF RECURRENT SELECTION IN RICE

WU Changming

(Rice Res. Inst. , Jilin Acad. of Agri. Sci. , Gongzhuling, 136100)

Abstract: In this paper, the present status of research on Rice Recurrent Selection Breeding was summarized, after photosensitive genic male sterile rice was discovered and utilized. Its durability was revealed, problems and countermeasures of the research were discussed.

Key words: Rice, Recurrent selection, Photosensitive genic male sterile.