

中国选育水稻核雄性不育系的研究进展

Advance in Breeding Nucleogenetic Male-sterile Rice in China

黄群策

(湘潭师范学院生物系, 副教授)

在生产上大面积利用水稻杂种优势来提高单位面积的稻谷产量,在很大程度上依赖于选育出具有实用价值的水稻雄性不育系。中国籼型三系杂交稻在生产上大面积推广应用则主要受益于成功地选育出“野败”核质互作型雄性不育系。自 80 年代后期开始,中国掀起了培育两系杂交稻的热潮,这一科研项目是否成功,决定于能否选育出具有实用价值的水稻核雄性不育系。

一、研究简史

中国水稻核雄性不育材料的研究始于袁隆平 1964 年分别在胜利籼、洞庭早籼和早粳 1 号稻田中寻找自然雄性不育突变株。经过多年的选育和研究后确定,这一类雄性不育株属于普通核雄性不育材料,即其雄性不育性受细胞核内单一一位点上的一对隐性雄性不育基因控制,因而很难找到相应的保持系。1969 年袁隆平将其所选育的一套水稻核雄性不育材料定名为“C 系统材料”,并根据这类材料中无半不育现象和容易找到强恢复系的特点,提出利用混合法和三交法来利用这类核雄性不育材料。随后,由于发现了“野败”材料,1973 年实现了以“野败”为基础的籼型三系配套。自此,中国杂交稻育种家们对“C 系统材料”的研究热情逐渐消失。

安徽省芜湖地区农业科学研究所鉴于核雄性不育材料找不到保持系,试图通过培育具有显性标记性状的恢复系与高不育材料进行杂交制种,在下一个世代的秧田中,根据标记性状区分杂种和核雄性不育株的方法来利用水稻的杂种优势。1974 年,该所以天然籼粳杂交后代群体中的雄性不育株为材料,培育出不育株率为 98%,不育度为 90% 以上的鉴₉₉等 5 个两用核雄性不育系;同时,从泾县紫稻中选育出紫色性状稳定、丰产性较好的恢复系 8—3,实现了两系配套,制出了强优势杂交种子。但是,由于此类核雄性不育系的不育性受温度的影响比较明显,年际之间杂交种与自交种的比率不稳定,

在生产上难以直接利用,因而未能大面积投入生产。

石明松在水稻品种农垦₅₈(*O. sativa* L. subsp. japonica)的稻田中发现自然雄性不育突变株,经过多年的选育和研究后将其定名为“湖北光周期敏感核雄性不育水稻”,简称为 HPGMR。这种水稻核雄性不育材料的育性特点是,在长日照高温的夏季条件下表现为雄性不育,而在短日照低温的秋季条件下则表现为雄性部分恢复,可获得部分自交种子。80 年代初,这种水稻材料引起了我国生物学界的广泛关注。80 年代中后期,袁隆平提出杂交水稻超高产育种的设想,对这种水稻(简称为两用核不育系)的研究给予了高度评价,由此引起了国内外杂交水稻育种家们的极大兴趣,掀起了以选育水稻两用核不育系为基础的两系杂交稻的研究热潮。

二、研究现状

中国继石明松等选育出农垦₅₈及其衍生系等两用核不育系之后,全国许多水稻育种单位已寻找出多种新质源两用核不育材料,由此培育的新质源两用不育系有安农 s-1、衡农 s-1、5460s 和 CIS₂₈₋₁₀及其衍生系。据不完全统计,国内选育的两用核不育系已超过 100 个,这为两系杂交稻组合的选育提供了丰富的物质基础。

值得注意的是,大量的研究结果表明,这些两用核不育系在育性表现上的一般规律是:在长日照高温的夏季条件下雄性不育性稳定的两用核不育系在短日照低温的秋季条件下往往表现为自交结实率低,即育性转换的临界起点温度比较低的两用核雄性不育系其雄性不育性比较稳定,表现雄性不育的持续时间比较长,夏季条件下自然温度的波动很难使其育性发生不正常的逆转,用作杂交母本在夏季进行杂交制种则不会有潜在危险。但利用这类两用核不育系有待解决的关键问题是,这类不育系在秋季条件下育性转换的时间比较迟,雄性难以恢

复或恢复不明显,自交结实率低。另一方面,在短日照低温的秋季条件下自交结实率比较高的两用核不育系在长日照高温的夏季条件下其雄性不育性往往会因自然温度的异常波动而发生育性逆转,即育性转换的临界起点温度比较高的两用核不育系容易自交结实,繁殖产量比较高,但其雄性不育性不够稳定,雄性不育的持续时间比较短,外界环境中的温度波动很容易使其育性发生不正常逆转,用作杂交母本在夏季条件下进行杂交制种则有很大的潜在危险。由此可见,利用这类核不育系要解决的关键问题是,它们在夏季条件下育性容易发生不正常的逆转。

当前我国所选育的两用核雄性不育系的实用价值还难以预料,今后工作的重点在于通过适当方式选育出在夏季条件下雄性不育性稳定,而在秋季条件下自交结实率较高的两用核不育系,由此缓解其育性稳定性与自交结实率的矛盾。

三、新途径探索

在选育和利用两用核雄性不育系来培育两系法杂交稻的过程中,缓解两用核雄性不育系的育性稳定性与自交结实率的矛盾具有重要的现实意义。为此,寻找和探索利用水稻核雄性不育材料的新途径将是两系法杂交稻研究中一项重要的内容之一。

1. 利用化学杀雄剂防止两用核不育系发生育性波动

杂交稻种子纯度是其增产的基础,而杂交稻种子的纯度与其亲本的纯度密切相关。对于育性转换的起点温度比较高,秋季条件下自交结实率也比较高的两用核不育系,在夏季条件下用作杂交母本进行杂交制种时要特别注意自然温度的异常波动有可能诱导其雄性不育性发生不正常逆转。解决这一问题的方法之一就是利用化学杀雄剂来消除这类两用核雄性不育系的潜在危险。笔者1989年的研究表明,利用浓度为200ppm的杀雄剂在育性转换起点温度比较高的两用核不育系CIS₂₈₋₁₅进入减数分裂期进行处理,能有效地消除异常低温对其育性的诱导效应,从而使CIS₂₈₋₁₅在夏季异常低温的自然条件下仍然保持雄性不育。由此可见,在长日

照条件下利用低浓度杀雄剂对水稻两用核不育系进行处理,可以达到抵销因温度波动所引起的育性转换失控和促进其保持雄性不育的效果。

2. 利用育性调节剂促进两用核不育系提早进行育性转换

在秋季自然条件下,两用核不育系自交结实率的高低与其实用价值密切相关。对于那些在夏季和秋初自然条件下雄性不育性相当稳定,雄性不育的持续时间比较长,但在秋末自然条件下自交结实率比较低的两用核不育系而言,在夏季条件下用作杂交母本进行杂交制种则没有潜在风险,其实用价值主要决定于是否能提高其自交结实率。

通过化学杀雄法来利用水稻杂种优势的途径目前尚存在一些问题有待解决,其中最大的问题就是被杀雄剂处理后该材料的雄性不育株率和不育度很难达到90%以上,因而降低了杂交种的种子纯度。水稻育种家们一致认为,通过化学药剂的处理,使育性完全正常的水稻转变为雄性完全不育且其它农艺性状均适合于异交结实的水稻,是比较困难的。

以化学杀雄法为借鉴,反其道而行之,即利用育性调节剂促使两用核不育系在适当条件下提早进行育性转换,由雄性完全不育转变为雄性部分恢复,提高自交结实率,这是一条容易达到目的的新途径。笔者1993年利用育性调节剂FR₁对育性稳定的两用核不育系CIS₂₈₋₁₀所作的处理结果表明,在秋季自然条件下FR₁对CIS₂₈₋₁₀的育性诱导效果很明显,提高了CIS₂₈₋₁₀的自交结实率,这对于水稻两用核不育系的利用具有一定的现实意义。

3. 利用化学药剂诱导核不育材料产生二倍体无融合生殖种子

对于雄性不育性稳定,在自然条件下难以收到自交种子的核不育材料,解决其自交结实问题是利用此类材料的关键。通过利用化学药剂诱导这类材料产生二倍体无融合生殖种子,以此保持其种性的稳定性则可能是利用此类核不育材料的一条值得探索的新途径。关于这一新途径的探索目前已引起了一些水稻育种家们的兴趣,但尚未见到有关研究结果的公开报道。

(责任编辑 王宏章)