

几种小麦雄性不育系育性恢复性的比较研究

陈庆富, 覃亚, 谭武芳, 刘漂, 杨天飞

(贵州师范大学生物技术与工程学院植物遗传育种研究所, 贵州贵阳 550001)

摘要: 以三种小麦胞质雄性不育系(Q型不育系、T型不育系和AL型不育系)与13个Q型胞质恢复系进行杂交,以花粉碘染率为指标,比较研究了不同恢复系对不同不育系的恢复度。研究发现,尽管Q型胞质恢复系本身育性正常,但它与Q型不育系杂交后所得 F_1 代,育性有较大变幅,花粉碘染率0.1777~0.7747。有些恢复系如QR3、QR3-37、QR30207等对AL型不育系、恢复系QR2-143对T型不育系的恢复度(杂种花粉碘染率)较高,达0.85以上。在对供试恢复系对不同不育系的恢复度进行t检验后发现,这三种不育系在恢复程度上无显著差别,说明它们可能是同类不育系,或者可能是所涉及的恢复系具有广泛恢复能力。在上述三种类型不育系中,QA92-8的可恢复程度偏低,其原因可能是其核遗传背景不同。

关键词: 杂交小麦; 胞质雄性不育系; 育性恢复; 结实率

中图分类号: S334.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2005)01-0062-04

Comparative study of fertility restoring properties on various male-sterile lines of common wheat

CHEN Qing-fu, QIN Ya, TAN Wu-fang,
LIU Piao, YANG Tian-fei

(*Institute of Plant Genetics and Breeding, School of Biological Technology and Engineering, Guizhou Normal University, Guiyang 550001, China*)

Abstract: There were three types of cytoplasmic male-sterile lines(Q-type, T-type, and AL-type A-lines) of common wheat used in crosses with 13 Q-type restoring lines(R-lines) with Q-type cytoplasm. The restoration scale of their hybrids were comparatively studied by means of the rate of dyed pollen grains in I_2 -KI solution. The results showed that, although the R-lines with Q-type cytoplasm had normal fertility, the hybrids of the R-lines as male parent with Q-type A-lines had the fertility with range of 0.1777~0.7747. Among them, some R-lines such as QR3, QR3-37 and QR30207 so on had high restoring scale(>0.85) to AL-type A-line. The R-line such as QR2-143 had high restoring scale(>0.85) to T-type A-line. The comparison(t test) of fertility restoration of the same R-lines to different types of A-lines, however, showed that the three types of A-lines had not got significant difference from each other in fertility restoration properties. Among the above three types of sterile lines, QA92-8 had lower fertility restoration than TA93-7 and AL93-7, which maybe caused by different nuclear genetic background.

Key words: hybrid wheat; cytoplasm male sterility; fertility restoration; grain set;

杂交小麦的广泛研究始于1962年Wilson & Ross首次育成T型胞质(*T. timopheevii* 细胞质)不育系并完成“三系”(不育系、保持系和恢复系的简

称)配套以后。四十多年来,尽管人们发现了多种不育系,如T型、K型(具有*Aegilops kotschyi* 细胞质)、V型(具有*Ae. ventricosa* 细胞质)、Al型(普通

收稿日期: 2003-09-25 修订日期: 2004-01-24

基金项目: 贵州省优秀人才基金(黔科教办(2001)3号)

作者简介: 陈庆富(1966-),男,贵州沿河人,教授,博士,长期从事小麦和荞麦的遗传、进化与育种研究。E-mail: cqf1966@163.com

小麦细胞质)、Q型(具有燕麦细胞质)等多种不同胞质不育系,并较全面地研究了其恢复性、恢复源、杂种优势等(赵寅槐等,1996;黄铁城,1990;黄铁城等,1985;Chen,2003;陈庆富等,1994,1998;McIntosh,1987;Murai,2002;Nettevich等,1970)。然而至今未能培育出能大面积推广的杂交小麦。其原因主要是已有“三系”具有一些缺点不易克服(赵寅槐等,1996;黄铁城,1990;Chen,2003;陈庆富等,1994,1998;McIntosh,1987;Murai,2002;Nettevich等,1970)。主要是:(1)不育系不理想。不育性不易完全恢复,不育系种子不饱满、易穗发芽等。(2)恢复系不理想。恢复度高的材料很少,恢复度不稳定,恢复不彻底,恢复源窄。(3)杂种优势不强。其原因主要是由于育性恢复不彻底及种子不完全饱满所致(黄铁城,1990;陈庆富等,1994,1998)。这种情况可称为育性和生活力恢复不完全现象。因此,研究对不育系彻底恢复的方法、选育出能被彻底恢复的胞质不育性和能彻底恢复不育系的恢复系,对于杂种优势理论研究和杂种优势育种具有重要意义。

表 1 供试材料及其细胞质类型和特点

Table 1 Materials used in this study and their cytoplasm

材料名称 Accessions	细胞质类型 Cytoplasm	特点 Property
QA92-8	Q型	A-line
AL93-7	AL型	A-line
TA93-7	T型	A-line
白兔 3	正常	B-line
绵 93-7	正常	B-line
绵阳 26	正常	B-line
贵农 11	正常	B-line
QR2-143	Q型	R-line
QR3	Q型	R-line
QR3-37	Q型	R-line
QR30179	Q型	R-line
QR30206	Q型	R-line
QR660	Q型	R-line
QR666	Q型	R-line
QR668	Q型	R-line
QR669	Q型	R-line
QR676	Q型	R-line
QR716	Q型	R-line
QR720	Q型	R-line
QR835-1	Q型	R-line

1 材料与方 法

测验种为三种小麦胞质雄性不育系(Q型不育系、T型不育系和AL型不育系)。被测系为13个Q型胞质恢复系。此外,还有具正常细胞质和正常

育性的四个保持系(白兔3号、绵93-7、贵农11和绵阳26)作为对照(表1)。

本试验在贵州师范大学生物园进行。所有材料均于1999年6月25日种植于大田中。于1999年9月以不育系为母本、恢复系为父本配制所有组合。各组合杂交种子及其亲本等材料于1999年10月10日经室内发芽后移栽于大田。株间距在10cm以上。各组合随机排列。待麦穗主穗或次主穗刚抽出但还未扬花时,取穗子单边的每个小穗基部的一个小花中的一个较好花药,于Cannoy I固定液中固定2h以上,用碘-碘化钾染液(0.6% I₂-1.2% KI溶液)染色观察其花粉粒的碘染率。一般每材料观察5个穗子(株)以上,所有已采集花药都被检查。然后,计算此材料花粉粒碘染率。碘染率=染黑的花粉粒数/花粉粒总数×100%。用碘染率衡量恢复系对不同不育系的恢复程度。最后用成对数据的t检验方法检验不同不育系间恢复度的差异。

2 结果与分析

所有亲本及杂种F₁植株花粉碘染率观察结果见表2~7。

2.1 四种保持系和三种不育系的花粉碘染率观察

从表2、3可看出,(1)四种保持系的花粉碘染率都在83%以上,说明试验条件是正常的。(2)三种不育系均表现为高度不育,花粉碘染率仅1%左右。

表 2 几个正常品种或品系的花粉碘染率

Table 2 The rate(x) of dyed pollen grains in some wheat varieties or lines

保持系 B-line	花粉粒总数 Number of pollen grains	花粉粒碘染率 Rate of dyed pollen grains (x)
贵农 11	1 351	0.837 9
白兔 3	4 199	0.941 2
绵 93-7	3 296	0.844 1
绵阳 26	3 271	0.882 6

2.2 不同恢复系对 QA92-8 不育系的恢复程度

从表4中可以看出,尽管恢复系(为同质恢复系,即都是具有Q型不育细胞质的恢复系)本身育性是正常,但是它们与Q型不育系杂交后产生的杂种F₁代,育性有较大变幅,其花粉碘染率为0.1777~0.7747。这说明恢复基因纯合时的育性比杂合时的育性要好得多,原因可能是杂种比亲本父本恢复系的恢复基因少一半所致。这表明恢复基因剂量

显著影响不育系的育性恢复。

2.3 不同恢复系对 AL93-7 不育系的恢复程度

从表 5 中可以看出,不同恢复系的恢复度有一定的差异,其花粉碘染率为 0.627 8~0.905 6。其中,QR3、QR3-37、QR30206 的恢复度最好,可达 0.85 以上。

表 3 三种不育系的花粉碘染率
Table 3 The rate(x) of dyed pollen grains in three A-lines

不育系 A-line	花粉粒总数 Number of pollen grains	花粉粒碘染率 Rate of dyed pollen grains(x)
QA92-8	2 426	0.008 7
AL93-7	1 532	0.007 8
TA93-7	1 622	0.011 1

2.4 不同恢复系对 TA93-7 不育系的恢复程度

从表 6 可以看出,不同恢复系对 TA 不育系的恢复度也有一定差异。其中,恢复系 QR2-143 对不育系 TA93-7 有高的恢复性,其杂种花粉粒碘染率达 0.85 以上,显然其育性已达正常水平。

2.5 几种恢复系对三种不育系恢复性的比较分析

将同一恢复系与不同不育系的杂种 F_1 花粉碘染率资料汇总并对不同不育系间的恢复性差异进行成对数据的 t 检验分析(表 7)。从表 7 可以看出,几种恢复系在对不育系 QA92-8、TA93-7、AL93-7 的恢复度上无显著差异,这说明三种不育系的恢保关系可能相似。在上述三种胞质不育系中,不育系 TA93-7 和 AL93-7 具有相同的核遗传背景,其易恢复性是极为相似的。但 QA92-8 的可恢复程度相对偏低,其原因可能是其核遗传背景不同。

3 讨论

3.1 不育系的评价

不育系 QA92-8、TA93-7、AL93-7 均表现为高度不育,其花粉碘染率在 1%左右,说明它们的不育程度已达到生产上的可用标准。有些恢复系对它们的恢复度可达正常水平,说明这些不育系的可恢复性是可以接受的。此外,相同恢复系对这三种不育系的恢复力是相似的,不存在显著差异。其原因之一可能是,这三种不育系可能是同类并在恢保关系上相似。如是这样,则可使三种不育系的恢复系可以彼此通用,从而可提高恢复系和不育系的利用价值。但是,关于它们到底是否是同类恢复系等问题,

还有待进一步的研究。

表 4 七个恢复系与 QA92-8 不育系的杂种育性
Table 4 The rate(x) of dyed pollen grains in hybrids between QA92-8 and R-lines

恢复系 R-line	花粉粒总数 Number of pollen grains	花粉粒碘染率 Rate of dyed pollen grains(x)
QR720	2 499	0.177 7
QR835-1	2 189	0.286 9
QR660	3 156	0.583 0
QR668	1 822	0.460 9
QR3	4 160	0.627 0
QR666	2 841	0.578 0
QR30206	3 586	0.774 7

表 5 不同恢复系对 AL93-7 不育系的恢复能力(花粉粒碘染率 x)

Table 5 The rate(x) of dyed pollen grains in hybrids between AL93-7 and R-lines

恢复系 R-line	花粉粒总数 Number of pollen grains	花粉粒碘染率 Rate of dyed pollen grains(x)
QR3	2 105	0.863 2
QR666	1 951	0.744 2
QR3-37	1 419	0.905 6
QR2-143	1 431	0.786 2
QR30206	4 661	0.894 7
QR30179	857	0.627 8
QR676	2 393	0.660 3

表 6 不同恢复系对 TA93-7 不育系的恢复能力(花粉粒碘染率)

Table 6 The rate(x) of dyed pollen grains in hybrids between TA93-7 and R-lines

恢复系 R-line	花粉粒总数 Number of pollen grains	花粉粒碘染率 Rate of dyed pollen grains(x)
QR835-1	998	0.817
QR666	1 056	0.801
QR2-143	1 335	0.871
QR30206	1 118	0.693

3.2 恢复系的恢复特点及其价值

T 型胞质不育系的高恢系很少,而稳定恢复系则更少(赵寅槐等,1996;黄铁城,1985,1990;Chen, 2003;陈庆富等,1994,1998;McIntosh, 1987; Murai, 2002; Nettevich 等,1970)。Q 型、AL 型不育系也有类似问题。在 13 个 Q 型恢复系中恢复度(花粉碘染率)在 85%以上的只有 4 个恢复系。这些恢复系为杂种小麦研究中增加了新的高恢材料。

此外,具有不育胞质的恢复系统系的育性正常,但它们在不育系的杂种 F_1 代中的恢复度相差较

大,这说明恢复基因纯合与否、显性恢复基因的多少等因素对育性有很大影响。此结果与前人的研究(赵寅槐等,1996;黄铁城,1985,1990;陈庆富等,

1994,1998;McIntosh,1987;Murai,2002;Nettevich等,1970)是类似的。因此,要获得高度而且稳定恢复的杂交种,要求恢复系具有更多的显性恢复基因。

表 7 几种恢复系对不同不育系的恢复能力(杂种花粉粒碘染率 x)比较

Table 7 Comparison of the rate(x)of dyed pollen grains among hybrids of three A-lines with five R-lines

恢复系 R-line	不育系 A-line			x_1-x_3	x_2-x_3	x_1-x_2
	QA92-8(x_1)	AL93-7(x_2)	TA93-7(x_3)			
QR835-1	0.286 9	—	0.817 0	-0.530 1	—	—
QR3	0.627 0	0.863 2	—	—	—	-0.236 2
QR666	0.577 9	0.744 2	0.801 0	-0.223 1	-0.056 8	0.166 3
QR2-143	—	0.786 2	0.871 0	—	-0.084 8	—
QR30206	0.774 7	0.894 7	0.693 0	0.081 7	0.201 7	-0.120 0
Mean	—	—	—	-0.223 8	0.020 0	-0.189 9
t value	—	—	—	-1.267 3	0.219 3	-1.587 8
$t_{0.05,2}$	—	—	—	4.303 0	4.303 0	4.303 0

育种上,可将不同恢复系进行杂交,从其后代选出积聚更多恢复基因的恢复系。本研究还发现一些 Q 型恢复系可同时对 Q 型、AL 型、T 型等不育系有相似的恢复能力。这些恢复系可能具有广泛恢复特性,能同时对多种不同不育系恢复育性。这对杂交小麦的研制有一定的意义。在杂交小麦研究中,可以通过选育广泛恢复系,以提高恢复系的利用价值。

感谢四川农业大学蒋华仁教授为本研究提供了部分小麦材料和多方面的支持。

参考文献:

- 赵寅槐,周明烈,王 苏,等. 1996. T 型恢复系选育和半矮秆杂种小麦[A]. 见:庄巧生,杜振华. 中国小麦育种研究进展[M]. 中国北京:中国农业出版社,421-427.
- 黄铁城. 1990. 杂种小麦研究——进展、问题与展望[M]. 北京:北京农业大学出版社,118-122.
- 黄铁城,张爱民,王明理,等. 1985. 杂种小麦的研究[J]. 北京农业大学学报, 11(4): 215-227.
- Chen QF. 2003. Improving male fertility restoration of common wheat for *Triticum timopheevii* cytoplasm[J]. *Plant*

Breeding, 122(5): 401-404.

Chen QF(陈庆富), Zhang QQ(张庆勤). 1994. Breeding and improvement of Q-type male sterile lines and their restoring lines(Q 型小麦雄性不育系和恢复系的改良)[J]. *Seeds*(种子), (1): 3-5.

Chen QF(陈庆富), Zhou YH(周永红), Peng ZS(彭正松), et al. 1998. Studies on the distribution of hybrid chlorosis Ch1 gene and the T-type cytoplasm fertility restoring genes in Chinese endemic wheat(中国特有小麦中杂种黄化基因 Ch1 和提型胞质育性恢复基因的分布研究)[J]. *Guihaia*(广西植物), 18(4): 325-330.

McIntosh RA, Cusick JE. 1987. Linkage map of hexaploid wheat, wheat and wheat improvement-agronomy monograph No. 13[M]. Second edition, E. G. Heyne(editor), Wisconsin, USA, ASA-CSSA-SSSA, 289-297.

Murai K. 2002. Comparison of two fertility restoration systems against photoperiod-sensitive cytoplasmic male sterility in wheat[J]. *Plant Breeding*, 121(4): 363-365.

Nettevich ED, Naumov AA. 1970. The genetic characteristics of fertility restoration in wheat forms with cytoplasmic male sterility[C]. Nauch-tr-NII-s-kh-tsentr-r-nov-nechernozemny, 25(1): 77-85.

(上接第 61 页 Continue from page 61)

- in *Arabidopsis*[J]. *Plant*, 16: 223-233.
- Liu CM(刘春明), Yu ZY(于占洋), Zhu Z(朱 祯), et al. 1995. Cloning and sequence of the pea lectin gene(豌豆外源凝集素基因的克隆及序列分析)[J]. *Acta Gene Sin*(遗传学报), 4: 302-306.
- Mark Kinkema, Weihua Fan, Xinnian Dong. 2000. Nuclear location of NPR1 is required for activation of PR gene expression[J]. *Plant Cell*, 12: 2 339-2 350.
- Qin XM(秦新民), Deng ZN(邓智年). 2002. A simple and rapid method for separation and cloning of cowpea trypsin inhibitor gene(一种简便、快捷的胰蛋白酶抑制剂基因的分离与克隆方法)[J]. *Guihaia*(广西植物), 22(5): 420-424.
- You LR(龙立如), Xie M(谢 明), Qu LJ(翟礼嘉), et al.

1995. Molecular cloning and sequence analysis of a gene encoding rice 10 Kdprolamin(水稻富硫 10 KD 醇溶蛋白基因的克隆和序列分析比较)[J]. *Acta Bot Sin*(植物学报), 7: 507-513.

Zhang Y, Fan W, Kinkema M, et al. 1996. Interaction of NPR1 with basic leucine zipper protein transcription factors that bind sequences required for salicylic acid induction of the PR-1 gene[J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 6 523-6 528.

Zhou JM, Trifa Y, Silva H, et al. 2000. NPR1 differentially interacts with members of the TGA/OBF family of transcription factors that bind an element of the PR-1 gene required for induction by salicylic acid[J]. *Mol Plant Microbe Interact*, 13(2): 191-202.