

矮败轮回选择工具创新小麦种质资源的应用研究

李 强,李 筠,任立凯,孙中伟,浦汉春
(连云港市农业科学院,江苏 连云港 222006)

摘要:针对小麦种质资源贫乏和遗传基础狭窄的现状,开展了利用矮败轮回选择工具创新小麦种质资源的应用研究。因地制宜地提出了应用矮败小麦创新种质的技术路线,以及群体组配、选择调控的关键技术。

关键词:矮败小麦;种质创新;轮回选择

中图分类号:S512

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2012)09-0007-04

连云港是国家黄淮海中强筋专用小麦生产优势区,近些年该区种植的品种主要以徐麦、淮麦、连麦及济麦、烟农等系列的品种为主,值得注意的是品种虽多但多趋同质化,表现在品种间抗逆的互补能力不足,对温度和光照等环境条件反应敏感,对水肥等生产条件要求严格,虽高产却不稳产,年度产量差异较大,导致粮食稳产的基础相对脆弱。

品种同质化的问题暴露了当下种质资源的贫乏和遗传基础狭窄的现状^[1],也给育种工作敲响了警钟。如何创新种质,拓展遗传基础,丰富种质资源基因库是解决问题的关键。利用轮回选择循环往复地让各亲本的遗传基因自由互交重组的方法是最好的课题选择。从遗传学讲,它既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,因此既保证了较丰富的遗传基础,又有利于种质的扩增与创新^[2]。但此法在小麦上的研究应用一直限于没有得到理想的核不育材料而在实际操作上受到制约。

矮败小麦的问世解决了这一技术障碍。矮败小麦是一个理想的核不育材料,它集显性矮秆标记基因(*Rht10*)和显性雄性核不育基因(*Ms2*)连锁一体,具有雄性败育彻底、异交结实率高和降秆作用强易识别的特点,其作为母本供体授粉后其杂交后代分化为高矮秆各半的群体,矮秆表现为靠异花结实的雄性不育,高秆株表现为自花结实

的雄性可育,省去了以往对后代育性的繁琐鉴别工作^[3-4]。给提高杂交授粉效率提供了客观上的可能,也为各类型基因的聚合提供了材料上的极大方便。

2006年连云港市农业科学院引入了矮败小麦开展了种质资源创新的育种研究工作并与其创制单位建立了紧密协作关系,根据不同生态条件、不同茬口和育种的要求建立起了几个目标明确的轮选群体,从中创新获得一批综合性状较好的株系及具特殊优点的种质材料,大大扩展了亲本材料的遗传基础,充实了种质资源库,给小麦育种的突破创造了新的契机。现将相关的实践与成果予以总结,谨供参考。

1 矮败轮选工具创新小麦种质的技术路线

根据不同的育种和创新目标,以矮败小麦为亲本受体,选用从国内外引进的适宜连云港地区种植具有目标优良性状的品种(系)和自选的高世代品系作为轮回亲本供体,通过姊妹交、回交和杂交等方法,将矮败小麦携带的不育基因(*Ms 2*)与矮秆基因(*Rht10*)的连锁片段转育到不同遗传背景的轮回亲本供体中,然后将其后代不育种子按需要混合组成具有不同遗传背景的适应当地生态条件的基础类群(根据需要还可在各类群中再设特殊的如抗条锈病、抗赤霉病、优质、大穗大粒、早熟、抗旱和耐盐等亚类)。在这些类群或亚类群的基础上,每年都依各自的类群目标定向选择优良的可育株进入选种圃,优良的不育株继续用作下一轮回母本,同时将新引进的遗传背景丰富的材料不断输送到相应群体中,让优良基因源源不断被引进基因库内随机互交促进群体内基因交流和

收稿日期:2012-06-07

基金项目:连云港市科技支撑计划资助项目(NY1003);江苏省自主创新资金资助项目[CX09635、CX(10)128-4]

第一作者简介:李强(1960-),男,学士,四川省南充市人,副研究员,从事小麦栽培与育种研究。E-mail: zylq6008@126.com。

重组,打破不利连锁,集结有益基因不断提高基因重组体水平,使各群体持续不断创造综合性状好又各具特点的中间材料,让育种材料基因库整体水平不断得到提高。形成周而复始、常用常新的种质动态基因库^[4]。

2 矮败小麦创新种质轮选群体的组配和构建

2.1 轮选群体的组配

以创新种质为目标的轮回选择所用亲本较多,既利用了分离重组规律也利用了基因加性效应^[5],要创造超亲性状的重组体在选配亲本时必须考虑目标性状中的主攻目标和性状的互补原则,具体包括一般配合力的高低,产量及其主要农艺性状、抗病、生态适应性,主要目标性状的基因组成和遗传来源。在此基础上选定好亲本类型、数量和搭配比例。根据实践和相关研究,亲本类型应在当地具有丰产综合性状好且具广适性的品种为骨干基础亲本与其所需基因互补的品种(系)或小麦近缘属为编材构成;必须指出的是作为以品种创新为导向的群体构成不要只囿于对地方品种基因的选择利用,更应充分兼顾近缘属种基因的利用,因为与小麦有较近亲缘关系的小麦族内的各属植物,如偃麦草属、簇毛麦属、黑麦属、大麦属等近缘属种蕴藏着丰富的高产、高效、抗病、抗逆和优质等基因,不同染色体组之间的部分同源染色体都有可能通过轮选与小麦互换,从而把有益核基因或细胞质基因导入到小麦的细胞核或细胞质中^[6],进入小麦基因库。对确定的亲本,其数量比例的搭配要根据种质创新的目标和与目标互补的性状而定。目标决定组成群体的骨干亲本的个数,与目标互补的性状决定群体组成的编材个数。如在建立针对黄淮沿海地区小麦生产,以中早熟抗倒丰产、耐盐碱为主要育种目标的矮败小麦轮回选择群体时,根据轮回选择主攻目标为抗倒丰产耐盐碱,选择了丰产综合性状优良抗倒力强遗传配合力好的连麦 6 号、抗逆性和耐盐碱性突出的山融 3 号为骨干亲本,并以早熟、大穗、矮秆、大粒、耐旱等与目标性状互补的漯 6066、周研 58、百农 160、安 9856×温 4、资 07-76、W011097、衡 08-6008、L44-1024、沧麦 071、白糙

麦为编材品种(系)组成的。其群体性状亲本构成的比例是:丰产性农艺亲本 4 个、耐盐抗逆亲本 4 个、矮秆亲本 2 个和抗病亲本 3 个。最终的实践证明这样的亲本组配较好地协调了群体中各遗传份额的比例,满足了轮选群体选择要求。

2.2 矮败小麦创新种质轮选群体的构建

遵循上述技术路线,首先对引进的矮败小麦进行本土化转育改良。具体方法是选用连云港地区大面积种植、符合高产育种目标的连麦 2 号、淮麦 18、烟农 19 和连麦 6 号等多个高产品种(系)作为骨干轮回亲本,对其进行了连续 2 a 的核不育基因回交转育,获得相对应的近等基因矮败小麦。根据不同的茬口,生态条件,以此作母本各自分别与 10~15 个不同目标组合的编材亲本杂交,建立基本轮选群体。建立了 3 个基本群体:

(1)以烟农 19 和济麦 22 为骨干亲本的针对黄淮海南片冬小麦主产区,以丰产优质为主要育种目标的中熟超高产,中熟优质强筋、抗病性(主要为赤霉病、白粉病、条锈病)的矮败小麦轮回选择群体。

(2)以连麦 2 号为骨干亲本的针对黄淮海水旱轮作晚播小麦区,以丰产早熟为主要育种目标的冬小麦早熟丰产、早熟优质中筋、抗病性(主要为赤霉病、白粉病、纹枯病、叶锈病)矮败小麦轮回选择群体。

(3)以连麦 6 号和山融 3 号为骨干轮回亲本的针对黄淮沿海地区小麦生产,以中早熟抗倒丰产、耐盐碱为主要育种目标的矮败小麦轮回选择群体。

另外在基础群体下衍生建立了早熟抗穗发芽和中熟抗干热风两个特殊类型的群体,在这些群体的基础上,每年将引进和鉴定出的矮源、抗源、丰产性好、综合性状优,具有特色的资源继续引入相应群体中,丰富各群体基因库。同时选择群体中优良性状多的不育单株或单穗与性状互补的材料进行杂交,为杂种圃提供选种材料。这样就建立起了一个动态的、开放的育种基因库。一方面优良基因源源不断被引进库内,另一方面又有遗传背景丰富的材料不断输送到选种圃中,供选择利用。

3 矮败小麦创新种质轮选群体的选择调控技术

3.1 矮败花粉的选择与控制

显然在矮败材料的后代群体中,不育株的选择是半同胞选择。它只对卵细胞进行了选择^[7],而对花粉并没有进行选择。因此要确保矮败群体的遗传质量,除了对不育株进行后裔测定选择外还必须对授粉源进行控制和选择,以提高对卵细胞的选择准确性和对花粉的质量控制。对花粉的选择主要是通过入选可育株的后裔测定来实现的。在开花授粉前通过对株高、分蘖力、苗期病害、抽穗期抗寒、苗期抗旱和耐盐碱等开花前就能选择的性状进行表型混合选择剔除不良可育株,同时利用环境选择压力,抓住性状表达最明显的关键时期,在田间严格淘汰表现不良的植株。这样保证在自由传粉时雌雄配子具有较好的表达。对开花后才能表现的性状,如抗赤霉病和黑穗病等后期病害的能力以及抗干热风、灌浆速度及穗部和品质性状等,要结合进行抗性鉴定和后裔测定。然后通过阶梯式轮回选择法把符合要求的花粉材料与通过后裔测定的不育株按父母本行1:2的比例种植成新一轮选群体随机互交。同时通过控制授粉还可不断将高品系($\geq F_4$)及国内外新的优质种质引入群体,这样既确保了矮败轮选群体的花粉质量又保证了花粉的遗传品质,使育种群体既具有遗传多样性又具有变异定向性。

3.2 选择压力的确定

选择压力直接影响群体的遗传构成及性状的遗传方差^[8]。轮回选择育种交配群体大,变异类型多,可以说每朵受精的小花就是一个组合,显然可允许维持较高的选择压力。而作为以创新种质资源为目的的轮回选择,其各轮的选择压力要适度,以尽量减少目标基因的漂移以维持群体的遗传变异水平。但选择压力随着轮回的延伸应逐步加大。一般对可育株较直观的表型性状可多选,对主基因控制的性状如抽穗期和病害的垂直抗性等,选择压力也应适当加大。对于多基因控制的数量性状,如每穗粒数、穗粒重和病害的持久抗性等,则应适当降低选择压力,使这些微效基因充分重组。对矮败不育株的选择要用分期循序选择方法,分别在抽穗期、灌浆期、成熟期前后,着重从株

型、丰产性、抗病性、熟期和籽粒状况等方面进行选择,矮秆不育株的田间入选率为30%;室内决选时,再按入选率50%淘汰。

3.3 提高矮败异交结实率

据试验观察矮败小麦的矮败异交结实率仅30%左右。其主要原因:一是不育株与可育株的开花进程不同步。一般情况下不育株比可育株晚抽穗开花3~5 d,致花期相遇不理想;二是不育株明显矮于可育株,穗部易受可育株上部片叶的遮蔽,使授粉机会减少。但同时也发现矮败不育株的开花时间较可育株的长2~3 d,抽穗开花与可育株的时差随温度的升高而缩小,不育株小穗的开颖度也较可育株的大^[9],这些特点都又在一定程度缓解了上述矛盾。因此要提高异交结实率,直接的办法就是适当推迟矮败播种期,让矮败花期较正常推迟2~3 d,这既给矮败群体创造了相对隔离的授粉环境,又给其创造了利于花期相遇的温度。同时通过掌握适宜播种量和肥水管理条件,给矮败群体创造一个中等密度和繁茂的群体,减轻不育穗受遮蔽的状况;另外通过多代回交和选择,选择抽穗较早的不育株留种。通过这些方法和措施使矮败小麦异交结实率提高到50%左右。

3.4 矮败小麦可育株的表现和选择

矮败小麦可育株 F_1 因是采用连续杂交形式得到,其后代不论显性或隐性,是数量性状还是质量性状如分蘖、早熟性、抗病性等都表现为极高的分离。选择主要是挑选符合保持群体主要优良性状的单株。而 F_2 与常规杂种后代表现不同的是分蘖力强。且其它性状,如株高、抗病性等分离明显,但杂种优势不强,丰产性不突出,大穗材料较少出现,因此 F_2 选择要求不要过严,以穗选为宜。 F_3 以后的材料主要性状的稳定性大大提高,这可能与无杂种优势退化有关^[10]。类型也丰富,特别是微小差异很多。因此要进行鉴定圃对比选择。如在针对黄淮海南片冬小麦主产区的以丰产优质为主要育种目标的轮选群体中选择到的05082-4的中间材料的后代中,2010年人选30多个穗行,它们基本性状如苗半匍匐、起身早、分蘖强、基节间短、下部叶片密及抽穗度高等基本一致,但细分时如叶片长、宽窄,抗逆性差异以及籽粒的形状颜

色等又有差别。

4 利用矮败轮选工具创新小麦种质资源的成效

经过 6 a 的努力,利用矮败轮选工具针对连云港地区不同茬口、生态条件,创建了优质、高产、抗病(主要为赤霉病、纹枯病、白粉病、叶锈病)及早熟等 3 个轮选群体,并从中衍生出亚类群体 2 个,组成了较完整的覆盖该麦区的轮选体系。目前主轮选群体已完成了 C₂世代的选择,各亚类群体也进行到 C₁世代的选择。轮选后代与轮选亲本相比,已产生极其丰富的变异(CV=98.2%),群体内优良基因频率和优良基因重组体水平得到大幅提高,出现了一些比较理想的耐盐综合性状多样的可育株复合杂交组合和不育株组合,并逐步从中选择出矮败优良可育株,按常规育种的选择方法建立起矮败小麦可育株选种圃,从中选择得到包括大穗大粒、抗寒耐旱、耐盐碱和高蛋白类型等 35 个不同类型的种质资源,创新种质中间材料 232 份。极大地拓展了种质资源群,充实了种质基因库。其中表现突出的新材料如:综合性状优良的 09-0468 超大穗型中间材料。其组合是(Tal//烟农 19)/NSA05-3459(法国大穗资源)//百农矮抗 58-1///((Tal/B94142-3-2)该品系株高 75 cm,方穗、平均单穗粒数 58 粒,千粒重 43 g,秸秆硬,分蘖中等、叶面多蜡质。利用 06-0468 作父本继续与矮败小麦杂交或其它普通品种杂交选出的 10 多个株系进入鉴定圃,多数具有大穗抗倒的特点,显示出非常好的遗传配合力。耐盐早熟特性突出的中间材料 A62-513 其组合是(Tal//山融 3 号)/多 88//((Tal/连麦 2 号)///((Tal//沧核 030)

用它组配的有 3 个组合在含盐 0.45% 的鉴定圃上 0765×A62-513、(0709×济 22)×A62-513、5152×A62-513 其盐害指数分别仅为 0.18、0.38、0.27,其产量分别比亲本对照高 5.9%、8.3%和 9.7%,均表现出了较好的综合抗逆特性,还有矮秆中间材料 01082-4 其组合为(Tal/矮孟牛)/观 77//B7324,其株型紧凑,茎秆粗壮,分蘖力强,平均株高 54 cm,用它组配的组合如 2743×01082-4、0709×01082-4、0318×01082-4 在鉴定圃中都表现出明显的降秆作用。

参考文献:

- [1] 漆映雪,邹小云. 轮回选择在作物育种中的应用研究进展[J]. 江西农业学报,2008,20(6):14-17.
- [2] 刘秉华. 小麦轮回选择的基本环节[J]. 国外农学,1993,2(3):35-38.
- [3] 刘秉华,杨丽,王山荭. 矮败小麦及应用途径分析[J]. 华北农学报,1994,9(1):12-17.
- [4] 刘秉华,杨丽. 矮败小麦的选育及利用前景[J]. 科学通报,1991,36(4):306-308.
- [5] 孙芳华,曾启明,陈新民. 利用 *Tai* 基因创造小麦育种基础材料[J]. 作物杂志,1990(3):9-10.
- [6] 贾继增,黎裕. 植物基因组学与种质资源新基因发掘[J]. 中国农业科学,2004,37(11):7-14.
- [7] 刘思衡. 利用矮败小麦进行轮回选择的几个问题[J]. 福建稻麦科技,1997,15(3):9-11.
- [8] 王国印. 交替应用单倍体措施轮回选择自花作物综合农艺性状的快速育种程序[J]. 农业新技术新方法译丛,1991,39(4):6-10.
- [9] 刘思衡,巫升,钟洁,等. 矮败小麦的开花习性与异交结实率[J]. 福建农业大学学报,1996,25(1):12-15.
- [10] 陈香芝,张其鲁. 利用太谷核不育基因创造小麦新种质的研究[J]. 山东农业科学,2000(3):8-12.

Utilization and Study of the Germplasm Resources Innovation with DSW in Recurrent Selection

LI Qiang, LI Jun, REN Li-kai, SUN Zhong-wei, PU Han-chun

(Lianyungang Academy of Agricultural Sciences, Lianyungang, Jiangsu 222006)

Abstract: In the light of the present situation of poor in the wheat germplasm resources and limited in hereditary basis, the utilization and study of the wheat germplasm resources innovation utilizing DSW in recurrent selection was carried out, the local situation the innovative process for germplasm and the algorithm selects parents, key technique about controlling by DSW in recurrent selection were put forward.

Key words: DSW; germplasm innovation; recurrent selection