

矮败小麦轮回双向交替选择育种技术研究

王伟伟¹, 于亮^{1*}, 钮力亚¹, 赵松山¹, 陆莉¹, 王奉芝¹, 米淑玲², 李洪义³

(1. 河北省沧州市农林科学院, 河北沧州 061001; 2. 河北省沧州市运河区农业局, 河北沧州 061000; 3. 河北省黄骅市农业局, 河北沧州 061100)

摘要 为育成适合沧州地区生产的小麦突破性品种, 利用矮败材料和优异抗旱耐盐亲本材料, 建立盐碱圃和优良圃的双向交替选择, 从而构建轮回选择群体, 创新了矮败小麦轮回双向交替选择育种技术, 实现了品种大量聚集有效的主效基因和微效基因, 使之充分重组累加, 产生更多遗传变异。利用自然选择的方法加大逆境选择压力, 培育品种的多抗性, 并通过人工选择和自然选择的方法选择培育出不同类型区的品种, 培育出了沧核036等小麦品种, 是一种行之有效的育种方法。

关键词 矮败小麦; 轮回选择; 育种; 双向交替

中图分类号 S503.5 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)11-0015-02

Dwarf Male-sterile Wheat Cycle of Two-way Alternate Selective Breeding Technology Research

WANG Wei-wei¹, YU Liang^{1*}, NIU Li-ya¹ et al (1. Cangzhou Academy of Agriculture and Forestry Sciences in Hebei, Cangzhou, Hebei 061001)

Abstract In order to breed suitable wheat breakthrough varieties for Cangzhou Area, using dwarf male-sterile materials, and excellent drought resistance and salt tolerance parent material, established two-way alternate choice of saline nursery and excellent nursery so as to build a group of recurrent selection, the cycle of two-way alternate selective breeding technology realized the innovation for dwarf male-sterile wheat, realized the varieties with large effective major genes and minor genes, made full restructuring accumulation, produced more genetic variation. By using the method of natural selection, increased selection pressure, cultivated multiple disease resistance of varieties. And bred different varieties in different type area through artificial selection and natural selection method, we had produced some wheat varieties, including Cang-he 036 and so on, it was an effective method of breeding.

Key words Dwarf male-sterile wheat; Recurrent selection; Breeding; Two-way alternate

我国是世界粮食生产和消费大国, 粮食安全始终是社会经济稳定发展的坚实基础。河北省地下水超采严重, 小麦的种植面积进一步压缩, 为保证粮食总产, 确保粮食安全, 必须进一步提高小麦单产, 而培育突破性品种是实现单产提升的重要途径之一^[1]。研究表明, 单产提高对总产量增长的贡献率为 62.3%, 在影响粮食单产提高的诸多因素中, 新品种的育成和推广起到了重要作用^[2]。多年来小麦育种工作一直处于“爬坡”阶段, 育成的突破性品种甚少, 其根本原因是资源利用不充分, 育种方法陈旧。目前应用的常规杂交育种方法已沿用了近 100 年, 受传统育种方法的限制, 被丢弃的基因陆续增多, 而中选的基因类型也越来越窄, 导致育成品种遗传背景狭窄, 基因资源贫乏, 致使育成品种某些个别性状特别突出, 而广泛适应性较差, 不能适应多变的生态环境。

从遗传学理论分析, 常规杂交育种方法多进行 1~2 次的杂交, 利用的只是几个甚至是 1 个主效基因, 对数目庞大、分散且与各个产量性状和抗逆性状都高度相关的微效基因很难利用, 而这些微效基因群正是高产稳产必不可少的基础。常规杂交育种方法利用的基因遗传效应主要是互补效应, 而基因的累加效应和加性效应则很难实现。这就是很难育成突破性品种的内在原因之一。矮败小麦是我国人工创造的特有遗传资源, 为创造小麦新种质资源和品种提供了新的方法。矮败小麦育种技术已形成一个完整、稳定的体系,

为不同生态地区不同改良目标的小麦育种提供了成熟高效的技术平台。为聚集有效主效基因和微效基因, 使之充分重组累加, 同时利用我国独有的矮败小麦材料, 沧州市农林科学院结合多年抗逆性育种实践, 创建了矮败轮回双向交替选择育种方法。

1 育种材料

1.1 矮败小麦 矮败小麦是我国创造的具有重大利用价值的特异种质资源^[3-4], 是具有矮秆基因 *Rht10* 与雄性基因 *Ms2* 紧密连锁的材料, 其不育性受一个显性基因的控制, 基因符号原为 Ta1。国际编号为 Ms2, 且研究表明 Ms2 与 *RhtD1c* 在矮败小麦 4D 染色体短臂上紧密连锁, 交换值为 0.18%^[5-10]。Ms2 基因由普通小麦品种间复合杂交的后代中突变产生, 控制小麦的不育特性, 不育株秆矮, 穗蓬松, 颖壳张开角度大, 花丝极短, 花药很小不开裂, 内无花粉, 套袋自交不结实, 但雌蕊发育正常, 能接受外来花粉, 异交结实率很高。不育株自由授粉或与可育株杂交, 后代育性总是分离出完全不育株和可育株 2 种类型, 其比例为 1:1, 可育株雌雄蕊发育正常, 不再发生育性分离。

1.2 抗旱耐盐的优异亲本材料 丰富的耐盐品种资源材料是耐盐育种工作的基础, 把品种资源的搜集整理、鉴定放在育种工作的首位, 根据多年的育种经验, 耐盐的小麦品种一定具有抗旱性, 而抗旱性的品种不一定耐盐, 因此对品种的特性进行深入研究, 从中精选出优异的品种作为骨干亲本。

1.3 建立不同的选种圃 在同一地点设立 2 个选种场圃: 盐碱圃和优良地。盐碱圃土壤有机质 0.800%, 全氮 0.070%, 速效磷 6.00 mg/kg, 土壤含盐量 0.310%~0.400%; 全生育期不浇水。优良圃土壤有机质 1.390%, 全氮 0.097%, 速效磷 11.00 mg/kg; 全生育期保证肥水供应。

基金项目 国家农业部小麦产业技术体系(CARS3-2-5); 河北省科技支撑计划“小麦耐盐抗旱种质资源与育种技术创新”(16226320D)。

作者简介 王伟伟(1985—), 男, 山东临沂人, 硕士, 从事小麦新品种选育工作。* 通讯作者, 副研究员, 从事小麦新品种选育工作。

收稿日期 2017-03-03

2 矮败-轮回双向交替耐盐育种方法

矮败小麦轮回双向交替选择育种程序见图1。

2.1 轮回群体的组建 选用具有目标性状和突出性状的资源材料20~30份。将优异的亲本材料配成6~8个复交组合,组成一个复交群体,以矮败小麦作母本,分别与复交组合 F_1 杂交,每组合保证400粒,收获后每组合选取250粒混合均匀,组成基本轮回选择群体 C_0 。采用复交一次组群法,大大缩短组群时间,保证每个骨干亲本在 C_0 群体中的遗传组分。

2.2 轮回选择过程 轮回选择群体种植周边隔离,采用塑料编织布周边隔离,高度为2.5 m,预防外来花粉侵入。

C_0 : C_0 群体点播种植至少2 000粒,行距30 cm,株距10 cm,矮秆不育株(A)和高秆可育株(B)充分自由授粉,收获前A、B株各选100株,分别脱粒后,A、B株各自混合,供下年度播种用。

C_1 : 将从 C_0 群体入选的种子,A、B株隔行种植,周边隔离,开花前淘汰劣株,充分自由授粉,收获前选出优良A、B株

各100株,分别混合脱粒后,组成下年轮回群体。

3 选出轮选后代进行盐碱圃和优良圃的双向选择

根据育种目标从轮回后代 C_4 群体选出优良可育株,在盐碱圃与优良圃进行双向选择,以当地盐碱地和水地推广为对照,每个株系播种120粒,行距25 cm,株距5 cm。具体操作步骤如下:① C_4F_1 : 优良圃种植,使材料的优异基因性状充分表达,选择的重点是水肥反应和产量潜力。选择的性状是株高、穗部性状、株型、分蘖成穗情况、抗病性、抗倒伏能力。② C_4F_2 : 将 C_4F_1 代入选材料在盐碱圃种植,使材料的抗逆基因型彻底表达,选种的重点是明确材料的抗逆性,严格淘汰生长势弱、抗逆力差的株系。③ C_4F_3 : 将 C_4F_2 入选材料在非逆境选种圃种植,进一步对后代材料的产量潜力、水肥反应特性、抗病性和抗倒伏能力进行选择培育。④ C_4F_4 : 将 C_4F_3 入选材料在逆境选种圃种植,进一步对后代材料的多抗性、节水性、水肥反应特性及丰产性进行选择培育;后代材料基本稳定后进入产比鉴定试验。

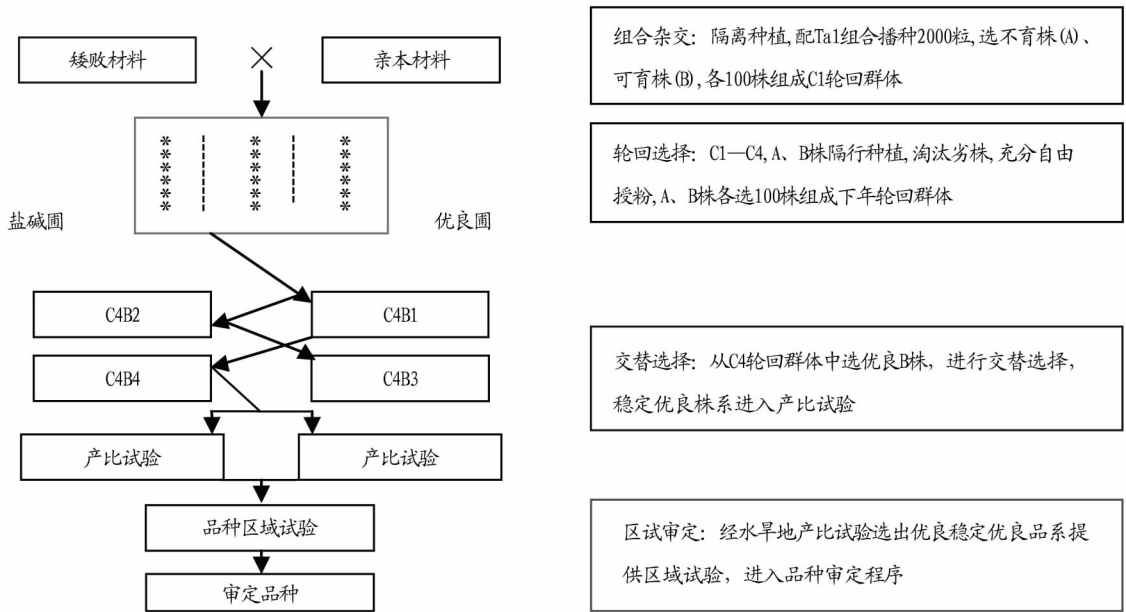


图1 矮败小麦轮回双向交替选择育种程序

Fig. 1 Breeding procedure of the cycle of two-way alternate selective for dwarf male-sterile wheat

鉴定试验分别在优良圃和盐碱圃同时进行,根据两圃表现综合评价品系的抗逆性、丰产性以及产量潜力,按照育种目标要求严格选择,选出两圃都表现突出、符合育种目标性状要求的优良品系。

4 育种技术优点

4.1 组合数量多 经过4个世代的轮回,该群体在一个较大的群体内广泛地连续杂交,群体内每一个单株都处于高度的杂合状态,不育株上获得的每一粒杂交种子,在理论上都相当于一个杂交组合。因此,组合数量之多、变异类型之丰富是任何育种方法无法比拟的。

4.2 遗传背景丰富 通过轮回选择,创造了丰富的遗传变异,实现包括主效基因和数目庞大的微效基因的持续重组积累,有利于打破不良性状的基因连锁,重组新的类型,获得最佳背景的基因型。

4.3 容易选出符合育种目标的品种 由于轮回选择群体大,变异类型多,提供了充足的选择机会,因而容易选出符合育种目标的新品种。

4.4 降低育种成本 矮败小麦由于具备异交的特性,可接受外来的花粉,使小麦实现大规模的轮回选择,较常规育种方法大大降低了育种成本,提高了育种效率。矮败小麦的改良群体是优良的基因库,可以不断地培育出满足不同类型地区的品种。

4.5 有利于增强品种的适应性 人为创造的不同选种环境,促进了育种材料向育种目标的发展,使后代材料实现了多个优良特性的累积,品种特殊适应性和广泛适应性得到加强。

5 结论与讨论

矮败小麦轮回双向交替选择育种技术实现了品种大量 (下转第46页)

豆相似,但在一些性状及长势上差异显著。野生大豆的种子较小。在黑龙江省采集的野生大豆中,有84%的野生大豆其百粒重 $\leq 3\text{ g}^{[28]}$,而栽培大豆的百粒重则多在22 g左右。野生大豆的茎细且蔓生缠绕,尤其在幼苗期,茎粗不足栽培大豆的1/2,这一特点令常用的下胚轴接种法在野生大豆下胚轴处很难操作,且野生大豆的下胚轴难以承载菌块重量。这些差异造成了常用的疫霉根腐病抗病性鉴定方法在野生大豆上应用困难的问题。离体叶片接种法能够很好地回避野生大豆下胚轴不易操作特点,又能保留感病材料。通过对离体叶片接种法与下胚轴接种法的相关分析以及独立性测验可知,2种方法的相关性非常高,且离体叶片接种法完全可以用来对大豆疫霉根腐病抗病性进行鉴定。因此,离体叶片接种法是适合野生大豆疫霉根腐病抗病性鉴定的有效方法。

对于植物抗病性鉴定,1份材料通常要选择一定数量的单株作为检测样本,且一般要进行重复试验来避免偶然性并减小误差。对于特殊材料(如杂交后代)的检测,用常规的方法无法做到重复检测。叶片是植物的重要器官之一,且在一定的生育时期内,植物不断长出新叶。若利用离体叶片接种法鉴定植物抗病性,则为单株重复检测提供了可能,从而保证试验结果的准确性。但由于植物成株抗性的存在^[29],不同时期的新生叶片是否均可作为抗病性检测的接种体还有待进一步研究。

参考文献

- [1] SCHMITTHENNER A F. Problems and progressing in control of *Phytophthora* root rot of soybean[J]. Plant disease, 1985, 69(4): 362-368.
- [2] ERWIN D C, RIBEIRO O K. Phytophthora diseases worldwide[M]. St. Paul MN, USA: APS Press, 1996: 592.
- [3] WRATHER J A, ANDERSON T R, ARSYAD D M, et al. Soybean disease loss estimates for the top 10 soybean producing countries in 1994[J]. Plant disease, 1997, 81(1): 107-110.
- [4] 沈崇尧, 苏彦纯. 中国大豆疫霉病菌的发现及初步研究[J]. 植物病理学报, 1991, 21(4): 298.
- [5] ANDERSON T R, TENUTA A. Phytophthora rot[C]//BAILEY K L, GOSSEN B D, GUGEL R K, et al. Diseases of field crops in Canada. Winnipeg: The Canadian Phytopathological Society, 2003: 155-156.
- [6] 张淑珍, 丁广文, 李文滨, 等. 大豆疫霉根腐病研究进展[J]. 中国油料作物学报, 2004, 26(2): 102-107.
- [7] KAUFMANN M J, GERDEMANN J W. Root and stem rot of soybean

caused by *Phytophthora sojae* n. sp. [J]. Phytopathology, 1958, 48(4): 201-208.

- [8] 朱振东, 王晓鸣. 大豆对疫霉根腐病抗病性鉴定方法[J]. 中国油料作物学报, 1999, 21(2): 52-54.
- [9] PAZDERNIK D L, HARTMAN G L, HUANG Y H, et al. A greenhouse technique for assessing *Phytophthora* root rot resistance in *Glycine max* and *G. soja* [J]. Plant disease, 1997, 81(10): 1112-1114.
- [10] 霍云龙, 朱振东, 李向华, 等. 抗大豆疫霉根腐病野生大豆资源的初步筛选[J]. 植物遗传资源学报, 2005, 6(2): 182-185.
- [11] 于安亮, 徐鹏飞, 陈晨, 等. 大豆疫霉根腐病子叶接种法抗病性鉴定[J]. 大豆科学, 2009, 28(5): 879-882, 888.
- [12] 靳立梅, 徐鹏飞, 吴俊江, 等. 野生大豆种质资源对大豆疫霉根腐病抗性评价[J]. 大豆科学, 2007, 26(3): 300-304.
- [13] 李永刚, 文景芝, 郝中娜, 等. 大豆疫霉根腐病抗病性鉴定方法及抗源筛选的研究[J]. 东北农业大学学报, 2008, 39(5): 1-5.
- [14] MORRISON R H, THORNE J C. Inoculation of detached cotyledons for Screening soybeans against two races of *Phytophthora megasperma* var. *sojae* [J]. Crop science, 1978, 18: 1089-1091.
- [15] 胡宝成, RIMMER S R. 油菜菌核病离体叶片接种法研究初报[J]. 安徽农业科学, 1989(3): 56-58.
- [16] 余毓君, 彭生平, 夏德术, 等. 小麦赤霉病抗性的离体叶片接种鉴定方法的应用及抗性评价的研究[J]. 华中农业大学学报, 1991, 10(1): 1-8.
- [17] 文生仓, 王鸣. 西瓜炭疽病人工接种鉴定的新方法——离体叶接种和AD评价法[J]. 西北农业大学学报, 1994, 22(1): 17-22.
- [18] 袁庆华, 张文淑, 李敏. 苜蓿褐斑病的离体叶接种研究[J]. 草地学报, 2001, 9(1): 21-24.
- [19] 赵艳龙, 何衍彪, 詹儒林. 剑麻离体叶片接种剑麻茎腐病菌方法的研究[J]. 中国麻业, 2005, 27(3): 142-145.
- [20] 彭铁成, 陈云云, 罗静瑶, 等. 香蕉枯萎病的离体叶片接种技术研究[J]. 广东农业科学, 2012(10): 7-9.
- [21] 张海旺, 房文文, 刘翠翠, 等. 离体水稻叶片划伤接种鉴定稻瘟菌的致病型[J]. 植物保护, 2014, 40(5): 121-125.
- [22] 江秀均, 柴建萍, 占世丰, 等. 桑褐斑病病原菌的分离及以离体叶片接种测定致病性的方法[J]. 蚕业科学, 2015, 41(1): 37-41.
- [23] YANG X B. Races of *Phytophthora sojae* in Iowa soybean fields[J]. Plant disease, 1996, 80: 1418-1420.
- [24] 李向华, 王克晶, 李福山, 等. 野生大豆(*Glycine soja*)研究现状与建议[J]. 大豆科学, 2005, 24(4): 305-309.
- [25] 董英山. 中国野生大豆研究进展[J]. 吉林农业大学学报, 2008, 30(4): 394-400.
- [26] 徐豹. 中国野生大豆(*G. soja*)研究十年[J]. 吉林农业科学, 1989(1): 5-13.
- [27] 林红, 齐宁, 李向华, 等. 黑龙江省野生大豆资源考察研究[J]. 中国油料作物学报, 2006, 28(4): 427-430.
- [28] 来永才. 中国寒地野生大豆资源图鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2015.
- [29] 郝中娜, 张红志, 李永刚, 等. 植物成株抗性的机理研究[J]. 浙江农业学报, 2007, 19(6): 457-462.

(上接第16页)

积集有效的主效基因和微效基因,使之充分重组累加,产生更多遗传变异;变异产生的优良基因重组类型得到充分的表达;利用自然选择的方法加大逆境选择压力,培育品种的多抗性;并通过人工选择和自然选择的方法选择培育出适合不同类型区的品种,是一种行之有效的育种方法。

通过该育种方法育成小麦品种论核306等一系列品种,为该区节水抗旱耐盐品种的选育提供了理论依据,但是由于在分子水平上对Ms2雄性不育基因的作用机制未研究透彻,因此其品种的抗旱耐盐机理还有待进一步研究。

参考文献

- [1] 吴敬学. 靠科技进步的贡献提高粮食单产[N]. 农民日报, 2012-05-19(03).
- [2] 叶贞琴. 转变发展方式 打造粮食发展新增长势[N]. 农民日报, 2012-12-11(003).

- [3] 邓景扬, 高忠丽. 小麦显性雄性不育基因的发现与利用: 太谷不育小麦鉴定总结[J]. 作物学报, 1980, 6(2): 85-98.
- [4] LIU B H, ZHAI H Q, YANG L, et al. Dwarf Male-Sterile Wheat and its breeding technology system[J]. Scientia Agric Sin, 2007, 40: 77-83.
- [5] 刘秉华, 邓景扬. 小麦显性雄性不育单基因的染色体组定位[J]. 遗传, 1984, 6(6): 10-12.
- [6] 刘秉华, 邓景扬, 杨丽. 小麦显性雄性不育单基因Ta1的端体分析[J]. 遗传, 1986, 8(3): 25-27.
- [7] LIU B H, DENG J Y. A dominant gene for male sterility in wheat[J]. Plant breeding, 1986, 97(3): 204-209.
- [8] REYNOLDS M P, BRAUN H J, PIETRAGALLA J, et al. Challenges to international wheat breeding[J]. Euphytica, 2007, 157(3): 281-285.
- [9] MARAIS G F, BOTES W C. Recurrent mass selection for routine improvement of common wheat: A review[C]//LICHTFOUSE E. Organic farming, pest control and remediation of soil pollutants, sustainable agriculture reviews. Berlin: Springer-Verlag, 2009: 85-105.
- [10] LIU B H, YANG L, WANG S H, et al. The method and technique of population improvement using dwarf male-sterile wheat[J]. Acta Agron Sin, 2002, 28(1): 69-71.