

四川小麦育种骨干亲本的应用与种质资源创新

李邦发

西南科技大学生命科学与工程学院, 绵阳 621010

摘要 对四川省30年来审(认)定的170个小麦品种的骨干亲本进行了分析,结果表明:2000年之前审(认)定小麦品种的骨干亲本是繁6和衍生品种绵阳11号系列,有繁6亲缘关系的育成品种33个,占该时期育成品种的49.28%,亲缘系数累计9.25。绵阳11号及姊妹系育成品种21个,占此时期育成品种的31.35%,亲缘系数合计8.45。2001—2013年是四川省小麦育种界的黄金时期,13年选育审定了112个小麦新品种,克服了2000年前种质资源使用单一和狭窄的弱点,这个时期选育出5个品种以上的骨干亲本有绵阳26、贵农21和92R系列材料,分别占本时期育成品种的10.7%、9.8%、6.3%。近年来,育种家创造培育的一批新的种质资源(包括人工合成品种川麦42,SW系列,R系列)正在成为新一轮多个骨干亲本系列。

关键词 四川省;小麦;审(认)定品种;骨干亲本;亲缘系数;种质资源

中图分类号 S512.1

文献标志码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2015.13.011

Application of wheat corner stone parents and innovation of germplasm resource in Sichuan Province

LI Bangfa

College of Life Science and Engineering, Southwest University of Science and Technology, Mianyang 621010, China

Abstract The corner stone parents of 170 registered (recognized) wheat cultivars are analyzed in this paper. It is shown that the corner stone parents of the 58 registered cultivars and the 9 recognized cultivars before year of 2000 belong to Fan 6 and Mianyang No.11 series, respectively; 33 registered cultivars belong to Fan 6 and its total coefficient parentage is 9.25, which accounts for 49.28%; 21 registered cultivars belong to Mianyang No.11 series and the total coefficient parentage is 8.45, which accounts for 31.35%. Years 2001—2013 were a golden period of wheat breeding industry in Sichuan Province, with total 112 registered cultivars for new varieties of wheat, which overcame the weakness of using a single and narrow germplasm resource before 2000. More than 5 registered cultivars of the backbone parents were bred, including Mianyang 26, Guinong 21 and 92R system materials. They accounted for 10.7%, 9.8%, 6.3% of the 112 registered cultivars in this period. In addition, breeders created a batch of new germplasm resources: synthetic cultivar Chuanmai 42, SW system germplasm resources, R system germplasm resources, which started a new round of multiple backbone parent series.

Keywords Sichuan; wheat; registered (recognize) cultivar; corner stone parents; coefficient of parentage; germplasm resources

骨干亲本是指直接用来培育出一批大面积推广的品种,或由其衍生出许多具有广泛应用价值的亲本材料,通常骨干亲本除本身具备综合的优良性状外,还具有高配合力,即易与其他材料杂交育成优良品种^[1]。在小麦育种过程中,杂交亲本的选择和组合的配制是品种改良最关键和基本的一

步。实践证明,在亲本的选配中,骨干亲本的利用可以大大提高育种效率,骨干亲本的应用在中国小麦育种中发挥了极其重要的作用。中国小麦不同生态区内都出现了小麦骨干亲本以及利用骨干亲本培育出的大量小麦新品种^[2]。在中国近百年来的小麦引育种过程中,形成了蚂蚱麦、燕大1817、江东

收稿日期:2015-01-06;修回日期:2015-05-01

基金项目:四川省小麦育种攻关项目(SC-YZGG-0015);四川省教育厅重点项目(12ZD-1103)

作者简介:李邦发,研究员,研究方向为小麦遗传育种与栽培,电子邮箱:472611986@qq.com

引用格式:李邦发.四川小麦育种骨干亲本的应用与种质资源创新[J].科技导报,2015,33(13):66-70.

门、成都光头、岫子麦、碧蚂4号、北京8号、西农6028、五一麦、南大2419、欧柔、阿夫、阿勃、早洋麦、洛夫林10号、墨巴66、繁6、矮孟牛和小偃6号等20多个影响较大的小麦骨干亲本^[2,3]。它们不仅是小麦育种的骨干亲本,而且有些骨干亲本就是当时大面积推广种植的优良小麦品种,它们的形成和应用为中国小麦育种和小麦生产作出了巨大贡献。

近年来,很多学者都在对一些骨干亲本进行分析,于海霞等^[4]对小麦骨干亲本矮孟牛及其衍生后代进行了遗传解析,王庆专等^[5]对小麦骨干亲本碧蚂4号及其姊妹系的遗传差异进行了研究,刘新伦等^[6]利用SSR标记分析了小麦骨干亲本阿夫及其衍生品种的遗传多样性和变化趋势,朱有朋等^[7]对小麦骨干亲本豫麦2号的育种价值进行了分析评价,詹克慧等^[8]对河南审定小麦品种的骨干亲本进行了分析。本文旨在对四川省近30年小麦育种中骨干亲本的形成和使用进行分析比较,以期为长江中上游及西南麦区小麦育种和生产提供参考信息。

1 材料与方 法

供试材料为1984—2013年四川省审定和认定的小麦品种。亲本统计只选择四川省品种审定委员会公布的亲本,且无论是代号还是品种使用,育成品种5个以上的才予统计分析。亲本与审定品种间的亲缘关系用亲缘系数表示,其计算参照Cox等^[9,10]的方法,即:1)双亲在一个品种中各占一半的亲缘,亲缘系数均为0.5;2)采用系选和诱变方法从1个亲本中选育出1个品种,它们之间的亲缘系数为0.75。

2 结果与分 析

2.1 小麦品种审定概况

四川省小麦品种审定委员会从1984年开始审定品种以来,到2013年,30年间共计审(认)定小麦品种170个,其中有2个为杂交种,168个为常规品种。常规品种中,通过辐射方法选育的品种4个,系统选择方法育成的品种5个,回交方法选育的品种3个,杂交选育的品种147个。1984—2001年审定和认定的小麦品种统一进行累加编号,自2002年起审定的小麦品种用年度和审定顺序进行统一编号。

2.2 2000年前品种审定和亲本概况

四川省从1984年到2000年,审定和认定67个小麦品种,其中审定58个品种,认定9个品种,认定小麦品种主要是这一时期完成。认定小麦品种是品种审定委员会成立之前育成或者没有通过统一组织的区域试验,而在生产上有较大种植面积,并且种植效果反应较好,由育种单位申请,四川省品种审定委员会核查,同意大面积种植推广的小麦品种。这一时期最主要的骨干亲本是繁6和认定品种绵阳11号及绵阳11号姊妹品种,少数亲本为各育种单位的中间材料和育成品种,直接利用国外亲本材料育成的品种较少,有国外亲本血缘的品种有高加索、阿勃、NFPF(波兰)、阿夫乐尔等少数几个。

2.2.1 骨干亲本繁6的育成和使用

繁6是1964年四川农业大学(原四川农学院)颜济、杨俊良、张显志、王世光等,利用{(IB0 1828×N·P·824)F₁×[51麦×(成都光头分枝麦×中农483分枝麦)F₁]F₁}的F₂中出现的优良单株再与[(中农2813系分枝麦×I·B·01828)F₁×(N·P·824×夫诺)F₁]的F₁中的多花多实单株进行杂交,经过5代选择,于1969年育成^[1]。其特征特性为穗棒形,长芒,红壳,小穗排列紧密,多花多实,小穗结实可达5粒左右,千粒重35~36g左右;属强春性,中矮秆,株高90cm左右,茎秆弹性好,耐肥抗倒能力较强,株型较紧凑,适宜密植,分蘖力中等偏弱,但成穗率高,成都平原种植成穗一般可达4.5×10⁶穗/hm²以上;抗当时四川省小麦主要病害,如根腐病、条锈病、散黑穗病。其最大特点是成穗数高,小穗多花多实。繁6首次将四川种植的小麦品种的株高降到了100cm以下,增强了小麦抗倒伏能力;首次将四川省小麦品种的产量水平从1.5×10³kg/hm²提高到(2.25~3.0)×10³kg/hm²。

繁6的推广不仅结束了外来品种统治四川的历史,而且成为四川省小麦第4次大更换的当家品种,还为四川省小麦育种提供了优良的种质资源。繁6作为优良品种,1976—1981年在四川省累计推广422.47万hm²,增产小麦34.4亿kg;作为骨干亲本,2000以前直接作为亲本育成品种9个(表1),占这一时期审(认)定品种的11.9%;有繁6血缘关系的育成品种33个,占这一时期育成品种的49.2%;衍生品种培育成品种的有:川育5号育成品种3个,川育9号育成品种4个,巴麦18育成品种3个,绵阳11号及姊妹系育成品种21个(表1),占审(认)定品种的32.8%。2000年以前,繁6及衍生品种是这一时期绝对的骨干亲本,亲缘系数累计达到9.05。由于繁6为四川乃至全国的小麦育种和小麦生产作出了巨大贡献,故获得了四川省科技进步奖一等奖,国家技术发明奖一等奖。

2.2.2 骨干亲本绵阳11号及姊妹系的育成与应用

绵阳11号是选择优良性状多,具有矮秆、株型紧凑、多花多实,能抗条锈病、白粉病的70-5858作母本,以繁6作父本进行杂交选育而成,由冯达仕、刘碧贵、黄光永、周俊儒等培育^[12]。春性、早熟、生育期179d左右,株高80.85cm,耐肥抗倒,穗大粒大,千粒重43~49g,株型紧凑,品质好,抗条锈力强、耐白粉,能逃避赤霉病。由于籽粒较大、品质优良、高产稳产、适应性广泛,生产上比繁6更受欢迎,并逐渐取代了繁6,成为四川省第5次小麦品种更替的代表品种。1980年扩大试种,1983年就达11.5×10⁴hm²,占四川小麦种植面积的58%,平均产量为6750kg/hm²,比其他品种增产1500kg/hm²,增产效果显著。绵阳11号不仅成为四川省大面积推广品种,而且推广到陕西、贵州、湖南、甘肃、云南、湖北、河南等7省市,至1984年绵阳11号累计推广32.8×10⁴hm²,增产小麦23亿kg,1982年获得农牧渔业部技术改进一等奖,1985年获得国家技术发明奖一等奖。

绵阳11号培育成功后,四川省内小麦育种单位很快将其作为小麦亲本广泛使用,绵阳11号和姊妹系迅速成为1984—2000年这一时期最重要的小麦骨干亲本。利用绵阳11号进行系选,培育出了绵阳15号、绵阳19号、绵阳20号、绵阳21号,这4个品种都获得了部、省、市科技进步奖。

直接利用绵阳11号作为亲本选育出10个品种,利用绵阳15号作为亲本培育出小麦品种2个,利用绵阳19号作为亲

本培育出小麦品种4个,以绵阳20号作为亲本培育出小麦品种2个。以绵阳11号及姊妹系作为亲本在2000年前共计培育出小麦品种21个(表1),占审(认)定品种总数的31.3%,其亲缘系数为0.06~0.75,累计亲缘系数达到8.45,绵阳11号也是2000年前最重要和最核心的小麦骨干亲本。绵阳11号及姊妹系培育出的小麦新品种同时为这一时期西南麦区最重要的推广品种。

表1 2000年前骨干亲本育成的审(认)定小麦品种

Table 1 Backbone parents bred trial (recognition) set of wheat varieties before 2000

骨干亲本	育成品种数	育成品种名称	亲缘系数和
繁6	9	川育6号、绵阳12号、巴麦18、绵阳11号、蜀万831、80-8、川辐3号、渝麦4号、川辐1号	4.13
绵阳11号	21	绵阳15号、绵阳19号、绵阳20号、绵农2号、绵农3号、绵农4号、川麦24、川麦26、川育13、乐品2号、绵阳23号、川农麦1号、绵阳25、绵阳26、绵阳28、内麦6号、川麦28、绵阳27、绵阳29、攀麦7号、川农7号	8.45

2.3 2000年后小麦品种审定和骨干亲本分析

2001—2013年是四川省小麦品种选育的黄金时期,13年选育出小麦新品种112个,这一时期的小麦品种是统一通过四川省小麦区域试验审定的。1999年,由于条中32、条中33生理小麦成为四川省小麦条锈病的主要和流行小种,具有1B/1R小麦易位系的小麦品种和繁6及衍生品种基本感染条锈病,各育种单位都竭力寻找新的抗源和选育合成具有抗病能力的中间材料,如从德国引进材料合成亲本R系列材料,小麦和节节麦杂交合成品种及亲本川麦42,国际玉米小麦改良中心引进的墨西哥材料及合成亲本SW系列材料,但采用较多的骨干亲本是绵阳26号和可抗条中33生理小种、具有小麦-簇毛麦(6VS/6AL)易位系的92R系列、贵农21号。

2.3.1 骨干亲本绵阳26号的育成和运用

绵阳26^[13]是由李邦发、周俊儒、李泽仪、李全等选育而成,1984年用绵阳20号与川育9号杂交,1990年稳定成系,1995年经四川省品种审定委员会审定,定名绵阳26号,1997年通过国家审定,并先后通过陕西、贵州和福建等省审定;从南到北先后引种推广到17个省、市、自治区种植。株高85 cm左右,穗大粒多粒大,结实小穗高者可达25个,一般栽培可达21个,结实粒数单穗在50粒以上,植株矮健,整齐一致,抗倒力极强,田间长相很好,光能利用率高,高抗条锈病、叶锈病和白粉病,成熟时落黄转色很好,易人工脱粒;籽粒白色饱满均匀,千粒重45~55 g,容重765 g/L,粗蛋白15.5%,精粉率74.3%,面粉含湿面筋34.9%。是集高产、抗病、广适和优质等众多优良性状于一体的优异小麦品种,也是具有繁6和绵阳11号血缘而育成的巅峰小麦品种。1995年在本地高产栽培,实收7854 kg/hm²,创四川省小麦高产记录。1998年四川省粮食增产工程,由四川省科技厅和西昌科技局组织,专家组现场实收7个品种,经验收绵阳26号产量达11224.50 kg/hm²,比第2名多2205 kg/hm²,创南方麦区小麦品种高产纪录。1991—1997年统计,绵阳26号累计推广522.8万hm²(省内

430.87万hm²,省外91.88万hm²),保值面积470.52万hm²,增产小麦24亿kg。1997年获绵阳市科技进步特等奖,四川省科技进步一等奖,四川省科委推荐申报国家技术发明奖一等奖。1998年国家初评为科技进步二等奖,因四川(包括重庆)绵阳26号种植面积超过四川省小麦总种植面积40%以上,故获四川省攻关B类后补助(40万元)。(九五)国家首批农作物粮食作物中唯一一等后补助(12万元),并自动进入《十五》国家攻关。2001年又获国家主要农作物品种重大后补助(50万元)。绵阳26号是四川省小麦第6次大更换和20世纪90年代的当家品种,抗条中32及以前的条锈菌生理小种,被四川省内多家育种单位作为骨干亲本使用。在此期间,用绵阳26号作为亲本和有绵阳26号血缘关系育成品种13个(表2),占这一时期育成品种的11.6%,其亲缘系数为0.06~0.75,累计亲缘系数为6.13。值得一提的是四川省内江农科院以绵阳26号和92R-178育成的小麦品种内麦8号和内麦9号成为21世纪初四川省的推广品种,对条中33号和以前生理小种高抗至免疫,在四川省种植面积较大,获得四川省科技进步奖二等奖,参与申报“小麦-簇毛麦远缘新种质创制及应用”项目,荣获2012年度国家技术发明奖二等奖。

2.3.2 具有簇毛麦血缘骨干亲本贵农21和92R系列的应用

贵农21是原贵州农学院利用簇毛麦(*Dasypyrum villosum*)、硬粒小麦(*Triticum durum*)及普通小麦(*T. aestivum*)杂交育成的普通小麦品种^[14]。据程颖等^[15]2006年进行SSR分子标记,确定贵农21携带有抗条中32及以前的条锈菌生理小种的抗病基因(*YrGn21*),对中国当时的流行条锈病菌小种表现良好的抗性。92R系列是由南京农业大学通过小麦-簇毛麦杂交后选育出的含有Yr26抗条锈基因的很多普通小麦新品系组成的^[16]。

上述2个小麦材料20世纪90年代初引进四川后,由于田间表现高抗条锈病和白粉病,多数育种单位都将其作为小麦亲本使用,从育成品种看,贵农21和92R系列也是四川省

2000年后小麦育种的骨干亲本。以贵农21和姊妹系及选系为亲本培育的品种11个(表2),占2000—2013年审定品种的

9.8%,亲缘系数为4.75。以92R系统为亲本选育的品种7个(表2),占审定品种的6.3%,亲缘系数为2.75。

表2 2000年后骨干亲本育成的审定小麦品种

Table 2 The backbone parents bred trial set of wheat varieties after 2000

骨干亲本	育成品种数	育成品种名称	亲缘系数和
绵阳26	13	川育17、绵阳31、川育19、绵阳27、内麦8号、乐品3号、良麦2号、内麦9号、杏麦2号、川麦47、川农23、西科麦6号、科成麦2号	6.13
贵农21	11	川麦44、科成麦1号、绵麦39、川麦49、绵麦42、绵麦1403、西科麦3号、川麦50、绵麦46、西科麦5号、川麦60	4.75
92R系列	7	内麦8号、内麦9号、杏麦2号、蜀麦375、蜀麦482、西科麦6号、川麦54	2.75

3 讨论

种质创新和骨干亲本的选择应用,在小麦育种中起到至关重要的作用。通过对四川省近30年小麦育种的亲本分析可以看出,1969年由颜济课题组以地方品种、引进品种和中间材料杂交聚合所选育出的繁6,综合了各亲本的优点,而且超亲,结束了四川省引进小麦品种的历史,成为20世纪70年代种植面积最大的品种。繁6由于聚合了众多亲本的优良基因和较高的配合力,成为2000年前审(认)定品种优异种质资源和骨干亲本。1976年,由冯达仕所属课题组以自育中间材料70-5858为母本、繁6为父本杂交选育成功的绵阳11号及姊妹系,由于品质、籽粒性状和农艺性状在繁6的基础上进一步提高、生态适应性增强,不仅成为20世纪80年代四川的主栽品种,而且成为西南麦区以及陕西、甘肃部分地区的重要栽培品种,同时成为新一轮的种质资源和骨干亲本。1991年,西南科技大学李邦发以绵阳11号的系选品种绵阳20号为母本、川育9号为父本杂交选育成的绵阳26号,集丰产、抗病、广适和优质于一体,深受种子管理部门、加工和营销企业及广大农户的喜爱,并且抗住了1996年四川省流行的条锈病。

繁6和绵阳11号成为2000年前育成品种的两大骨干亲本,育成品种占到这一时期品种总数的60%左右,衍生的推广品种数目较多,对长江中上游及西南麦区的小麦育种和小麦生产贡献巨大。1996、1999、2001年的条锈病大流行^[17],含繁6及绵阳11号血缘的小麦品种由于不具有对条中32的抗性,而在21世纪初基本感病。由此引起了四川省小麦育种界的高度警醒,除已经利用绵阳26作亲本配制的组合外,积极从国内外引进筛选育种亲本和人工合成亲本。因此2001—2013年所审定的小麦品种血缘较为广泛,在此期间使用的骨干亲本有绵阳26,贵农21和南京农业大学的92R系列材料,用它们培育审定的小麦品种占审定品种的比例都在15%以下。

从四川近30年审(认)定的小麦品种的亲本看,每一个时期审定的小麦品种主要是利用前一时期的品种作亲本,尤其是主要推广品种作为亲本的利用率较高,而且也容易成

为新一轮小麦育种的骨干亲本,这与全国其他的小麦育种情况基本相同^[18]。骨干亲本的使用,能使育种工作者较好地利用推广品种的优良基因,提高育种效率和育种成效。但是经过几轮的杂交选育后,优良的基因已经得到很好的重组,要想在产量、品质、抗病性等方面获得突破则很困难。亲本遗传距离变小,基因多样性越来越窄,主要推广品种亲缘关系越来越近,一旦遇到自然灾害和气候变化引起病害流行,就会给育种工作和小麦生产造成巨大损失,正如繁6及衍生品种在四川占统治地位30年,而到2001年条锈病大流行,具有繁6血缘90%以上的品种都感染条锈病而不能再种植,而造成小麦产量的损失达到1.2亿kg,这一教训值得育种界高度重视。

4 结论

从中国小麦系谱和很多学者对全国著名的骨干亲本和育成品种看,大面积推广品种都是地方品种和引进品种的产物。地方品种是在长期的栽培过程中适应于特定环境、保持遗传上相对稳定的复合群,是自然选择与人工选择的产物。在中国具有丰富的小麦地方品种类群和广泛的遗传基因资源,对于拓展种质资源,丰富小麦基因库,增大遗传距离极有帮助,育种者一定要充分利用。在不同生态区形成多个小麦骨干亲本,利用人工合成,地方品种,野生近缘植物,引进国外地理远缘品种以及南北冬春麦区的种质资源,挖掘隐藏其中的优异基因,经过2001年条锈病的大流行,四川省小麦育种界都加强了本单位中心亲本的选择和种质资源的创新。如四川省农科院利用硬粒小麦-节节麦人工合成(SynCD768/SW3243//川6415)选育出的小麦品种川麦42^[19]成为四川2000年后的突破性品种,而川麦42也逐渐成为新的骨干亲本,引进CIMMYT材料育成的中间材料SW3243、SW8168、SW8688等也选育出新的小麦品种。四川农业大学引进德国的小麦材料育成的中间材料R系列已经选育出不少优良品种,让四川的小麦育种走出了新路,这也是小麦育种同行值得借鉴的经验。

参考文献 (References)

- [1] 吴兆苏. 小麦育种学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1990.
Wu Zhaosu. Wheat breeding[M]. Beijing: China Agricultural Press, 1990.
- [2] 庄巧生. 中国小麦品种改良及系谱分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
Zhuang Qiaosheng. Chinese wheat improvement and pedigree analysis [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2003.
- [3] 金善宝. 中国小麦学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996.
Jin Shanbao. Chinese wheat[M]. Beijing: China Agricultural Press, 1996.
- [4] 于海霞, 肖静, 田纪春. 小麦骨干亲本矮孟牛及其衍生后代遗传解析[J]. 中国农业科学, 2012, 45(2): 199-207.
Yu Haixia, Xiao Jing, Tian Jichun. Wheat backbone parent aimengniu genetic offspring resolve its derivatives[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2012, 45(2): 199-207.
- [5] 王庆专, 袁园园, 崔法, 等. 小麦骨干亲本碧蚂4号及其姊妹系遗传差异分析[J]. 分子植物育种, 2009, 7(6): 1100-1105.
Wang Qingzhan, Yuan Yuanyuan, Cui Fa, et al. Genetic differentiation analysis on the wheat backbone parent Bima No. 4 and its four sib-lines[J]. Molecular Plant Breeding, 2009, 7(6): 1100-1105.
- [6] 刘新伦, 司清林, 李琴琴, 等. 利用SSR标记分析小麦骨干亲本阿夫及衍生品种(系)的遗传多样性和变化趋势[J]. 农业生物技术学报, 2012, 20(9): 983-995.
Liu Xinlun, Si Qinglin, Li Qinqin, et al. SSR analysis of genetic diversity and temporal trends of the core wheat (*Triticum aestivum* L.) parent Funo and its derivative varieties(lines)[J]. Journal of Agricultural Biotechnology, 2012, 20(9): 983-995.
- [7] 朱有朋, 郭春燕, 孙文鑫, 等. 小麦骨干亲本豫麦2号育种价值分析[J]. 中国农学通报, 2009, 25(19): 50-54.
Zhu Youpeng, Guo Chunyan, Sun Wenxin, et al. Breeding value of the wheat corner stone parent Yumai 2[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2009, 25(19): 50-54.
- [8] 詹克慧, 高翔, 范平, 等. 河南审定小麦品种的骨干亲本分析[J]. 河南农业大学学报, 2006, 40(1): 11-14.
Zhan Kehui, Gao Xiang, Fan Ping, et al. An analysis of the corner stone parents for registered wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in Henan province[J]. Journal of Henan Agricultural University, 2006, 40 (1): 11-14.
- [9] Cox T S, Look Hart G L, Walker D E, et al. Genetic relationships among hard winter wheat cultivars evaluated by pedigree analysis and gliadin polyacrylamide gelelectrophoretic patterns[J]. Crop Science, 1985, 25: 1058-1063.
- [10] Cox T S, Kiang Y T, Gorman M B, et al. Relationships between coefficient of parentage and genetic similarity indices in the soybean[J]. Crop science, 1985, 25: 1058-1063.
- [11] 颜济. 五十年四川小麦育种研究的回顾与前瞻[J]. 四川农业大学学报, 1999, 17(1): 108-113.
Yan Ji. Retrospect and prospect of study on 50 years of wheat breeding in Sichuan province[J]. Journal of Sichuan Agricultural University, 1999, 17(1): 108-113.
- [12] 庞启华, 李生荣. 广适、高产、优质、多抗小麦绵阳11号系列小麦品种的选育研究[J]. 种子, 1995, 3: 12-15.
Pang Qihua, Li Shengrong. Study on the breeding of high yield, wide adaptability, high quality, multi resistance wheat Mianyang 11 series wheat varieties[J]. Seed, 1995, 3: 12-15.
- [13] 李邦发, 周俊儒, 李全, 等. 多抗、丰产、优质小麦新品种绵阳26号育成[J]. 中国农业科学, 1996, 29(2): 94-95.
Li bangfa, Zhou Junru, Li Quan, et al. Multiple resistances, high yield, high quality wheat variety bred by Mianyang No.26[J]. Scientia Agricultura Sinica, 1996, 29(2): 94-95.
- [14] 张庆勤. 小麦兼抗性抗源的选育、鉴定和利用[J]. 贵州科学, 2000, 18 (1/2): 108-111.
Zhang Qingqin. Breeding, identification and utilization of wheat and resistance to anti sources[J]. Guizhou Science, 2000, 18(1/2): 108-111.
- [15] 程颖, 宋伟, 刘志勇, 等. 小麦品种贵农21抗条锈病基因的SSR标记[J]. 作物学报, 2006, 32(12): 100-105.
Cheng Ying, Song Wei, Liu Zhiyong, et al. Wheat stripe rust resistance Guinong 21 SSR marker gene[J]. Acta Agronomica Sinica, 2006, 32(12): 100-105.
- [16] 陈佩度, 周波, 齐莉莉, 等. 用分子原位杂交(GISH)鉴定小麦-簇毛麦双倍体、附加系、代换系和易位系[J]. 遗传学报, 1995, 22(5): 380-386.
Chen Peidu, Zhou Bo, Qi Lili, et al. by in situ hybridization (GISH) identification of wheat *Haynaldia villosa* amphiploid, additional lines, substitution lines and translocation lines[J]. Journal of Genetics, 1995, 22(5): 380-386.
- [17] 杨作民, 解超杰, 孙其信. 后条中32时期我国小麦条锈病抗源之现状[J]. 作物学报, 2003, 29(2): 161-168.
Yang Zuomin, Xie Chaojie, Sun Qixin. After a period of 32 Chinese wheat stripe rust resistance status of source[J]. Acta Agronomica Sinica, 2003, 29(2): 161-168.
- [18] 刘新伦, 王长有, 王亚娟. 小麦骨干亲本阿夫及其衍生品种(系)重要性状的演变规律[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2011, 39 (1): 96-102.
Liu Xinlun, Wang Changyou, Wang Yajuan. The wheat backbone parents Funo and its derived varieties (lines) of important characters of evolution[J]. Journal of Northwest A & F University: Natural Science Edition, 2011, 39(1): 96-102.
- [19] 张颢, 杨武云, 彭云良, 等. 小麦新品种川麦42抗条锈病性遗传分析[J]. 植物保护学报, 2006, 33(3): 287-290.
Zhang Yong, Yang Wuyun, Peng Yunliang, et al. Genetic analysis of stripe rust races in a new wheat variety Chuanmai 42[J]. Acta Phytopylacica Sinica, 2006, 33(3): 287-290.

(责任编辑 王媛媛)

《科技导报》“研究论文”栏目征稿

“研究论文”栏目专门发表自然科学、工程技术领域具有创新性的研究论文,要求学术价值显著、实验数据完整、具有原始性和创造性,同时应重点突出、文字精炼、引证及数据准确、图表清晰,并附中、英文摘要以及作者姓名、所在单位、通信地址、关键词等信息。在线投稿:www.kjdb.org。