

# 利用航天诱变进行春小麦品种改良的研究

王广金, 闫文义, 张宏纪, 孙 岩, 黄景华, 刁艳玲, 郭 强, 孙光祖

(黑龙江省农科院作物育种所, 哈尔滨 150086)

**摘要:** 从 1992 年以来, 利用返回式卫星先后 5 次共搭载 7 份小麦纯系材料种子, 经 10 多年工作选育推广了高产抗病品质优良的新品种 1 个进入省区试的品系 2 个参加产量鉴定的品系 4 个。截至 2005 年新品种累积种植面积达 4 万  $\text{hm}^2$ , 获得了较好的经济和社会效益。同时针对航天诱变的特点, 进行了改进育种方法和提高诱变效果的研究。

**关键词:** 航天诱变; 春小麦; 品种改良; 育种方法

中图分类号: S 512.103.5 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2006)03-0011-03

## Study on Improving Variety of Spring Wheat by Space Treatment

WANG Guang-jin, YAN Wen-yi, ZHANG Hong-ji, SUN Yan, HUANG Jin-hua, DIAO Yan-ling,

GUO Qiang, SUN Guang-zu

(Crop Breeding Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086)

**Abstract:** Since 1992, 7 pure wheat lines have been sent to space for 5 times by returned satellite. By more than 10 years of breeding work, one new variety with high yield, disease resistance and high quality and 6 new lines have been bred. 2 lines have taken part in the regional test of the Heilongjiang province. New variety has been extended up to 40 000  $\text{hm}^2$ , and very good social and economic benefit has been made. In accordance with character of space mutation, improvement

\* 收稿日期: 2006-02-10

基金项目: 国家高技术研究计划(863)项目(2002AA241011)

第一作者简介: 王广金(1962-), 男, 黑龙江省海伦县人, 博士, 研究员, 从事小麦诱变与生物技术育种研究。

通讯作者: 孙光祖, 0451-86677478, E-mail: guangzusun@yahoo.com.cn.

在我国小麦品种中, Glu-A1 位点上的 Null、1、2\* 亚基与 Glu-B1 位点 7+8、7+9 亚基均为常见的亚基类型, Glu-B1 位点的 7 亚基为不常见的亚基类型。通过初步试验, Null 和 7 亚基如用在中强筋小麦中显然是不合适的, 但在软白麦中则属于优质亚基类型, 应该在育种计划中予以重视。

### 参考文献:

- [1] Payne P. L, Nightingale M. A, Krattiger, A. F, et al. The relationship between HMW glutenin subunit composition and the bread-making quality of British-grown wheat varieties[J]. Sci. Food Agric., 1987, 40 (1): 51-65
- [2] Sontag-Strohm T, Payne P. L, Salovaara, H. Effect of allelic variation of glutenin subunits and gliadins on baking quality in the progeny of two biotypes of bread wheat cv. Ulla[J]. Cereal Sci 1996, 24(2): 115-124
- [3] Redaelli R, Pognan E, Ng P. K. W. Effects of prolamins encoded by chromosomes 1B and 1D on the rheological properties of

dough in near-isogenic lines of bread wheat[J]. Cereal Chemistry, 1997, 74(2): 102-107.

- [4] 张延滨, 祁适雨, 肖志敏等. 适用于我国小麦品质育种的 SDS-PAGE 方法[J]. 哈尔滨师范大学自然科学学报, 1997, (5): 60-63
- [5] Payne P. L, Lawrence G. J. Catalogue of alleles for the complex genes Glu-A1, Glu-B1, and Glu-D1 which code for high-molecular-weight subunits of glutenin in hexaploid wheat[J]. Cereals Research Communications 1983, 11: 29-35.
- [6] 赵和, 卢少源, 李宗智. 小麦高分子量麦谷蛋白亚基遗传变异及其与品质和其它农艺性状关系的研究[J]. 作物学报, 1994, 20(1): 67-75
- [7] 赵友梅, 王淑俭. 高分子量麦谷蛋白亚基的图谱在小麦品质研究中的应用[J]. 作物学报, 1990 16(3): 209-217
- [8] 毛沛. 小麦胚乳储藏蛋白遗传及其等位变异对面包品质的影响[J]. 河北农作物研究, 1994, (2): 1-5
- [9] 程爱华, 王乐凯, 赵乃新等. 高分子量麦谷蛋白亚基评分系统的改进及应用[J]. 麦类作物学报, 2002, 22(1): 19-22

method of breeding and enhancing efficiency of breeding have been studied.

**Key words:** space mutation; spring wheat; variety improvement; breeding method

黑龙江省是我国重要的春小麦产区之一,小麦生产对满足人们的膳食需要,保证国家的粮食安全和建立合理的轮作体系都具有重要意义。由于种质资源匮乏,育种技术滞后,使小麦育种难于获得突破性进展。随着我国粮食需求的日益增长和人们生活水平的不断提高,全面进行小麦品种改良,尽快选育推广高产、优质、抗病和抗逆的新品种已成为当今育种工作者的重要课题。

空间环境具有强辐射、微重力、弱磁场、超真空和超洁净等特点,是一种具有广泛用途的新资源。上世纪60年代起一些发达国家已利用卫星和空间试验站研究了植物和微生物在空间条件下的生长发育和遗传变异等。我国从1980年起先后利用返回式卫星和高空气球搭载种子进行了空间诱变育种的研究,并取得了重大进展,通过空间诱变选育推广的水稻、小麦、青椒和西红柿新品种已经取得显著的经济效益和社会效益<sup>[1~4]</sup>。

1992年以来,我们利用返回式卫星先后5次共搭载7份小麦纯系材料种子,进行了航天诱变育种研究。经过多年的努力,选育推广了高产、抗病、品质好的小麦新品种1个,进入省区试的小麦品系2个,参加产量鉴定的品系4个。

同时在提高航天诱变效果和改进育种方法上进行了研究。现将主要研究结果报道如下。

## 1 新品种选育与种质创新

### 1.1 新品种选育

1992年秋将卫星搭载后的小麦纯系克RF<sub>0</sub>1199的种子播于温室,成熟后混合脱粒。1993年春,单粒点播获得SP<sub>2</sub>,常规调查,按育种目标选株,依系谱法操作,于1997年第6代决选品系,代号为龙辐97—5199。经预试、品比、区域、生试和大面积试种,2005年2月审定推广,命名为龙辐麦15,至2005年在黑龙江省和内蒙古东部累积种植面积达4万hm<sup>2</sup>。通过贸科工农一体化,产加销一条龙的产业化开发形式,取得了较好的社会效益和经济效益。

该品种的主要特点是:(1)产量高。产量鉴定试验中,平均产量5563.6 kg/hm<sup>2</sup>,较对照品种新克旱9号增产10.8%;省区试中平均产量4261.9 kg/hm<sup>2</sup>,较对照品种新克旱9号增产8.1%;生产试验中平均单产3967.4 kg/hm<sup>2</sup>,较对照品种新克旱9号增产10.9%。(2)抗病性强。经多年接种鉴定对

秆锈小种21C3.34和34C2免疫,高抗叶锈,中抗根腐病,赤霉病较轻。(3)品质良好。经农业部谷物品质检验测试中心3年分析,平均蛋白质含量15.86%,湿面筋含量35.5%,沉降值49.7 mL,吸水率64.0%,形成时间5 min,稳定时间9.5 min,综合指标达到了中强筋小麦水平。(4)抗逆性强。前期抗旱,后期耐湿,秆强抗倒伏,成熟落黄好,抗穗发芽。

### 1.2 种质创新

经多次卫星搭载和精心选育,已获得一批优异种质材料,有的已参加省区试。

1.2.1 超强筋品系龙辐00—4379 该品系是2000年从航天诱变第5代材料中选出的超强筋小麦新品系。经农业部谷物品质检验测试中心4年(2002~2004)的品质分析,各项品质指标的平均值为:蛋白质含量16.05%,湿面筋含量33.8%,沉降值66.9 mL,吸水率60.6%,形成时间18.9 min,稳定时间28.5 min,评价值86.8分,最大抗延阻力583.5 EU,延伸性17.1 cm,面积129.6 cm<sup>2</sup>,属超强筋类型。同时该品系产量高,抗病性强,已于2004年参加了省区试。

1.2.2 强筋品系龙辐02—0958 该品系是2002年从航天诱变第6代材料中选出的强筋小麦新品系。经农业部谷物品质检验测试中心2年(2003~2004)的品质分析,各项品质指标的平均值为:蛋白质含量15.6%,湿面筋含量35.9%,沉降值59.9 mL,形成时间7.5 min,稳定时间12.5 min,评价值73分,最大抗延阻力603 EU,延伸性20.1 cm,面积162 cm<sup>2</sup>,属强筋类型。该品系产量高,抗病性强,已于2005年参加了省区试。

1.2.3 高产品系龙辐02—0664 该品系是2002年从航天诱变第6代材料选出的高产小麦新品系。经3年(2003~2005)产量鉴定,平均产量为5818.5 kg/hm<sup>2</sup>,较对照品种新克旱9号增产10.0%,较原亲本增产11.5%。株高95 cm左右,繁茂性强,秆强抗倒伏,落黄好,穗粒数52粒左右,千粒重35~39 g,容重810~820 g/L,增产潜力较大。

## 2 选育方法的改进

### 2.1 供试材料的选择

航天诱变处理与辐射诱变处理相比,具有成本

高、搭载量少、时效性强和搭载次数有限等缺点。为了提高航天诱变的育种成效, 首先应注重供试材料的选择。我们的做法是: (1) 要严格按照育种目标, 选择优点多、缺点少的材料进行搭载。(2) 为确保试材的遗传一致性, 拟搭载的稳定材料要点播稀植、隔离种植和套袋自交, 成熟后选典型株脱粒备用。

## 2.2 后代材料的处理

航天诱变与辐射诱变相比, 具有当代损伤小, 有益变异较多而变异幅度较小的特点, 不少变异属微突变。据我们 2004 年的调查, 经卫星搭载的克 498 纯系和龙 0657 纯系  $SP_2$  株高的离均差(S)和变异系数(CV%)分别为 3.83、4.4%和 3.90、4.9%, 而相应原亲本株高的离均差(S)和变异系数(CV%)分别为 3.48、4.0%和 3.22、3.6%, 两个群体株高差异不显著, 说明  $SP_2$  在植株上并未出现“疯狂”分离, 为了保存和筛选更多变异, 我们采取了以下做法: (1) 适当增加搭载材料的种子量, 扩大  $SP_1$  群体。(2) 第 2 代要仔细调查各种变异, 尽量排除环境差异对植株性状的影响。除按育种目标选择单株外, 对其余植株采取 1~5 粒/穗混收种子。(3) 在  $SP_3$  代, 除种植决选的单株外, 点播混收种子, 按育种目标选株。(4)  $SP_4$  代继续选株, 待  $SP_5 \sim SP_6$  代稳定后选系, 并纳入育种程序。

## 2.3 后代材料的早期鉴定

2.3.1 抗病性鉴定 将基本稳定的株系种在温室, 抽穗后分别用赤霉病菌孢子悬浮液和根腐病菌孢子悬浮液进行喷雾接种, 严格保湿, 成熟前调查发病情况。根据株系的发病情况, 进行抗病性筛选。

2.3.2 高分子量麦谷蛋白亚基(HMW-GS)组成鉴定 在  $SP_4 \sim SP_5$  代时取各株系种子, 用 SPS-PAGE 电泳法测定其高分子量麦谷蛋白亚基组成, 并根据是否含有 5+10 等优质亚基, 进行品质的早代筛选<sup>[9]</sup>。

2.3.3 醇溶蛋白电泳图谱建立 醇溶蛋白电泳图谱被认为是小麦的遗传“指纹”, 不受外界条件的影响而变化。为验证变异的真实性和可靠性, 除对突变体进行形态上的特异性、一致性和稳定性鉴定外, 还用 A-PAGE 电泳法建立醇溶蛋白电泳图谱<sup>[6]</sup>。

## 3 提高诱变率的研究

为了增大搭载种子对空间高能离子的吸收截面, 提高变异率以及返回种子可能发生的变异不被恢复, 而保存更多变异。我们在种子搭载前将一部分种子用 5% 的硼酸溶液进行浸泡, 并将搭载后返回的部分种子用 1% EDTA 溶液浸泡。研究结果表

明, 对搭载的种子进行这种预处理和后处理, 可提高航天诱变的变异频率<sup>[5]</sup>。

## 4 讨论

4.1 选择适当的亲本材料是航天诱变育种能否获得成就的重要环节。鉴于航天诱变的特点, 选材一定要做到“准”和“精”。“准”就是要全面认识试材的遗传背景和特征特性, 要优点多缺点少, 同时要了解市场对品种的要求, 具有前瞻性, 育种目标必须明确。“精”就是搭载的材料数不易过多, 但对拟搭载的材料要隔离繁殖, 严格挑选。

4.2 航天诱变与辐射诱变相比, 对后代的生理损伤和遗传损伤较小, 正向变异较多, 但变异幅度和变异频率一般不及辐射诱变<sup>[6,7]</sup>。为提高航天诱变效果, 对拟搭载的种子进行硼酸溶液等的预处理和 EDTA 等修复抑制剂的后处理是必要的。同时为了能在后代中保存更多的变异, 应适当扩大后代群体。我们认为用系谱法和混合群体法相结合的办法处理后代群体, 对累积和选择有益变异是很有利的。

4.3 对小麦进行品种改良是育种工作者的重要任务, 但加快新品种的推广, 使其尽快转化为现实生产力才是我们的最终目标。多年来我们将育成的优良品系在试验示范基地进行异地鉴定、示范试种和种子扩繁, 并对基地农场提供全程的技术服务。同时与基地农场一起, 主动与面粉加工企业联系, 建立优质原粮的稳定销售渠道。以面粉加工企业为龙头, 形成科研—推广—产业化开发体系, 推动优质小麦生产, 使农民增收, 企业增效, 社会受益。

## 参考文献:

- [1] 温贤芳, 张龙, 戴维序, 等. 天地结合开展我国空间诱变育种研究[J]. 核农学报, 2004, 18(4): 241-246
- [2] 刘录祥. 空间诱变技术与空间产业: 前景与未来[A]. 中国科学院. 2003 年高技术发展报告[C]. 北京: 科学出版社, 2003, 244-251
- [3] 刘录祥, 郑成成. 空间诱变与作物改良[M]. 北京: 原子能出版社, 1997
- [4] 郭亚华, 谢立波, 王雪, 等. 辣椒空间诱变育种技术创新与新品种(品系)培育[J]. 核农学报, 2004, 18(4): 265-268
- [5] 王广金, 闫文义, 孙岩, 等. 春小麦航天育种效果的研究[J]. 核农学报, 2004, 18(4): 257-260
- [6] 王广金, 闫文义, 孙岩, 等. 航天诱变选育高产优质小麦新品系龙辐 02-0958[J]. 核农学报, 2005, 18(5): 347-350
- [7] 王俊敏, 魏力军, 骆荣挺, 等. 航天技术在水稻育种中的应用研究[J]. 核农学报, 2004, 18(4): 252-256
- [8] 徐建龙. 空间诱变因素对不同粳稻基因型的生物学效应研究[J]. 核农学报, 2000, 14(1): 56-60