

文章编号 :1000-4025(2006)01-0033-06

硬粒小麦—节节麦人工合成种 HMW -GS 组成 及 1 5 + 10 亚基的遗传分析*

王世红^{1,2,3}, 张怀刚^{1*}, 周宽基², 袁明璐², 刘宝龙^{1,3}, 张梅妞¹, 张波^{1,3}

(1 中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810001 2 甘肃省农业科学院粮食作物研究所, 兰州 730070 3 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘要 对 C MM YT 的 99 份硬粒小麦—节节麦人工合成种(简称合成种)的 HMW -GS 组成分析发现, Glu-B1 和 Glu-D1 位点的变异类型比普通小麦丰富, 分别有 9 种和 12 种亚基类型。筛选出含有比 5+ 10 亚基更优质的 1.5+ 10 和 5+ 12 亚基的合成种分别有 8 份和 1 份。含有优质亚基 1.5+ 10 的合成种与普通小麦杂交结实正常。对 2 个合成种与 2 个普通小麦品种的 8 个正反交组合 F₁ 种子电泳发现, 优质亚基 1.5+ 10 在 F₁ 代能正常表达, 双亲所有亚基在 F₁ 代都得到表达, 表现共显性遗传。本研究为优质亚基 1.5+ 10 和 5+ 12 转育到普通小麦中奠定了基础。

关键词 节节麦; 人工合成种 HMW -GS 遗传分析

中图分类号 Q 75 :Q 789 文献标识码 A

HMW -GS Composition and 1.5+ 10 Subunit Genetic Analysis of Wheat Syndrome Developed with Durum Wheat and *Aegilops tauschii*

WANG Shi-hong^{1,2,3}, ZHANG Huai-gang^{1*}, ZHOU Kuan-ji², YUAN Ming-lu²,
LIU Bao-long^{1,3}, ZHANG Mei-niu¹, ZHANG Bo^{1,3}

(1 Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China 2 Crop Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070, China 3 Graduate School, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract The HMW -GS compositions of 99 materials of the syndrome developed by C MM YT with durum wheat and *Aegilops tauschii* (Syndrome in short) were explored and then Glu-B1 and Glu-D1 were found to vary in their types more richly than those in common wheat, and contained 9 and 12 subunit types, respectively. There are 8 materials and 1 material of the syndrome screened to contain subunit 1.5+ 10 and subunit 5+ 12, which were better in quality than subunit 5+ 10, respectively. The syndrome materials containing the quality subunits were used to cross common wheat and their seed formation took place normally. The electrophoresis of the F₁ seeds of the reciprocal and direct crosses of two syndrome materials and 8 common wheat varieties indicated that subunit 1.5+ 10, a quality subunit, could normally express in F₁ and all the subunits of the male and female parents could express in F₁, and thus subunit 1.5+ 10 presented a co-dominant inheritance. This study laid a foundation for transforming quality subunit 1.5+ 10 and 5+ 12 into common wheat.

Key words *Aegilops tauschii*; syndrome; HMW -GS; genetic analysis

收稿日期 2005-08-30 修改稿收到日期 2005-11-30

基金项目 中国科学院知识创新工程项目(KSCX2-SW-304); 甘肃省高新技术攻关项目(GSK05-004)

作者简介 王世红(1970-), 男(汉族), 助理研究员, 硕士研究生, 主要从事小麦杂种优势利用和品质育种。E-mail wangshh0811@yahoo.com.cn

* 通讯联系人 Correspondence to ZHANG Huai-gang E-mail hgzhang@nwipb.ac.cn

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

野生节节麦(*Aegilops tauschii*, 2n=14, DD)是普通小麦D染色体组的供体,其Glu-D1位点上有丰富的遗传变异类型,多达14种以上,许多亚基在普通小麦中是没有的,特别是含有比5+10亚基更优质的1.5+10和5+12亚基^[1~4]。CMM YT的科学家在20世纪90年代初人工合成了硬粒小麦——节节麦双二倍体(即人工合成种六倍体小麦,2n=6X=42,AABBDD,以下简称合成种)^[4],本研究鉴定分析了从CMM YT引进的99份农艺性状较好的合成种的HMW-GS组成,并对其与普通小麦杂交结实率及特异优质亚基1.5+10在F₁代的遗传表达进行了研究。希望通过合成种的桥梁作用,克服远缘杂交不育,实现节节麦中优质基因转育到普通小麦中,以进一步改良小麦的品质。

1 材料和方法

1.1 材料

99份合成种由CMM YT提供,电泳时用普通小麦品种中国春(CS)和宁春4号(NC4)作参照,用含有特异优质亚基1.5+10的合成种12(SHW12)与合成种19(SHW19)以及普通小麦宁春4号(NC4)和陇春8145(LC8145)作亲本,配制得到正反交8个组合的F₁种子。

1.2 SDS-PAGE电泳

99份合成种和8个杂交组合F₁种子的HMW-GS组成分析采用SDS-PAGE垂直板凝胶电泳方法,亚基组成及命名参照Payne等^[5]的方法。

样品的提取 取种子1/3~1/2胚乳粉碎后装入Enphendrof管中,加入120 μL样品提取液[双蒸水4.0 mL、0.5 mol/L Tris-HCl(pH 6.8) 1.0 mL、10% SDS(w/v) 1.6 mL、丙三醇0.8 mL、β巯基乙醇0.4 mL、0.05% (w/v)溴酚蓝0.2 mL],室温浸提1 h,并随时震荡,然后在100℃水浴保温浸提4 min,冷却后在15 000 r/min、4℃下离心15 min,放入冰箱中备用。点样前再离心5 min。

制胶 采用10%的分离胶[35% Acr 7.15 mL、2% Bis 1.63 mL、双蒸水5.6 mL、1 mol/L Tris-HCl(pH 8.8) 9.4 mL、10% SDS 0.25 mL、10% APS 100 μL、TEMED 25 μL]和3.5%的浓缩胶[35% Acr 0.5 mL、2% Bis 0.11 mL、双蒸水3.1 mL、0.5 mol/L Tris-HCl(pH 6.8) 1.25 mL、10% SDS 50 μL、10% APS 20 μL、TEMED 5 μL]。

电泳 每份样品点样量15 μL,加入电极缓冲液(4.5 g Tris, 21.6 g甘氨酸, 1.5 g SDS溶解于

1500 mL蒸馏水,混合均匀,用1 mol/L HCl调节pH至8.3),4℃冰箱恒温电泳,电流20 mA,电泳7~9 h,或直至溴酚蓝达到凝胶前沿,停止电泳。

染色 将凝胶在100 mL固定液(冰醋酸 甲醇 双蒸水=1:4:5,v/v)中固定30 min,再置于300 mL染色液(冰醋酸 甲醇 双蒸水=1:4:5,v/v,考马斯亮蓝R-250浓度1%)中室温震荡染色过夜,然后在300 mL脱色液(冰醋酸 甲醇 双蒸水=1:4:5,v/v)中室温震荡脱色直至背景清晰为止,读带并照相。

1.3 合成种与普通小麦杂交结实率调查方法

将合成种12、合成种19、陇春8145和宁春4号人工去雄各10个单穗,分别以2个合成种与2个普通小麦互相杂交,共计8个组合,连续几天人工饱和授粉,每个组合做5穗,调查各组合单穗结实率。单穗结实率(%)=(结实粒数/基部2朵小花总数)×100,然后计算各组合5个单穗平均结实率。

2 结果与分析

2.1 合成种的HMW-GS组成分析

99份合成种的HMW-GS变异及组成列于表1和表2。

99份合成种在Glu-1的3个位点上共出现24种不同的HMW-GS类型,其中Glu-A1、Glu-B1和Glu-D1位点的变异类型分别有3、9和12种(表1)。99份合成种中,在Glu-A1位点上,Null出现频率达87.9%,1和2⁺亚基出现频率明显很低,分别占10.1%和2.0%。在Glu-B1位点优质亚基7+8、14+15出现频率都很高,分别为26.3%和20.2%。还出现了1份呈7+8+9三亚基组成的合成种,且连续几个世代“7+8+9”组成稳定,这种亚基在普通小麦中是没有的。Glu-D1位点上共出现12种亚基类型,除普通小麦中常见的2+12和5+10亚基外,其余10种亚基虽然出现频率都比较低,但都是普通小麦所没有的。这表明99份合成种Glu-B1和Glu-D1位点上的亚基变异类型比普通小麦要丰富得多。特别是99份合成种在Glu-D1位点上有8份含有1.5+10亚基(合成种12、19、34、39、73、88、89、90),1份含有5+12亚基(合成种53)。

合成种的HMW-GS组成类型共有40种(表2),变异类型相当丰富,尤其是在Glu-B1位点出现7+8、17+18或14+15等优质亚基,同时在Glu-D1位点出现优质亚基1.5+10和5+10的合成种就有17份(合成种12、39、88、89、90和合成种1、

11、13、15、18、21、41、42、48、69、76、85), 可为我国小麦品质育种提供珍贵的种质资源.

表 1 99 份合成种 Glu-1 位点亚基变异类型及频率

Table 1 Subunits and their percentages of 99 synthetic materials at Glu-1

| 亚基类型 Type of HMW-GS | Glu-A 1 | | Glu-B 1 | | Glu-D 1 | | | |
|---------------------------|--|-------------------------|---------------------------|--|-------------------------|------------------------------------|--|-------------------------|
| | 合成种数目 Number of the syndeme materials | 频率 Percentage (%) | 亚基类型 Type of HMW-GS | 合成种数目 Number of the syndeme materials | 频率 Percentage (%) | 亚基类型 Type of HMW-GS | 合成种数目 Number of the syndeme materials | 频率 Percentage (%) |
| Null | 87 | 87.9 | 7+ 8 | 26 | 26.3 | 1.5+ 10 | 8 | 8.1 |
| 1 | 10 | 10.1 | 14+ 15 | 20 | 20.2 | 5+ 12 | 1 | 1.0 |
| 2* | 2 | 2.0 | 17+ 18 | 2 | 2.0 | 5+ 10 | 25 | 25.3 |
| | | | 6+ 8 | 36 | 36.4 | 2+ 12 | 36 | 36.4 |
| | | | 7+ 9 | 7 | 7.1 | 2+ T ₁ T ₂ | 10 | 10.1 |
| | | | 6+ 9 | 5 | 5.0 | 2.1+ 10 | 5 | 5.1 |
| | | | 13+ 14 | 1 | 1.0 | 2+ 10 | 4 | 4.0 |
| | | | 13+ 16 | 1 | 1.0 | 1.5+ 12 | 4 | 4.0 |
| | | | 7+ 8+ 9 | 1 | 1.0 | 3+ T ₁ T ₂ | 3 | 3.0 |
| | | | | | | T ₁ T ₂ | 1 | 1.0 |
| | | | | | | 1.5+ T ₁ T ₂ | 1 | 1.0 |
| | | | | | | 2+ T ₂ | 1 | 1.0 |

注 T₁T₂ 亚基是一条比 12 亚基迁移率更快, 分子量更小的新亚基, 与其它亚基相比其电泳带明显较粗, 可能是由两条分子量相近的谱带重叠而成, 因此用 T₁T₂ 字母组合来命名 T₂ 亚基与 T₁T₂ 亚基谱带位置相同且较细, 更靠近下边缘, 故用 T₂ 命名.

Note Subunit T₁T₂ is a new subunit that has higher mobility and a smaller molecular weight than subunit 12, its electrophoregram lanes are remarkably thicker than these of other subunits and may be composed of the overlapped lanes of two subunits with similar molecular weights, and thus was named by combining T₁ and T₂; the lane subunit T₂ is located at same site as, thinner and lower than that of T₁T₂ and thus is named with T₂.

表 2 99 份合成种 HMW-GS 组成类型

Table 2 Compositions of HMW-GS in 99 SHW

| HMW-GS 组成 Composition of HMW-GS | 合成种数 Number of the syndeme materials | HMW-GS 组成 Composition of HMW-GS | 合成种数 Number of the syndeme materials |
|---|---|---|---|
| N, 7+ 8, 1.5+ 10 | 2 | N, 6+ 9, 2+ 12 | 2 |
| N, 14+ 15, 1.5+ 10 | 3 | 2*, 14+ 15, 2+ 12 | 2 |
| N, 6+ 8, 1.5+ 10 | 1 | N, 7+ 8, 1.5+ 12 | 2 |
| N, 13+ 14, 1.5+ 10 | 1 | N, 6+ 8, 1.5+ 12 | 2 |
| N, 7+ 8+ 9, 1.5+ 10 | 1 | N, 7+ 8, 2+ 10 | 2 |
| 1, 13+ 16, 5+ 12 | 1 | N, 6+ 8, 2+ 10 | 2 |
| 1, 7+ 8, 5+ 10 | 1 | N, 7+ 9, 2+ T ₁ T ₂ | 2 |
| N, 7+ 8, 5+ 10 | 1 | N, 7+ 9, 3+ T ₁ T ₂ | 2 |
| 1, 17+ 18, 5+ 10 | 1 | 1, 7+ 8, 2+ 12 | 1 |
| 1, 14+ 15, 5+ 10 | 3 | 1, 14+ 15, 2+ 12 | 1 |
| N, 14+ 15, 5+ 10 | 6 | N, 17+ 18, 2+ 12 | 1 |
| 1, 6+ 8, 5+ 10 | 1 | N, 7+ 9, 2+ 10 | 1 |
| N, 6+ 8, 5+ 10 | 10 | N, 7+ 9, 2+ T ₂ | 1 |
| N, 6+ 9, 5+ 10 | 1 | 1, 7+ 8, T ₁ T ₂ | 1 |
| N, 7+ 9, 5+ 10 | 1 | N, 7+ 8, 2+ 10 | 1 |
| N, 6+ 8, 2+ 12 | 14 | N, 6+ 9, 2+ 10 | 1 |
| N, 7+ 8, 2+ 12 | 11 | N, 6+ 9, 2+ 10 | 1 |
| N, 14+ 15, 2+ 12 | 4 | N, 14+ 15, 2+ 10 | 1 |
| N, 7+ 8, 2+ T ₁ T ₂ | 4 | N, 6+ 8, 1.5+ T ₁ T ₂ | 1 |
| N, 6+ 8, 2+ T ₁ T ₂ | 4 | N, 6+ 8, 3+ T ₁ T ₂ | 1 |

2.2 合成种与普通小麦杂交结实率

以西北春麦区大面积推广种植品种宁春4号(NC4)和超高产品种陇春8145(LC8145)分别与合

有特异优质亚基1.5+10的合成种12和19做正反杂交,F₁代杂交结实率调查结果列于表3。

表3 合成种与普通小麦杂交结实率

Table 3 Average seedling rates of the crosses between the synthetic materials and common wheat

| 杂交组合 Combination | 单穗结实粒数/基部2朵小花总数 No. of seeds per spike/No. of basal florets of spikelet per spike | 平均结实率 Average seed rate(%) |
|----------------------------|--|-------------------------------|
| 合成种12/宁春4号 SHW 12/NC4 | 14/20, 12/22, 9/18, 13/18, 16/20 | 65.3 |
| 合成种12/陇春8145 SHW 12/LC8145 | 15/18, 17/20, 15/20, 18/20, 14/20 | 80.7 |
| 合成种19/宁春4号 SHW 19/NC4 | 20/20, 14/18, 15/20, 15/20, 15/20 | 80.6 |
| 合成种19/陇春8145 SHW 19/LC8145 | 17/20, 16/20, 18/20, 10/16, 18/20 | 81.5 |
| 宁春4号/合成种12 NC4/SHW 12 | 8/26, 20/26, 19/26, 17/24, 14/24 | 50.4 |
| 宁春4号/合成种19 NC4/SHW 19 | 14/24, 19/24, 23/28, 16/26, 19/26 | 70.8 |
| 陇春8145/合成种12 LC8145/SHW 12 | 1/20, 2/20, 1/20, 3/20, 2/20 | 9.0 |
| 陇春8145/合成种19 LC8145/SHW 19 | 4/28, 4/28, 0/28, 0/28, 1/28 | 5.7 |

表4 合成种与普通小麦杂交F₁及双亲 HMW-GS 组成

Table 4 Compositions of HMW-GS in F₁ between SHW and common wheat and their parents

| 材料 Material | Glu-A1 | Glu-B1 | Glu-D1 |
|----------------------------|--------|-----------------|----------------|
| 合成种12/宁春4号 SHW 12/NC4 | 1 | 14+ 15, 17+ 18 | 1.5+ 5+ 10 |
| 宁春4号/合成种12 NC4/SHW 12 | 1 | 14+ 15, 17+ 18 | 1.5+ 5+ 10 |
| 合成种19/宁春4号 SHW 19/NC4 | 1 | 7+ 8+ 9, 17+ 18 | 1.5+ 5+ 10 |
| 宁春4号/合成种19 NC4/SHW 19 | 1 | 7+ 8+ 9, 17+ 18 | 1.5+ 5+ 10 |
| 合成种12/陇春8145 SHW 12/LC8145 | 1 | 14+ 15, 7+ 9 | 1.5+ 10, 2+ 12 |
| 陇春8145/合成种12 LC8145/SHW 12 | 1 | 14+ 15, 7+ 9 | 1.5+ 10, 2+ 12 |
| 合成种19/陇春8145 SHW 19/LC8145 | 1 | 7+ 8+ 9 | 1.5+ 10, 2+ 12 |
| 陇春8145/合成种19 LC8145/SHW 19 | 1 | 7+ 8+ 9 | 1.5+ 10, 2+ 12 |
| 合成种12 SHW 12 | Null | 14+ 15 | 1.5+ 10 |
| 合成种19 SHW 19 | Null | 7+ 8+ 9 | 1.5+ 10 |
| 宁春4号 NC4 | 1 | 17+ 18 | 5+ 10 |
| 陇春8145 LC8145 | 1 | 7+ 9 | 2+ 12 |

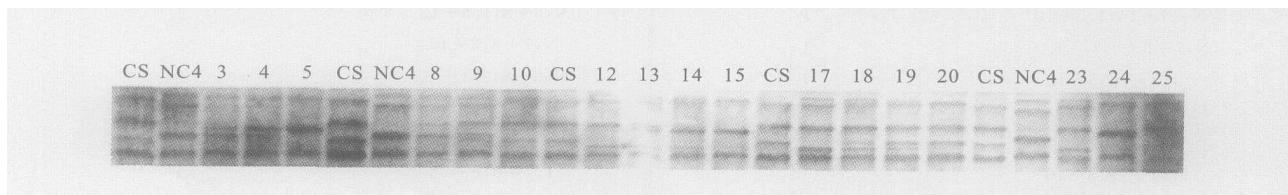


图1 合成种与普通小麦杂交F₁及双亲 SDS-PAGE 电泳图谱

CS 中国春 NC4 宁春4号 3 宁春4号/合成种12 4 合成种12/宁春4号 5 合成种12 8 宁春4号/合成种19 9 合成种19/宁春4号 10 合成种19 12 陇春8145 13 陇春8145/合成种12 14 合成种12/陇春8145 15 合成种12 17 陇春8145 18 陇春8145/合成种19 19 合成种19/陇春8145 20 合成种19 23 陇春8145 24 合成种12 25 合成种19

Fig. 1 Photographs of HMW-GS in F₁ and their parents

CS Chinese Spring NC4 Ningchun 4 3 NC4/SHW 12 4 SHW 12/NC4 5 SHW 12 8 NC4/SHW 19 9 SHW 19/NC4 10 SHW 19 12 LC 8145 13 LC 8145/SHW 12 14 SHW 12/LC 8145 15 SHW 12 17 LC 8145 18 LC 8145/SHW 19 19 SHW 19/LC 8145 20 SHW 19 23 LC 8145 24 SHW 12 25 SHW 19

正交组合(合成种×普通小麦)结实率平均为77.0%,与普通小麦之间的杂交结实率基本相当。反交组合宁春4号/合成种12和宁春4号/合成种19

的结实率略低于正交平均结实率,可能与合成种花药较瘪小、花粉量相对较少有关。反交组合陇春8145/合成种12和陇春8145/合成种19的结实率

很低,主要原因是陇春 8145 抽穗较晚,与两个合成种的花期不遇。可见,合成种与普通小麦杂交,极易获得杂种。以上结果表明,合成种与普通小麦杂交结实完全正常,不存在远缘杂交不育现象,为通过合成种的桥梁作用将节节麦中特异优质亚基 1.5+10 和 5+12 转育到普通小麦中提供了育种实践基础。

2.3 合成种特异优质亚基 1.5+10 在 F₁ 代的遗传分析

对表 3 中 8 个杂交组合及其亲本电泳,电泳图谱见图 1, HMW-GS 组成列于表 4。

由图 1 和表 4 可知,双亲所有的 HMW-GS 在 F₁ 代种子中都得到了表达,表现共显性遗传。比较 2 个相同亲本的正、反交组合电泳图谱条带可知,所有亚基在 F₁ 代的表达剂量(电泳图谱条带的粗细)表现为母本的条带明显粗于父本,表现出偏母遗传现象。这是因为 HMW-GS 存在于胚乳中,胚乳是三倍体,是由 2 个极核和 1 个精子结合而成,在 F₁ 代母本所具有的编码 HMW-GS 基因数目是父本的 2 倍,父母本遗传物质比例不同所造成的基因剂量效应。

3 讨 论

3.1 合成种 HMW-GS 蕴藏丰富的遗传变异类型

节节麦含有非常丰富的 HMW-GS 等位基因变异,多达 14 种以上^[1~4]。杨武云^[6,7]、张义荣^[8]和陈国跃^[9]分别分析了从 CMM YT 引进的 25、58、95 份合成种的 HMW-GS 组成发现,其 Glu-D1 位点的亚基变异类型也非常丰富,分别有 10、13 和 12 种。本研究分析了 99 份合成种的 Glu-D1 位点的亚基变异类型也有 12 种之多,说明这些合成种继承了其亲本节节麦 HMW-GS 的遗传多样性。这批合成种

用于普通小麦的品质改良,必将极大地丰富普通小麦 HMW-GS 的遗传多样性。特别是 99 份合成种中发现的 8 份含有 1.5+10 和 1 份 5+12 特异优质亚基的合成种,对于丰富普通小麦 HMW-GS 组成,进一步改善品质,都是珍贵的种质资源。

3.2 合成种 HMW-GS 的特殊表达

普通小麦在通常情况下,同一个 Glu-B1 位点或 Glu-D1 位点上表达 2 个亚基,即 1 个较高分子量的 x-型亚基和 1 个较低分子量的 y-型亚基,如 1Dx5+1Dy10。但在本研究中,发现了 1 份 Glu-D1 位点仅表达了 1 个 y-型亚基 1DyT₁T₂,而其 x-型亚基未表达,这种现象在中国的一些地方品种和欧洲品种中出现过^[9],可能是节节麦和普通小麦 D 基因组存在遗传差异所致。另外,还发现 1 份合成种在 Glu-B1 位点同时表达了 3 个亚基 7+8+9 即 1 个 x-型亚基 1Dx7 和 2 个 y-型亚基 1Dy8、1Dy9,这种现象也有报道^[10~12],可能与其野生种的野生习性密切相关。

3.3 合成种与普通小麦杂交结实率高,杂种 F₁ 代双亲 HMW-GS 呈共显性遗传,并存在明显的偏母遗传现象

研究表明,合成种与普通小麦杂交结实正常,与普通小麦之间的杂交结实率相当,不存在远缘杂交不育现象,这一结果未见报道。遗传分析发现,特异优质亚基 1.5+10 在 F₁ 代呈共显性遗传,双亲所有 HMW-GS 在 F₁ 种子中都得到表达,并有明显的偏母遗传现象,与杨武云^[6]的报道一致。

目前已在两个杂交组合即陇春 8145/合成种 12//宁春 4 号和陇春 8145/合成种 19//宁春 4 号的 F₆ 代群体中,筛选出 64 份含有 1.5+10 亚基,3 份含有 5+12 亚基的稳定株系,正进行相关品质分析。

参考文献:

- [1] LAUGUDAH E S, HALLORAN G M. Phylogenetic relationships of *Triticum tauschii* the D genome donor to hexaploid wheat. I. Variation in HMW subunits of glutenin and gliadins [J]. *Theor Appl Genet*, 1988, 75: 592~598.
- [2] WLLIAM H M, PENA R J, MUJEEB-KAZIA. Protein and isozyme variations in *Triticum tauschii* (*Aegilops squarrosa*) [J]. *Theor Appl Genet*, 1993, 87: 255~263.
- [3] PENA R J, ZARCO HERNANDEZ J, MUJEEB-KAZIA. Glutenin subunit compositions and breadmaking quality characteristics of synthetic hexaploid wheats derived from *Triticum turgidum* × *Triticum tauschii* (Coss.) Schmalh crosses [J]. *J. Cereal Sci.*, 1995, 21: 15~23.
- [4] MUJEEB-KAZIA, ROSAS V, ROLDAN S. Conservation of the genetic variation of *Triticum tauschii* (Coss.) Schmalh (*Aegilops squarrosa* auct non L.) in synthetic hexaploid wheats (*T. turgidum* L. S. Lat. × *T. tauschii* 2n=6x=42, AABBDD) and its potential utilization for wheat improvement [J]. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 1996, 43: 129~134.
- [5] PANE P I, LAWRENCE G J. Catalogue of alleles for the complex gene loci, Glu-A1, Glu-B1 and Glu-D1, which code for high molecular weight subunits of glutenin in hexaploid wheat [J]. *Cereal Res Commun*, 1983, 11(1): 29~35.

- [6] YANG W Y(杨武云), HU X R(胡晓蓉), YU Y(余毅). The composition analysis of high molecular weight glutenin subunits in synthetic hexaploid wheats[J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*(西南农业学报), 1998, 11: 163- 166(in Chinese).
- [7] YANG W Y(杨武云), HU X R(胡晓蓉), YU Y(余毅). Exploring useful genes in *Aegilops tauschii* for modern commercial wheat improvement by biotechnology[J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*(西南农业学报), 1999, 12: 19- 25(in Chinese).
- [8] ZHANG Y R(张义荣), NI ZH F(倪中福), LIANG R Q(梁荣奇), et al. Compositions of high molecular weight glutenin subunits in synthetic hexaploid wheats introduced from CIMMYT[J]. *Journal of China Agricultural University*(中国农业大学学报), 2001, 6(3): 38- 43 (in Chinese).
- [9] CHEN G Y(陈国跃), LI L H(李立会). Composition analysis of high molecular weight glutenin subunits in synthetic hexaploid wheats [J]. *Journal of Triticeae Crops*(麦类作物学报), 2005, 25(1): 94- 97(in Chinese).
- [10] GIAN BELL IT M C, MASCIS, LARROQUE O R, et al. Polymorphism of high molecular weight glutenin subunits in *Triticum tauschii*[J]. *Cereal Science*, 2001, 33: 39- 52.
- [11] RODRIGUEZ-QUIJANO M, NIETO-TALADRIZ M T, CARRILLO J M. Polymorphism of high molecular weight glutenin subunits in three species of *Aegilops*[J]. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 2001, 48(6): 599- 607.
- [12] Yueming Yan, HSAM SL K, Jianzhong Yu, et al. A allelic variation of the HMW glutenin subunits in *Aegilops tauschii* accessions detected by sodium dodecyl sulphate (SDS-PAGE), acid polyacrylamide gel (A-PAGE) and capillary electrophoresis[J]. *Euphytica*, 2003, 130(3): 377- 385.

《西北植物学报》国外发行量持续增加

据科学出版社期刊管理中心发行部信息, 2006年《西北植物学报》国外发行总数达121册, 比2005年增加了15册。这是《西北植物学报》国外发行量连续增加的第4年。国外发行量的增加, 从侧面反映了《西北植物学报》整体水平的不断提升, 说明本刊在对外进行学术交流方面得到更广泛的读者关注与同行认可, 使刊发论文作者的最新研究成果能够凭借《西北植物学报》这一平台, 及时被国外同行查阅引用, 进一步扩大其学术影响。为了提高《西北植物学报》的总体质量, 编辑部针对本刊作者英文写作水平参差不齐的现状, 2005年初特聘请了英文编辑(刘孟君, 兼职), 重点对英文标题、摘要、图题、表题等进行编辑加工, 对一些英文较差的摘要进行改写或重写, 以准确反映论文的研究成果, 让国外读者通过阅读英文摘要和图表, 准确了解文章主旨, 达到真正意义上的学术交流。编辑部的此项工作以及英文编辑的辛勤劳动已得到来自国内诸多方面专家的好评。新年伊始, 2006年《西北植物学报》全体工作人员将竭尽所能为作者服务, 诚愿更多、更好的稿件投往本刊。愿《西北植物学报》有更广阔的发展空间, 成为科研成果走向世界的桥梁!

(刘 枫 供稿)