

用微卫星标记鉴定中国小麦品种中 *Rht8* 矮秆基因的分布

周 阳¹ 何中虎^{1,2,*} 张改生³ 夏兰琴¹ 陈新民¹ 张立平¹ 陈 锋⁴

(¹中国农业科学院作物育种栽培研究所/国家小麦改良中心; ² CIMMYT 中国办事处, 北京 100081; ³西北农林科技大学农学院, 陕西杨凌 712100; ⁴河南农业大学农学院, 河南郑州 450002)

摘 要 利用微卫星 Xgwm261 标记对中国小麦主产区近 30 年小麦主栽品种进行 *Rht8* 矮秆基因的鉴定, 同时进行系谱分析加以验证, 结果表明: 就全国范围而言, 约 42.3% 的品种含有 *Rht8*, 但不同生态区的分布频率不同; 结合赤霉酸 (GA_3) 反应实验, 约 20.6% 的品种同时含有 *Rht8* 和对 GA_3 不敏感矮秆基因。根据系谱分析, 中国小麦品种 *Rht8* 的供体品种主要是来自意大利的阿夫 (Funò)、中农 28 (Villa Gori)、郑引 1 号 (St1472/506)、郑引 4 号 (St2422/464) 等和前苏联的无芒 1 号 (Bezostaya 1)。洛类系统在中国作为抗源利用的同时, 很可能也是 *Rht8* 的重要供体。

关键词 普通小麦; 矮秆基因; 分子标记; 微卫星

中图分类号: S512 文献标识码: A

Rht8 Dwarf Gene Distribution in Chinese Wheats Identified by Microsatellite Marker

ZHOU Yang¹ HE Zhong-Hu^{1,2} ZHANG Gai-Sheng³ XIA Lan-Qin¹ CHEN Xin-Min¹ ZHANG Li-Ping¹ CHEN Feng⁴

(¹ Institute of Crop Breeding and Cultivation, CAAS / China National Wheat Improvement Center; ² CIMMYT China Office, Beijing 100081; ³ College of Agronomy, Northwest Science and Technology University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100; ⁴ College of Agronomy, Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan 450002, China)

Abstract Wheat microsatellite Xgwm261 was used to identify *Rht8* dwarf gene in main Chinese wheat varieties released in the last 30 years. The results, supplemented by pedigree analysis, showed that 42.3% of Chinese wheat varieties contained *Rht8*, but its frequency differed in different ecological zones. Combined with the results of GA_3 test, it indicated that 20.6% of Chinese wheat varieties carried both *Rht8* and GA_3 insensitive dwarf genes. For most Chinese wheat varieties, their *Rht8* could be traced back to Funò, Villa Gory, St1472/506 and St2422/464 introduced from Italy, and Bezostaya1 from Russia. 1B/1R varieties, such as Avrora, Lovrin 10, Kavkas, Predgornia 2, etc, once widely used as the parents resistant to rust and powdery mildew in China, could also be the donors of *Rht8*.

Key words Bread wheat; Dwarf gene; Molecular marker; Microsatellite

矮秆、半矮秆品种的选育是现代小麦高产育种的显著特征之一。现已命名的小麦矮秆基因有 21 个^[1], 其中在小麦育种中广泛应用的有 *Rht1*、*Rht2*、*Rht8* 和 *Rht9*^[2]。*Rht1* 和 *Rht2* 来自 Daruma^[3,4], 属于对赤霉酸 (GA_3) 反应不敏感类型, 可通过苗期喷施 GA_3 进行基因型鉴定^[5], 以往研究较多^[6~9]。*Rht8* 来自赤小麦 (Akagomugi)^[10]。Strampelli 利用赤小麦育成了一批著名的意大利半矮秆品种, 如中农 28

(Villa Gori)、Damiano、南大 2419 (Mentana)、矮粒多 (Ardito) 等, 这些半矮秆品种后来又作为主要亲本在意大利、南斯拉夫、墨西哥国际玉米小麦改良中心、前苏联等国家和地区的小麦育种中广泛应用^[10], 这些品种及其衍生品种, 如阿夫 (Funò)、玛拉 (Mara)、无芒 1 号 (Bezostaja 1)、高加索 (Kavkas)、阿夫乐尔 (Avrora) 等, 在我国一些主要麦区也曾作为骨干亲本^[11,12]。由于 *Rht8* 属于 GA_3 敏感类型, 无法通过苗

*基金项目: 国家 863 计划 (2001AA241031) 和中国-CIMMYT 合作项目资助。

作者简介: 周阳 (1961 -), 男, 河南确山人, 副研究员, 主要从事小麦育种。* 通讯作者: 何中虎, Tel: 010-68918547; Fax: 010-68918547; E-mail: zhhe@public3.bta.net.cn

Received (收稿日期): 2002-09-10, Accepted (接受日期): 2003-01-13.

期喷施 GA_3 进行基因型鉴定,对其大量的基因型推断以往只能通过系谱分析进行,准确性较差。近年来,分子标记技术的迅速发展为小麦矮秆基因的鉴定和筛选提供了极大方便。微卫星标记 Xgwm261 被定位在小麦 2D 染色体短臂距 *Rht8* 基因位点 0.6 cM 的位置上,Xgwm261 在该位点上等位变异 192 bp 的 PCR 扩增片段可以作为 *Rht8* 的分子标记^[10,13]。本研究的目的是利用该标记对 *Rht8* 矮秆基因在中国小麦主栽品种中的分布及在育种上的应用进行鉴定和分析,为更有效地进行小麦矮化育种提供理论指导。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

供试材料共 163 份,其中绝大多数是黄淮冬麦区、长江中下游冬麦区、西南冬麦区、北方冬麦区、东北春麦区近 30 年来各个时期的主栽品种,也包括少部分最新育成的品种和高代品系。详见表 1。

1.2 赤霉酸反应

每个品种(系)20~30 粒分别播入两个直径约 10 cm、铺有滤纸的培养皿中,其中一个培养皿浇适量的 50 mg/L 的赤霉酸(GA_3),另一个培养皿浇同样数量的蒸馏水作为对照。室温下(约 24)发芽,7~10 d 后根据 GA_3 处理与对照间的幼苗高度差异,确定品种(系)对 GA_3 的反应型。

1.3 DNA 提取

酚-氯仿法提取植物幼嫩叶片 DNA^[14]。

1.4 PCR 反应及检测

PCR 反应在 PTC-100 PCR 仪上进行,引物序列

按照 Kozun^[13] 发表的序列由上海博亚生物技术有限公司合成。PCR 反应体系:每 25 μ L 反应体系中含有 20 mmol/L Tris-HCl (pH 8.4), 1.6 mmol/L $MgCl_2$ /L, 20 mmol/L KCl, 0.05 mmol/L dNTP, 上、下引物各 0.24 μ mol/L, 1 U *Taq* DNA 聚合酶, 100 ng 模板 DNA, ddH_2O 补至 25 μ L。PCR 反应程序:94 变性 5 min; 94 40 s, 55 30 s, 72 40 s, 36 个循环; 72 延伸 10 min; 4 保存。PCR 扩增产物于 6.0% 的变性聚丙烯酰胺凝胶中电泳,银染检测,记录标记带性。

2 结果与分析

利用 Kozun 报道的 Xgwm261 的引物^[13],对供试品种进行 PCR 扩增。在 164 个品种(系)中约出现了 5 类不同长度的扩增片段,表明这些品种(系)在 Xgwm261 位点上约有 5 个等位变异。凡是能够扩增出 192 bp 片段的品种被认为含有 *Rht8*, 如图 1 中的北京 10 号、农大 139、丰抗 2 号、京冬 6 号、烟农 15、豫麦 49、陕 229、京冬 8 号、鲁麦 7 号。有的品种的扩增片段与 192 bp 的片段非常接近,如图 1 中的豫麦 47。Worland 研究表明京冬 6 号和烟农 15 含有 *Rht8* (私人通信)。在本实验中,为了准确判断 192 bp 的扩增片段,除使用分子 Marker 外,还用京冬 6 号和烟农 15 作为对照。

将全部供试品种(系)的 *Rht8* 鉴定结果和 GA_3 反应类型列于表 1,并按麦区汇总于表 2。结果表明:(1)就全国范围而言,约 42.3% 的品种含有 *Rht8*;约 59.4% 的品种含有对 GA_3 不敏感矮秆基因;约 20.6% 的品种同时含有 *Rht8* 和对 GA_3 不敏

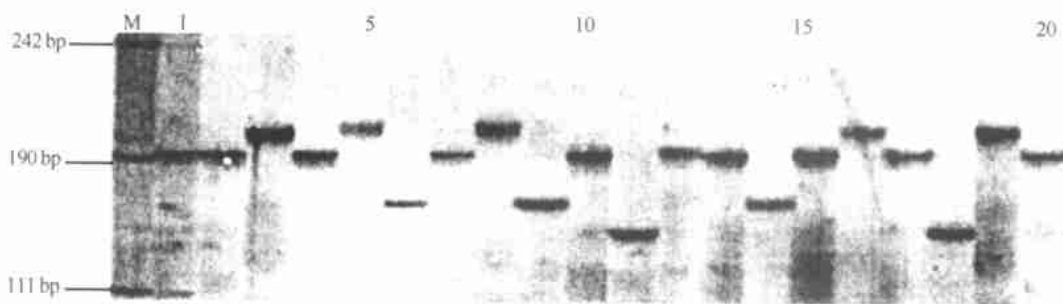


图 1 部分供试品种 Xgwm261 引物 PCR 扩增结果

Fig. 1 Results of PCR amplifications of some tested varieties by Xgwm261

- M. DNA marker; 1. 北京 10 号; 2. 农大 139; 3. 东方红 3 号; 4. 丰抗 2 号; 5. 丰抗 8 号; 6. 京 411; 7. 京冬 6 号; 8. 农大 3291; 9. CA9722; 10. 烟农 15; 11. 济南 13; 12. 豫麦 47; 13. 豫麦 49; 14. 绵阳 26; 15. 陕 229; 16. 鲁 935031; 17. 京冬 8 号; 18. 泰山 4 号; 19. 济南 16; 20. 鲁麦 7 号
- M. DNA marker; 1. Beijing 10; 2. Nongda 139; 3. Dongfanghong 3; 4. Fengkang 2; 5. Fengkang 8; 6. Jing 411; 7. Jingdong 6; 8. Nongda 3291; 9. CA9722; 10. Yannong 15; 11. Jinan 17; 12. Yumai 47; 13. Yumai 49; 14. Mianyang 26; 15. Shaan 229; 16. Lu 935031; 17. Jingdong 8; 18. Taishan 4; 19. Jinan 16; 20. Lumai 7

表1 中国小麦品种 Rht8 矮秆基因分子鉴定结果及对赤霉素(GA₃)反应类型Table 1 Results of macrosatellite identification of Rht8 dwarf gene and types of response to GA₃ in Chinese wheats

品种 Cultivar	GA ₃ 反应 GA ₃ response	Rht8	品种 Cultivar	GA ₃ 反应 GA ₃ response	Rht8	品种 Cultivar	GA ₃ 反应 GA ₃ response	Rht8
北部冬麦区 North Winter Wheat Zone			徐州 24 Xuzhou 24	I	N	藁城 8901 Gaocheng 8901	I	N
北京 10 号 Beijing 10	R	P	淮阴 9628 Huaiyin 9628	I	N	河农 341 Henong 341	I	N
农大 139 Nongda 139	R	P	临汾 127 Linfen 127	I	P	衡 4041 Heng 4041	I	N
东方红 3 号 Dongfanghong 3	R	N	临汾 137 Linfen 137	I	P	石 4185 Shi 4185	I	N
丰抗 2 号 Fengkang 2	R	P	临汾 138 Linfen 138	I	N			
丰抗 8 号 Fengkang 8	R	N	临汾 139 Linfen 139	I	N	长江中下游冬麦区 Middle and Low Valley of Yangtze River		
中作 8131 Zhongzuo 8131	-	N	皖麦 33 Wanmai 33	I	N	南大 2419 Nanda 2419	R	N
京 411 Jing 411	R	N	皖麦 38 Wanmai 38	I	N	鄂麦 6 号 Emai 6	R	N
京冬 6 号 Jingdong 6	R	P	丰产 3 号 Fengchan 3	R	N	扬麦 1 号 Yangmai 1	R	P
京冬 8 号 Jingdong 8	R	P	矮丰 3 号 Aifeng 3	I	N	扬麦 3 号 Yangmai 3	R	P
中优 9507 Zhongyou 9507	R	N	小偃 6 号 Xiaoyan 6	I	P	扬麦 4 号 Yangmai 4	R	P
京 9428 Jing 9428	R	P	小偃 107 Xiaoyan 107	I	P	扬麦 5 号 Yangmai 5	R	P
农大 3291 Nongda 3291	I	N	陕 229 Shaan 229	I	P	扬麦 158 Yangmai 158	I	P
轮抗 6 号 Lun kang 6	R	N	西农 1376 Xinong 1376	I	N	宁麦 3 号 Ningmai 3	R	P
中优 9701 Zhongyou 9701	R	P	陕 354 Shaan 354	I	N	宁麦 7 号 Ningmai 7	I	N
中优 16 Zhongyou 16	R	P	陕 160 Shaan 160	I	P	宁 9415 Ning 9415	I	N
农大 116 Nongda 116	I	N	小偃 22 Xiaoyan 22	R	P	华麦 8 号 Huamai 8	R	N
农大 152 Nongda 152	I	N	小偃 503 Xiaoyan 503	I	P	万年 2 号 Wannian 2	R	N
中优 9843 Zhongyou 9843	-	P	陕优 225 Shaanyou 225	I	P	鄂恩 1 号 E'en 1	R	N
中优 9844 Zhongyou 9844	-	P	陕 213 Shaan 213	I	P	鄂麦 9 Emai 9	R	N
CA9722	I	N	小偃 54 Xiaoyan 54	-	P	鄂麦 11 Emai 11	R	N
晋麦 29 Jinmai 29	R	N	荔垦 2 号 Liken 2	-	N	鄂麦 12 Emai 12	I	N
晋麦 30 Jinmai 30	I	P	济南 2 号 Jinan 2	R	P	鄂 81513 E81513	I	N
晋麦 31 Jinmai 31	R	P	泰山 1 号 Taishan 1	I	P	武麦 1 号 Wumai 1	R	P
晋麦 33 Jinmai 33	R	P	泰山 4 号 Taishan 4	I	N			
晋麦 45 Jinmai 45	I	P	济南 13 Jinan 13	I	N	西南冬麦区 Southwest Winter Wheat Zone		
晋麦 48 Jinmai 48	I	P	济南 13 Jinan 13	I	N	阿勃 Abbondanza	R	P
晋麦 67 Jinmai 67	-	P	山农辐 63 Shannongfu63	I	N	繁 6 Fan 6	R	P
			鲁麦 1 号 Lumai 1	I	N	繁 7 Fan 7	R	P
			鲁麦 7 号 Lumai 7	I	N	绵阳 11 Mianyang 11	R	P
			鲁麦 14 Lumai 14	I	N	绵阳 15 Mianyang 15	R	N
			鲁麦 15 Lumai 15	I	N	绵阳 19 Mianyang 19	R	P
黄淮冬麦区 Yellow Hui River Valley			鲁麦 21 Lumai 21	I	P	绵阳 20 Mianyang 20	R	N
郑引 1 号 St1472/506	R	P	鲁麦 22 Lumai 22	R	P	绵阳 26 Mianyang26	I	N
博农 7023 Bonong 7023	R	P	鲁麦 23 Lumai 23	I	P	川麦 20 Chuanmai 20	I	N
百农 3217 Bainong 3217	R	N	鲁麦 23 Lumai 23	I	P	川麦 22 Chuanmai 22	R	P
豫麦 2 号 Yumai 2	I	N	鲁麦 23 Lumai 23	I	P	川麦 24 Chuanmai 24	R	N
豫麦 13 Yumai 13	I	N	鲁麦 23 Lumai 23	I	P	绵农 4 号 Miannong 4	R	P
豫麦 17 Yumai 17	I	P	鲁麦 23 Lumai 23	I	P	88 繁 8 88Fan 8	R	P
豫麦 18 Yumai 18	I	P	鲁麦 23 Lumai 23	I	P	川育 12 Chuanyu 12	R	N
豫麦 21 Yumai 21	I	P	鲁麦 23 Lumai 23	I	P			
豫麦 24 Yumai 24	I	P	鲁麦 23 Lumai 23	I	P	东北春麦区 Northeast Spring Wheat		
豫麦 28 Yumai 28	-	N	鲁麦 23 Lumai 23	I	N	克旱 6 号 Kehan 6	R	N
豫麦 29 Yumai 29	I	N	鲁麦 23 Lumai 23	I	N	克旱 7 号 Kehan 7	R	N
豫麦 34 Yumai 34	I	N	鲁麦 23 Lumai 23	I	N	克旱 8 号 Kehan 8	R	N
豫麦 35 Yumai 35	I	P	鲁麦 23 Lumai 23	I	N	克旱 9 号 Kehan 9	R	N
豫麦 41 Yumai 41	I	P	鲁麦 23 Lumai 23	I	N	新克旱 9 Xinkehan 9	I	N
豫麦 47 Yumai 47	I	N	鲁麦 23 Lumai 23	I	N	克旱 10 号 Kehan 10	I	N
豫麦 49 Yumai 49	I	P	鲁麦 23 Lumai 23	I	N	克丰 1 号 Kefeng 1	R	P
豫麦 54 Yumai 54	I	N	鲁麦 23 Lumai 23	I	N	克丰 2 号 Kefeng 2	R	N
豫麦 57 Yumai 57	I	N	鲁麦 23 Lumai 23	I	N	克丰 3 号 Kefeng 3	I	N
豫麦 70 Yumai 70	I	P	鲁麦 23 Lumai 23	I	N	克丰 6 号 Kefeng 6	I	N
宛白 7107 Wanbai 7107	R	N	鲁麦 23 Lumai 23	I	N	克 69 - 701 Ke 69 - 701	R	N
南阳 798 Nanyang 798	I	P	鲁麦 23 Lumai 23	I	N	龙福麦 10 Longfumai 10	R	N
西安 8 号 Xi'an 8	I	P	鲁麦 23 Lumai 23	I	N	龙麦 19 Longmai 19	I	N
陕农 7859 Shaanong 7859	I	P	鲁麦 23 Lumai 23	I	N	龙麦 26 Longmai 26	R	N
郑麦 9023 Zhengmai 9023	I	N	鲁麦 23 Lumai 23	R	N	龙麦 129 Longmai 129	R	N
85 中 33 85zhong 33	I	N	鲁麦 23 Lumai 23	R	N			
郑优 6 Zhengyou 6	-	P	鲁麦 23 Lumai 23	I	N			
徐州 21 Xuzhou 21	I	P	鲁麦 23 Lumai 23	I	N			

R: GA₃ 敏感类型。R: GA₃ sensitive. I: GA₃ 不敏感类型。I: GA₃ insensitive. P: 含 Rht8。P: Rht8 presents. N: 不含 Rht8。N: Rht8 not present.

表 2 不同生态区小麦品种 *Rht8* 和 GA_3 不敏感基因的分布频率Table 2 Distribution of *Rht8* and GA_3 insensitive dwarf genes in different ecological zones

麦区 Zones	测试品种数 No of varieties tested	<i>Rht8</i> 品种 Varieties carrying <i>Rht8</i> (%)	GA_3 不敏感品种 GA_3 insensitive varieties (%)	同时具有 <i>Rht8</i> 和 GA_3 不敏感基因的品种 Varieties carrying both <i>Rht8</i> and GA_3 insensitive genes (%)
北部冬麦区 North Winter Wheat Zone	27	57.1	34.7	13.0
黄淮冬麦区(平均) Yellow-Huai River Valley (mean)	89	41.5	87.0	32.9
黄淮麦区南部 Southern Yellow-Huai River Valley	35	48.5	87.8	42.4
黄淮麦区西部 Western Yellow-Huai River Valley	14	64.2	83.3	58.3
黄淮麦区东部 Eastern Yellow-Huai River Valley	24	37.5	87.5	25.0
黄淮麦区北部 Northern Yellow-Huai River Valley	16	12.5	81.2	6.2
长江中下游冬麦区 Middle and Low Valley of Yangtse River	18	38.9	27.8	5.6
西南冬麦区 Southwest Winter Wheat Zone	14	57.1	14.2	0
东北春麦区 Northeast Spring Wheat Zone	15	6.6	33.3	0
平均 Mean		42.3	59.4	20.6

感矮秆基因;约 20.0% 的品种既不含有 *Rht8* 又不含有对 GA_3 不敏感矮秆基因,这部分品种主要集中在长江中下游冬麦区、西南冬麦区和东北春麦区,分别占当地品种的 44.4%、28.5% 和 60.0%。(2) *Rht8* 在各个生态区育成品种中的分布频率是不同的。北部冬麦区、黄淮冬麦区、西南冬麦区主栽品种和部分新育成品种(系)中 *Rht8* 分布频率较高,东北春麦区 *Rht8* 的分布频率明显低于其他麦区。(3) 黄淮冬麦区内不同生态区或地区间 *Rht8* 的分布频率也有差异,西部、南部较高,东部次之,北部最低。(4) 黄淮麦区育成品种所含对 GA_3 不敏感矮秆基因的频率明显高于其他麦区,西南冬麦区育成品种所含对 GA_3 不敏感矮秆基因的频率明显低于其他麦区。(5) 黄淮麦区品种同时含有 *Rht8* 和 GA_3 不敏感矮秆基因的频率明显高于其他麦区;而黄淮麦区北部同时含有 *Rht8* 和 GA_3 不敏感矮秆基因的频率明显低于该麦区的其他地区。

北部冬麦区含有 *Rht8* 的品种大多带有洛夫林 10(Lovrin10)的血缘,如京冬 6、京冬 8、丰抗 2、晋麦 67 等都是洛夫林 10 的衍生品种。洛夫林 10 的系谱为阿勃(Abbondanza)/胜利麦(Triumph)//无芒 1 号(Bezostaja 1),其 *Rht8* 可能是从阿勃或无芒 1 号获得^[10]。阿夫乐尔(Avra)带有 *Rht8*^[10],可能也是该区 *Rht8* 的供体品种之一。

黄淮冬麦区南部大部分品种的 *Rht8* 直接或间接地来自阿夫(Funo)、玛拉(Mara)、郑引 1 号(St1472/506)等。山前麦(Predornia 2)曾作为抗源广

泛用于该区育种。山前麦是带有 *Rht8* 的无芒 1 号^[10]的衍生品种,可能带有 *Rht8* 并是该区 *Rht8* 的供体品种之一。郑引 4 号曾作为骨干亲本在该区育成一大批品种,也是重要的矮源之一。利用郑引 4 号与内乡 5 号杂交创造的矮秆材料南阳 756 作为矮源育成的豫麦 17、豫麦 35、豫麦 70 都具有 *Rht8*,说明郑引 4 号不仅是 *Rht1s* 矮秆基因的供体^[8],同时很可能也是 *Rht8* 的供体。黄淮麦区西部含有 *Rht8* 的品种大多是小偃 6 号的后代,如陕 229、陕 225、陕 160、小偃 22、小偃 54 等。小偃 6 号是利用郑引 4 号与小偃 96 杂交并经激光处理育成,其 *Rht8* 应来自郑引 4 号。高加索含有 *Rht8*^[10],可能是陕 229 的 *Rht8* 的供体。黄淮麦区东部的济南 2 号经鉴定含有 *Rht8*,但其 *Rht8* 来源不详。有趣的是由济南 2 号同一组合育成的石家庄 54 同样含有 *Rht8*。泰山 1 号带有的 *Rht8* 可从其系谱追溯到无芒 1 号。烟农 15 由白蚰包与郑引 4 号(St2422/464)杂交育成,白蚰包是从蚰包中选出的白粒变异。根据以往研究,蚰包带有 *Rht2*,但不含有 *Rht8*^[8],由此推断烟农 15 的 *Rht8* 只可能来自郑引 4 号。鲁麦 7 号的 *Rht8* 可能来自洛夫林 10。鲁麦 21 带有的 *Rht8* 可从其系谱中追溯到阿及拉托(Argelato)^[10]。鲁麦 23 的 *Rht8* 可追溯到阿勃。

长江中下游冬麦区的南大 2419(Mentana)及其衍生品种,如鄂麦 6、鄂麦 9、万年 2 号、华麦 8 号等^[11, 12],都不含 *Rht8*,这是一个很有趣的发现,因为以往人们根据系谱分析通常把南大 2419 当作 *Rht8* 的携带者。阿夫的衍生品种大多带有 *Rht8*,

如扬麦系列的扬麦 1 号、扬麦 3 号、扬麦 4 号、扬麦 5 号、扬麦 158 和武麦 1 号等都含有 *Rht8*。阿夫是 *Rht8* 的携带者^[10], 可见其是该区育成品种 *Rht8* 的主要供体。

西南冬麦区带有 *Rht8* 的品种基本上都是繁 6 的衍生系, 繁 6 带有阿夫和中农 28 (Villa Gori) 的血缘, 阿夫和中农 28 都是 *Rht8* 的携带者^[10], 因此, 该区 *Rht8* 应来自这两个供体品种中的其中一个。

在本试验中, 东北春麦区的 *Rht8* 的频率最低, 在参试的 15 个代表品种中, 只有克丰 1 号带有 *Rht8*, 根据系谱分析, 该品种的 *Rht8* 应来自阿夫。

3 讨论

综上所述, *Rht8* 和 GA_3 不敏感矮秆基因在各个生态区育成品种中的分布频率不同。造成以上现象的原因, 一是可能与各生态区育种上所用矮源不同所致。例如, 西南冬麦区所用矮源主要是含有 *Rht8* 矮秆基因的繁 6, 而对含有对 GA_3 不敏感矮秆基因的矮源应用较少, 所以 *Rht8* 在该区育成品种中分布较广。二是可能与矮秆基因本身或与之紧密连锁的品种生态适应性有关。例如, 阿夫曾作为东北春麦区的骨干亲本之一创造出一批优异中间材料, 并利用这些材料进而育成了一批克字号品种^[12], 但这些育成品种大多不带有 *Rht8*, 其原因有待进一步研究。

黄淮麦区小麦品种同时带有 *Rht8* 和 GA_3 不敏感矮秆基因的频率明显高于其他麦区, 这与生产上观察到的黄淮麦区小麦品种的株高一般低于本试验中其他麦区的现象相吻合。由于不同品种的遗传背景不同, 所含矮秆基因的类型和数目不同, 很难对 *Rht8* 的效应进行单独分析, 不同麦区的不同品种间的株高差异是否与 *Rht8* 与 GA_3 不敏感矮秆基因的聚合有关, 有待验证。

Worland^[15] 发现中国春小麦 Xgwm261 标记位点上也出现了长度为 192 bp 的等位变异, 而根据系谱分析, 中国春不应该含有 *Rht8*。Korzun^[15] 进一步研究发现, 该片段碱基序列与作为 *Rht8* 标记的片段的序列不同。从本研究结果看, 微卫星 Xgwm261 标记对 *Rht8* 的鉴定与系谱分析结果基本一致。笔者认为, 至少在系谱关系明确的情况下, 微卫星 Xgwm261 标记可以用于对品种 *Rht8* 基因型的鉴定以及育种世代该基因型的筛选。

References

- [1] McIntosh R A, Hart G E, Gale M D. Catalogue of gene symbols for wheat. Proceedings of the 8th International Wheat Genetics Symposium. Beijing: China Agricultural Scientific Press, 1995, 1333-1500
- [2] Gale M D, Law C N, Marshall G A. The analysis and evaluation of semi-dwarfing genes in wheat, including a major height reducing gene in the variety 'Sava'. Proceedings of a Research Coordinating Meeting. Vienna: IAEA-TECDOC268, 1981. 7-23
- [3] Gale M D, Marshall G A. Chromosome location of Gail and *Rht* genes for gibberellic insensitivity and semi-dwarfism in a derivative of Norin 10 wheat. *Heredity*, 1976, 37:283-289
- [4] Gale M D, Law C N, Marshall G A, Worland A J. The genetic control of gibberellic acid insensitivity and coleoptile length in a dwarf wheat. *Heredity*, 1975, 34:395-399
- [5] Gale M D, Marshall G A. The nature and genetic control of gibberellic insensitivity in dwarf wheat grain. *Heredity*, 1975, 35: 55-65
- [6] Gale M D, Gregory R S. A rapid method for early generation selection of dwarf genotypes in wheat. *Euphytica*, 1977, 26: 733-738
- [7] Worland A J. Gibberellic acid insensitive dwarfing genes in southern European wheats. *Euphytica*, 1986, 35: 857-866
- [8] Jia J-Z (贾继增), Ding S-K (丁寿康), Li Y-H (李月华), Zhang H (张辉). Studies on main dwarf genes and dwarf resources of Chinese wheats. *Scientia Agricultura Sinica* (中国农业科学), 1992, 25(1): 1-5
- [9] Guo B-H (郭保宏), Shong C-H (宋春华), Jia J-Z (贾继增). Studies on the identification of *Rht1* and *Rht2* and their distribution in Chinese wheats. *Scientia Agricultura Sinica* (中国农业科学), 1997, 30(5): 56-60
- [10] Worland A J, Korzun V, Roder M S, Canal M W, Law C N. Genetic analysis of the dwarfing gene *Rht8* in wheat. Part II. The distribution and adaptive significance of allelic variants at the *Rht8* locus of wheat as revealed by microsatellite screening. *Theor Appl Genet*, 1998, 96: 1110-1120
- [11] Zhuang Q-S (庄巧生). Wheat Improvement and Pedigree Analysis in China (中国小麦品种改良及系谱分析). Beijing: China Agriculture Press, 2003
- [12] Jin S-B (金善宝). Chinese Wheat Varieties and Their Pedigree (中国小麦品种及其系谱). Beijing: China Agriculture Press, 1983
- [13] Korzun V, Roder M S, Canal M W, Worland J. Genetic analysis of the dwarfing gene (*Rht8*) in wheat. Part I. Molecular mapping of *Rht8* on the short arm of chromosome 2D of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Theor Appl Genet*, 1998, 96: 1104-1109
- [14] Sharp P J, Chao S, Gale M D. The isolation, characterization and application in Triticeae of a set of wheat RFLP probes identifying each homeologous chromosome arm. *Theor Appl Genet*, 1989, 78: 342-348
- [15] Worland A J, Sayers E J, Korzun V. Allelic variation at the dwarfing gene *Rht8* locus and its significance in international breeding programs. *Euphytica*, 2001, 119: 155-159