

天水106份冬小麦品种(系)*Yr18*基因和1BL/1RS易位的分子检测

王娜¹, 刘鸿燕¹, 周喜旺¹, 张耀辉¹, 岳维云¹, 宋建荣¹, 魏志平¹, 安勤生¹, 曹世勤²

(1. 天水市农业科学研究所, 甘肃 天水 741001; 2. 甘肃省农业科学院植物保护研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 选用与 *Yr18* 基因和 1BL/1RS 易位系紧密连锁的 SCAR 和 STS 标记, 对天水 106 份供试冬小麦育成品种(系)*Yr18* 基因、1BL/1RS 易位系的分布情况进行分子检测。结果表明, 106 份材料中, 有 2 份材料检测到 *Yr18* 基因, 有 55 份材料检测到 1BL/1RS 易位系, 分别占被检测材料的 1.89%、51.89%。对目前流行条锈菌小种有良好抗性且表现慢锈性的 *Yr18* 基因在甘肃天水小麦育种中的利用率较低, 而 1BL/1RS 易位系的利用率仍然较高。品系 15-16H307 和 07-144-2-1-1-1 同时检测到 1BL/1RS 易位系和 *Yr18* 基因, 建议在甘肃天水小麦抗条锈病育种中合理应用。

关键词: 冬小麦; *Yr18* 基因; 1BL/1RS 易位系; 分子检测; 天水

中图分类号: S512.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2019)08-0027-06

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2019.08.006

Molecular Detection of *Yr18* Gene and 1BL/1RS Translocation in 106 Winter Wheat Cultivars (Lines) in Tianshui

WANG Na¹, LIU Hongyan¹, ZHOU Xiwang¹, ZHANG Yaohui¹, YUE Weiyun¹, SONG Jianrong¹, WEI Zhiping¹, AN Qinsheng¹, CAO Shiqin²

(1. Tianshui Institute of Agricultural Science, Tianshui Gansu 741001, China; 2. Institute of Plant Protection, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: The distribution of *Yr18* gene and 1BL/1RS translocation lines in 106 winter wheat cultivars (lines) in Tianshui were detected by using SCAR and STS markers closely linked to *Yr18* gene and 1BL/1RS translocation line. The results showed that *Yr18* gene was detected in 2 of 106 materials and 1BL/1RS translocation was detected in 55 materials, accounting for 1.89% and 51.89% of the tested materials respectively. The utilization rate of *Yr18* gene with good resistance and slow rust resistance to the current epidemic stripe rust races in Tianshui wheat breeding in Gansu Province was low, while the utilization rate of 1BL/1RS translocation line was still high. The 1BL/1RS translocation line and *Yr18* gene were detected in both strains 15-16H307 and 07-144-2-1-1 at the same time. It is suggested that they be reasonably applied in wheat stripe rust resistance breeding in Tianshui of Gansu Province.

Key words: Winter wheat; *Yr18* gene; 1BL/1RS translocation; Molecular detection; Tianshui

收稿日期: 2019-05-20

基金项目: 国家自然科学基金(31560504); 甘肃省现代农业产业技术体系(GARS-01-03); 甘肃省重大科技专项计划(17ZD2NA016)。

作者简介: 王娜(1982—), 女, 甘肃天水人, 助理研究员, 主要从事冬小麦育种研究工作。联系电话: (0)13893820588。

通信作者: 周喜旺(1977—), 女, 甘肃静宁人, 副研究员, 主要从事冬小麦育种研究工作。联系电话: (0)13739381152。Email: zhouxwang1208@163.com

小麦条锈病是世界范围内普遍发生的病害,严重危害小麦生产。天水市是小麦条锈病的核心疫源区,条锈菌既能越夏,也能越冬,形成条锈菌的周年侵染循环。小麦是天水重要的粮食作物,选育抗锈品种成为天水小麦育种的主要目标之一。因此,加强新抗源的发掘和应用,明确小麦生产品种及后备品种的抗条锈病基因,对避免单一抗源的大面积使用、减少条锈菌的选择压力具有重要意义。

近年来,慢锈基因的研究和利用越来越受关注。携带 *Lr34/Yr18* 的小麦品种表现为慢锈性,即通常苗期表现感病,成株期表现中到抗病,故又称为成株抗性,具有持久抗性作用^[1]。*1BL/1RS* 易位系源于黑麦,具有良好的抗逆性、适应性和丰产性,在易位片段上带有抗条锈、秆锈、叶锈和白粉病基因 (*Yr9*、*Sr31*、*Lr26* 和 *Pm8*),曾在生产上发挥了积极作用^[2],但随着新小种的产生,来自黑麦 *1RS* 上的一些抗病基因相继丧失了抗性功能^[3]。同时,*1BL/1RS* 易位导致小麦面团粘性增大和面筋强度减弱,引起加工品质显著变劣^[4]。随着分子标记技术的发展,对于持久抗病基因 *Yr18* 和 *1BL/1RS* 易位系都有紧密连锁的标记被报道,许多学者利用连锁的标记对不同类型的材料进行了分子检测^[5-7]。我们利用 *Yr18* 基因、*1BL/1RS* 易位系的特异分子标记,对 106 份小麦品种(系)进行检测,旨在明确 *Yr18* 基因和 *1BL/1RS* 易位系在供试材料中的分布情况,为甘肃天水冬小麦抗条锈和品质育种提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试的 106 份冬小麦品种(系)均由天水市农业科学研究所甘谷试验站和中梁试验站提供(表1)。

1.2 试验方法

1.2.1 田间抗病性鉴定 于 2016—2018 年在水市农业科学研究所中梁试验站进行。该区为小麦条锈病常发区,病菌能独立完成周年循环。每份材料种植 2 行,行长 100 cm,行距 33 cm,每隔 20 份材料种植 2 行感病对照品种晋麦 47,在试验地四周分别种植 2 行晋麦 47 作为诱发行。于条锈病发病盛期调查发病情况,按 0、0₁、1、2、3、4 共六级标准记载反应型^[8]。

1.2.2 小麦基因组的提取与分子检测 采用 CTAB 法提取小麦基因组 DNA^[9]。用 *Yr18* 基因和 *1BL/1R* 易位系的分子标记对供试的 106 份材料进行 PCR 扩增(表2)^[10-12]。反应体系为 10 μ L:模板 DNA (50 ng/ μ L)1 μ L,上下游引物各 1 μ L,预混酶 5 μ L, ddH₂O 2 μ L; *Yr18* 的 PCR 循环程序:95 $^{\circ}$ C 预变性 5 min; 95 $^{\circ}$ C 变性 30 s, 60 $^{\circ}$ C 退火 30 s, 72 $^{\circ}$ C 延伸 50 s, 共 35 个循环; 72 $^{\circ}$ C 延伸 7 min。*1BL/1R* 易位系的 PCR 循环程序:94 $^{\circ}$ C 预变性 3 min; 94 $^{\circ}$ C 变性 1 min, 60 $^{\circ}$ C 退火 1 min, 72 $^{\circ}$ C 延伸 1.5 min, 共 35 个循环; 72 $^{\circ}$ C 延伸 10 min。扩增产物采用 2% 琼脂糖凝胶进行电泳,缓冲液为 1 \times TAE。电泳结果用凝胶成像系统进行拍照保存。

2 结果与分析

2.1 田间抗病性鉴定

通过表 3 可以看出,106 份供试材料中有 105 份材料连续 2 个生长季在条锈病发病盛期均表现中抗以上,占供试材料总数的 99.10%,这些材料的田间抗病性比较好。仅有 1 份材料表现感病,占供试材料的 0.90%。

2.2 *Yr18* 基因的分子检测

从表 3、图 1 可以看出,利用 *csLv34* 标记扩增可获得 2 种片段,凡含有 *Lr34/Yr18* 基因的材料均能扩增出 150 bp 的片段,不含 *Lr34/Yr18* 基因的材料均能扩增出 229 bp

表1 供试材料

编号	品种(系)	编号	品种(系)	编号	品种(系)
1	中梁14号	37	15-16H295	73	12164-4-1-11
2	中梁16号	38	15-16H169	74	12164-4-1-2
3	中梁17号	39	15-16H124	75	12164-2-13-1-3
4	中梁26号	40	15-16H23	76	12164-4-1-12
5	天选43号	41	15-16H186	77	12164-4-1-16
6	天选47号	42	15-16H127	78	12164-11-1-3
7	天选48号	43	15-16H120	79	12164-2-1-15
8	天选62号	44	15-16H166	80	12164-4-1-24
9	天选64号	45	15-16H169	81	12173-10-1-8
10	天选65号	46	15-16H76	82	12173-6-1-38-1
11	天00127	47	02-195-7-4-3-5-1	83	12173-6-1-15-1
12	10-264-1-5L	48	011-252-1-1-2	84	12173-6-1-22
13	09-184-3-3-1-1	49	09224-2-4-2-1	85	12173-6-1-24
14	9931-1-1-4-2-2	50	0439-6-5-1-1-1	86	11022-4-4
15	05-156-1-1-2	51	9931-1-2-1-1-1S1	87	12261-2-1-21
16	07-144-2-1-1-1	52	01-29-2-1C1-1-1	88	12223-24-1-1-1
17	10-209-12-6L	53	9915-1-1-3-2-2-1	89	12253-7-1-9
18	01-29-6-1-2-1-1-1	54	15-16L48-1-4	90	12289-2-1-2
19	09-133-3-1-1-2	55	15-16L44	91	12404-2-1-5
20	09-104-1-3-1-1	56	15-16L40	92	12406-2-1-1-9
21	02-129-2-1-1-3-2	57	15-16L48-2-1	93	12447-11-1-1-1
22	9931-1-1-4-2-2-5	58	15-16W41	94	13065-1
23	9931-1-1-4-2-2C3	59	15-16W40	95	13321-7-1-21
24	9931-1-1-4-2-1-1	60	15-16W23	96	12412-12-1-9-1
25	09141-3-1-3	61	15-16L48-2-2	97	12412-10-1-1-1
26	061-1-1-1-1-1	62	15-16L48-1-4	98	12412-15-1-3
27	04-203-1-1-1	63	06H732-2-2-5	99	12412-15-1-7
28	08-157-2-1-2-1-2	64	J08H270-3-5-5-2	100	12437-1-1-9
29	03-139-1-2-2-2-1	65	09H195-23-8	101	12437-1-1-10
30	16-17W67	66	10264-1-4-3-1-12	102	12437-13-1
31	14-15H144	67	11257-1-4-1-11	103	13218-1-1-22
32	15-16H125	68	12102-13-1	104	13276-1-1-5
33	14-15H102	69	12102-3-1-11-1	105	13288-5-1-3
34	15-16H297	70	12112-5-1-1-2	106	13288-3-2
35	15-16H185	71	12164-2-13-1-9		
36	15-16H307	72	12164-4-1-10		

表2 用于检测已知基因的分子标记及引物序列

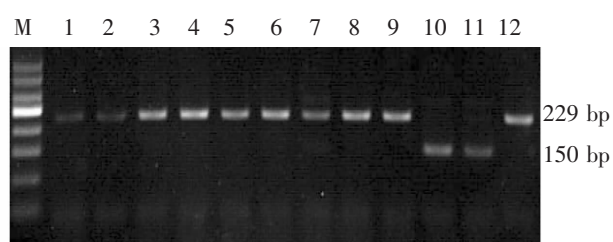
分子标记	Yr基因	引物	引物序列(5'-3')	退火温度/°C
SCAR	1BL/1RS(<i>Yr9</i>)	AF1/AF4	F: GGAGACATCATGAAACATTTG R: CTGTTGTTGGGCAGAAAG	60
STS	<i>Yr18</i>	csLV34	F: GTTGGTTAAGACTGGTGATGG R: TGCTTGCTATTGCTGAATAGT	60

表3 106份供试材料 Yr18 基因和 1BL/1RS 易位系分子检测结果^①

编号	品种(系)	IT/S/P		1BL/ 1RS	Yr18	编号	品种(系)	IT/S/P		1BL/ 1RS	Yr18
		2017年	2018年					2017年	2018年		
1	中梁14号	0	0	+	-	54	15-16L48-1-4	0	0	-	-
2	中梁16号	0	0	-	-	55	15-16L44	0	0	-	-
3	中梁17号	2	0	-	-	56	15-16L40	0	0	-	-
4	中梁26号	1	1	+	-	57	15-16L48-2-1	1	1	+	-
5	天选43号	2	0	-	-	58	15-16W41	0	0	-	-
6	天选47号	1	0;	+	-	59	15-16W40	0	2	-	-
7	天选48号	2	1	-	-	60	15-16W23	0	0	-	-
8	天选62号	0;	0	-	-	61	15-16L48-2-2	2	0	+	-
9	天选64号	0	0	-	-	62	15-16L48-1-4	0	0	-	-
10	天选65号	0;	0;	+	-	63	06H732-2-2-5	0	0;	+	-
11	天00127	2	0;	-	-	64	J08H270-3-5-5-2	0	0;	+	-
12	10-264-1-5L	0;	0;	-	-	65	09H195-23-8	0	0	+	-
13	09-184-3-3-1-1	0	0	-	-	66	10264-1-4-3-1-12	0;	0;	+	-
14	9931-1-1-4-2-2	1	0	-	-	67	11257-1-4-1-11	0	0	+	-
15	05-156-1-1-2	0	0	+	-	68	12102-13-1	0	0	+	-
16	07-144-2-1-1-1	0	0	+	+	69	12102-3-1-11-1	2	1	-	-
17	10-209-12-6L	1	0;	+	-	70	12112-5-1-1-2	0;	0;	+	-
18	01-29-6-1-2-1-1-1	0	0	+	-	71	12164-2-13-1-9	0	0	-	-
19	09-133-3-1-1-2	1	0;	+	-	72	12164-4-1-10	0	0	-	-
20	09-104-1-3-1-1	0	0	-	-	73	12164-4-1-11	0	2	-	-
21	02-129-2-1-1-3-2	0	0	+	-	74	12164-4-1-2	0	0	-	-
22	9931-1-1-4-2-2-5	0	0;	-	-	75	12164-2-13-1-3	0	0	+	-
23	9931-1-1-4-2-2C3	0	0	+	-	76	12164-4-1-12	0	0	-	-
24	9931-1-1-4-2-1-1	1	2	+	-	77	12164-4-1-16	0;	0	-	-
25	09141-3-1-3	0	0	-	-	78	12164-11-1-3	1	0	-	-
26	061-1-1-1-1-1	0	0	+	-	79	12164-2-1-15	0	0	-	-
27	04-203-1-1-1	0	0	+	-	80	12164-4-1-24	0	0	+	-
28	08-157-2-1-2-1-2	0	0	+	-	81	12173-10-1-8	0	0	+	-
29	03-139-1-2-2-2-1	0	1	-	-	82	12173-6-1-38-1	0	0	+	-
30	16-17W67	0	0	+	-	83	12173-6-1-15-1	0	0	+	-
31	14-15H144	0	0	-	-	84	12173-6-1-22	0;	1	+	-
32	15-16H125	0	1	-	-	85	12173-6-1-24	0	0	+	-
33	14-15H102	0	0	-	-	86	11022-4-4	0	2	-	-
34	15-16H297	1	0	-	-	87	12261-2-1-21	0	0	-	-
35	15-16H185	0	1	-	-	88	12223-24-1-1-1	0;	0	-	-
36	15-16H307	0	0	+	+	89	12253-7-1-9	0;	2	-	-
37	15-16H295	0	0	-	-	90	12289-2-1-2	0	0	-	-
38	15-16H169	0	0	+	-	91	12404-2-1-5	0	2	+	-
39	15-16H124	0	0;	+	-	92	12406-2-1-1-9	0;	0	-	-
40	15-16H23	0	0;	-	-	93	12447-11-1-1-1	0;	1	+	-
41	15-16H186	0	0	-	-	94	13065-1	0	1	-	-
42	15-16H127	0	0	+	-	95	13321-7-1-21	0;	0;	+	-
43	15-16H120	0	0	+	-	96	12412-12-1-9-1	0	0	+	-
44	15-16H166	0	0	-	-	97	12412-10-1-1-1	0	0	+	-
45	15-16H169	0	0;	-	-	98	12412-15-1-3	0	1	+	-
46	15-16H76	0	0;	+	-	99	12412-15-1-7	4	3	+	-
47	02-195-7-4-3-5-1	0	0	+	-	100	12437-1-1-9	0;	0;	-	-
48	011-252-1-1-2	0	0	+	-	101	12437-1-1-10	0	2	-	-
49	09224-2-4-2-1	2	0;	+	-	102	12437-13-1	0	1	+	-
50	0439-6-5-1-1-1	0	0	-	-	103	13218-1-1-22	0;	1	+	-
51	9931-1-2-1-1-1S1	0	0	+	-	104	13276-1-1-5	0	0	+	-
52	01-29-2-1C1-1-1	0	0	+	-	105	13288-5-1-3	1	2	+	-
53	9915-1-1-3-2-2-1	0	0	-	-	106	13288-3-2	0	0;	+	-

①“+”表示检测到已知基因，“-”表示未检测到已知基因。

的片段。研究结果显示, 106份材料中, 仅有07-144-2-1-1-1和15-16H307两份材料能扩增出150 bp的片段, 说明这2份材料可能携带*Lr34/Yr18*基因, 占被检测材料的1.89%。其余材料均不携带*Lr34/Yr18*基因。

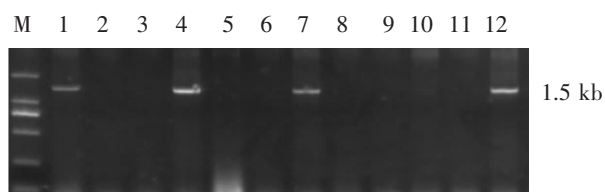


M: 分子量标准, 50 bpmarker; 1: 中梁14号; 2: 中梁16号; 3: 中梁17号; 4: 中梁26号; 5: 天选43号; 6: 天选47号; 7: 天选48号; 8: 10-262-1-5L; 9: 09-184-3-3-1-1; 10: 07-144-2-1-1-1; 11: 15-16H307; 12: 16-17W67。

图1 部分供试材料*Yr18*基因的分子检测

2.3 1BL/1RS易位系的分子检测

1BL/1RS易位系的SCAR引物AF1/AF4能扩增出1.5 kb的抗性标记带。从表3、图2看出, 应用引物AF1/AF4对106份材料进行检测, 中梁14号、中梁26号、13288-3-2等55份材料能扩增出1.5 kb的特征带, 推测这些材料可能携带1BL/1RS易位片段, 占被检测材料的51.89%; 其余材料未检测到1.5 kb的条带, 推测这些材料可能不携带1BL/1RS易位片段。



M: 分子量标准, DL2000; 1: 中梁14号; 2: 中梁16号; 3: 中梁17号; 4: 中梁26号; 5: 天选43号; 6: 天选47号; 7: 天选48号; 8: 天选62号; 9: 天00127; 10: 10-264-1-5L; 11: 9931-1-1-4-2-2; 12: 13288-3-2。

图2 部分供试材料1BL/1RS易位系的分子检测

3 小结与讨论

利用与*Yr18*基因和1BL/1RS易位系连锁的分子标记对106份供试冬小麦材料进行

分子检测, 从检测结果看, 携带*Yr18*基因的品系2份, 分别为15-16H307、07-144-2-1-1-1, 占被检测材料的1.89%, 说明*Yr18*基因在甘肃天水育成品系中的分布频率很低, 应加强对持久抗病基因*Yr18*的利用。携带1BL/1RS易位的材料有55份, 占被检测材料的51.89%, 表明1BL/1RS易位系在育成品种(系)中的分布频率相对较高, 育种中应谨慎使用。品系15-16H307和07-144-2-1-1-1同时携带1BL/1RS易位系和*Yr18*基因, 建议在小麦育种中合理利用。

随着新小种的出现, 携带1BL/1RS易位系材料的抗病性已逐渐丧失^[13]。本研究供试材料中有55份材料携带1BL/1RS易位系, 其中有54份材料在条锈病发病盛期对条锈病表现抗病, 初步推断这些材料中可能含有新的抗病基因, 有待进一步研究。

Singh等^[14]研究表明, 当*Yr18*和2个具有加性效应的微效基因结合在一起时能产生较高水平的抗性且能持久。甘肃天水属自然发病圃, 含有已知和未知流行小种, 存在丰富的条锈菌毒性类型。因此, 今后应加大*Lr34/Yr18*等慢锈性基因的利用, 聚合慢病性基因和垂直抗性基因, 有针对性地培育持久抗病品种, 不断加快小麦育种进程。

参考文献:

- [1] 曾庆东, 吴建辉, 王琪琳, 等. 持久抗病基因*Yr18*在中国小麦抗条锈育种中的应用[J]. 麦类作物学报, 2012, 32(1): 13-17.
- [2] 周阳, 何中虎, 张改生, 等. 1BL/1RS易位系在我国小麦育种中的应用[J]. 作物学报, 2004, 30(6): 531-535.
- [3] 肖永贵, 阎俊, 何中虎, 等. 1BL/1RS易位对小麦产量性状和白粉病抗性的影响及其QTL分析[J]. 作物学报, 2006, 32(11): 1636-1641.
- [4] 刘建军, 何中虎, PENA R J, 等. 1BL/1RS易位对小麦加工品质的影响[J]. 作物学报, 2004, 30(2): 149-153.

保水剂用量对旱地玉米性状和产量的影响

杨学珍, 李利利

(平凉市农业科学院, 甘肃 平凉 744000)

摘要: 通过田间试验观察了不同用量抗旱保水剂对玉米经济性状、产量和效益的影响。结果表明, 施用抗旱保水剂对玉米有显著的增产作用。综合考虑产量、经济效益等因素, 在玉米生产上, 适宜的抗旱保水剂施用量为 30 kg/hm²。

关键词: 玉米; 抗旱保水剂; 施用量; 产量

中图分类号: S513 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2019)08-0032-03

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2019.08.007](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2019.08.007)

保水剂是一种具有超强吸水和保水能力的功能高分子材料^[1-3], 具有无毒、无害和反复释水、吸水的特点, 因此在农业上将其比喻为“微型水库”^[3]。保水剂能够

迅速吸收自身成百上千倍的水分, 且能够重复吸释水分供植物利用^[4], 同时是土壤的良好胶结剂, 能改善土壤结构, 促进团粒的形成^[5], 促进种子萌发提高存活率,

收稿日期: 2019-04-19

作者简介: 杨学珍 (1973—), 女, 甘肃灵台人, 高级农艺师, 主要从事旱作农业相关研究工作。联系电话: (0)15193383593。Email: 2008liufacai@163.com。

- [5] 李峰奇, 韩德俊, 魏国荣, 等. 黄淮麦区 126 个小麦品种(系)抗条锈病基因的分子检测[J]. 中国农业科学, 2008, 41 (10): 3060-3069.
- [6] 张玉薇, 刘 博, 刘天国, 等. 小麦品种抗条锈病基因 *Yr10*、*Yr18* 及 1BL/1RS 易位的分子检测[J]. 植物保护, 2014, 40(1): 54-59.
- [7] 李敏州, 李 强, 巢凯翔, 等. 陕西省 115 个小麦品种(系)抗条锈病基因的分子检测[J]. 植物病理学报, 2015, 6(10): 633-639.
- [8] 曹世勤, 王万军, 孙振宇, 等. 16 份四川小麦生产品种在甘肃陇南抗条锈性表现[J]. 甘肃农业科技, 2018(7): 40-42.
- [9] 魏琦超, 畅丽萍, 周 岩, 等. 利用改良 CTAB 法提取小麦干种子总 DNA[J]. 山西农业科学, 2009, 37(6): 30-32.
- [10] LAGUDAH E S, MCFADDEN H, SINGH R P, et al. Molecular genetic characterization of the *Lr34/Yr18* slow rusting resistance gene region in wheat[J]. Theoretical and Applied Genetics, 2006, 114(1): 21-30.
- [11] FRANCIS H A, LEITCH A R, KOEBNER R M D. Conversion of a RAPD-generated PCR product, containing a novel dispersed repetitive element, into a fast and robust assay for the presence of rye chromatin in wheat[J]. Theoretical and Applied Genetics. 1995, 90 (5): 636-642.
- [12] 周喜旺, 岳维云, 宋建荣, 等. 38 份冬小麦品系抗条锈病基因 *Yr5* 和 *Yr10* 的分子检测[J]. 甘肃农业科技, 2017(5): 40-43.
- [13] 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.
- [14] SINGH R P. Association between gene *Lr34* for leaf rust resistance and leaf tip necrosis in wheat [J]. Crop Science, 1992, 32: 874-878.

(本文责编: 陈 伟)