

湖北省小麦种质资源的分布及农艺性状和抗病性评价

佟汉文, 万正煌, 刘易科, 朱展望, 张宇庆, 高春保

(湖北省农业科学院粮食作物研究所, 湖北武汉 430064)

摘要: 为了解湖北省小麦种质资源特性并发掘可供育种利用的优良基因资源, 对保存的 874 份湖北省小麦种质资源从地理分布、农艺性状、品质及抗病性方面进行了统计分析和综合评价。结果表明: (1) 湖北省小麦种质主要分布在平原和丘陵地区, 江汉平原麦区分布数量最多, 而鄂西北山地区小麦资源最为富集, 除东经 112°74' 至 114°15' 之间、北纬 31°18' 至 32°09' 之间和北纬 29°37' 以南地区分布较少外, 其他地区分布较为均匀; (2) 供试小麦种质以具有长芒、白壳、红粒、弱冬性和中熟等性状为主, 4 个产量性状(株高、穗长、千粒重和穗粒数)和 4 个品质性状(硬度、沉淀值、粗蛋白和赖氨酸含量)的变异幅度大, 多样性指数高; (3) 抗病性以对根腐病、黄矮病和条锈病抗性最强, 而对赤霉、叶锈、秆锈及白粉病的抗性较差; (4) 各性状多样性指数从大到小依次为: 千粒重 > 粗蛋白含量 = 赖氨酸含量 > 株高 > 穗粒数 > 沉淀值 > 穗长 > 硬度 > 条锈病抗性 = 黄矮病抗性 > 根腐叶病抗性 > 成熟期 > 赤霉病抗性 > 根腐穗病抗性 > 冬春性 > 芒 > 壳色 > 白粉病抗性 > 粒色 > 叶锈病抗性 > 秆锈病抗性。

关键词: 湖北; 小麦; 种质资源; 农艺性状; 抗病性

中图分类号: S512.1; S324

文献标识码: A

文章编号: 1009-1041(2011)01-0153-06

Distribution and Evaluation on Agronomic Traits and Disease Resistance of Wheat Germplasm from Hubei

TONG Han-wen, WAN Zheng-huang, LIU Yi-ke, ZHU Zhan-wang, ZHANG Yu-qing, GAO Chun-bao

(Food Crops Institute, Hubei Academy of Agricultural Sciences, Wuhan, Hubei 430064, China)

Abstract: In order to know the characters of wheat germplasm from Hubei, and offer groundwork for finding out the best germplasm in breeding. In this study, the geographical distribution, agronomic traits, quality and disease resistance of 874 wheat germplasm from crop germplasm bank of Hubei were evaluated. The results indicated that the wheat germplasm were main concentrated in the plains and hilly areas, which distributed evenly except in that longitude from 112 ° 74 'to 114 ° 15', latitude from 31 ° 18 'to 32 ° 09', and south of the north latitude 29 ° 37'. The largest amount accessions were distributed in Jiangnan Plain, and the most enriched species were in mountain area of northwest Hubei. Most local resources had long awns, white shell, red grain, weak winter, and mid-maturing properties. The characters with great variation and diversity index were observed in four yield traits (plant height, thousand kernels weight, spike length and grain numbers per spike) and four quality properties (hardness, sedimentation volume, gross protein content and lysine content). The resistance was the strongest to root rot, barley yellow dwarf virus and stripe rust, but resistance was the least to fusarium head blight, leaf rust, stem rust and powdery mildew. The diversity index was de-

* 收稿日期: 2010-09-01 修回日期: 2010-10-20

基金项目: 湖北省自然科学基金重点项目(2009CDA082); 湖北省财政重大专项(2006-620-001-002); 农业部公益性行业(农业)科研专项(200903010); 农业部“948”项目子课题(2006G2); 湖北省农业科技创新中心资助项目(2007-620-001-03)。

作者简介: 佟汉文(1980-), 女, 硕士, 助理研究员, 主要从事小麦新品种选育与小麦种质资源研究。E-mail: tonghanwen@126.com

通讯作者: 高春保(1963-), 男, 硕士, 研究员, 主要从事小麦育种和生理研究。E-mail: gcbgybjw@163.com

creased as the following characters: thousand kernels weight, gross protein content, lysine content, plant height, grain numbers per spike, sedimentation volume, spike length, hardness, stripe rust, barley yellow dwarf virus, leaf root rot, maturity, fusarium head blight, spike root rot, winter-spring characteristic, awn, chaff color, powdery mildew, grain color, leaf rust, stem rust. The results were important reference to wheat genetics and breeding, and germplasm innovation and utilization.

Key words: Wheat (*Triticum aestivum* L.) from Hubei; Germplasm; Agronomic traits; Disease resistance

湖北省是全国小麦主产省之一,常年小麦种植面积 100 万 hm^2 左右,总产量为 350 万 t 左右^[1]。由于生态条件的复杂和耕作制度的多样性,经过长期的自然演化和人工选择,湖北省形成了丰富的小麦种质资源。长期以来,湖北省在小麦种质资源方面做了大量的研究工作。郑威等^[2]分析了长江流域 477 份小麦地方品种,认为可以从这些地方品种中筛选出一些单一农艺性状优良的材料。杨立军等^[3]对湖北省小麦后备品种进行了抗病性鉴定,没有发现对赤霉病高抗、对白粉病和条锈病免疫的材料。以上研究为湖北省小麦育种和种质资源创新提供了参考,但如何高效评价、利用湖北小麦种质资源,提高优异种质资源的利用效果还值得进一步深入研究。

本研究以湖北省农作物种质资源库中的 874 份小麦种质资源作为研究对象,对其地理分布、农艺性状、品质性状和抗病性进行分析评价,旨在了解湖北省小麦种质资源的特点,为征集、整理、筛选、利用和创新小麦种质资源,挖掘新的优异育种亲本以及为小麦相关优良性状的选育提供参考。

1 材料与方 法

874 份小麦种质资源均属于普通小麦,其中 469 份收集自湖北省 61 个县市(468 份为地方品种,1 份为野生类型),其他 405 份为湖北省农科院、华中农业大学、鄂西州农科所、荆州农科所、宜昌农科所等小麦育种教学科研单位选育的品种(系)(见表 1)。

数据资料来自湖北省农作物种质资源信息系统(品质和抗病性鉴定于 2005—2007 年由中科院执行,其他农艺性状于 2006—2008 年在湖北襄樊原种场进行记载)。分析三类性状:一类是地理数据,按种植区划分为六大麦区^[1],统计各麦区包括的县市及其资源数量、耕地面积和单位面积上资源数量;并按海拔高度、经纬度均分为 5 类,

统计其资源总的分布状况;第二类是分析性状类别(或级别)的资源数量、频率和多样性指数(Shannon-weaver),包括芒、壳色、粒色、冬春性和成熟期 5 个农艺性状,赤霉病、条锈病、叶锈病、秆锈病、白粉病、黄矮病、根腐叶病和根腐穗病 8 种病害;第三类是计算各性状平均数、极值、标准差、变异系数和多样性指数,包括株高、穗长、千粒重和穗粒数 4 个产量性状,硬度、沉淀值、粗蛋白和赖氨酸含量 4 个品质性状。多样性指数计算方法是:先计算参试材料总体平均数(X)和标准差(δ),再对数量性状进行 10 级分类:1 级 $X_i < X - 2\delta$,10 级 $X_i \geq X + 2\delta$,中间每级间隔 0.5δ ,每一级的相对频率用于计算多样性指数,多样性指数计算公式为: $H' = -\sum p_i \ln p_i$,式中 i 指第 i 个类型, P_i 指第 i 个类型在该性状中所占的比例, \ln 为自然对数^[4]。数据的处理统计采用 Excel(Microsoft office, 2003)。

2 结果与分析

2.1 湖北省小麦种质资源的地理分布

2.1.1 在六大麦区的分布

根据区划依据与原则,湖北省小麦种植区可划为鄂中丘陵和鄂北岗地麦区、鄂东北丘陵低山麦区、鄂西北山地麦区、江汉平原麦区、鄂东南丘陵低山麦区、鄂西南山地麦区六大麦区。统计各区的资源数量及其耕地面积,计算单位面积上的资源数量,结果列于表 1。

由表 1 可见,就种质资源总量而言,江汉平原麦区数量最多,主要是由此麦区实力较强的科研院所和大学所选育出的品种(系)(湖北省农科院提供 115 份,荆州农科院提供 77 份,华中农业大学提供 9 份),地方品种资源数量相对较少;其次是以地方品种为主的鄂西北山地麦区;再次是选育品种(系)数量多于地方品种数量的鄂西南山地麦区;目前湖北省小麦生产发展最好的是鄂中丘

陵和鄂北岗地麦区,其小麦种质资源数量与鄂东南丘陵低山麦区相差不大,且均以地方品种为主;鄂东北丘陵低山麦区的种质资源数量最少,以地方品种为主。

为更加合理地评价湖北省小麦种质资源富集程度,计算了单位耕地面积上的小麦种质资源数

量,结果列于表 1。由表 1 可见,单位耕地面积上小麦种质资源的数量以鄂西北山地麦区最大,其次是鄂西南山地麦区和鄂东南丘陵低山麦区,再次是鄂东北丘陵低山麦区和江汉平原麦区,鄂中丘陵和鄂北岗地麦区小麦种质资源富集程度最小。

表 1 湖北小麦种质资源的区域分布
Table 1 Regional distribution of wheat resources from Hubei

生态区划 Ecological regionalized	资源总量 No. entries	包括的县市及其资源数量 Covering the county and NO. entries	耕地面积 /(万 hm ²) Agricultural acreage (ten thousands hm ²)	单位面积资源数量 (个/10 ⁴ hm ²) No. Entries per ten thousand hm ²
鄂中丘陵和鄂北岗地麦区 Hillock of central Hubei and upland of north Hubei	80(64)	荆门(1),枣阳(17),襄阳 24(16),钟祥(7),宜城(1),随县 13(12),光化(今老河口,3),应山(今广水,7),沙洋 6,京山 1	73.99	1.08
鄂东北丘陵低山麦区 Hilly area of northeast Hubei	31(22)	英山(1),麻城 8(4),红安 2(1),罗田 18(14),大悟(2)	15.08	2.06
鄂西北山地麦区 Mountain area of northwest Hubei	206(185)	南漳(4),郧西(11),郧县 44(43,包括 1 份野生类型),房县(8),保康 16(15),神农架(35),竹山(22),竹溪 30(27),谷城 10(8),均县(今丹江口,12),郧阳 16	30.45	6.83
江汉平原麦区 Jianghan Plain	272(53)	武昌 131(1),汉川(2),应城(3),荆州 78(1),当阳 2(1),蕲春 20(18),黄冈 10(8),浠水(5),黄梅(3),孝感(1),新洲(2),广济(今武穴,1),洪湖(3),嘉鱼(2),监利(2)	144.63	1.88
鄂东南丘陵低山麦区 Hilly area of southeast Hubei	73(65)	通城(4),通山(17),崇阳(17),咸宁 7(5),阳新 17(13),大冶 11(9)	22.73	3.21
鄂西南山地麦区 Mountain area of southwest Hubei	163(65)	咸丰(2),利川(3),来凤(4),宣恩(2),宜都(4),枝城(2),宜昌 33(6),秭归(13),五峰(2),恩施 90(19),巴东(3),建始(2),兴山(3)	45.04	3.62

括号内数值为地方品种数。15 份地方品种和 32 份选育品种(系)未知具体原产地,未统计在内。

No. entries inside() were of local varieties; original habitat of 15 local varieties and 32 lines were not known, and not statisticed

2.1.2 在不同海拔高度和经纬度的分布

874 份湖北省小麦种质资源分布的范围介于北纬 29°15'~33°00',东经 108°51'~115°56'。北起鄂西北的郧西县(北纬 33°00'),南到鄂东南的

通城县(北纬 29°15'),东起鄂东的黄梅县(东经 115°56'),西到鄂西的利川市(东经 108°51'),海拔高度从 20 m(黄梅、广济)到 1 080 m(利川)均有小麦种质资源分布。

表 2 湖北小麦种质资源的海拔高度、经纬度分布
Table 2 Altitude, longitude and latitude distribution of wheat resources from Hubei

海拔高度 Altitude /m	资源数量 No. entries	分布频率/% Frequency distribution	东经 East longitude	资源数量 No. entries	分布频率/% Frequency distribution	北纬 North latitude	资源数量 No. entries	分布频率/% Frequency distribution
<232	608	72.73	<109°92'	156	17.85	<29°37'	43	4.92
232~444	148	17.70	109°92'~111°33'	201	23.00	29°37'~30°28'	261	29.86
444~656	40	4.78	111°33'~112°74'	149	17.05	30°28'~31°18'	331	37.87
656~868	2	0.24	112°74'~114°15'	59	6.75	31°18'~32°09'	55	6.29
≥868	38	4.55	≥114.15'	309	35.35	≥32.09'	184	21.05

由表 2 可见,湖北小麦种质资源的海拔高度分布最为集中,主要分布在平原(200 m 以下)和

丘陵地区(500 m 以下),山地(500 m 以上)上略有分布;在经度上的分布相对均衡,除东经 114°

15'以东分布最多,东经 112°74'至 114°15'之间分布最少之外,其他经度范围分布相对均匀;纬度分布相对集中,主要分布在北纬 29°37'至 31°18'之间,其次是北纬 32°09'以北地区,北纬 31°18'至 32°09'和北纬 29°37'以南分布较少,且这两范围内资源分布数量相当。

2.2 部分资源主要农艺性状及品质性状的统计及多样性分析

2.2.1 5个农艺性状的分布频率及多样性分析
 分类统计了湖北省小麦种质资源5个农艺性状(芒、壳色、粒色、冬春性和成熟期)的类别、资源数量、分布频率及多样性指数,结果列于表3。

表3 湖北小麦种质资源农艺性状分析
 Table 3 Analysis of agronomic characters of wheat resources from Hubei

性状 Traits	类型 Type	资源数量 No. entries	分布频率 Frequency distribution /%	资源总量 No. entries	多样性指数 H'
芒 Awn	长芒 Long	707	83.37	848	0.70
	长曲芒 Long and curved	5	0.59		
	顶芒 Tip	59	6.96		
	短芒 Short	21	2.48		
	短曲芒 Short and curved	5	0.59		
	拳曲芒 Wavy	19	2.24		
	无芒 Awnless	32	3.77		
壳色 Chaff color	白 White	585	69.98	836	0.61
	红 Red	251	30.02		
粒色 Grain color	白 White	186	21.43	868	0.53
	红 Red	681	78.46		
	黄 Yellow	1	0.12		
冬春性 Winter-spring character	春性 Spring	88	10.54	835	0.76
	偏春 Partial spring	27	3.23		
	弱冬 Weak winter	645	77.25		
	冬性 Winter	75	8.98		
成熟期 Maturity	极早 Best early	3	0.37	805	0.95
	早 Early	117	14.53		
	中早 Mid-early	1	0.12		
	中 Medially	535	66.46		
	中晚 Mid-late	15	1.86		
	晚 Late	134	16.65		

由表3可见,湖北省848份小麦种质资源中芒的类型最为丰富,有7个类型,其中83.37%的为长芒,顶芒、无芒、短芒和卷曲芒的分布频率为6.96%~2.24%,长曲和短曲芒最少,均各占0.59%。成熟期有6个类型,66.46%的为中熟类型,晚熟类型和早熟类型两者资源数量相当,再次是中晚类型和极早类型,中早类型最少。冬春性有4个类型,77.25%的为弱冬性,其次是数量相当的春性类型和冬性类型,偏春性类型数量最少。粒色较为贫乏,有3种颜色,78.46%的为红色,其次是白色,黄色最少。壳色类型最为贫乏,只有白和红2种颜色,分布频率相对均衡。5个性状的多样性指数偏低,为0.53~0.95。

2.2.2 产量性状和品质性状的统计及多样性分析

对湖北小麦种质资源的4个产量性状(穗粒数、穗长、株高和千粒重)和4个品质性状(硬度、沉淀值、粗蛋白和赖氨酸含量)进行统计分析,计算各性状的极值、平均值、标准差、变异系数和多样性指数,结果列于表4。

变异系数代表变异程度,而多样性指数指各性状的多样性和基因分布频率的平衡性^[5]。由表4可见,4个产量性状的变异系数和多样性指数均相差不大,分别为16.13%~22.70%和1.99~2.08。硬度指数代替角质率和粉质率作为硬、软及混合小麦的分类判定指标^[6],成为国内外小麦

市场分类和定价的重要依据之一,也是各国育种家重要的育种目标之一。由表 4 可知,4 个品质

性状中硬度的变异系数最大,多样性指数最小,且平均值只有 33.60 s。

表 4 湖北小麦种质资源产量性状和品质性状分析

Table 4 Analysis on yield and quality characters of wheat resources from Hubei

性状 Traits	资源数量 No. entries	平均值 Mean	最大值 Max.	最小值 Min.	标准差 S	变异系数 CV/%	多样性指数 H'
穗粒数 Grain numbers per spike	736	40.00	73.00	16.00	9.19	22.70	2.05
穗长 Spike length/cm	707	9.49	18.50	5.00	1.73	18.28	1.99
株高 Plant height/cm	860	110.18	149.00	36.00	17.78	16.13	2.06
千粒重 Thousand kernels weight/g	761	35.39	58.80	16.00	6.64	18.76	2.08
硬度 Hardness /s	459	33.60	214.10	11.60	22.40	66.64	1.56
沉淀值 Sedimentation volume/mL	450	19.20	48.00	7.60	6.00	31.25	2.03
粗蛋白含量 Gross protein content/%	453	12.81	16.14	10.26	1.06	8.25	2.06
赖氨酸含量 Lysine content/%	453	0.41	0.51	0.33	0.03	7.60	2.06

2.3 部分小麦种质资源的抗病性及多样性分析

由表 5 可见,在分析的部分湖北小麦种质资源中,对根腐叶病、根腐穗病及黄矮病的抗性水平较好,只是高抗或免疫的资源数量少,只有 1 份高抗黄矮病、3 份高抗根腐穗病。其中根腐穗病的

抗性水平最好,89.50%的种质资源达到中抗及以上抗性水平;其次是根腐叶病,虽无高抗或免疫材料,但超过一半数量的种质资源达到中抗及以上抗性水平;黄矮病的抗性略差,五分之一多数量的种质资源达到中抗及以上抗性水平。

表 5 部分湖北小麦种质资源的抗病性

Table 5 Analysis on disease resistance of partial wheat resources from Hubei

病害 Disease	项目 Item	感病 S	中感 MS	中抗 MR	抗病 R	免疫或高抗 I or HR	资源总量 No. entries	多样性指数 H'
赤霉病 Fusarium head blight	资源数量 No. entries	338	138	20	19	0	515	0.88
	分布频率 Frequency distribution/%	65.63	26.80	3.88	3.69	0.00		
条锈病 Stripe rust	资源数量 No. entries	292	40	9	69	92	502	1.17
	分布频率 Frequency distribution/%	58.17	7.97	1.79	13.75	18.33		
叶锈病 Leaf rust	资源数量 No. entries	419	75	0	0	10	504	0.51
	分布频率 Frequency distribution/%	83.13	14.88	0.00	0.00	1.98		
秆锈病 Stem rust	资源数量 No. entries	428	68	0	2	5	503	0.48
	分布频率 Frequency distribution/%	85.09	13.52	0.00	0.40	0.99		
白粉病 Powdery mildew	资源数量 No. entries	415	64	16	2	1	498	0.56
	分布频率 Frequency distribution/%	83.33	12.85	3.21	0.40	0.20		
黄矮病 BYDV	资源数量 No. entries	143	256	78	30	1	508	1.17
	分布频率 Frequency distribution/%	28.15	50.39	15.35	5.91	0.20		
根腐叶病 Leaf root rot	资源数量 No. entries	38	199	257	21	0	515	1.04
	分布频率 Frequency distribution/%	7.38	38.64	49.90	4.08	0.00		
根腐穗病 Spike root rot	资源数量 No. entries	21	32	82	367	3	505	0.86
	分布频率 Frequency distribution/%	4.16	6.34	16.24	72.67	0.59		

对其他 5 种病害抗性水平较低,其中赤霉病的抗性水平最差,无高抗或免疫水平的种质资源;中抗和抗性水平资源数量也少,仅占 7.57%。其

次是白粉病,有 1 份高抗资源,中抗及抗性水平种质资源数量更少,仅占 3.61%。叶锈病和秆锈病的抗性水平分布相差不大,对叶锈病达高抗或免

疫水平资源有 10 份,无中抗及抗性水平资源;对秆锈病达高抗或免疫水平的资源有 5 份,抗性水平资源有 2 份。条锈病的抗性水平较好,高抗或免疫水平资源占 18.33%;中抗及以上水平资源占 33.87%。

8 种病害抗性的多样性指数相差较大,其中条锈病、黄矮病和根腐叶病抗性的多样性指数大于 1.00,而秆锈病抗性的多样性指数小于 0.50。

3 讨论

3.1 湖北省小麦种质资源的特点及其原因

曹永生等^[7]1999 年对中国主要粮食作物野生种质资源地理分布分析中发现,湖北省小麦稀有种及近缘植物有 4 份,仅次于山东(16 份)和河南(7 份)。山地多、生态环境复杂和种植制度多样化是湖北省小麦种质资源丰富的主要原因,如鄂西北山地麦区小麦种质资源最为富集,鄂北丘陵和鄂北岗地麦区以及江汉平原麦区小麦种质资源最为贫乏。在划分的 5 个海拔高度范围中,656~868 m 之间小麦种质资源分布最少,这可能与湖北省这一海拔高度的面积较少有关。

地方种质资源由于对当地自然条件、栽培条件和耕作制度有较强的适应性,形成了特有的农艺性状和抗逆特性。本研究的 5 个农艺性状中,成熟期及冬春性的多样性指数较高,可能因为湖北省小麦生产发展历史长、地理分布复杂广阔,以及这些性状是小麦安全生产的主要指标。而芒、壳色,特别是粒色多样性指数不高,其原因可能是这些性状与前期我国解决温饱问题的国情即小麦安全生产关系不大。湖北省的小麦种质对根腐病抗性好,这可能是湖北省特别是江汉平原麦区低势低洼、土壤含水量较高、自然选择的结果。品质性状中硬度指数变异系数高,多样性指数低,平均数值偏低,这为湖北省开展品质育种,特别是弱筋小麦育种提供了理论依据和物质保证^[8]。

3.2 湖北省小麦种质资源研究中存在的问题及展望

本研究中同时发现,湖北省小麦种质资源库

中许多数据不全,特别是缺乏一些当前生产上急需的性状资料,如抗性中缺少纹枯病、耐渍害、抗穗发芽、抗倒伏等资料,这些是湖北省乃至全国小麦生产面临的实际问题。本研究也表明,由于湖北省特殊的地理位置和生态环境,较易自然选择形成上述性状抗性较好的材料。向厚文等“七五”期间对 500 个小麦品种进行耐渍性鉴定,筛选出 6 个耐渍的湖北省小麦种质^[9],其中有 3 个(水边站、3899 和崇阳红麦)保存于湖北省小麦种质资源库。今后我们要加强这方面资源的征集、整理、研究、创新和利用。

许多小麦种质具有单一的优良性状,传统的常规育种很难打破基因间的连锁关系,这是过去小麦种质资源利用中的难点,现代生物技术为此提供了新的解决途径^[10-11]。湖北省今后要加强分子标记、转基因等现代生物技术在小麦种质资源研究中的应用。

参考文献:

- [1]敖立万,朱旭彤,高广金,等.湖北小麦[M].武汉:湖北科学技术出版社,2002:17-23.
- [2]郑威,洪美艳,孙东发.长江流域小麦地方品种农艺性状多样性分析[J].麦类作物学报,2009,29(6):987-991.
- [3]杨立军,唐道廷,向礼波,等.湖北省小麦后备品种及二线育种材料抗病性鉴定[J].湖北农业科学,2008,47(6):633-635.
- [4]刘三才,郑殿升,曹永生,等.中国小麦选育品种与地方品种的遗传多样性[J].中国农业科学,2000,33(4):20-24.
- [5]金伟栋,洪德林.太湖流域梗稻地方品种遗传多样性研究[J].生物多样性,2006,14(6):479-487.
- [6]新的《小麦》国家标准批准发布[J].农业质量标准,2008(1):54.
- [7]曹永生,张贤珍,白建军,等.中国主要粮食作物野生种质资源地理分布[J].作物学报 1999,25(4):424-432.
- [8]高春保,高广金,余贵先.湖北省发展弱筋专用小麦的思路和对策[J].湖北农业科学,2003(4):9-11.
- [9]向厚文,褚瑶顺,梁少川.湖北省的小麦耐渍种质资源[J].作物品种资源,1993(3):5-6.
- [10]楚秀生,李根英,隋新霞,等.山东小麦种质资源研究回顾与展望[J].植物遗传资源科学,2001,2(4):59-63.
- [11]田清震,贾继增. AFLP 分子标记在小麦种质资源研究中的应用[J].麦类作物学报,2002,22(1):95-99.