

中东大麦群体农艺性状多样性与生态地理因素的关联分析

牛善策, 石文清, 刘培勋, 邓平川, 张月荣, 李变丽, 吕树作, 聂小军, 王 乐, 宋卫宁

(西北农林科技大学 农学院, 国家小麦改良中心杨凌分中心, 陕西杨凌 712100)

摘 要: 将 216 份大麦材料(引自中东 5 个不同生态地区的 5 个野生大麦自然群体和其相应地区的 5 个农家种大麦群体)分 2 a 种植在陕西关中地区, 对其 9 个主要农艺性状进行分析。结果表明, 大麦群体间分别在株高、穗长、芒长、穗下节长、旗叶宽、旗叶长、穗粒数、分蘖数等农艺性状上存在显著差异, 大麦群体间总体表现出丰富的遗传多样性, 野生大麦群体间多样性高于农家种。3 个地区的大麦农艺性状差异更加显著; 野生大麦群体间多样性高于其群体内, 而农家种大麦群体间多样性低于其群体内。试验材料的农艺性状和来源地生态地理环境关联分析表明, 部分性状可以和生态地理环境相关联, 主要是和作物产量相关的农艺性状与温度、降水量及海拔等因素相关联; 与农家种大麦相比, 野生大麦与生态地理环境的关联更为密切。

关键词: 中东; 农家种大麦; 野生大麦; 农艺性状; 遗传多样性; 生态地理关联

中图分类号: S512.3

文献标志码: A

文章编号: 1004-1389(2012)04-0042-05

Genetic Diversity Analysis of Agronomic Traits and Geographical Factors Correlation in the Middle East Barley Population

NIU Shance, SHI Wenqing, LIU Peixun, DENG Pingchuan, ZHANG Yuerong,
LI Bianli, LÜ Shuzuo, NIE Xiaojun, WANG Le and SONG Weining

(College of Agronomy, Northwest A&F University, Yangling Branch of China Wheat Improvement Center,
Shaanxi Key Lab of Molecular Biology for Agriculture, Yangling Shaanxi 712100, China)

Abstract: Agronomic traits of 91 samples representing five populations of *Hordeum spontaneum* C. Koch and of 125 samples representing five populations of barley landrace from different areas of the Middle East were evaluated in this study. The results indicated that there was mighty significant difference between populations mainly in the traits of plant height, spike length, awn length, peduncle and extrusion, flag leaf width, flag leaf length and grains per spike, there was more significant difference intra-populations in the three of five areas, and with high genetic diversity totally. Regression analysis between agronomic traits and eco-geographical environmental factors showed that partly agronomic traits had a degree of relationship with eco-geographical environmental factors, mainly traits related of crop yield with temperature, rainfall and altitude etc, wild barleys had closer correlation with eco-geographical environmental factors than barley landraces.

Key words: The Middle East; Landrace barley; Wild barley; Agronomic trait; Genetic diversity; Ecological geographical association

在世界许多农业地区, 大麦是一种重要的旱地作物^[1]。大麦适应生长在小麦和其他谷类作物

很难生长或不能生长的环境下, 如干旱、少水、贫瘠的环境。大麦作为啤酒工业的重要原料、畜牧

收稿日期: 2011-05-14 修回日期: 2011-09-11

基金项目: 教育部高等学校科技创新工程重大项目培育基金项目(707054); 农业部 948 计划项目-国际干旱地区农业研究中心抗旱及抗病虫小麦资源的引进与利用。

第一作者: 牛善策, 男, 硕士研究生, 专业方向为农业生物技术。E-mail: niushance@163.com

通讯作者: 宋卫宁, 男, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事基因组学与分子育种研究。E-mail: sweining2002@yahoo.com

的优质饲料和高原山地居民的主粮,其加工品质及营养价值正日益受到重视,而野生大麦和农家种大麦又是栽培大麦的祖先^[2],当地原始农家种和野生大麦自然群体对拓宽现在狭窄的大麦品种遗传基础具有非常重要的作用^[1,3],大麦的驯化开始于近东新月地带,包括以色列、土耳其和叙利亚等地,研究者普遍认为那里是大麦遗传多样性中心^[4]。本试验对引自大麦起源中心之一的中东 5 个不同地区野生大麦和农家种大麦在杨凌农学院试验田进行生态适应性种植。对所调查的 9 个农艺性状进行统计和方差分析,了解不同群体间及各群体内部的性状表现差异,掌握野生大麦和农家种大麦的性状特征,为遗传多样性研究和基因资源的挖掘提供依据;同时还将这些农艺性状与来源地的生态环境进行关联分析,为表型遗传和作物适应性研究提供基础。

1 材料与方法

选用引自中东 5 个不同生态地区(表 1)的 5 个野生大麦自然群体和 5 个农家种大麦群体,共 216 份试验材料,于 2009—2010、2010—2011 2 a 在西北农林科技大学农学院试验田进行适应性种植试验。大麦随机排列种植,3 次重复,行距 25 cm,株距 5 cm,行长 1.5 m,3 行区。对株高、穗长、芒长、旗叶长、穗下节长、穗粒数、单株穗数、旗叶宽、分蘖数等性状进行测量并记录。应用 SPSS17.0 和 DPS6.55 对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 中东野生大麦与农家种大麦农艺性状的群体间和群体内方差分析

农艺性状中 9 个群体间除单株穗数差异不显

著外,其他 8 个性状都存在极显著差异;农家种 5 个群体间穗长、芒长、穗下节长 3 个性状差异极显著,株高、旗叶宽、穗粒数 3 个性状差异显著,旗叶长、单株穗数、分蘖数 3 个性状差异不显著;5 个野生群体间株高、穗长、芒长、穗下节长、旗叶宽、穗粒数、分蘖数 7 个性状差异极显著,旗叶长差异显著,而单株穗数差异不显著(表 2)。对表 2 进行横向分析,农家种群体间株高、旗叶长、旗叶宽、芒长、穗下节长、穗粒数和分蘖数 7 个性状的差异显著水平低于野生群体间。

在对群体间性状方差分析的基础上,进一步对群体内各农艺性状进行方差分析(表 3,表 4),Irbids 地区的野生大麦群体内分蘖数差异极显著,穗粒数差异显著,其余性状均差异不显著,而同地区的农家种大麦群体内株高、芒长、穗下节长、单株穗数、旗叶宽和穗粒数差异极显著,其余性状均差异不显著;Jarashs 地区野生大麦群体内只有单株穗数差异不显著,旗叶宽、旗叶长差异显著,其余性状均差异极显著,而同地区的农家种大麦群体内旗叶长差异不显著,穗长、穗粒数、旗叶宽差异显著,其余性状差异极显著;Ammans 地区野生大麦群体内株高、芒长、穗下节长、旗叶宽、分蘖数差异极显著,穗长差异显著,旗叶长、穗粒数、单株穗数差异不显著,而同地区的农家种大麦群体内所有性状均差异极显著;Karak1 地区野生大麦群体内穗长、芒长、旗叶长、穗下节长、穗粒数、单株穗数和分蘖数差异极显著,株高差异显著,旗叶宽差异不显著,而同地区的农家种大麦群体内株高、旗叶长、穗下节长、穗粒数、单株穗数、旗叶宽和分蘖数差异极显著,穗长和芒长差异显著;Karak2 地区野生大麦群体内芒长、旗叶宽和分蘖数差异极显著,其余性状差异不显著,而同地区农家种大

表 1 中东 5 个地区的地理生态环境因素

Table 1 The eco-geographical environmental factors of five areas of the Middle East

群体 Population	海拔/m Altitude	年均 降水量/mm Mean annual rainfall	季节温差/℃ Mean coldest month temperature	年均温度/℃ Average annual temperature	最热月份 温度/℃ Mean hottest month temperature(Ta)	最冷月份温度/℃ Seasonal temperature difference(Tj)	最冷热月份 温度均值/℃ Mean of Ta plus Tj	月均温度 Average month temperature		土壤类型 Soil type
								3 月 March	4 月 April	
Irbids	490	478	10.9	17.7	22.3	11.4	16.85	12.2	16.6	黑色石灰土 Black rendzina
Jarashs	1 034	547	11.5	17.6	20.7	9.2	14.95	12.2	16.2	红色石灰土 Terra rossa
Ammans	878	275	11.8	17.3	22.2	10.4	16.3	11.7	15.9	红色石灰土 Terra rossa
Karak 1	890	326	14.3	16.2	23.8	9.5	16.65	11.2	15.0	石灰土 Rendzina
Karak 2	1 200	350	14.3	14.2	23.8	9.5	16.65	9.2	13.0	石灰土 Rendzina

麦群体内株高、芒长、穗下节长、穗粒数和分蘖数差异极显著,穗长和旗叶宽差异显著,旗叶长和单株穗数差异不显著;野生大麦群体内总体变异度低于农家种,尤其是引自 Karaks2、Irbids 2 个地区的大麦材料。

综合表 2、表 3 和表 4 的结果:相对于农家种大麦,野生大麦主要变异来源于群体间,也就是说,野生大麦多样性丰富的主要原因是由于不同群体间的变异;而农家种大麦群体内多样性大于群体间多样性。另外,可以看出,不同地区各个性状的方差分析结果也有很大差异,尤其是 Jarashs、Ammans、Karakl 3 个地区大麦材料的多样性很高,这可能与地理生态环境有关,如 Ammans 地区的年均降水量很低,只有 275 mm,3 个地区的海拔都在 1 000 m 左右的高海拔区,这在一定程度上印证了越是环境苛刻的地区,作物多样性越高的结论^[5]。

2.2 中东大麦材料的群体特征特性

对所有大麦群体农艺性状特征特性的分析表明(表 5):216 份大麦材料中,株高与芒长的极差分别为 62.000、14.000,变异系数分别为 0.124、0.164,偏度系数分别为-0.511、-0.609,均数与众数之差为负,峰度系数分别为 0.502、0.847,其分布曲线图形特征为左偏态,尖峭峰。说明所调查材料中存在一定的株高与芒长变异。

穗长与旗叶长的极差分别为 11.500、12.500,变异系数分别为 0.210、0.337,偏度系数

分别为 0.491、0.815,均数与众数之差为正,峰度系数分别为 1.603、0.916,其分布曲线图形特征为右偏态,尖峭峰。说明这批材料在穗长和旗叶长上存在较大变异,有特异资源。

穗下节间长与穗粒数的极差分别为 36.000、18.000,变异系数分别为 0.185、0.189,偏度系数分别为-0.627、-0.190,均数与众数之差为负,峰度系数分别为-0.018、-0.183,其分布曲线图形特征为左偏态,平阔峰。说明材料间穗下节间长和穗粒数差异较高,存在一些典型的特异资源。

单株穗数与分蘖数的极差分别为 31.000、50.000,变异系数分别为 0.329、0.545,偏度系数分别为 0.338、0.475,均数与众数之差为正,峰度系数分别为-0.396、-1.101,其分布曲线图形特征为右偏态,平阔峰。由变异系数和峰度系数可知,这批材料的单株穗数和分蘖数存在很大的变异,且均数大于众数,表明个别材料的相应性状值偏大。

旗叶宽的极差为 1.700,变异系数为 0.460,偏度系数为 1.288,均数与众数之差为正,峰度系数为 3.800,其分布曲线图形特征为右偏态,尖峭峰,且偏度系数和峰度系数都相对较大,说明材料中存在大量旗叶宽度大的材料。

结合以上分析,可知这批引进材料在旗叶宽、分蘖数、单株穗数、穗长、旗叶宽等指标上存在特异资源,便于以后对可利用基因资源的开发,为育种提供丰富的物质基础。

表 2 中东大麦群体间的农艺性状方差分析
Table 2 The ANOVA analysis results of agronomic traits of the Middle East barley between populations

性状 Trait	所有种群体间 Inter-populations			农家种群体间 Inter-populations of barley landrace			野生种群体间 Inter-populations of wild barley		
	均方 Mean square	F	P	均方 Mean square	F	P	均方 Mean square	F	P
株高 Plant height	3 071.034	65.89**	<0.000 1	84.177	2.5*	0.046 3	280.904	4.35**	<0.000 1
芒长 Awn length	170.751	80.26**	<0.000 1	5.303	5.54**	0.000 4	18.755	4.99**	0.001 2
穗长 Spike length	14.076	19.29**	<0.000 1	4.628	8.21**	<0.000 1	21.627	22.5**	<0.000 1
分蘖数 Tiller number	10 309.784	200.74**	<0.000 1	15.870	0.92	0.453 6	11 659.119	117.7**	<0.000 1
旗叶长 Flag leaf length	166.684	10.02**	<0.000 1	32.935	1.22	0.305 7	5.989	2.72*	0.034 7
旗叶宽 Flag leaf width	0.216	10.03**	<0.000 1	0.082	4.82*	0.001 2	0.159	5.72**	0.000 4
穗下节长 Peduncle and extrusion	2 132.048	107.59**	<0.000 1	80.549	5.13**	0.000 8	237.234	9.28**	<0.000 1
单株穗数 The number of spike per plant	24.672	1.20	0.296 0	33.031	1.52	0.199 4	22.231	1.17	0.329 0
穗粒数 Grain number per spike	58.841	11.51**	<0.000 1	15.328	3.01*	0.021 0	54.212	10.5**	<0.000 1

注: * 和 ** 分别表示在 0.05 和 0.01 水平上差异显著。表 3、表 4 同。
Note: * and ** mean significant difference at 0.05 and 0.01 levels ,respectively. The same as table 3 and table 4.

表 3 中东野生群体内农艺性状方差分析

Table 3 The ANOVA analysis results of agronomic traits of the Middle East wild barley intra-population

群 体 Population	方差分析 Anova analysis	株高 Plant height	穗长 Spike length	芒长 Awn length	旗叶长 Flag leaf length	穗下节长 Peduncle and extrusion	穗粒数 Grain number per spike	单株穗数 Number of spike per plant	旗叶宽 Flag leaf width	分蘖数 Tiller number
Irbids HS	均方 Mean square	122.741 7	1.056 5	2.934 3	5.988 2	78.134 3	19.392 6	39.570 4	0.062 3	690.8
	F	1.238	0.893	1.437	1.321	1.835	2.968 *	1.251	1.868	296.057 **
	P	0.327 7	0.548 6	0.238	0.287 1	0.123 8	0.020 5	0.321	0.117 3	0.000 1
Jarashs HS	均方 Mean square	317.944 4	3.329 7	18.518 5	12.607 4	116.230 6	14.755 6	30.107 4	0.132 7	241.633 3
	F	3.591 **	3.70 **	3.673 **	2.534 *	3.745 **	3.952 **	1.35	2.972 *	103.557 **
	P	0.008 3	0.007	0.007 4	0.04	0.006 7	0.005	0.274	0.020 4	0.000 1
Ammans HS	均方 Mean square	203.443 9	2.225 6	19.874 5	4.801 2	102.825 4	12.031 7	43.959 6	0.068 9	133.864 4
	F	2.381 **	1.915 *	11.74 **	1.139	3.123 **	1.711	1.626	2.693 **	4.542 **
	P	0.007 6	0.034 7	0.000 1	0.347 7	0.000 7	0.066 4	0.086 6	0.002 8	0.000 1
Karak 1 HS	均方 Mean square	258.282 2	2.842 5	5.760 6	7.674 1	76.277 8	25.393 3	92.449 7	0.051 7	114.185 2
	F	1.84 *	2.63 **	4.839 **	3.211 **	2.593 **	6.386 **	4.903 **	1.557	5.024 **
	P	0.027 4	0.001 1	0.000 1	0.000 1	0.001 3	0.000 1	0.000 1	0.081 2	0.000 1
Karak 2 HS	均方 Mean square	72.745 6	4.249	10.223 5	4.615 3	31.217 9	4.020 6	42.454	0.131 1	562.942 9
	F	1.698	1.535	2.733 **	1.344	1.654	0.441	1.424	5.816 **	241.261 **
	P	0.073 8	0.119 9	0.003	0.206	0.084 1	0.974 5	0.164 7	0.000 1	0.000 1

注: HS 代表野生大麦。
Note: HS is the abbreviation of wild barley.

表 4 中东农家种大麦群体内农艺性状方差分析

Table 4 The ANOVA analysis results of agronomic traits of the Middle East landrace barley intra-population

群 体 Population	方差分析 Anova analysis	株高 Plant height	穗长 Spike length	芒长 Awn length	旗叶长 Flag leaf length	穗下节长 Peduncle and extrusion	穗粒数 Grain number per spike	单株穗数 Number of spike per plant	旗叶宽 Flag leaf width	分蘖数 Tiller number
Irbids LR	均方 Mean square	108.836 9	1.028 1	3.386 1	346.347 8	41.573 5	12.913 3	83.497 8	0.0475	93.48
	F	5.389 **	0.983	5.447 **	0.994	3.04 **	1.071	6.051 **	2.679 **	12.497 **
	P	0.000 1	0.502 4	0.000 1	0.49	0.000 5	0.406 4	0.000 1	0.001 6	0.000 1
Jarashs LR	均方 Mean square	83.792	1.652 4	3.339	13.407 4	38.144 1	14.723 8	75.459 4	0.077 2	31.396 2
	F	2.617 **	1.796 *	7.319 **	1.364	2.15 **	1.838 *	3.453 **	1.785 *	1.945 **
	P	0.000 8	0.028 2	0.000 1	0.154 5	0.006 3	0.023 6	0.000 1	0.029 4	0.015 1
Ammans LR	均方 Mean square	67.0684	1.9347	2.1836	12.8174	56.2436	20.83	42.7811	0.0505	44.5467
	F	3.692 **	3.79 **	4.143 **	2.329 **	3.761 **	3.175 **	2.325 **	2.229 **	3.987 **
	P	0.000 1	0.000 1	0.000 1	0.005 9	0.000 1	0.000 3	0.00 6	0.008 5	0.000 1
Karak 1 LR	均方 Mean square	148.037 9	2.294 1	1.735 5	29.964 7	51.903 8	14.411 8	121.414 2	0.054 3	82.254 9
	F	3.717 **	1.97 *	2.11 *	5.355 **	2.64 **	2.894 **	6.143 **	3.74 **	5.942 **
	P	0.000 6	0.047 7	0.033 2	0.000 1	0.008 5	0.004 5	0.000 1	0.000 6	0.000 1
Karak 2 LR	均方 Mean square	115.480 9	1.749 5	3.195 4	8.373 5	50.746	13.631	23.743 8	0.024 3	24.311 7
	F	8.131 **	1.948 *	3.215 **	1.032	3.178 **	2.8 **	1.143	2.037 *	3.186 **
	P	0.000 1	0.017 9	0.000 1	0.446 5	0.000 1	0.000 6	0.329 1	0.012 5	0.000 1

注: LR 代表农家种大麦。
Note: LR is the abbreviation of landrace barley.

表 5 中东大麦材料农艺性状描述性统计分析

Table 5 Descriptive statistical analysis of agronomical traits of in the Middle East barley

性状 Trait	大麦 Barley					
	均值 Mean	中位数 Median	极差 Range	变异系数 Coefficient variance	偏度 Coefficient of skewness	峰度 Coefficient of kurtosis
株高 Plant height	86.622	88.000	62.000	0.124	-0.511	0.502
穗长 Spike length	8.047	8.000	11.500	0.210	0.491	1.603
芒长 Awn length	14.149	14.000	14.000	0.164	-0.609	0.847
旗叶长 Flag leaf length	6.470	6.000	12.500	0.337	0.815	0.916
穗下节间长 Peduncle and extrusion	39.907	41.000	36.000	0.185	-0.627	-0.018
穗粒数 Grain number per spike	17.868	18.000	18.000	0.189	-0.190	-0.183
单株穗数 Number of spike per plant	18.169	18.000	31.000	0.329	0.338	-0.396
旗叶宽 Flag leaf width	0.504	0.500	1.700	0.460	1.288	3.800
分蘖数 Tiller number	45.923	36.000	50.000	0.545	0.475	-1.101

2.3 大麦农艺性状和大麦来源地回归分析

对所有大麦群体材料的关联分析表明:单株穗数与纬度、分蘖数与海拔、旗叶宽与年降水量是相关联的,其回归决定系数(调整后 R^2)分别是 0.858、0.836、0.947,它们的线性回归方程差异性检验的 P 值依次为 0.015、0.019、0.003,差异极显著;对野生大麦进行关联分析结果为:单株穗数与季节温差、单株穗数与最冷月平均温度、分蘖数与最冷月温度、旗叶宽与年降雨量、穗粒数与土壤类型相互关联,其回归决定系数(调整后 R^2)分别为 0.974、0.975、0.876、0.99、0.711,它们线性回归方程差异性检验的 P 值为 0.001、0.001、0.012、0.001、0.046,可知,穗粒数与土壤类型线性回归方程的差异检验为显著,其他 4 个关联差异均为极显著;对农家种大麦进行关联分析:分蘖数与海拔、旗叶长与最冷月份温度相关联,其回归决定系数(调整后 R^2)分别为 0.704、0.931,它们线性回归方程差异性检验的 P 值为 0.048、0.005,可知,分蘖数与经度回归方程的差异检验结果为差异显著,旗叶长与最冷月份温度的检验结果为极显著。

纵向分析可知,影响农艺性状的主要因素是纬度、生育期温度、降水量和海拔,而主要影响指标为分蘖数、旗叶长宽;总的来说,温度和降水量影响与作物产量相关的农艺性状表现;横向分析可知,与农家种大麦相比,野生大麦与生态地理环境的关联更为紧密。

3 讨论

农家种大麦通常被认为具有很高变异度。但作为群体研究农家种大麦群体内农艺性状多样性

的研究却少见报道。Papa 等^[6]用同工酶、RAPD 2 种方法研究撒丁岛大麦,同年 Demissie 等^[7]采用 RFLP 方法研究埃塞俄比亚农家种大麦,得出相同结论:与群体间相比,群体内多样性更高。这些研究者推断在这些地区存在很活跃的种子交换和混合现象。本试验的结果与以前的研究结果相一致。

野生大麦农艺性状多样性略大于农家种大麦,野生和农家种间的差异并不显著,说明农家种和野生大麦间的基因交流比较频繁^[8];10 个群体内部中,与 Irbids、Karak 2 地区相比,来自 Jarashs、Ammans、Karak1 3 个地区的群体材料农艺性状差异更加显著,这充分说明,不同地区间地理生态环境因素的差异造成了大麦农艺性状的差异多样性;而农家种群体间差异小于群体内,这也意味着在适宜的条件下,群体间差异较小,同时群体的特意适应性可能存在一定的伪装^[9],这需进行多点更多年的研究。

影响农艺性状的主要因素是温度、降水量和海拔,这一结果与 Hbner 等^[9]的研究结果一致,也说明这些因素才是作用于群体的真正环境压力;在与生态环境的关联分析中:野生大麦与环境的关联性状指标有 5 个,而农家种与环境的关联性状指标只有 2 个,且对它们的线性回归方程的差异性检验结果也是野生种比农家种的显著,推测这可能由于农家种是数千年在多种环境和当地耕作模式下人为选择和自然选择进化的结果^[8],就适应性而言,由于农家种在一个地区进行了长期的重复选择,这样会降低对其他地区的特意适应频率^[10],导致农家种更容易被遗传侵蚀^[8]。

(下转第 59 页)

- [7] 周艳华,何中虎. 小麦品种磨粉品质研究概况[J]. 麦类作物学报, 2001, 21(4): 91-95.
- [8] 王永吉. 小麦灰分形成及其与加工品质的关系[D]. 江苏扬州: 扬州大学, 2005: 27-29.
- [9] Haridas R P, Leelavathe K. Effect of damage starch on the chapatti-making quality of whole wheat flour[J]. Cereal Chemistry, 1989, 66: 326-333.
- [10] 雷 激, 张 艳, 王德森, 等. 小麦干白面条品质评价方法研究[J]. 中国农业科学, 2004, 37(12): 2000-2005.
- [11] 林作樨, 雷振生. 中国挂面对小麦粉品质的要求[J]. 作物学报, 1996, 22(2): 152-155.
- [12] 孟宪刚. 春小麦品种品质特性与兰州拉面品质关系的研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2001: 23-24.
- [13] 穆培源, 桑 伟, 王 亮, 等. 新疆市售小麦面粉制作新疆拉面的加工品质特性及其专用粉品质评价指标的研究[J]. 麦类作物学报, 2007, 27(6): 1034-1041.
- [14] 桑 伟, 穆培源, 徐红军, 等. 新疆春小麦品种主要品质性状及其与新疆拉面加工品质的关系[J]. 麦类作物学报, 2008, 28(5): 772-779.
- [15] 胡新中, 卢为利, 阮侠区, 等. 影响小麦面粉白度的品质指标分析[J]. 中国农业科学, 2007, 40(6): 1142-1149.
- [16] 王 亮, 穆培源, 徐红军, 等. 新疆小麦品种黄色素含量基因(*Psy-A1*)等位变异的分子检测[J]. 麦类作物学报, 2009, 29(4): 782-786.
- [17] 胡瑞波, 田纪春. 小麦主要品质性状与面条色泽的关系[J]. 麦类作物学报, 2006, 26(3): 96-101.
- [18] 桑 伟, 穆培源, 徐红军, 等. 新疆小麦品种籽粒性状、磨粉品质及其关系的研究[J]. 麦类作物学报, 2010, 30(1): 50-55.
- [19] 王 霖, 郭新平, 姬广臣, 等. 小麦面粉白度配合力及其与主要品质性状的相关分析[J]. 麦类作物学报, 2006, 26(1): 62-65.
- [20] 桑 伟, 穆培源, 徐红军, 等. 新疆冬小麦磨粉品质与面粉及新疆拉面品质的关系[J]. 麦类作物学报, 2010, 30(6): 1065-1070.
- [21] Cane K, Spackman M, Eagles H A. Puroindoline genes and their effects on grains quality traits in southern Australian wheat cultivars[J]. Australian Journal of Agricultural Research, 2004, 55: 89-95.
- [22] 孟宪刚, 尚勋武, 张改生, 等. 兰州拉面专用粉对小麦品质的要求 I. 拉面食用评价与小麦粉常规品质的关系[J]. 作物学报, 2005, 31(4): 481-486.
- [23] 李志博, 尚勋武, 魏亦农, 等. 面粉理化品质性状与兰州拉面品质关系的研究[J]. 麦类作物学报, 2004, 24(4): 71-74.

(上接第 46 页)

参考文献:

- [1] Shakhathreh Y, Haddad N, Alrababah M, *et al.* Phenotypic diversity in wild barley (*Hordeum vulgare* L. ssp. *spontaneum* (C. Koch) Thell.) accessions collected in Jordan[J]. Genet Resour Crop Evol, 2010, 57: 131-146.
- [2] Von Bothmer R, Van Hintum H, Knpffer H, *et al.* Diversity in barley (*Hordeum vulgare*) [M]. Elsevier, Amsterdam, 2003: 129-136.
- [3] Nevo E, Beiles A, Zohary D. Genetic resources of wild barley in the Near East: structure, evolution and application in breeding[J]. Biological Journal of the Linnean Society, 1986, 27: 355-380.
- [4] Volis S, Mendlinger S, Ward D. Adaptive traits of wild barley plants of Mediterranean and desert origin [J]. Oecologia, 2002, 133: 131-138.
- [5] Nevo E. Evolution of genome-phenome diversity under environmental stress[J]. PNAS, 2001, 98: 6233-6240.
- [6] Papa R, Attene G, Barcaccia G, *et al.* Genetic diversity in landrace populations of *Hordeum vulgare* L. from Sardinia, Italy, as revealed by RAPDs, isozymes and morpho-phenological traits[J]. Plant Breed, 1998, 117: 523-530.
- [7] Demissie A, Bjrnstad A, Kleinhofs A. Restriction fragment length polymorphism in landrace barleys from Ethiopia in relation to geographic, altitude, and agro-ecological factors [J]. Crop Sci, 1998, 38: 237-243.
- [8] Jaradat A A. Diversity within and between populations of two sympatrically distributed *Hordeum* species in Jordan [J]. Theor Appl Genet, 1989, 78: 653-656.
- [9] Hbner S. Strong correlation of wild barley (*Hordeum spontaneum*) population structure with temperature and precipitation variation [J]. Molecular Ecology, 2009, 18: 1523-1536.
- [10] Ceccarelli S. Specific adaptation and breeding for marginal conditions[J]. Euphytica, 1994, 77: 205-219.

作者：[牛善策](#)，[石文清](#)，[刘培勋](#)，[邓平川](#)，[张月荣](#)，[李变丽](#)，[吕树作](#)，[聂小军](#)，[王乐](#)，[宋卫宁](#)，[NIU Shance](#)，[SHI Wenqing](#)，[LIU Peixun](#)，[DENG Pingchuan](#)，[ZHANG Yuerong](#)，[LI Bianli](#)，[L\(U\) Shuzuo](#)，[NIE Xiaojun](#)，[WANG Le](#)，[SONG Weining](#)
作者单位：[西北农林科技大学农学院](#)，[国家小麦改良中心杨凌分中心](#)，[陕西杨凌 712100](#)
刊名：[西北农业学报](#) [ISTIC](#) [PKU](#)
英文刊名：[Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica](#)
年，卷(期)：2012, 21(4)

参考文献(10条)

1. [Shakhatreh Y;Haddad N;Alrababah M](#) Phenotypic diversity in wild barley (*Hordeum vulgare* L. ssp. *spontaneum* (C. Koch) Thell.) accessions collected in Jordan[外文期刊] 2010

2. [Von Bothmer R;Van Hintum H;Knpffer H](#) Diversity in barley (*Hordeum vulgare*) 2003

3. [Nevo E;Beiles A;Zohary D](#) Genetic resources of wild harley in the Near East:structure, evolution and application in breeding[外文期刊] 1986

4. [Volis S;Mendlinger S;Ward D](#) Adaptive traits of wild barley plants of Mediterranean and desert origin[外文期刊] 2002

5. [Nero E](#) Evolution of genome-phenome diversity under environmentalstress 2001

6. [Papa R;Attene G;Barcaccia G](#) Genetic diversity in landrace populations of *Hordeum vulgare* L. from Sardinia, Italy, as revealed by RAPDs, isozymes and morpho-phe-nological traits[外文期刊] 1998(6)

7. [Demissie A;Bjrnstad A;Kleinhofs A](#) Restriction fragment length polymorphism in landrace barleys from Ethiopia in relation to geographic, altitude, and agro-ecological factors[外文期刊] 1998(1)

8. [Jaradat A A](#) Diversity within and between populations of two sympatrically distributed *Hordeum* species in Jordan 1989

9. [Hbner S](#) Strong correlation of wild barley (*Hordeum spontaneum*) population structure with temperature and precipitation variation 2009

10. [Ceccarelli S](#) Specific adaptation and breeding for marginal conditions[外文期刊] 1994

引用本文格式：[牛善策](#)，[石文清](#)，[刘培勋](#)，[邓平川](#)，[张月荣](#)，[李变丽](#)，[吕树作](#)，[聂小军](#)，[王乐](#)，[宋卫宁](#)，[NIU Shance](#)，[SHI Wenqing](#)，[LIU Peixun](#)，[DENG Pingchuan](#)，[ZHANG Yuerong](#)，[LI Bianli](#)，[L\(U\) Shuzuo](#)，[NIE Xiaojun](#)，[WANG Le](#)，[SONG Weining](#) 中东大麦群体农艺性状多样性与生态地理因素的关联分析[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2012(4)