

# 甘肃省谷子地方种质资源遗传多样性分析

王晓娟, 祁旭升, 王兴荣, 苏俊阳

(甘肃省农业科学院作物研究所, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:**以甘肃省地(州)为单位对474份甘肃省谷子地方种质资源的22个主要性状进行遗传多样性分析。结果表明:(1)甘肃省谷子地方种质资源的多样性在地州间存在明显差异,多样性以陇中的兰州、白银、定西、临夏,陇东的庆阳、平凉和河西的武威为富集地,多样性指数范围在1.5312~1.3424;而金昌、陇南地区的多样性相对较低,多样性指数范围在0.8018~0.4970。(2)甘肃省谷子地方种质资源各地区间主要性状的多样性差异也十分明显,22种性状在各地区的多样性有不同差异,多样性指数范围在0.0000~2.1383之间。(3)22个主要性状的多样性则以粗蛋白(2.0724)、主茎长度(2.0715)、千粒重(2.06707)、主穗长度(2.0523)、粗脂肪(2.0401)和赖氨酸含量(2.0193)等6个数量性状的多样性指数较大,米粳糯(0.2065)、米色(0.7347)、幼苗叶色(0.8655)和穗形(0.8999)等性状的多样性指数较小。研究表明甘肃省谷子地方种质资源的变异较大,遗传较丰富。

**关键词:**谷子;种质资源;遗传多样性;多样性指数;甘肃省

**中图分类号:** S515.032 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)06-0129-05

谷子是甘肃主要杂粮作物,具有悠久的种植历史。谷子抗旱耐瘠薄、耐盐碱<sup>[1]</sup>,在干旱缺水地区受到广大农民的喜爱。20世纪80年代以前种植面积较大,90年代略有减少,2000年全省种植面积4.36万 $\text{hm}^2$ ,总产达5670万 $\text{kg}$ ,单产为1305 $\text{kg}/\text{hm}^2$ <sup>[2]</sup>。近年来随着市场经济的发展,谷子价格凸现,按2003年市场价计,比小麦、玉米高近2倍,价格优势和市场竞争力再次引起农民重视,在农业种植结构调整中占了应有地位,种植面积逐步增加。生产实践证明,春夏干旱严重年份,其它作物无法出苗的情况下,谷子遇到少量降水就可出苗,并获得较好产量,同时也是补种救灾的好品种。甘肃自然灾害发生机率最高是干旱,但谷子在干旱发生的年份是受危害程度最低的粮食品种之一,因此,发展谷子生产是一项抗旱减灾的重要措施<sup>[3,4]</sup>。

遗传多样性,狭义地是指种内的遗传变异,它是作物遗传改良的基础,要选育产量高、品质优、抗性强、适应性广的农作物优良品种,必须要有丰富的基础材料和亲本资源。因此,加强对资源材料的鉴定和遗传多样性的研究及评价,有利于育种工作者深入了解种质资源的全貌,开阔育种取材的思路,从而正确地选择利用资源材料。许多学者先后对小麦<sup>[5]</sup>、玉米<sup>[6]</sup>、大麦<sup>[7]</sup>、大豆<sup>[8]</sup>、水稻<sup>[9]</sup>、蚕豆<sup>[10]</sup>、高粱<sup>[11]</sup>等作物进行了遗传多样性的研究与评价。对谷子从形态水平、染色体水平、生化水平及DNA水

平上进行了遗传多样性的研究<sup>[12]</sup>。黎裕等<sup>[13]</sup>研究表明,谷子在不同生态环境下栽培,适应性结果导致了形态学性状和农艺性状的较大变异;何继红等通过对甘肃谷子地方品种营养品质的分析,得出不同地区、不同粒色谷子的营养品质存在差异<sup>[14]</sup>;杨天育等应用RAPD和A-PAGE等方法研究不同生态区谷子品种的遗传差异和遗传多样性<sup>[15~17]</sup>。本文对甘肃省保存的474份谷子地方资源进行遗传多样性分析,以便为甘肃省谷子地方种质的深入研究和开拓利用提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

以甘肃省种质资源库保存的474份谷子地方种质资源为分析材料。

### 1.2 试验设计

试验设在甘肃省农科院作物所试验地进行,试验采用完全随机区组设计,3次重复,每个材料种植2行,行长6.5m,行距0.27m,株距0.3m,每小区面积3.5 $\text{m}^2$ ,试验地总占地0.51 $\text{hm}^2$ 。2008年4月15日种植,5月29日定苗。在小区中部选取10株长相基本一致的代表样株进行田间观察记载与室内考种。

### 1.3 试验方法

按照《谷子种质资源描述规范和数据标准》<sup>[18]</sup>

收稿日期:2009-06-10

基金项目:甘肃省科技基础条件平台建设计划项目(甘科技[2006]24号文);国家科技基础条件平台项目(2005DKA21001-37)

作者简介:王晓娟(1970-),女,甘肃定西人,助理研究员,学士,主要从事农作物种质资源研究及玉米育种工作。

对相关性状描述,对 22 种性状进行了田间鉴定和室内考种。其中叶鞘色、幼苗叶色、穗松紧度、穗形、刺毛长度、粒色、米色、米粳糯 8 个性状为质量性状,分别予以赋值,分析性状类别的频率分布和多样性指数;出苗至抽穗天数、全生育期、一株茎数、主茎长度、主茎直径、主茎节数、主穗长度、单株草重、单株穗重、单株粒重、千粒重、粗蛋白、粗脂肪、赖氨酸含量 14 个性状为数量性状,根据平均数、标准差将材料分为 10 级,从第 1 级  $X_i < (x - 2s)$  到第 10 级  $X_i \geq (x + 2s)$ ,中间每级间差  $0.5s$ ,  $s$  为标准差,每一组的相对频率用于计算多样性指数<sup>[11]</sup>。

多样性指数的计算采用 Shannon-Weaver 信息指数,计算公式<sup>[19]</sup>为  $H' = -\sum_{i=1}^k P_i \times \ln(P_i)$ 。其中  $P_i$  为某一性状第  $i$  级别内材料份数占总份数的百分比( $k = 1, 2, \dots, 10$ ),  $\ln$  为自然对数<sup>[8~11]</sup>。根据多样性指数衡量甘肃省谷子地方种质资源遗传多样性大小。所有数据用 Excel 软件分析处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 甘肃省谷子地方种质资源的多样性分析

2.1.1 谷子地方种质资源的地区多样性 从 12 个地州 46 个县(市)收集到的 474 份甘肃省谷子地方种质资源,其在数量上的地区分布依次是兰州 > 白银 > 庆阳 > 平凉 > 武威 > 定西 > 天水 > 张掖 > 酒泉 > 临夏 > 金昌 = 陇南。即以陇中、陇东地区居多。甘肃省谷子地方种质资源的地区多样性差异较大(表 1),多样性最丰富的地州是陇中的兰州、白银、定西,多样性指数范围在 1.5312~1.4630;其次是陇东的庆阳、平凉,陇中的临夏,河西的武威、张掖、酒泉,陇南的天水,多样性指数范围在 1.3961~1.3077;而金昌、陇南地区的多样性相对较低,多样性指数范围在 0.8018~0.4970。

2.1.2 谷子地方种质资源各地区间主要性状的多样性 甘肃省谷子地方种质资源各地区间主要性状的多样性差异也十分明显,多样性指数范围在 0.0000~2.1383 之间(表 2)。22 种性状在各地区的多样性有不同差异。兰州地区在米色、主茎直径、主茎节数、单株粒重各性状中多样性指数最高,其它性状多样性指数都居于中等;白银地区在主穗长度、单株草重、单株穗重、赖氨酸含量各性状中多样性指数最高,米粳糯性多样性指数最低,其它性状多样性指数都居于中等;庆阳地区在穗形、粒色、米粳糯各性状中多样性指数最高,其它性状多样性指数都居于

中等;平凉地区在穗松紧度、出苗至抽穗天数中多样性指数最高,其它性状多样性指数都居于中等;武威地区在幼苗叶色、一株茎数中多样性指数最高,穗形的多样性指数最低,其它性状多样性指数都居于中等;定西地区在千粒重和粗蛋白中多样性指数最高,米粳糯性多样性指数最低,其它性状多样性指数都居于中等;天水地区在叶鞘色、刺毛长度、主茎长度各性状中多样性指数最高,米粳糯和全生育期多样性指数最低,其它性状多样性指数都居于中等;张掖地区米粳糯性多样性指数最低,其它性状多样性指数都居于中等;酒泉地区在全生育期中多样性指数最高,其它性状多样性指数都居于中等;临夏地区在粗脂肪中多样性指数最高,其它性状多样性指数都居于中等;金昌陇南除穗形和生育期多样性指数居中外,其它性状多样性指数都居于最低。

表 1 甘肃省谷子地方种质资源的地区多样性指数

Table 1 Diversity indexes of local gemplasm resources for foxtail millet in Gansu

地区 Region	县市数 County	品种总数(个) Variety total	多样性指数 Diversity index
兰州 Lanzhou	6	105	1.5312
白银 Baiyin	3	87	1.4866
庆阳 Qingyang	6	56	1.3961
平凉 Pingliang	4	38	1.3424
武威 Wuwei	3	38	1.3507
定西 Dingxi	4	37	1.4630
天水 Tianshui	6	32	1.3107
张掖 Zhangye	5	30	1.3077
酒泉 Jiuquan	4	25	1.3137
临夏 Linxia	3	20	1.3477
金昌 Jinchang	1	3	0.8018
陇南 Longnan	1	3	0.4970

### 2.2 甘肃省谷子地方种质资源主要性状的多样性分析

2.2.1 农艺性状 比较 474 份甘肃地方谷子种质资源 11 个主要农艺性状间的平均值、极值、变幅、标准差、变异系数和多样性指数均存在较大的变异(表 3),表现出显著的形态多样性。

(1) 出苗至抽穗天数和全生育期:体现谷子熟性的主要指标。供试材料平均出苗至抽穗天数  $76.8 \pm 11.98$  d, 变异幅度 110~36 d, 变异系数为 15.60%, 多样性指数为 1.9816。平均生育日数  $129.32 \pm 14.87$  d, 变异幅度 145~67 d, 变异系数为 11.50%, 多样性指数为 1.5557。

表2 各地区间主要性状的多样性指数

Table 2 Diversity indexes of main characters in various regions

项目 Item	兰州 Lanzhou	白银 Baiyin	庆阳 Qingyang	平凉 Pingliang	武威 Wuwei	定西 Dingxi	天水 Tianshui	张掖 Zhangye	酒泉 Jiuquan	临夏 Linxia	金昌 Jinchang	陇南 Longnan
叶鞘色 Leaf sheath color	0.9825	1.0330	1.0788	1.0394	1.0650	0.8134	1.0916	0.8401	0.9007	1.0397	0.6365	0.0000
幼苗叶色 Leaf color of seeding	0.8331	0.8460	0.8792	0.8024	1.0102	0.8656	0.3111	0.5340	0.8732	0.6881	0.0000	0.0000
穗松紧度 Spike compactness	1.0710	0.9466	1.0925	1.0937	0.9586	1.0618	1.0130	0.9447	1.0876	1.0297	0.6365	0.0000
穗形 Spike shape	0.7013	0.9585	1.1930	1.1589	0.0000	0.5761	1.1084	0.5313	0.7114	0.5182	1.0986	0.6365
刺毛长度 Brstle length	1.1958	1.0974	1.0384	1.0133	0.9909	1.1673	1.2281	1.0882	1.0920	1.0671	1.0986	0.6365
粒色 Grain color	1.3820	1.5255	1.7132	1.4883	1.3306	1.4702	1.0677	1.1583	0.8951	1.3592	1.0986	0.0000
米色 Hulless grain color	0.9405	0.6736	0.4639	0.7873	0.4459	0.6991	0.8060	0.2911	0.3342	0.6874	0.6365	0.0000
米稃糯 Hulless grain trxture	0.2449	0.0000	0.5196	0.2062	0.1217	0.0000	0.0000	0.0000	0.1679	0.3251	0.0000	0.0000
出苗至抽穗 Emergent to heading	1.9150	1.7268	1.8807	1.9730	1.2660	1.7010	1.6454	1.2176	1.3975	1.6866	0.6365	0.6365
全生育期 Period of duration	1.5406	1.4451	0.8958	1.5247	1.1778	1.6215	0.4471	1.2318	1.6251	1.4964	1.0986	1.0986
一株茎数 Number of stems per plant	1.4350	1.1442	0.7593	0.8629	1.6720	1.4788	0.5253	1.5133	0.9937	0.9819	0.0000	0.0000
主茎长度 Length of main stem	1.9845	1.7149	1.9914	1.8577	2.0087	1.7174	2.0806	1.8009	1.9361	1.5013	1.0986	1.0986
主茎直径 Diameter of main stem	1.8858	1.6753	1.5711	1.4158	1.6868	1.8799	1.7498	1.5981	1.4203	1.7093	1.0986	0.6365
主茎节数 Node numbers of main stem	2.0531	1.9191	1.3908	1.5188	1.6507	1.8023	1.5914	1.9160	1.6340	1.6526	1.0986	0.6365
主穗长度 Main panicle length	1.9517	2.1142	1.8717	2.0691	1.8977	1.9116	1.8449	1.5981	1.7449	1.7389	1.0986	0.6365
单株草重 Straw weight per plant	1.8232	2.0497	1.6112	1.5706	1.5785	1.6964	1.8319	1.7567	1.5995	1.9604	0.6365	0.6365
单株穗重 Spike weight per plant	1.9368	1.9944	1.7350	1.7928	1.7382	1.9471	1.9173	1.6194	1.8598	1.6081	1.0986	0.6365
单株粒重 Grain weight per plant	1.9813	1.9136	1.7038	1.7396	1.8797	1.8834	1.8077	1.8684	1.8943	1.6526	1.0986	0.6365
千粒重 1000-grain weight	2.0582	2.0543	1.8469	1.7123	1.9645	2.1256	1.9085	1.5695	1.7224	1.8945	1.0986	0.6365
粗蛋白 Crude protein	2.0230	1.9896	1.9338	1.4751	1.8679	2.0459	1.9459	1.8375	1.7115	1.4677	0.6365	1.0986
粗脂肪 Crude fat	2.0078	1.9671	1.8640	1.2770	1.6669	1.8967	1.3761	1.9546	1.5119	2.1383	1.0986	0.6365
赖氨酸 Lysine	1.7397	1.9170	1.6792	1.1537	1.7362	1.8249	1.5367	1.8995	1.7890	1.4452	0.6365	0.6365

(2) 一株茎数:是反映谷子分枝成穗能力的强弱,协调群体结构的重要性状。供试材料平均一株茎数 $1.46 \pm 1$ 个,变异幅度 $11 \sim 1$ 个,变异系数为 $68.57\%$ ,是所有性状中最大的,多样性指数为 $1.2793$ 。

(3) 主茎长度:是反映谷子对当地生态、环境条件是否适应的综合指标。供试材料平均主茎长度 $107.48 \pm 17.94$  cm,变异幅度 $158.00 \sim 42.20$  cm,变异系数为 $16.69\%$ ,多样性指数为 $2.0715$ 。

(4) 主茎直径和主茎节数:供试材料平均主茎直径 $0.68 \pm 0.15$  cm,变异幅度 $1.5 \sim 0.29$  cm,变异系数为 $21.67\%$ ,多样性指数为 $1.8389$ 。平均主茎节数 $11.09 \pm 1.53$ 个,变异幅度 $15 \sim 5.4$ 个,变异系数为 $13.79\%$ ,多样性指数为 $1.9454$ 。

(5) 单株草重:供试材料平均单株草重 $18.04 \pm 7.95$  g,变异幅度 $52.8 \sim 6$  g,变异系数为 $44.06\%$ ,多样性指数为 $1.8925$ 。

(6) 单株穗重:供试材料平均单株穗重 $19.82 \pm 7.15$  g,变异幅度 $55.7 \sim 5.6$  g,变异系数为 $36.09\%$ ,

多样性指数为 $1.9932$ 。

(7) 单株粒重:供试材料平均单株粒重 $14.26 \pm 5.31$  g,变异幅度 $40.9 \sim 4.1$  g,变异系数为 $37.26\%$ ,多样性指数为 $1.9861$ 。

(8) 千粒重:供试材料平均千粒重 $3.31 \pm 0.4$  g,变异幅度 $4.4 \sim 2$  g,变异系数为 $11.97\%$ ,多样性指数为 $2.0670$ 。

2.2.2 品质性状 对257份甘肃谷子地方资源的粗蛋白、粗脂肪和赖氨酸含量三个与品质相关的性状进行分析,谷子地方品种粗蛋白含量平均为 $14.04\% \pm 1.36\%$ ,变异幅度 $17.33\% \sim 10.18\%$ ,变异系数为 $9.68\%$ ,多样性指数为 $2.0670$ 。粗蛋白含量最高的材料是会宁的大黑谷( $17.33\%$ )、定西的定西小黑谷( $17.32\%$ )和会宁的42竹叶青( $16.98\%$ )。粗脂肪含量平均为 $4.16\% \pm 0.54\%$ ,变异幅度 $6.64\% \sim 2.97\%$ ,变异系数为 $13.09\%$ ,多样性指数为 $2.0401$ 。粗脂肪含量最高的材料是东乡的白沙粘( $6.64\%$ )、会宁的回回头( $5.6\%$ )、平凉的平凉毛草谷( $5.48\%$ )和张掖的张掖248( $5.46\%$ )。赖氨酸

含量平均为  $0.31\% \pm 0.05\%$ , 变异幅度  $0.44\% \sim 0.19\%$ , 变异系数为  $15.84\%$ , 多样性指数为  $2.0193$ 。赖氨酸含量最高的材料是会宁的大白良谷子 ( $0.44\%$ )、东乡的小三转 ( $0.44\%$ )、镇原的镇原谷子 ( $0.42\%$ )、会宁的会宁白谷 ( $0.41\%$ ) 和定西的定西乔面谷 ( $0.41\%$ )。

表 3 数量性状的主要参数及多样性指数

Table 3 The main parameters of quantitative traits and the diversity indexes

性状 Character	平均 Mean	最大 Max.	最小 Min.	变异幅度 Range	标准差 Std.	变异系数(%) CV	多样性指数 Diversity index
出苗至抽穗 Emergent to heading	76.80	110.00	36.00	74.00	11.98	15.60	1.9816
全生育期 Period of duration	129.32	145.00	67.00	78.00	14.87	11.50	1.5557
一株茎数 Number of stems per plant	1.46	11.00	1.00	10.00	1.00	68.57	1.2793
主茎长度 Length of main stem	107.48	158.00	42.20	115.80	17.94	16.69	2.0715
主茎直径 Diameter of main stem	0.68	1.50	0.29	1.21	0.15	21.67	1.8389
主茎节数 Node numbers of main stem	11.09	15.00	5.40	9.60	1.53	13.79	1.9454
主穗长度 Main panicle length	24.41	45.00	9.90	35.10	5.40	22.11	2.0523
单株草重 Straw weight per plant	18.04	52.80	6.00	46.80	7.95	44.06	1.8925
单株穗重 Spike weight per plant	19.82	55.70	5.60	50.10	7.15	36.09	1.9932
单株粒重 Grain weight per plant	14.26	40.90	4.10	36.80	5.31	37.26	1.9861
千粒重 1000-grain weight	3.31	4.40	2.00	2.40	0.40	11.97	2.0670
粗蛋白 Crude protein	14.04	17.33	10.18	7.15	1.36	9.68	2.0724
粗脂肪 Crude fat	4.16	6.64	2.97	3.67	0.54	13.09	2.0401
赖氨酸 Lysine	0.31	0.44	0.19	0.25	0.05	15.84	2.0193

2.2.3 形态性状 对叶鞘色、幼苗叶色、穗松紧度、穗形、刺毛长度、粒色、米色、米粳糯等 8 个主要形态性状进行多样性分析, 结果表明, 甘肃省谷子地方种质资源的多样性以粒色的遗传多样性指数最大, 为  $1.5086$ , 米色的遗传多样性指数最低, 为  $0.7347$ , 其它性状的遗传多样性指数介于  $0.8655 \sim 1.1653$  之间(表 4)。叶鞘色分为绿色、红色和紫色, 频率分布较为分散, 绿色占比例较大; 幼苗叶色分为绿色、黄绿、紫绿、浅紫和紫色 5 类, 频率分布较为集中, 绿色占  $68.14\%$ ; 穗松紧度分为松、中、紧, 频率分布较为

分散; 穗形分为鞭绳、纺锤、圆筒、棍棒、圆锥、猫爪 6 类, 频率分布较为集中, 纺锤最多占  $74.47\%$ ; 刺毛长度分为很短、短、中、长、很长 5 类, 频率分布较分散, 中和长占比例较大; 粒色分为白色、浅黄、黄色、金黄、橙色、红色、青色、褐色、黑色 9 类, 频率分布较为集中, 黄色最多占  $50.63\%$ ; 米色分为白色、浅黄、黄色、青灰 4 类, 频率分布较为集中, 黄色最多占  $74.47\%$ ; 米粳糯分为粳性、糯性两种, 分布集中在粳性占  $94.73\%$ 。

表 4 形态性状不同类型的频率分布和多样性指数

Table 4 Frequency distribution and the diversity indexes of different types morphological traits

性状 Character	频率分布 Distribution of frequency									多样性指数 Diversity index
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
叶鞘色 Leaf sheath color	0.4494	0.2068	0.3439	—	—	—	—	—	—	1.0524
幼苗叶色 Seeding leaf color	0.6814	0.0127	0.0295	0.0274	0.2489	—	—	—	—	0.8655
穗松紧度 Spike compactness	0.2468	0.4367	0.3165	—	—	—	—	—	—	1.0712
穗形 Spike shape	0.0127	0.7447	0.0844	0.1118	0.0316	0.0148	—	—	—	0.8999
刺毛长度 Bristle length	0.0042	0.2447	0.3776	0.3586	0.0148	—	—	—	—	1.1653
粒色 Grain color	0.1709	0.0717	0.5063	0.0021	0.0844	0.1076	0.0063	0.0127	0.0380	1.5086
米色 Hulless grain color	0.2004	0.0380	0.7447	0.0169	—	—	—	—	—	0.7347
米粳糯 Hulless grain texture	0.9473	0.0527	—	—	—	—	—	—	—	0.2065

### 3 讨论

1) 通过对甘肃省谷子地方种质资源地区多样性的分析,各地州谷子种质资源的多样性以陇中的兰州、白银、定西、临夏,陇东的庆阳、平凉和河西的武威为富集地,引起该区多样性丰富的原因主要有以下几个方面,其一,是由米色、粒色、生育日数、生长习性、品质等性状的多样性较高引起的;其二,其多样性与该区的气候和生态类型可能存在一定的联系,陇中半干旱旱作区和陇东半湿润旱作区属于谷子的适宜种植区<sup>[2]</sup>,海拔高度 $<1\ 700\text{ m}$ 。谷子生长期中,热量条件好,局地有灌溉条件,没有灌溉条件的地方降水相对较多,谷子生育前期需水较少,中期需水较多,后期需水不多。据研究,旱作谷子一生需水分 $250\sim 300\text{ mm}$ ,灌溉地谷子需水分 $375\text{ mm}$ 。该地区的降雨时期和谷子的需水期吻合,气候条件对谷子生长适宜。河西地区属于谷子的最适宜种植区,海拔高度 $<1\ 500\text{ m}$ 。生长期中热量充足,有灌溉条件,能保证谷子正常生长,该区谷子投入产出比 $>3.0$ ,产量在 $3\ 500\text{ kg/hm}^2$ 以上,是甘肃谷子高产区。由于这里种植其它作物,特别是经济作物的经济效益超过谷子,因此在一定程度上影响了谷子种植面积<sup>[3]</sup>。根据各地区多样性和各主要性状的多样性分析结果可知,甘肃省谷子地方种质资源的多样性除了与作物自身性状的遗传多样性有关外,还与甘肃省特殊、复杂的气候类型、生态环境和耕作制度有很大的关系。这与黎裕等的研究结果,谷子在不同生态环境下栽培导致形态学性状和农艺性状的较大变异相符<sup>[4,13,14]</sup>。

2) 从甘肃省谷子地方资源的表型遗传多样性分析可知,无论是农艺性状、品质性状,还是形态性状,其变异幅度都很大,多样性极其丰富,而遗传多样性的开发利用是品种改良的基础,所以在全面收集品种资源的基础上,应加强种质资源的深入研究,充分发挥资源潜势,开拓利用,以不断满足谷子育种对种质资源遗传多样性的需求。

3) 甘肃省东西跨度大,气候差异明显,谷子生育期气候生态条件也不相同。在对甘肃省谷子地方种质资源多样性分析的基础上,可利用现代分子生物技术对甘肃省谷子地方种质资源的遗传多样性进行更深入的分析研究<sup>[12]</sup>,这不仅可以为全面地了解甘肃省谷子地方种质资源的分布情况和遗传多样性的丰富程度,同时可以更加深入地探讨甘肃省谷

子地方种质资源与其它谷子主产省份,或国外的谷子种质资源之间的遗传关系,也可进一步明确甘肃省谷子地方资源的地理来源问题。遗传多样性是生命进化和适应的基础,种类遗传多样性越丰富,物种对环境变化的适应能力也越强,种质资源遗传多样性是育种的基础,通过遗传多样性的研究可以从整体上把握该物种的资源。

### 参考文献:

- [1] 陈卫军,魏益民,张国权,等.国内外谷子的研究现状[J].杂粮作物,2000,20(3):287-294.
- [2] 马兴祥,邓振镛,魏育国,等.甘肃省谷子气候生态适应性分析及适生种植区划[J].干旱气象,2004,(9):59-62.
- [3] 杨天育,吴国忠,黄毓玮,等.对21世纪我省谷子科技创新的思考[J].甘肃农业科技,2000,(11):17-18.
- [4] 何继红,董孔军,杨天育.控水补灌对旱地谷子品质的影响[J].干旱地区农业研究,2008,26(3):55-58.
- [5] 王浩,刘志勇,马艳明,等.小麦品种资源农艺和品质性状遗传多样性研究进展[J].新疆农业科学,2005,42(增刊):1-4.
- [6] 柏光晓,赵致,邱红波.贵州玉米抗旱种质资源的多样性研究[J].干旱地区农业研究,2007,25(3):1-6.
- [7] 魏亦农,曹连蕾.二棱啤酒大麦品种资源农艺性状的聚类分析和主成分分析[J].种子,2003,(3):69-70.
- [8] 赵银月,保丽萍,耿智德.云南省大豆地方种质资源遗传多样性的初步分析[J].西南农业学报,2006,19(4):591-593.
- [9] 游俊梅,陈惠查,金桃叶,等.贵州地方旱稻种质资源遗传多样性评价[J].种子,2005,24(4):79-84.
- [10] 刘玉皎,宗绪晓.青海蚕豆种质资源形态多样性分析[J].植物遗传资源学报,2008,9(1):79-83.
- [11] 赵香娜,李桂英,刘洋,等.国内外甜高粱种质资源主要性状遗传多样性及相关性分析[J].植物遗传资源学报,2008,9(3):302-307.
- [12] 杨天育,黄相国,何继红,等.谷子遗传多样性研究进展[J].西北农业学报,2003,12(1):43-47.
- [13] 黎裕,吴舒致,曹永生,等.中国地方谷子的遗传多样性分析[J].作物种质资源,1996,43:377-384.
- [14] 何继红,杨天育,吴国忠.甘肃省谷子地方品种营养品质的分析与评价[J].植物遗传资源科学,2002,3(1):41-44.
- [15] 杨天育,吴国忠,黄毓玮,等.旱地春谷数量性状的遗传与选择研究[J].西北农业学报,2000,9(4):18-21.
- [16] 杨天育,窦全文,沈裕琥,等.应用RAPD标记研究不同生态区谷子品种的遗传差异[J].西北植物学报,2003,23(5):765-770.
- [17] 杨天育,沈裕琥,黄相国,等.用A-PAGE鉴定谷子遗传多样性[J].作物学报,2005,31(1):131-133.
- [18] 陆平.谷子种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社,2006.
- [19] 田稼,郑殿升.中国作物遗传资源[M].北京:中国农业出版社,1994:312-315.

- [11] Arora R, Pitchay D S, Bearce B C. Water-stress-induced heat tolerance in geranium leaf tissues: A possible linkage through stress proteins[J]. *Physiol Plant*, 1998, 103:24-34.
- [12] 曾韶西,王以柔,李美如.不同胁迫预处理提高水稻幼苗抗寒性期间膜保护系统的变化比较[J]. *植物学报*, 1997, 39(4):

308-314.

- [13] 武杭菊,胡景江,杨 峰,等.干旱-低温交叉逆境下小麦活性氧清除系统的变化与交叉适应的关系[J]. *干旱地区农业研究*, 2007, 25(4):207-211.

## Relationship between changes of osmotic adjustment ability of wheat under drought and cold cross-stress and cross-adaptation

LI Jie, WU Hang-ju, HU Jing-jiang<sup>\*</sup>, CAO Cui-ling

(College of Life Sciences, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** The relationship between changes of osmotic content and osmotic adjustment ability of wheat seedlings under drought and cold cross-stress and cross-adaptation was studied with sand culture in artificial illumination incubator. The result showed that the content of soluble sugar, proline, amino acid and soluble protein increased in the seedlings of the 3 wheat varieties under one stress (drought or cold), and the wheat varieties showed certain ability of osmotic adjustment. Under drought and cold cross-stress (drought + cold or cold + drought), the osmotic content and osmotic adjustment ability increased obviously (the ability of osmotic adjustment increased by 66.38% and 51.27% in Jimmai47, by 71.77% and 71.09% in Zhengyin No. 1, and by 56.36% and 62.91% in Changwu 6878). The relative permeability of plasma membrane reduced as compared with one stress, drought or cold (the relative permeability of plasma membrane reduced by 23.03% and 22.94% in Jimmai47, by 20.27% and 8.91% in Zhengyin No. 1, and 28.17% and 23.44% in Changwu6878). The result also showed that the ability of osmotic adjustment of resistant varieties was notably higher than susceptible varieties. When wheat was treated with cross adaptation for drought and cold, the pretreatment of one stress could increase resistance to another stress. It also showed that there was some common physiological metabolism under different stress, and enhancement of osmotic adjustment ability was one of the possible physiological metabolisms of cross adaptation under drought and cold cross-stress (drought + cold or cold + drought).

**Keywords:** wheat; drought; cold; cross-adaptation; osmotic adjustment

(上接第 133 页)

## Analysis of genetic diversity of local germplasm resources for foxtail millet in Gansu

WANG Xiao-juan, QI Xu-sheng, WANG Xing-rong, SU Jun-yang

(Institute of Crop, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China)

**Abstract:** The field survey and study were made on the diversity for of 22 main characters of 474 local foxtail millet germplasm resources in different regions of Gansu Province. The results show that there are large range of variability and rich genetic resources of foxtail millet germplasm in Gansu. And the genetic diversity of germplasm resources in different regions is significantly different. It is rich in Lanzhou, Baiyin, Dingxi, Linxia, Qingyang and Wuwei. whose diversity indexes are during ranged from 1.5312~1.3424. But the diversity index is relatively lower in Jinchang and Longnan, whose diversity indexes are ranged from 0.8018~0.4970. The difference of diversity of various regions is significant and their diversity indexes are ranged from 0.0000~2.1383. Of 22 characters surveyed, 6 characters, for examples, grain protein content, length of main stem, 1000-grain weight, main panicle length, grain fat content, grain lysine content, etc., show higher diversity indexes than other characters like hullless grain color, seeding leaf color, spike shape, etc.

**Keywords:** foxtail millet; germplasm resources; genetic diversity; diversity index; Gansu Province