

# 冬性白菜型油菜的遗传多样性分析

雷建明<sup>1</sup>, 范提平<sup>1</sup>, 赵新旺<sup>2</sup>, 张亚宏<sup>1</sup>, 张建学<sup>1</sup>, 王亚宏<sup>1</sup>, 涂金星<sup>2</sup>

(1. 甘肃省天水市农业科学研究所, 甘肃 天水 741020; 2. 华中农业大学作物遗传改良国家重点实验室, 湖北 武汉 430070)

**摘要:** 利用15对SSR引物, 对51份冬性白菜型油菜种质资源进行了遗传多样性分析。共检测到96条多态性条带, 多态性比率为100%; 平均每对引物检测到6.4个等位变异, PIC变幅为0.583 4~0.874 0, 平均为0.779 4。51份种质资源间遗传相似系数0.500~0.969。聚类分析表明, 在相似系数0.63处, 51份种质资源被分为2个类群, 第一类包含33个品种(系), 第二类包含18个品种(系)。每个类群又可以分为多个不同的亚簇。来源于甘肃省内的材料间表现出较大的遗传差异, 说明甘肃省冬性白菜型油菜具有非常丰富的遗传多样性, 这种来源于特殊地域的种质能够为白菜型油菜的育种提供优良基因资源。

**关键词:** 白菜型油菜; 冬性; 遗传多样性; SSR标记

**中图分类号:** S565.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2016)03-0031-06

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2016.03.011

## Analysis of the Genetic Diversity of *Brassica rapa* L.

LEI Jianming<sup>1</sup>, FAN Tiping<sup>1</sup>, ZHAO Xinwang<sup>1</sup>, ZHANG Yahong<sup>1</sup>, ZHANG Jianxue<sup>1</sup>, WANG Yahong<sup>1</sup>, TU Jinxing<sup>2</sup>

(1. Institute of Agricultural Sciences in Tianshui, Tianshui Gansu 741001, China; 2. Genetic Improvement of Huazhong Agricultural University Key Laboratory, Wuhan Hubei 430070, China)

**Abstract:** This study has analysed the genetic diversity of 51 winter rapeseed (*Brassica rapa* L.) varieties. A total of 96 polymorphic bands are detected by 15 pairs of SSR markers. The polymorphic fragment percentage is 100%. Average number of polymorphic fragments per pair of primer were 6.4, genetic diversity index ranged 0.583 4~0.874 0 with an average of 0.779 4. The similarity coefficient is range from 0.500 to 0.969 between the two randomly accessions. Clustering result of SSR showed that 51 accessions are divided into 2 groups, with the 1st group contain 33 accessions and the 2nd group contain 18 accessions. Both of the 2 groups are divided into different subgroups. The conclusion is that a high level of genetic diversity is identified among all the 51 accessions, especially in the accessions come from Tianshui (Gansu province). And these germplasm maybe provide excellent gene resources for the rapeseed (*Brassica rapa* L.) breeding.

**Key words:** *Brassica rapa* L.; Winterness; Genetic diversity; SSR marker

白菜型油菜在我国具有悠久的栽培历史, 遗传资源丰富, 我国也是白菜型油菜起源中心<sup>[1-2]</sup>。白菜型油菜具有耐瘠薄、耐旱、耐寒, 生育期短等优良性状<sup>[3-7]</sup>。近年来随着全球气候变暖和超强抗寒白菜型冬油菜育种的突破, 白菜型冬油菜北移西延至甘肃河西、内蒙古、新疆、山西、北京等原春油菜区种植, 开辟了一个新冬油菜区域, 已成为我国西北地区的主要越冬油料作物<sup>[8-10]</sup>。同时白菜型油菜是甘蓝型油菜的重要育种资源材料。鉴于白菜型油菜在我国农业生产中的重要

意义, 其遗传多样性研究引起了广泛关注。何余堂等人利用 RAPD 标记对白菜型油菜资源材料进行了遗传多样性分析, 在较广范围内研究了白菜型油菜的遗传多样性及变异规律<sup>[11]</sup>; 许鲲等同样利用 RAPD 标记对长江中下游地区的白菜型油菜进行了遗传多样性分析<sup>[12]</sup>; 王健林等应用 RAPD 标记对西藏高原白菜型油菜种质资源进行了遗传多样性分析, 西藏高原白菜型油菜品种的相似性与其原产地的地理、气候背景密切相关, 提出西藏高原是世界白菜型油菜起源地的观点<sup>[13]</sup>; 陈碧

收稿日期: 2016-02-22

基金项目: 甘肃省农业生物技术研究与开发项目 (GNSW-2012-04); 华中农业大学国家遗传改良重点实验室开放基金项目 (ZK201009)

作者简介: 雷建明(1964—), 男(回族), 甘肃天水人, 高级农艺师, 主要从事冬油菜育种与栽培技术的研究工作。联系电话: (0)13993871571。E-mail: jianminlei@163.com

执笔人: 张亚宏

云等对我国具有代表性的 244 份白菜型油菜种质资源进行了表型遗传多样性分析, 为中国白菜型油菜种质资源的鉴定与分类提供了依据, 为优异基因资源的发掘与利用奠定了基础<sup>[14]</sup>; 李梦寒等对西藏主要农区 16 份白菜型黄籽农家品种进行表型遗传多样性分析, 为西藏黄籽油菜种质资源的保护并进一步发掘和利用优异黄籽种质奠定了基础<sup>[15]</sup>; Padilla 等对西班牙西北部白菜型油菜进行了多样性分析, 确定了其保存的种质资源遗传上的多样性, 又从表型上分析了各类型材料的应用价值<sup>[16]</sup>。但有关我国冬性白菜型油菜的遗传多样性的研究鲜见报道。本研究采用 SSR 标记, 对我国甘肃、陕西、山西等地的 51 份冬性白菜型油菜品种资源的遗传多样性进行分析, 以期为北方地区乃至全国的冬性白菜型油菜种质资源收集保存和开发利用提供参考和优良基因资源。

## 1 材料和方法

### 1.1 供试材料

供试冬性白菜型油菜材料 51 份, 其中甘肃省

42 份 (有 34 份来自天水市农业科学研究所, 3 份来自陇南市农业科学院, 1 份来自漳县种子管理站, 1 份来自庆阳市农业科学研究院, 3 份来自甘肃农业大学), 陕西省 5 份, 山西省 2 份, 四川省、安徽省各 1 份, 详见表 1。

### 1.2 试验方法

1.2.1 DNA 提取 供试各材料于 2012 年秋季播种于大田, 在冬油菜 5 叶期时, 每个材料分别取 10 个单株的幼嫩叶片混合, 参照 Saghai-Maroo 等的方法<sup>[17]</sup>, 采用 CTAB 小样法提取样本总 DNA, 总 DNA 质量用 1.0% 的琼脂糖凝胶电泳检测, DNA 浓度用紫外分光光度计检测, 样品 DNA 浓度最终稀释到 50 ng/L 用于分子标记分析。

1.2.2 SSR 分析 SSR 引物主要来源于英国的作物网, 由北京奥科公司合成。SSR 反应参照 Saghai-Maroo 等的方法<sup>[17]</sup>, 采用 20  $\mu$ L PCR 体系: 2  $\mu$ L DNA 模版, 2  $\mu$ L 反应缓冲液(buffer), 1.6  $\mu$ L MgCl<sub>2</sub>, 0.2  $\mu$ L Taq 酶 (fermaters), 左右引物 (primer) 各 1  $\mu$ L, 加 dd H<sub>2</sub>O 至 20  $\mu$ L。PCR 反应

表 1 供试冬性白菜型油菜材料及其来源

序号	品种(系)名称	来源	序号	品种(系)名称	来源
1	11-002	甘肃天水	27	天油2号	甘肃天水
2	11-003	甘肃天水	28	天油4号	甘肃天水
3	11-005	甘肃天水	29	天油5号	甘肃天水
4	11-006-1	甘肃天水	30	天油7号	甘肃天水
5	11-009	甘肃天水	31	天油8号	甘肃天水
6	11-011-2	甘肃天水	32	清水油菜(1)	甘肃天水
7	11-013	甘肃天水	33	清水油菜(2)	甘肃天水
8	11-014	甘肃天水	34	清水油菜(3)	甘肃天水
9	11-017	甘肃天水	35	礼县油菜(1)	甘肃陇南
10	11-020	甘肃天水	36	礼县油菜(2)	甘肃陇南
11	11-022-2	甘肃天水	37	礼县油菜(3)	甘肃陇南
12	11-022-1	甘肃天水	38	漳县油菜	甘肃漳县
13	11-023-3	甘肃天水	39	宁油2号	甘肃庆阳
14	11-025	甘肃天水	40	陇油6号	甘肃兰州
15	11-026	甘肃天水	41	陇油8号	甘肃兰州
16	11-027	甘肃天水	42	陇油9号	甘肃兰州
17	11-031	甘肃天水	43	秦油4号	陕西渭南
18	11-032	甘肃天水	44	关油3号	陕西咸阳
19	11-034	甘肃天水	45	宝油9381	陕西宝鸡
20	11-035	甘肃天水	46	延油2号	陕西延安
21	11-036	甘肃天水	47	咸阳4204	陕西咸阳
22	11-037-1	甘肃天水	48	晋油2号	山西长治
23	06468	甘肃天水	49	奉油2号	山西临汾
24	0737	甘肃天水	50	川油9712-1	四川成都
25	07302	甘肃天水	51	皖油11号	安徽合肥
26	天油1号	甘肃天水			

程序分为两个阶段, 其中第 1 阶段为 9 个循环: 94 °C 预变性 3 min, 94 °C 变性 45 s, 60 °C 复性 30 s, 72 °C 延伸 45 s, 每个循环复性温度降低 0.5 °C; 然后 72 °C 总延伸 5 min, 4 °C 保存。扩增产物在 6% 变性 PAGE 凝胶上分离, 银染法显带, 参照陆光远等的方法<sup>[18]</sup>。本研究中所用的引物见表 2。

1.2.3 数据分析 统计 SSR 电泳图谱上有差异且易于识别的多态性条带, 有带记为“1”, 无带记为“0”, 组成 1 和 0 的原始矩阵。用 NTSYS-PC2.10e 软件计算相似系数, 获得相似系数矩阵, 用其中 SAHN 程序和 UPGMA 方法进行聚类分析。分子标记的多态性用多态性带比率表示, 多态性带比率 = 多态性带 / 扩增总带数。

## 2 结果分析

### 2.1 引物筛选

从本研究中所用材料中选取具有代表性的材料 6 份, 用 100 对 SSR 引物进行多态性分析。结果有 15 对 SSR 引物表现出好的多态性, 且带型易于辨认, 可用于 51 份材料的多样性分析。

### 2.2 PCR 扩增结果

用筛选出的 15 对 SSR 引物对 51 份材料基因组 DNA 进行 PCR 扩增, 每对引物扩增多态性条带 5 ~ 11 条, 共得到 96 个多态性条带, 多态性比率为 100%; 每对引物平均扩增 6.4 条多态性带, 等位点多态信息量 (Polymorphism information content, PIC) 的变幅为 0.583 4 ~ 0.874 0, 平均为

表 3 15 对 SSR 引物在 51 个冬油菜品种的多态性及变异系数

NAME	Allele No	PIC	NAME	Allele No	PIC
BRAS036	7	0.806 2	Na10-B07	11	0.874 0
CALSSR	5	0.756 7	Ol11-F12	5	0.785 7
BRMS-017	6	0.728 5	Ol11-G11	5	0.583 4
BRMS-027	8	0.862 5	Ol11-B05	5	0.794 3
FITO 081	6	0.683 6	BnEMS664	7	0.836 8
FITO 092	6	0.805 6	BnEMS666	7	0.827 3
Ra3-H09	5	0.707 4	BnEMS772	8	0.870 3
Ra2-D04	5	0.768 8			

0.779 4。

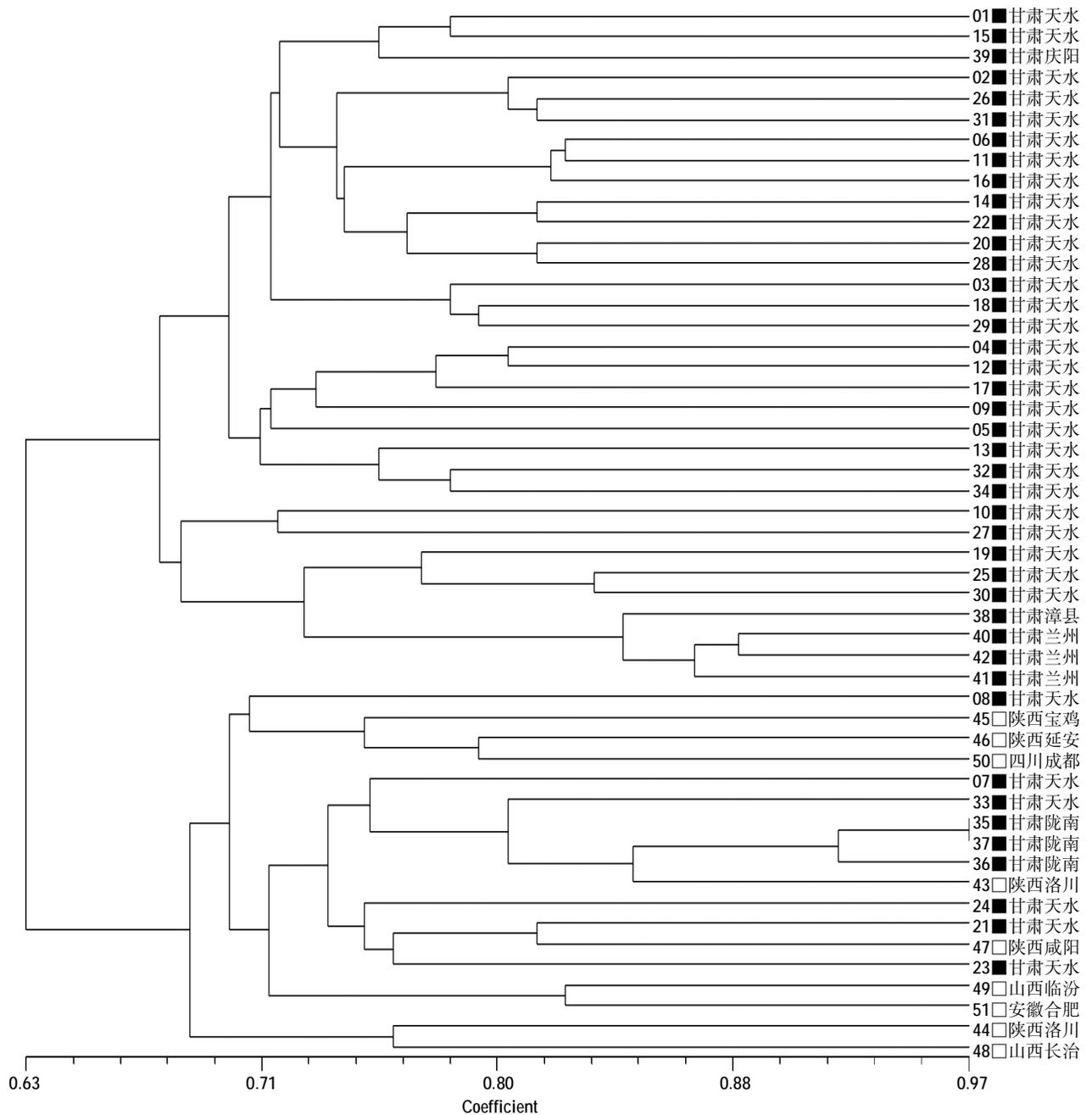
### 2.3 聚类分析

2.3.1 遗传相似性分析 用鉴定出的 96 个标记分析 51 份材料之间的遗传相似系数 (SM)。结果表明, 51 份材料 SM 值的范围在 0.500 ~ 0.979 (SM 值未列出)。

2.3.2 聚类结果分析 采用非加权平均法 (UPGMA) 聚类分析, 以上述 96 个位点的谱带数据为原始矩阵, 计算两两质间的相似系数。聚类分析图 (图 1) 显示, 在相似系数 0.63 处, 51 份材料被分为两大类, 第一类包含 33 个品种, 第二类包含 18 个品种。其中第一类包含 29 份来自于天水的地方品种, 1 份甘肃漳县地方品种和 3 份甘肃兰州地方品种; 第二类中 9 份为其余省份地方品种, 9 份为甘肃地方品种。第一类群中依照相似系数不同

表 2 SSR 指纹分析所用引物编号及其序列 (5' -- 3')

序号	NAME	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>
1	Na10-B07	GCCTTAGATTAGATGGTCGCC	ACTTCAGCTCCGATTTGCC
2	Ol11-F12	ACTGCTCTGTGCTGATGC	ACTCAGCGGGACCATAATTG
3	Ol11-G11	GTTGCGGCCAAACAGAGAAG	GAGTAGCGGATCAAACCGAG
4	Ol11-B05	TCGCGACGTTGTTTTGTTT	ACCATCTTCTCGACCCTG
5	Ra2-D04	TGGATTCTCTTTACACACGCC	CAAACCAAATGTGTGAAGCC
6	Ra3-H09	GTGTAACGACGGTCCATTC	ACCACGACGAAGACTCATCC
7	CALSSR	GTTAAGTGTGGCGTTAGAGG	CCTTGGTACATGCCACTGAA
8	BRMS-017	GGAAAGGAAGCTTCATATC	CTGGAAAGCATACACTTTGG
9	BRMS-027	GCAGGCGTTGCCTTTATGTA	TCGTTGGTGGTCACTCCTT
10	FITO 081	AACTAACTCGGGAAACAACC	GAATGTCCGTCAGAAATACC
11	FITO 092	TGAACAGGTAATAGCGTGG	GACAGCAAACAAAGACAGAAC
12	BRAS036	TGCCTAAGTGTGTTGATG	TATCTGAACCCTGAATCTAAT
13	BnEMS664	CATCTCGATTACCTTGAAGC	CGCTCTTCTTAGCAATGAT
14	BnEMS666	CCACTCTCCACGTCATCTAT	TATATCCGGAAAGTAATCGC
15	BnEMS772	GATGGACAAGATATCGGAGA	GCAAAGCAAAGTGAGAAGAT



图中■为来自甘肃省材料 □为来自其余省份材料

图 1 51 份白菜型油菜 SSR 分析标记聚类

呈现阶梯分层，在相似系数 0.71 处可分为 5 个不同的亚簇，其中第一亚簇有 16 个品种（系），为 11-002、11-003、11-005、11-011-2、11-022-2、11-025、11-026、11-027、11-032、11-035、11-037-1、天油 1 号、天油 4 号、天油 5 号、天油 8 号、宁油 2 号；第二亚簇有 5 个品种（系），为 11-006-1、11-009、11-017、11-022-1、11-031；第三亚簇有 3 个品种（系），为 11-023-3、清水油菜（1）、清水油菜（3）；第四亚簇有 2 个品种（系），为

11-020、天油 2 号；第五亚簇有 7 个品种（系），为陇油 6 号、陇油 8 号、陇油 9 号、漳县油菜、11-034、07302、天油 7 号。第二类群在相似系数 0.71 处可分为 4 个亚簇，第一亚簇有 1 个品种（系），为 11-014；第二亚簇有 3 个品种（系），为宝油 9381、延油 2 号、川油 9712-1；第三亚簇有 12 个品种（系），为 11-013、11-036、06468、0737、清水油菜（2）、礼县油菜（1）、礼县油菜（2）、礼县油菜（3）、秦油 4 号、咸阳 4204、奉油 2 号、皖油 11

号;第四亚簇有2个品种(系),为关油3号、晋油2号。分析表明,甘肃天水地区的白菜型油菜都具有丰富的遗传多样性,部分与其余地方(包括甘肃省其余县市,和陕西、山西、安徽等)品种聚在一起,同样也有一部分材料被聚为另一类群,进一步说明甘肃地区的冬性白菜型油菜自身具有非常丰富的遗传多样性以外,还有部分品种与其余地方品种具有不同程度的相似性。

### 3 小结与讨论

1) 本研究以我国西北地区51份冬性白菜型油菜为材料,进行了遗传多样性分析。结果表明:来源于甘肃省的冬性白菜型油菜遗传差异较大,这与何余堂等人的研究结果基本一致<sup>[11]</sup>。这可能是由于甘肃省地域辽阔,地区间地理和生态环境差异大,在长期自然环境选择下,形成多样的冬性白菜型油菜遗传资源。同时发现,来自于同一地区品种之间遗传差异小,不同地区品种之间遗传差异大,表明冬性白菜型油菜品种的相似性与其原产地的地理和生态环境相关,这与王健林等人的研究结果基本一致<sup>[13]</sup>。可以推论出,地理和生态环境是影响冬性白菜型油菜遗传差异的主要因素。

2) SSR分子标记具有共显性遗传、多态性好、DNA用量少、操作简单、重复性好、可靠性高等的优点,被广泛用于油菜遗传多样性研究中<sup>[19-22]</sup>。本研究利用SSR分子标记对51份冬性白菜型油菜品种资源进行遗传多样性分析,15对SSR引物平均每对产生6.4条多态性带,多态性比率100%。PIC的变幅为0.5834~0.8740,平均为0.7794,说明参试材料具有很好的多样性,进一步证实陈伦林等人研究认为SSR是油菜遗传多样性分析的最佳方法的观点<sup>[23]</sup>。

3) 聚类分析结果表明,用96个SSR标记分析51份材料的相似系数(SM),在相似系数0.63处将51份白菜型油菜分为两大类群。第一大类群33份材料,均为甘肃地方品种,其中包括甘肃兰州的超强抗寒陇油系列冬油菜品种。第二类群18份材料,9份为甘肃地方品种,9份为其余省份地方品种。说明甘肃省冬性白菜型油菜具有丰富的遗传多样性和其独特性,同时与其余省份冬性白菜油菜有一定相似性,这可能是由于白菜型油菜为异花授粉作物,种质材料在田间发生天然异交,分离出介于二者之间的材料。

4) 利用15对SSR引物对51份冬性白菜型油菜种质资源进行了遗传多样性分析,共检测到96个等位变异,每对引物平均可检测到6.4个等位变异,多态性带比率为100%。51份冬性白菜型油菜品种间相似系数在0.500~0.979。聚类分析51份材料被分为两大类群。其中甘肃冬性白菜型油菜被分到两大类群,表现出更为广阔的遗传多样性。由此说明,地理和生态环境条件是影响白菜型油菜遗传差异的主要因素,甘肃冬性白菜型油菜遗传基础广泛。

### 参考文献:

- [1] 李家文. 中国蔬菜作物的来源和变异[J]. 中国农业科学, 1981, 14(1): 90-95.
- [2] 刘后利. 几种芸薹属油菜的起源和进化[J]. 作物学报, 1984, 10(1): 9-18.
- [3] 何余堂, 陈宝元, 傅廷栋, 等. 白菜型油菜在中国的起源与进化[J]. 遗传学报, 2003, 30(11): 1003-1012.
- [4] 王亚宏, 雷建明, 张建党, 等. 天水市白菜型冬油菜播期对生长及产量的影响[J]. 甘肃农业科技, 2014(8): 14-16.
- [5] 郭岷江, 王亚宏, 罗照霞, 等. 白菜型冬油菜天油8号山旱地适宜密度试验初报[J]. 甘肃农业科技, 2014(10): 52-53.
- [6] 张亚宏, 武军艳, 杨月蓉, 等. 白菜型冬油菜杂种后代群体抗寒性分析[J]. 甘肃农业科技, 2015(7): 36-39.
- [7] 郭岷江, 雷建明. 白菜型冬油菜品比试验初报[J]. 甘肃农业科技, 2015(12): 25-27.
- [8] 孙万仓, 马卫国, 雷建明, 等. 冬油菜在西北旱寒区的适应性和北移的可行性研究[J]. 中国农业科学, 2007, 40(12): 2716-2726.
- [9] 姜海杨, 孙万仓, 曾秀存, 等. 播期对北方白菜型冬油菜生长发育及产量的影响[J]. 中国油料作物学报, 2012, 34(2): 620-626.
- [10] 曾秀存, 刘自刚, 史鹏辉, 等. 白菜型冬油菜铜锌超氧化物歧化酶(Cu/Zn-SOD)基因的克隆及其在低温条件下的表达[J]. 作物学报, 2014, 40(4): 636-643.
- [11] 何余堂, 涂金星, 傅廷栋, 等. 中国白菜型油菜种质资源的遗传多样性研究[J]. 作物学报, 2002, 28(5): 697-703.
- [12] 许 鲲, 陈碧云, 伍晓明, 等. 长江中、下游地区白菜型油菜遗传多样性RAPD分析及其与农艺性状的相关性[J]. 中国油料作物学报, 2004, 26(4): 908-1007.

# 临夏州中晚熟玉米品比试验初报

宋 权, 冯进军, 刘志祖

(甘肃省临夏回族自治州农业技术推广站, 甘肃 临夏 731100)

**摘要:** 以豫玉22号为对照, 在临夏州对引进的5个玉米中晚熟新品种进行了品比试验。试验结果表明, 敦玉13平均折合产量最高, 为13 883.3 kg/hm<sup>2</sup>, 比对照品种豫玉22号增产13.70%; 其次是金苹果605, 为13 566.7 kg/hm<sup>2</sup>, 比对照增产11.11%; 五谷704排第3, 为13 523.3 kg/hm<sup>2</sup>, 比对照增产10.76%。上述3个品种综合性状良好, 产量高, 建议在低海拔玉米种植区逐步替代豫玉22号。

**关键词:** 玉米; 新品种; 中晚熟; 品比试验; 临夏州

**中图分类号:** S513 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2016)03-0036-03

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2016.03.012

玉米是临夏州第一大粮食作物和饲料作物, 目前玉米生产已实现栽培地膜化、品种杂化、种子包衣化, 但仍然存在新品种引进推广滞后的问题。稀植大穗型品种豫玉22号在低海拔地区作为主栽品种近20 a, 目前全州海拔2 000 m以下、降水量250~650 mm的区域仍大量种植, 面积有3万hm<sup>2</sup>, 抗倒伏能力弱, 穗腐病易发生, 已有的替代品种不少, 可在临夏州没有引进和推广<sup>[1-5]</sup>。为此, 我们以玉米品种豫玉22号为对照, 引进5个玉米中晚熟新品种进行了比较试验, 以期筛选出适宜临夏州种植的玉米中晚熟新品种, 为今后大面积推广提供技术支撑。

## 1 材料与试验方法

### 1.1 试验地概况

试验设在临夏州康乐县虎关乡关丰村8社, 海拔1 920 m, 年均气温6.1~6.7℃, 全年日照时数2 538.4 h, 无霜期168 d左右, 年降水量为550~600 mm。土壤为川地黑麻土, 土壤肥力中等, 地势平坦。播前施农家肥15 000 kg/hm<sup>2</sup>、玉米复合肥15袋/hm<sup>2</sup>(40 kg/袋)、普通过磷酸钙375 kg/hm<sup>2</sup>作底肥。前茬作物为玉米。

### 1.2 供试材料

参试玉米新品种有敦玉13、金苹果605、五谷704、福地201、陇单9号、豫玉22号(CK),

收稿日期: 2015-12-02

作者简介: 宋 权(1968—), 男, 甘肃临夏人, 高级农艺师, 主要从事农业技术推广工作。联系电话: (0)13689300058。

- [13] 王健林, 旦巴, 胡书银, 等. 西藏白菜型油菜遗传多样性的RAPD分析[J]. 遗传学报, 2002, 29(11): 1 021-1 027.
- [14] 陈碧云, 许 鲲, 高桂珍, 等. 中国白菜型油菜种质表型多样性分析[J]. 中国油料作物学报, 2012, 34(1): 25-32.
- [15] 李梦寒, 李昌明, 许进鸿, 等. 西藏白菜型黄籽油菜表型多样性分析[J]. 中国油料作物学报, 2014, 36(4): 461-468.
- [16] GUILLERMO PADILLA, MARIA ELENA CARTEA, VICTOR MANUEL. Genetic diversity in a germplasm collection of *Brassica rapa* subsp *rapa* L. from northwestern Spain[J]. *Euphytica*, 2005, 145: 171-180.
- [17] SAGHAI-MAROOF MA, SOLIMAN KM, JORGENSEN R A, Allard RW. Ribosomal DNA spacer-length polymorphism in barley: mendelian inheritance, chromosomal location and population dynamics [J]. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 1984, 81(24): 8 014-8 018.
- [18] 陆光远, 杨光圣, 傅廷栋. 应用于油菜研究的简便银染 AFLP 标记技术的构建[J]. 华中农业大学学报, 2001, 20(5): 413-415.
- [19] 刘平武, 杨光圣. 甘蓝型油菜人工合成种遗传多样性分析[J]. 作物学报, 2004, 30(12): 1 266-1 273.
- [20] 姚艳梅, 徐 良, 胡 琼, 等. 特早熟春性甘蓝型油菜品系及其亲本的SSR遗传多样性[J]. 西北农业学报, 2008, 17(4): 114-118.
- [21] 徐爱霞, 马朝芝, 肖恩时, 等. 中国西部芥菜型油菜遗传多样性研究[J]. 作物学报, 2008, 34(5): 754-763.
- [22] 张瑞杰, 田 蓉, 闫晋强, 等. 甘蓝种和芥菜型油菜细胞质的遗传多样性[J]. 西北农业学报, 2012, 21(10): 59-64.
- [23] 陈伦林, 邹小云, 李书宇, 等. SSR和SRAP标记揭示甘蓝型油菜多样性的差异分析[J]. 分子植物育种, 2008, 6(3): 511-516.

(本文责编: 郑立龙)