

谷子新品种陇谷 23 号选育及 SSR 指纹图谱

刘天鹏¹, 何继红¹, 董孔军¹, 任瑞玉¹, 张磊¹,

康继平², 郭丹², 李亚伟¹, 杨天育³

(1. 甘肃省农业科学院作物研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 天水市农业科学研究所, 甘肃 天水 741000; 3. 甘肃省农业科学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 谷子作为我国北方地区的特色作物之一, 多数育种方式仍采用常规育种结合少数分子辅助选择育种, 构建指纹图谱是分子育种中组成部分, 对于品种特征标识和真实性鉴定有着重要的意义。陇谷 23 号是豫谷 1 号×陇谷 7 号杂交后代经系统选育的优质、丰产谷子新品种。2020 年参加全国区域试验西北春谷早熟区组的区域适应性联合鉴定试验, 7 个试点平均折合产量为 5 446.0 kg/hm², 增产点率为 57.14%。在 2020 年参加的甘肃省谷子生产试验中, 8 点(次)均表现增产, 平均折合产量为 4 537.5 kg/hm², 较对照品种豫谷 18 号增产 2.08%~36.84%。籽粒含粗蛋白(干基)125.7 g/kg、粗脂肪(干基)38.2 g/kg、粗淀粉(干基)794.5 g/kg、赖氨酸(干基)1.8 g/kg、支链淀粉(占淀粉)784 g/kg。抗谷锈病、黑穗病, 中抗谷瘟病、白发病和玉米螟, 适宜在甘肃中东部、山西大同、陕西榆林、宁夏固原及内蒙古呼和浩特等西北春谷区种植。利用(豫谷 1 号×陇谷 7 号)F₂、RIL 群体构建的连锁图谱中的 74 对多态性 SSR 标记绘制了陇谷 23 号 9 条染色体的指纹图谱, 其中 49 对 SSR 与豫谷 1 号基因型相同、25 对 SSR 与陇谷 7 号基因型相同, 表明陇谷 23 号携带更多豫谷 1 号基因组成分。

关键词: 谷子; 新品种; 陇谷 23 号; 选育; 指纹图谱; SSR 标记

中图分类号: S515

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2024)12-1097-06

doi:10.3969/j.issn.2097-2172.2024.12.004

Systematic Breeding and SSR Fingerprint of the New Foxtail Millet Variety Longgu 23

LIU Tianpeng¹, HEJihong¹, DONG Kongjun¹, REN Ruiyu¹, ZHANG Lei¹, KANG Jiping²,

GUO Dan², LI Yawei¹, YANG Tianyu¹

(1. Crop Research Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Tianshui Institute of Agricultural Sciences, Tianshui Gansu 741000, China; 3. Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: Millet, as one of the characteristic crops in northern China, mostly utilizes conventional breeding methods combined with a few molecular-assisted selection techniques. Constructing a fingerprint map is a key component of molecular breeding, which is significant for variety identification and authenticity verification. Longgu 23, a new foxtail millet variety with high quality, and high yield, were bred through sexual hybridization between Yugu 1 and Longgu 7. In 2020, the average yield of Longgu 23 was 5 446.0 kg/ha in seven pilot areas of the joint national identification experiment for the early maturing area of northwest spring millet with a yield increase rate of 57.14%. During the millet production experiments in Gansu Province in 2020, it demonstrated yield increases at all 8 points with an average yield of 4 537.5 kg/ha, which was an increase of 2.08% to 36.84% compared to the control variety Yugu 18. The contents of crude protein (dry basis), ether extract (dry basis), crude starch (dry basis), lysine (dry basis), and amylopectin (accounting for starch) were 125.7 g/kg, 38.2 g/kg, 794.5 g/kg, 1.8 g/kg and 784 g/kg, respectively. It is resistant to grain rust and smut, moderately resistant to grain blast, white hair disease, and corn borer, and is suitable for planting in northwestern spring sowing areas such as central and eastern Gansu, Datong in Shanxi, Yulin in Shaanxi, Guyuan in Ningxia, and Hohhot in Inner Mongolia. In addition, 74 pairs of polymorphic SSR markers in the linkage map constructed by the F₂ and RIL

收稿日期: 2023-11-23; 修订日期: 2024-09-14

基金项目: 国家重点研发计划项目(2022YFD1602101); 国家现代农业产业技术体系(CARS-06-145-A8); 甘肃省拔尖领军人才项目(2023)。

作者简介: 刘天鹏(1987—), 男, 甘肃定西人, 助理研究员, 主要从事小杂粮遗传育种和生态生理研究工作。Email: 602600048@qq.com。

通信作者: 杨天育(1968—), 男, 甘肃渭源人, 研究员, 主要从事小杂粮遗传育种与栽培研究工作。Email: yangtianyu@gsagr.cn。

populations from Yugu 1 × Longgu 7 was used to map the 9 chromosomes of Longgu 23. Among them, 49 pairs of SSR genotypes came from Yugu 1 and 25 pairs of SSR genotypes were same to Longgu 7, indicating that Longgu 23 carries more components of the Yugu 1 genome. This fingerprint provides a molecular basis for the authenticity identification of Longgu 23.

Key words: Foxtail millet; New variety; Longu 23; Systematic Breeding; Fingerprint map; SSR marker

谷子是从野生祖先种狗尾草驯化而来的栽培种, 在中国已超过 11 500 年的栽培历史^[1-2]。现已发展成为解析株型结构进化、营养价值、C₄ 光合作用及抗逆性的重要禾谷类模式作物之一^[3-6]。谷子育种中, 理想株型、优质、高光效及抗旱、抗病等抗逆性是谷子最主要的育种目标, 特别是商品性好、食用品质优异且适应机械化收获的谷子新品种的选育, 是目前谷子生产中急需的品种类型。不同生态类型谷子品种间的杂交, 产生染色体片段的交换、重组, 可能出现聚合不同生态类型谷子有利等位基因的理想后代株系, 提高了育成适应性广、营养品质优、抗逆强且产量高的谷子新品种的概率。陇谷 23 号是以华北平原区夏谷品种豫谷 1 号为母本、西北高原区春谷品种陇谷 7 号为父本经有性杂交, 系统选育出的谷子新品种^[7], 其熟性较晚, 抗旱性强、抗倒伏, 抗谷锈病和黑穗病、中抗谷瘟病、白发病和玉米螟。白谷黄米, 米粒整齐度好, 垩质少, 糊化温度低, 蒸煮食味品质较好, 在第十四届优质食用粟米评选中被评为一级优质米, 是一个丰产多抗的优良品种。

生物育种技术经历了原始驯化选育、常规育种, 现已从分子育种逐渐向设计育种或智能化育种发展^[8]。谷子作为我国北方地区的特色作物之一, 规模化分子育种目前尚未见报道, 多数育种方式仍采用常规育种结合少数分子辅助选择育种, 这与谷子基因组学、分子生物学研究的深度密切相关。构建指纹图谱是分子育种中组成部分, 对于品种特征标识和真实性鉴定有着重要的意义^[9-10]。我们基于(豫谷 1 号 × 陇谷 7 号)F₂、RIL 群体已构建了 SSR、SNP 高密度遗传连锁图谱, 并定位了 17 个谷子主要形态 - 农艺及产量相关性状 QTL^[11-12], 其中鉴定筛选出的两亲本间 SSR 多态性分子标记, 适合建立陇谷 23 号 SSR 指纹图谱, 为陇谷 23 号从分子水平区别于其他品种建立“分子身份证”。

1 亲本来源与选育经过

1.1 亲本来源

陇谷 23 号(原系号: YL2012 南 003-38)以豫

谷 1 号为母本、陇谷 7 号为父本进行有性杂交, 经过多年水旱穿梭选育和多点鉴定育成的丰产、抗病、优质谷子新品种。母本豫谷 1 号为河南省安阳农业科学院选育, 该品种春播生育期 115 d 左右。茎秆坚韧, 抗倒伏, 成穗率高, 株高 150 ~ 160 cm。谷穗圆筒型, 穗下节间短, 穗码紧。黄谷黄米, 千粒重 2.8 g 左右, 出米率 80% 以上。蒸煮及食味品质好, 抗病性强。父本陇谷 7 号为甘肃省农业科学院作物研究所自主选育, 该品种生育期 100 d 左右, 极早熟品种, 抗旱抗倒, 抗黑穗病。耐水肥、耐密植。幼苗浅紫色, 成株绿色。茎高 85 ~ 98 cm, 主茎可见节 8.8 ~ 10.7 节。主穗长 14 ~ 18 cm, 紧棒型, 较细, 小穗码排列紧密, 刚毛短, 棕色。单株平均穗重 8.0 g, 穗粒重 6.5 g, 单株籽重 6.0 g, 秕谷少, 出谷率为 78%, 籽粒深黄色, 小米黄色, 千粒重 2.8 ~ 3.2 g。

1.2 选育过程

2011 年以豫谷 1 号为母本、陇谷 7 号为父本组配杂交, 成熟期收获杂交穗, 2012 年种植杂交穗, 依据表型特征选出 F₁ 真杂交单株(编号 YL2012 南 003), 2012 年种植成行, 选择出综合性状表现突出的 F₂ 优异单株(YL2012 南 003-38), 2014 继续选择 F₃ 优异单株, 2015—2016 年以农艺性状、丰产性、抗病性、抗旱性选择优异株系, 2017—2018 年以综合农艺性状结合产量、抗逆性进行品鉴、品比试验, 2019—2020 年以甘肃省多区域适应性进行全省多点试验, 2020 年进行了全省生产试验, 并参加了全国区域试验西北春谷早熟区组的适应性联合鉴定试验评价其生产潜力、生态适应性(图 1)。

2 产量表现

2.1 品鉴试验

2017 年参加在甘肃省天水市甘谷县进行的水地品鉴试验中, 陇谷 23 号折合产量 3 330.67 kg/hm², 较对照品种陇谷 3 号增产 13.38%, 居 21 个参试品种(系)第 1 位。

2.2 品比试验

2018 年参加在甘肃省天水市甘谷县进行的水地

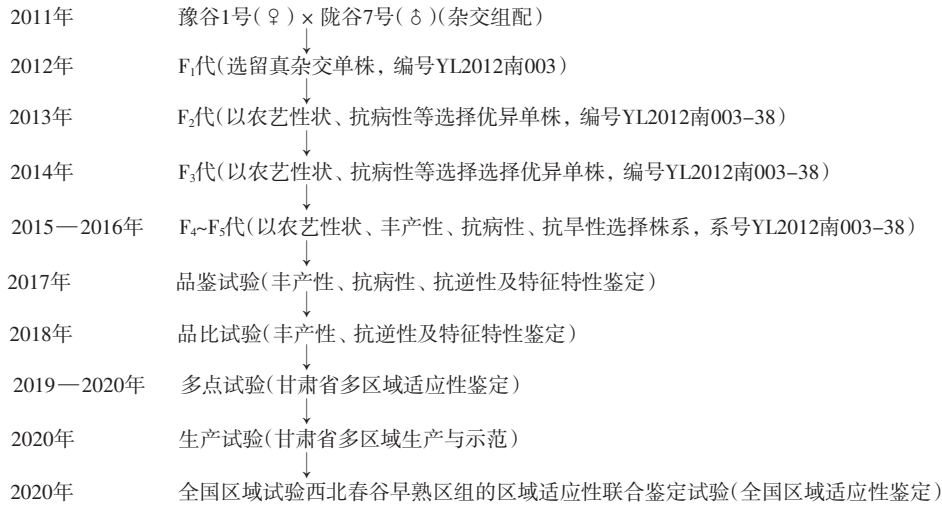


图 1 陇谷 23 号选育过程

晚熟组品比试验中, 陇谷 23 号折合产量 4 529.16 kg/hm², 较对照品种豫谷 18 号增产 17.84%, 综合性状优良, 植株较高, 穗大粒多, 粮草兼丰, 居 9 个参试品种(系)第 1 位。

2.3 多点试验

2019—2020 年参加在甘谷县、华池县、环县、灵台县、合水县、宁县等点进行的甘肃省谷子中晚熟品种多点试验, 陇谷 23 号 2 a 12 点(次)平均折合产量 4 346.92 kg/hm², 较对照品种豫谷 18 号增产 17.07%, 除华池县试点连续 2 a 减产外, 其余 5 个试点均连续 2 a 增产, 占参试点(次)的 83.33%。其中 2019 年平均折合产量 4 177.45 kg/hm², 较对照品种豫谷 18 号增产 17.34%, 居 7 个参试品种(系)第 1 位; 2020 年平均折合产量 4 516.38 kg/hm², 较对照品种豫谷 18 号增产 16.83%, 居 7 个参试品种(系)第 2 位(表 1)。

2.4 生产试验及示范

2020 年在灵台县、甘谷县、合水县、陇西县、环县、通渭县、华池县、宁县等 8 个试点进行生

产试验, 其中通渭县、陇西县采用地膜覆盖种植模式, 其他试点均为露地条播种植模式。陇谷 23 号平均折合产量 4 537.50 kg/hm², 较对照品种豫谷 18 号增产 13.97%, 8 个试点均表现增产。其中通渭县、陇西县试点的陇谷 23 号平均折合产量居前 2 位, 但增产幅度较小, 这与地膜栽培方式密切相关; 甘谷县试点陇谷 23 号较对照品种豫谷 18 号增幅最大, 为 36.84%, 表现出较好的适应性和丰产性(表 2)。

表 2 陇谷 23 号在 2020 年甘肃省生产试验中的产量

试点	折合产量/(kg/hm ²)		增产率 /%
	陇谷 23 号	豫谷 18 号(CK)	
甘谷县	5 616.00	4 104.00	36.84
灵台县	3 148.50	2 589.00	21.61
华池县	3 020.55	2 872.95	5.14
环县	3 717.00	2 734.50	35.93
合水县	5 700.00	5 445.00	4.68
宁县	2 692.50	2 034.00	32.37
通渭县	6 249.30	6 039.14	3.48
陇西县	6 156.15	6 030.71	2.08
平均	4 537.50	3 981.16	13.97

表 1 陇谷 23 号 2019—2020 年在甘肃省多点试验中的产量

试点	2019年			2020年			平均		
	折合产量 / (kg/hm ²)	豫谷 18 号(CK) / (kg/hm ²)	增产率 /%	折合产量 / (kg/hm ²)	豫谷 18 号(CK) / (kg/hm ²)	增产率 /%	折合产量 / (kg/hm ²)	豫谷 18 号(CK) / (kg/hm ²)	增产率 /%
环县	3 700.20	2 800.21	32.14	4 113.60	2 943.50	39.75	3 906.90	2 871.86	36.04
合水县	6 733.65	6 083.89	10.68	9 700.50	8 566.41	13.24	8 217.08	7 325.15	12.18
宁县	5 073.60	3 810.19	33.16	3 296.85	2 427.01	35.84	4 185.23	3 118.60	34.20
华池县	2 640.15	2 966.79	-11.01	2 670.15	3 120.06	-14.42	2 655.15	3 043.43	-12.76
灵台县	3 383.55	2 766.83	22.29	2 800.20	2 370.24	18.14	3 091.88	2 568.54	20.37
甘谷县	3 533.55	2 933.62	20.45	4 516.95	3 766.95	19.91	4 025.25	3 350.29	20.15
平均	4 177.45	3 560.26	17.34	4 516.38	3 865.70	16.83	4 346.92	3 712.98	17.07

2.5 全国区域试验西北春谷早熟区组的区域适应性联合鉴定试验

2020 年参加在甘肃白银、陕西榆林、山西大同、河北张家口、宁夏固原、内蒙古呼和浩特及赤峰等地进行的全国区域试验西北春谷早熟区组的区域适应性联合鉴定试验。陇谷 23 号平均折合产量为 5 466.00 kg/hm²，较对照品种大同 29 号减产 4.32%。7 个试点中有 4 个增产，增产点率为 57.1%，增产幅度为 0.85%~15.26%(表 3)。

表 3 2020 年陇谷 23 号在全国区域试验西北春谷早熟区组的区域适应性联合鉴定试验中的增产点产量

试点	折合产量/(kg/hm ²)		增产率/%
	陇谷23号	大同 29 号(CK)	
陕西榆林	5 607.00	4 864.50	15.26
内蒙古呼和浩特	6 237.00	5 764.50	8.20
宁夏固原	5 695.50	5 647.50	0.85
山西大同	7 332.00	7 204.50	1.77

3 特征特性

3.1 植物学特征

陇谷 23 号生育期 138 d，株型下披，茎秆粗壮无分蘖，幼苗、成株均为绿色。圆筒型穗，穗码较紧，短刚毛，刚毛绿色。白谷黄米，米质粳性。该品种株高 139.5 cm，茎粗 1.16 cm，主茎可见节数 14 节。穗长 23.2 cm，单穗重 30.95 g，穗

粒重 24.97 g。单株草重 43.97，出谷率 80.7%，千粒重 3.23 g。

3.2 品质

2020 年经农业农村部谷物及制品质量监督检验测试中心(哈尔滨)检测，陇谷 23 号籽粒含粗蛋白(干基)125.7 g/kg、粗脂肪(干基)38.2 g/kg、粗淀粉(干基)794.5 g/kg、赖氨酸(干基)1.8 g/kg、支链淀粉(占淀粉)784 g/kg。

3.3 抗病性

2020 年经甘肃省农业科学院植物保护研究所在甘肃省农业科学院会宁试验站进行田间自然感病调查陇谷 23 号，抗谷锈病 (R，病情级别 3 级，反应型 2 级)，中抗谷瘟病(MR，级别 5 级，穗码发病率 11.4%)、白发病 (MR，病株率为 8.2%)。田间接种鉴定，对黑穗病表现为抗病 (R，平均发病株率为 4.4%)，中抗玉米螟(MR，DI=0.41)。

4 陇谷 23 号 SSR 指纹图谱

依据(豫谷 1 号 × 陇谷 7 号)F₂、RIL 群体构建连锁图谱中使用的 74 对多态性 SSR 标记 (表 4)，参照 Liu 等的方法 [13]，通过 PCR 扩增和聚丙烯酰胺凝胶电泳，获得陇谷 23 号相应位点对应的基因型，采用 Mapchart 构建了其 SSR 指纹图谱。图谱中覆盖染色体长度为 373.1 Mb，覆盖率为率为

表 4 用于构建陇谷 23 号指纹图谱的 SSR 标记信息

染色体	标记名称	正向引物	反向引物	物理区间/bp	
Chr.1	GSA00005	CGGTCAGAACACCCTGAATA	GCTATTGGTGTCCCTGTT	123315_123404	
	GSA00211b	TGTCTCTGCCATCTACCGTC	CCGAGAGTGCTTGTCTCTT	5520936_5521090	
	GSA00405	CTCTTCTGACCTGCATCCTG	TGGAAGAATGGAAGTCCTCA	10378376_10378458	
	GSA00475	GCCTGCCTAATCGTCAAAA	CGCACGCATATAGGAGTATGA	15143554_15143711	
	GSA00587	GAAGGGAATCGAGGTGGATA	TAGCCCAAGAAAAACACCAC	25481584_25481750	
	GSA00734	GGATCGTTTGGAGATAGGGA	ACTCTCTAGCGGCATCCAGT	30276433_30276558	
	GSA00888	AAGAAAAATGACGGTGCCTC	CAAGGCTTGCTGGTTCTACA	34929106_34929223	
	GSA01152	GTATGGCCCTGCTCACTTTT	AAAAACGGGAGTACTGGCTG	40290739_40290838	
	Chr.2	GSA01555	TGAATCGAGCTAATCAAGCG	GCGGACTACCACCCTAAT	6037554_6037715
		GSA01661	GTCCAACCTACCATGCACGAG	CCCGCCACTCCTAATTTTTA	11214494_11214643
GSA01732		CACAGTGATCATAAGCCACG	ACTGACACCCGCTTGCTAAC	16051962_16052161	
GSA01815		TGAGAGGTATGCACGTTTCG	GAATTGACCGTCATTGTTGC	25042552_25042706	
GSA01877		GCCCGTTGGGATATFAAATG	ACGGGGGATAATGAATCGTA	28924837_28924972	
GSA02243		GCTGCTTTGTTCTCTGTGTG	TCGTCGTTGACTTCAATTGGT	40442541_40442655	
GSA02460		GACGGACGGAATATCACCTT	CGTCCATCATTTCTTTGGTTG	45839038_45839212	
Chr.3	GSA02697	GTGACCTCACCGAAAAAGT	CATTGTTTGACGAAACGGTC	GSA02697_378803	
	GSA02935	TGCATTCTCTGTACCCAT	CTGCAAGAGACCATTTGGCTA	5116408_5116548	
	GSA03111	CTCAGGGCACAGTCTACAA	TGACAGAGGAGAAGCACCAC	9478478_9478659	
	GSA03339	GTCCGAAATACATGTTGGCA	CATGAGAGGGATAAAGTGGGG	16068316_16068479	
	GSA03436	GCCAACTATTTCTCATCCC	GCCGGCAGTTAGATAGGT	20438941_20439135	
	GSA03603	GGACGGAGGGACTAAGGAGT	ATCAGCTGCCGTTTACTCT	27173707_27173843	
	GSA03636	CGAAGATGCCTTTACCCTTG	TGCTGCTTGGTATGGTCTTC	34213587_34213714	
	GSA03696	CACACGTCCACACACCTACC	TCCAGCCCCAATTAATAAGC	40307783_40307957	
	GSA03760	TAATAAGCCGAGCCAACCTT	CATGCAGATGTAGTGCCTCC	44147950_44148087	
	GSA03786	GGCTTCTCTCTCCGCTTTG	AGGCTGATGTCGCTCTTTG	45514648_45514823	
GSA03942	GTGATTTGGACAAGCCTCT	GTGAGTCAAAAATCAGGGGG	49889788_49889934		

续表

染色体	标记名称	正向引物	反向引物	物理区间/bp
Chr.4	GSA04009	TACATGGAGGAACGGTGAGA	AGTATAAATTGGGCACCGCT	363689_363874
	GSA04202	CCCGTCTCCAACATTATCCT	AGCAAAGGTACTCGATGGCT	5538219_5538414
	GSA04317	TTAGTCGAAGGCTTGCTTACC	GTCGCACACTTTGTGTAGCA	10225481_10225630
	GSA04464	GACTTCACTATGGATTTACGG	TGGCTCTAATTACTAGGGATG	27543314_27543440
	GSA04656	GGTGGCTAACCAAGTCAGTT	TCGCTGTGAGTTCTGTFTCT	35231842_35232035
Chr.5	GSA04853	GATGCATGCAGCCATTTAGT	CCCATTACCCTAACGGACAT	39983319_39983508
	GSA04901	GGTGGTACTACTGCCGATT	GCCTTGTGGGAATTGAGTT	186041_186219
	GSA05063	CAGTCTAGTGTGAGCCGGAG	GGATGCAGCAAACTCTGAT	4331373_4331499
	GSA00211a	TGTCTCTGCCATCTACCGTC	CCGAGAGTGCTTGTCTCTT	8530127_8530274
	GSA05234	GCTGGAACAAGGACTTCCA	GCTTTACAAAACGAACACCG	9358282_9358386
	GSA05247	CCGAAGCAGAGAATTGTAA	TGACATAAGTGCATCCACGA	9936444_9936626
	GSA05455	CCGGAGTTGGTTGGTTAGTT	CCCTGGGCATTCGGTATTA	16457432_16457603
	GSA05502	TCTAGAGCTTCTTCCCCCAA	GATAAGCCCGTTGGTTGTCT	23417817_23417935
	GSA05518	TGGTCTGCTCCTCAACTAC	CTTGTGCTGCTTCTTCAGGA	24685745_24685762
	GSA05550	TTTTCCCCAAAACAGCCAC	CATGCCATGCTGATATGGAT	26388243_26388376
	GSA05655	CGGAAAAGGTCCTGTTAGT	AAGGATGTAACGGTAACGGC	30674665_30674832
	GSA05786	TCGCTAGCTAGATTTCCGCT	ACCGAGGTAGATCTCTCCGA	34799303_34799468
	GSA06158	CGCTCAATCTCAAATCTCA	AAGCACAACGTAATTACCCG	44714040_44714234
	GSA06313	TGAGTAGTGTTGGTTCATGG	ACAGGCATGTTTATCTGGAA	47176169_47176302
	Chr.6	GSA06344	CTTCTTCCAGTCCCGGTTT	CTTCCAATCCAATCCACCTT
GSA06531		CATGACCATGGAGCAGCA	GGAGGATAAGGGACGAATCA	5122729_5122909
GSA06598		GGTACCTCTGCTCTGATCC	CGGAGACCAGTGTACAATC	7803097_7803250
GSA06739		AAATTTAGGCCCTGGATGC	CAAGCAAGGTATGTGATCCG	25668863_25668921
GSA06849		GCTTGGACGATGTGTGATTC	AAGTACAACGGTAACGGATGC	29793099_29793213
GSA07047		CAAAAGGGACCACATGACTG	AAAGCAACAGGGGAGGTATG	34541815_34542008
GSA07148		ACAATCAAGTGCAGAGCGAC	AATGGGGCGGAGTATTT	35982959_35983119
Chr.7		GSA07160	CCTAGGCATTTGTTGCATTGT	CTGCCAAGAGTAGGACACGA
	GSA07209	TACTGCTGCTCCATTTCCAC	CAGAAATGTCCAAGACGACG	3787971_3788109
	GSA07262	GCTCTGATTTTTGCTGGGAT	ATGGAACCACCCTTTGATTC	13033275_13033464
	GSA07292	TTGTCACGGTTCCTGATGTT	CTCTGTGGCTCTGTCCAAAC	15751608_15751792
	GSA07425	CGAGAAAACGAGACGAGCAT	GTTTCTGAGCAGTCTTCCCC	20705780_20705951
	GSA07548	AGGAATTTTTATCCGCTCCG	AAGTTGCGAACCCTGACTC	23721468_23721621
	GSA07797	GCTCCACTAAGCATCACAT	AGTGACACATGAACGGAGGA	30125393_30125591
	GSA07938	GTTGAGCCATCAGTTCAGGA	CCACCGTCAGATTTCGTAGTG	33568645_33568778
Chr.8	GSA08217	CCACGCATGAAGAAAACAGAT	GCAGGGCTTCTAGTAGTGC	4939002_4939177
	GSA08313	GGTGGAGCAGGATACTACA	ATGAGCAATTGGAGCTTGTG	10531697_10531894
	GSA08352	CCTCTTCTCTTCCCACGAA	GTCCGAGCTCCACATCATC	14233516_14233634
	GSA08441	CTTGACGGAATGAGCTAGT	GTCGGCAAGCAACTTTACAC	25564798_25564972
	GSA08608	TGTGTTGAGGAAAACAATGG	CCAAAAGGACCTCAACCAATC	35556662_35556859
	GSA08704	GGATTTCAAGCACAATCGAG	CCGTCCATCTTCAATCTCT	40247577_40247766
	GSA08722	AGGATTGCCACACAGTTTGA	CATAGGATGAGGCTTGGGAT	40623844_40623949
Chr.9	GSA08997	GCCCAAAGAAAAGATTGGA	ATAACTCGGTTGGCAGAAGG	4986526_4986688
	GSA09043	TGCTAACTACAGGGTGCAGAA	ACCAAACGATGCTAACTCCC	5868034_5868230
	GSA09574	ACATGGTGTCTTCCCCATT	CTTTCCCCCTCTCTCTCTT	21989897_21990078
	GSA09688	GTCGATGGGGTACGAATCTC	CCGCTATCTACTCCAGCACA	35527988_35528150
	GSA09863	TACCTFGGAGAGAAGCACCC	GAAATAATCTCCCGAGACGC	42057515_42057673
	GSA10009	GGAGGGAATGTTGGTGAAT	TCGATGTAGCCATCGATCAG	46941735_46941840
	GSA10516	GCAGTCATAGCTTGCATCGT	GCGAAAATACATGTCCCGT	57687510_57687625

88.2%, 第 4 染色体(Chr.4)SSR 标记数最少, 仅包含 4 对, 第 5 染色体 (Chr.5)SSR 标记数做多 13 对, 49 对 SSR 基因型与豫谷 1 号相同, 25 对 SSR 基因型与陇谷 7 号相同(图 2), 表明陇谷 23 号遗传背景偏向于豫谷 1 号。

5 适宜种植区域

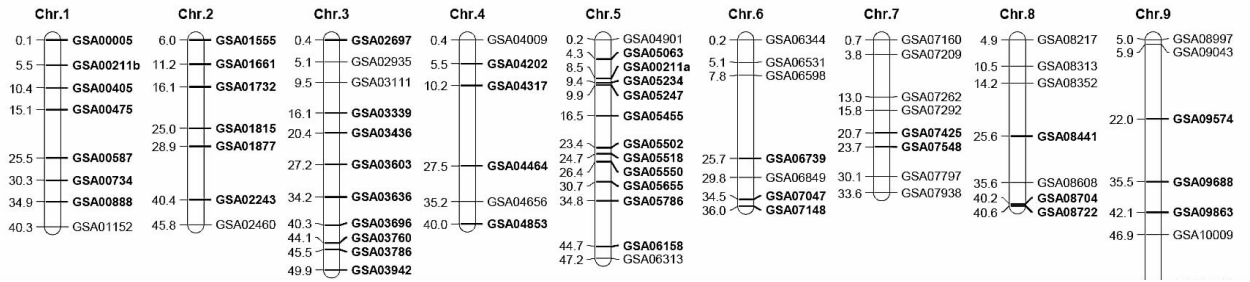
适宜在甘肃中东部地区、山西大同、陕西榆林、宁夏固原及内蒙古呼和浩特等西北春谷区种

植。

6 栽培技术要点

6.1 适时播种, 合理密植

陇谷 23 号春播适宜播期为 4 月 20 日左右, 陇东地区可推迟至 5 月上中旬播种。旱地种植留苗密度 30.0 万 ~ 45.0 万株 /hm², 高水肥条件地区可控制在 52.5 万 ~ 75.0 万株 /hm², 复种留苗密度 45.0 万 ~ 60.0 万株 /hm²。



[条形图左侧数字表示物理位置 (Mb); 右侧为标记名称, 黑色粗体标记表示基因型与豫谷 1 号相同, 黑色标准体标记表示基因型与陇谷 7 号相同]

图 2 陇谷 23 号 SSR 指纹图谱

6.2 施足底肥, 增施追肥

春播前施农家肥 30 000 ~ 60 000 kg/hm²、尿素 150 ~ 225 kg/hm²、磷酸二铵 300 ~ 375 kg/hm², 适宜的氮磷比是 1 : 0.45 ~ 0.65。

6.3 加强田间管理

3 叶期间苗, 5 叶期定苗、中耕培土, 促进形成壮苗。及时防治病虫害, 用 5% 辛硫磷乳剂 3.75 kg/hm² 或 50% 辛硫磷可湿性粉剂 37.5 kg/hm² 进行土壤消毒, 可有效防治地下害虫, 保全苗壮苗。严防麻雀危害。

6.4 收获

收获方式同其他谷子品种相似^[14], 不同生态区根据谷子籽粒的成熟度来决定收获时间。收获后及时晾晒, 防止谷穗发芽和霉变。

参考文献:

[1] WANG C F, JIA G Q, ZHI H, et al. Genetic diversity and population structure of Chinese foxtail millet [*Setaria italica* (L.) Beauv] landraces [J]. *G3-Genes Genom Genet* 2012, 2(7): 769-777.

[2] HUNT H V, PRZELOMSKA N A, CAMPANA M G, et al. Population genomic structure of Eurasian and African foxtail millet landrace accessions inferred from genotyping-by-sequencing [J]. *Plant Genome*. 2021; 14(1): e20081.

[3] DOUST A. Architectural evolution and its implications for domestication in grasses [J]. *Ann Bot-London*, 2007, 100 (5): 941-950.

[4] MUTHAMILARASAN M, DHAKA A, YADAV R, et al. Exploration of millet models for developing nutrient rich graminaceous crops [J]. *Plant Science*, 2016, 242: 89-97.

[5] BRUTNELL T P, WANG L, WARTWOOD K, et al. *Setaria viridis*: a model for C-4 Photosynthesis [J]. *Plant Cell*, 2010, 22(8): 2537-2544.

[6] KOLE C, MUTHAMILARASAN M, HENRY R, et al. Application of genomics-assisted breeding for generation of climate resilient crops: progress and prospects [J]. *Frontiers in Plant Science*, 2015, 6: 563.

[7] 袁俊秀, 刘效华, 王世红, 等. 抗旱丰产春小麦新品种陇春 43 号选育报告 [J]. *寒旱农业科学*, 2024, 3 (1): 43-46.

[8] 景海春, 田志喜, 种康, 等. 分子设计育种的科技问题及其展望概论 [J]. *中国科学: 生命科学*, 2021, 51(10): 1356-1365; 1355.

[9] 段艳凤, 刘杰, 卞春松, 等. 中国 88 个马铃薯审定品种 SSR 指纹图谱构建与遗传多样性分析 [J]. *作物学报*, 2009, 35(8): 1451-1457.

[10] 吴渝生, 杨文鹏, 郑用璉. 3 个玉米杂交种和亲本 SSR 指纹图谱的构建 [J]. *作物学报*, 2003, 29(4): 496-500.

[11] LIU T P, HE J H, DONG K J, et al. QTL mapping of yield component traits on bin map generated from resequencing a RIL population of foxtail millet (*Setaria italica*) [J]. *BMC Genomics*, 2020, 21(141): 1-13.

[12] LIU T P, HE J H, DONG K J, et al. Genome wide identification of quantitative trait loci for morpho agronomic and yield related traits in foxtail millet (*Setaria italica*) across multi environments [J]. *Molecular Genetics and Genomics*, 2021, 297(3): 873-88.

[13] LIU X Y, TENG Z H, WANG J X, et al. Enriching an intraspecific genetic map and identifying QTL for fiber quality and yield component traits across multiple environments in Upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) [J]. *Molecular Genetics and Genomics*, 2017, 292: 1281-1306.

[14] 何继红, 张磊, 董孔军, 等. 优质谷子新品种陇谷 029 选育报告 [J]. *寒旱农业科学*, 2022, 1(2): 139-141.