

胡宏远,李剑萍,南学军,等.宁夏糜子优势品种筛选及气候适宜性研究[J].江苏农业科学,2021,49(15):77-82.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.15.013

宁夏糜子优势品种筛选及气候适宜性研究

胡宏远^{1,2},李剑萍^{1,2},南学军^{1,2},李阳^{1,2},马力文^{1,2},朱永宁^{1,2}

(1. 中国气象局旱区特色农业气象灾害监测预警与风险管理重点实验室,宁夏银川 750002; 2. 宁夏气象科学研究所,宁夏银川 750002)

摘要:以宁糜 14 号、14-292、14-80、固 15-5 和 14-278 共 5 个糜子品种为试验材料,选取同心县南塬村、海原县海城镇武塬村、西吉县吉强镇芦子沟村和固原市原州区头营镇徐河村 4 个试验点,分别在 2017、2018、2019 年进行了品种比较试验。结果表明,同心试验区优选糜子品种为宁糜 14 号,海原试验区优选糜子品种为固 15-5,西吉试验区优选糜子品种 14-278,固原试验区优选糜子品种为固 15-5。综合考虑地点、品种和年份,推荐宁夏糜子优选品种为固糜 15-5。总结了糜子气候适宜性区划结果,分为适宜区、次适宜区、可种植区及不适宜区。其中,适宜区主要包括盐池县、同心县、海原县、西吉县、原州区、彭阳县、隆德县及泾源县等地区;次适宜区主要包括红寺堡区、同心县、贺兰山沿山部分区域及海原县北部等地区;可种植区主要包括沙坡头西南部至海原县西北部区域及贺兰山沿山区域;不适宜区主要包括灵武市、利通区、中宁县、沙坡头北部及隆德县东部和西吉县北部部分区域。该结果为宁夏糜子的生产种植提供了理论基础和技术支撑。

关键词:宁夏;糜子;品种筛选;气候适宜性

中图分类号: S516.03;S162.5⁺3

文献标志码: A

文章编号: 1002-1302(2021)15-0077-06

糜子(*Panicum miliaceum* L.)属禾本科黍属,喜温,是短日照一年生草本植物,有抗旱、耐贫瘠、生育期短、水分利用效率高等特性,具有一定的营养价值和药用特性^[1]。近年来,我国栽培面积和产量居世界第 2 位,是我国干旱半干旱地区种植的主要小秋粮食作物^[2],在粮食稳产和抗旱避灾中也起着重要的作用,主要集中在黑龙江、吉林、河北、山西、内蒙古、甘肃、陕西、宁夏等地区种植。糜子作为我国主要的杂粮作物,被很多学者关注,近年来,在糜子新品种选育、种质资源遗传多样性^[3]、抗旱性^[4-6]、养分需求^[7-8]、光合特性^[9-10]、干物质积

累^[11-12]、营养保健^[13]和适宜播期^[14-15]等方面开展了大量研究。蒲金涌等对甘肃糜子生态气候适宜性进行了研究^[15]。宁夏糜子研究主要集中在栽培技术、良种繁育及地方品种资源等方面,关于宁夏南部山区糜子优势品种筛选及区划的系统研究报道较少。因此,为探究不同糜子品种在宁夏南部山区的品种气候适宜性,筛选当地优势品种,2017、2018、2019 年在同心县南塬村、海原县海城镇武塬村、西吉县吉强镇芦子沟村、固原市原州区头营镇徐河村共 4 个试验点进行了品比试验,在探究不同糜子品种在宁夏南部山区生态适应性的前提下,筛选适宜当地的优势品种,为当地糜子种植生产及优势品种生态适宜性区划提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料与试验地概况

以宁糜 14 号、14-292、14-80、14-278、固 15-5 为供试品种。试验于 2017、2018、2019 年在宁夏南部山区同心县南塬村(同心试验点)、海原县海

收稿日期:2020-11-05

基金项目:宁夏小杂粮一二三产业融合发展项目(编号:YES-16-08)。

作者简介:胡宏远(1989—),男,甘肃天水人,硕士,助理工程师,主要从事农业气象研究。E-mail:306685092@qq.com。

通信作者:李剑萍,研究员,主要从事农业气象和气候变化研究。

E-mail:lijp-111@163.com。

物质元素含量分布及其相关性分析[J].中国农业科学,2007,40(9):1871-1876.

[12]王广西,胡燕,罗琼,等.大米中矿质元素含量测定及分析[J].核技术,2017,40(8):53-58.

[13]吴松霞,邵海燕,韩延超,等.基于主成分分析的不同品种茭白

品质评价[J].中国食品学报,2019,19(7):241-250.

[14]冯耐红,侯东辉,杨成元,等.不同品种小米主要营养成分及氨基酸组分评价[J].食品工业科技,2020,41(8):224-229.

[15]张超,张晖,李冀新.小米的营养以及应用研究进展[J].中国粮油学报,2007,22(1):51-56.

城镇武塬村(海原试验点)、固原市原州区头营镇徐河村(固原试验点)和西吉县吉强镇芦子沟村(西吉试验点)进行。其中,南塬村,地处 106.364 548° E、36.800 209° N,海拔 1 543 m,年降雨 270 mm,年平均气温 8.6 ℃,年日照时数 3 024 h,土质沙壤土,前茬小麦,肥力中等;武塬村,地处 105.578 88° E、36.620 911° N,年降雨 525.4 mm,≥ 10 ℃ 积温 3 029.2 ℃,年平均气温 7.7 ℃,年日照时数 2 702.6 h,土质为黄土,前茬歇地,肥力中等;徐河村,地处 106.236 641° E、36.166 34° N,海拔 1 550 m,年降雨 397.4 mm,年平均气温 7.4 ℃,生育期日照时数 1 348.2 h,土质壤土,前茬燕麦,肥力中等;芦子沟村,地处 105.668 137° E、36.035 358° N,海拔 2 060 m,年降雨 419.7 mm,≥ 10 ℃ 积温 2 079 ℃,年平均气温 5.4 ℃,年日照时数 2 342.8 h,土质细黄土,前茬玉米、小麦,肥力中等,播前翻地深 25 cm,基施史丹利复合肥(15% N、15% P₂O₅、15% K₂O)600 kg/hm²,农家肥 22 500 kg/hm²。

1.2 试验设计

采用随机区组设计,小区面积 10 m² (2 m × 5 m),行距 25 cm,每行 100 株,9 行区,共 900 株,密度 90 万株/hm²,重复 3 次,间距 100 cm,区组间距 80 cm。

1.3 统计项目

1.3.1 物候期调查 调查记录各试验点糜子出苗期、分蘖期、拔节期、孕穗期、灌浆期和成熟期等物候期。

1.3.2 气象数据统计 结合气象站,统计当年及物候期内 ≥ 10 ℃ 积温、降水量、日照时数、平均气温、平均最高气温、平均最高气温(≥ 32 ℃ 日数、≥ 33 ℃ 日数及 ≥ 35 ℃ 日数)、日均降水量、有效降水量、有效降水日数、平均最低气温、平均最低气温(< 2 ℃ 日数及 < 0 ℃ 日数)、日均日照时数、平均相对湿度、平均相对湿度 < 30% 日数、最小相对湿度 < 30% 日

数和风速等气象指标。

1.3.3 产量统计 产量为收获期小区实测产量。

1.4 区划方法

基于前人研究现状,将优势糜子品种实测产量与当年主要气象因子建立相关关系并进行统计分析,筛选出关键气象指标和主效应指标,并结合调查法,最终确定优势品种气候适宜性区划指标体系,借助 ArcGIS 软件实现糜子区划分类。

1.5 数据处理

采用 SPSS 21.0 统计软件进行方差分析及 Duncan's 新复极差检验(α = 0.05),图表数据为平均值 ± 标准差。

2 结果与分析

2.1 不同地点糜子品种产量比较

由表 1 可见,同一试验点不同品种间产量存在差异。同心试验点,宁糜 14 号产量最高,其次为 14-292、14-80 和 14-278,固 15-5 产量最低,其他品种比宁糜 14 号产量分别减少了 20.13%、24.16%、30.20% 和 33.56%,各品种间差异均不显著;海原试验点,固 15-5 产量最高,其次为宁糜 14 号、14-80 和 14-292,14-278 产量最低,其他品种比固 15-5 产量分别减少了 23.79%、31.16%、34.32% 和 38.32%,各品种产量差异均达到显著水平($P < 0.05$);西吉试验点,14-278 产量最高,固 15-5 与 14-292 产量相当,其次为 14-80,宁糜 14 号产量最低,各品种间差异均不显著,其他品种比 14-278 产量分别减少了 2.07%、2.07%、7.50%、16.11%;固原试验点,固 15-5 产量最高,其次为 14-80、宁糜 14 号和 14-292,14-278 产量最低,其他品种比固 15-5 产量分别减少了 1.77%、2.30%、12.77% 和 16.13%,固 15-5 与 14-278 差异显著($P < 0.05$),其他品种间差异均不显著($P < 0.05$)。

表 1 2017 年不同试验点小区不同糜子产量比较

品种	产量(kg/10 m ²)			
	同心试验点	海原试验点	西吉试验点	固原试验点
14-278	1.04 ± 0.16a	2.93 ± 0.01e	8.69 ± 0.58a	4.73 ± 0.13b
固 15-5	0.99 ± 0.16a	4.75 ± 0.01a	8.51 ± 0.58a	5.64 ± 0.13a
14-292	1.19 ± 0.17a	3.12 ± 0.01d	8.51 ± 1.30a	4.92 ± 0.27ab
14-80	1.13 ± 0.15a	3.27 ± 0.01c	8.04 ± 0.70a	5.54 ± 0.40ab
宁糜 14 号	1.49 ± 0.14a	3.62 ± 0.01b	7.29 ± 0.43a	5.15 ± 0.28ab

注:同列数据后不同小写字母表示不同品种间产量差异达显著水平($P < 0.05$)。表 3、表 5 同。

地点、品种间双因素主体间效应检验结果(表 2)表明,2017 年,品种、地点均存在差异,其中,地点间差异达到极显著水平($P < 0.01$),品种与地点间存在显著的交互作用($P < 0.05$)。

表 2 2017 年品种、地点双因素主体间效应检验

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
品种	3.119	4	0.780	2.052	0.105
地点	394.331	3	131.444	345.906	0.000
品种×地点	9.297	12	0.775	2.039	0.046

由表 3 可见,同一试验点不同品种间产量存在差异。同心试验点,宁糜 14 号产量最高,其次为固 15-5、14-80 和 14-278,14-292 产量最低,其他品种比宁糜 14 号产量分别减少了 0.77%、24.87%、27.44% 和 28.97%,固 15-5 与宁糜 14 号差异不显著,二者与其他 3 个品种产量差异均达到显著水平($P < 0.05$);海原试验点,固 15-5 产量最高,其次为 14-80、宁糜 14 号和 14-292,14-278

表 3 2018 年不同试验点小区不同糜子产量比较

品种	产量(kg/10 m ²)			
	同心试验点	海原试验点	西吉试验点	固原试验点
14-278	2.83 ± 0.12b	4.35 ± 0.05e	4.14 ± 0.41a	4.03 ± 0.43a
固 15-5	3.87 ± 0.12a	5.29 ± 0.05a	4.00 ± 0.41a	4.50 ± 0.43a
14-292	2.77 ± 0.17b	4.54 ± 0.04d	4.12 ± 0.65a	4.12 ± 0.48a
14-80	2.93 ± 0.12b	5.15 ± 0.05b	3.58 ± 0.57a	4.29 ± 0.57a
宁糜 14 号	3.90 ± 0.13a	5.03 ± 0.04c	3.48 ± 0.36a	4.30 ± 0.47a

表 4 2018 年品种、地点双因素主体间效应检验

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
品种	2.672	4	0.668	4.079	0.007
地点	20.646	3	6.882	42.027	0.000
品种×地点	4.811	12	0.401	2.448	0.017

由表 5 可见,同一试验点不同品种间产量存在差异。同心试验点,14-278 产量最高,其次为宁糜 14 号、14-80 和 14-292,固 15-5 产量最低,其他品种比 14-278 产量分别减少了 1.95%、6.69%、19.50% 和 24.23%,14-278 产量与固 15-5 差异达到显著水平($P < 0.05$),其他品种间产量差异均不显著;海原试验点,固 15-5 产量最高,其次为宁糜 14 号、14-80 和 14-278,14-292 产量最低,其他品种比固 15-5 产量分别减少了 5.72%、17.78%、19.53% 和 29.35%,固 15-5 与其他品种产量差异均达到显著水平($P < 0.05$),而 14-278

产量最低,其他品种比固 15-5 产量分别减少了 2.65%、4.91%、14.18% 和 17.77%,各品种间产量差异均达到显著($P < 0.05$)水平;西吉试验点,14-278 产量最高,其次为 14-292、固 15-5 和 14-80,宁糜 14 号产量最低,其他品种比 14-278 产量分别减少了 0.48%、3.38%、13.53% 和 15.94%,各品种间产量差异均不显著;固原试验点,固 15-5 产量最高,其次为宁糜 14 号、14-80 和 14-292,14-278 产量最低,其他品种比固 15-5 产量分别减少了 4.44%、4.67%、8.44% 和 10.44%,各品种间产量差异均不显著。

由表 4 地点、品种间双因素主体间效应检验表明,2018 年,品种、地点均存在极显著差异($P < 0.01$),且品种与地点间存在极显著互作关系($P < 0.01$),因此,在比较地点、品种 2 个因素分析中,除了品种本身差异外,不同地点土壤状况及局地小气候环境差异,或者二者共同互作效应均导致试验存在不确定因素,有待于进一步研究。

与 14-80 差异不显著;西吉试验点,14-278 产量最高,其次为 14-292、固 15-5 和 14-80,宁糜 14 号产量最低,其他品种比 14-278 产量分别减少了 0.95%、4.04%、8.08% 和 14.25%,14-278 与固 15-5、14-292 产量差异不显著,与 14-80、宁糜 14 号产量差异显著($P < 0.05$),其他品种间差异不显著;固原试验点,固 15-5 产量最高,其次为 14-278、宁糜 14 号和 14-80,14-292 产量最低,其他品种比固 15-5 产量分别减少了 4.53%、12.08%、14.91% 和 26.60%,固 15-5 与 14-292 产量差异达到显著水平($P < 0.05$),其他品种间差异不显著。

品种、产地双因素主体间效应检验结果(表 6)表明,2019 年品种、地点均存在极显著差异($P < 0.01$),且品种与地点二者存在极显著互作关系($P < 0.01$),因此,2019 年不同品种间试验效果除了地点间气候条件、土壤质地差异外,可能与二者间互作效应有关,具体差异还需深入研究。

表 5 2019 年不同试验点小区不同糜子产量比较

品种	产量 (kg/10 m ²)			
	同心试验点	海原试验点	西吉试验点	固原试验点
14-278	3.59 ± 0.22a	6.47 ± 0.05c	4.21 ± 0.14a	5.06 ± 0.50ab
固 15-5	2.72 ± 0.22b	8.04 ± 0.05a	4.04 ± 0.14ab	5.30 ± 0.50a
14-292	2.89 ± 0.17ab	5.68 ± 0.04d	4.17 ± 0.10a	3.89 ± 0.66b
14-80	3.35 ± 0.16ab	6.61 ± 0.10c	3.87 ± 0.14bc	4.51 ± 0.43ab
宁糜 14 号	3.52 ± 0.43a	7.58 ± 0.04b	3.61 ± 0.11c	4.66 ± 0.34ab

表 6 2019 年品种、地点双因素主体间效应检验

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
品种	111.906	3	37.302	253.737	0.000
地点	5.424	4	1.356	9.224	0.000
品种 × 地点	11.247	12	0.937	6.376	0.000

对年份、品种及地点三因素主体间效应综合检验,结果(表 7)表明,地点、品种及年份间产量差异均达到极显著差异($P < 0.01$),地点与品种、地点与年份间产量差异均达到极显著差异($P < 0.01$),品种与年份间产量差异不显著,地点、品种与年份三因素间差异不显著。

表 7 年份、品种及地点三因素主体间效应检验

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
年份	221.274	3	73.758	320.335	0.000
品种	8.218	4	2.055	8.923	0.000
地点	12.758	2	6.379	27.705	0.000
地点 × 品种	17.242	12	1.437	6.240	0.000
地点 × 年份	305.608	6	50.935	221.212	0.000
品种 × 年份	2.996	8	0.374	1.626	0.124
地点 × 品种 × 年份	8.113	24	0.338	1.468	0.092

2.2 优势品种气候适宜性研究

将区划品种产量和气候数据之间进行相关性分析,剔除不相关和同类型气候因子,得到固 15-5 糜子气候适宜性区划指标为 5 月上旬至 9 月下旬 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温、5 月中旬至 8 月上旬降水量和 7 月上旬至 8 月中旬日照时数。结合区域产量高低和气候区划指标年际波动状况,将糜子气候适宜性区划指标近 30 年气候均值数据进行分级,最终得到区划指标的适宜性范围(表 8),并利用 ArcGIS 软件将区划指标进行叠加,最终得到固 15-5 糜子气候适宜性分布图,分为适宜区、次适宜区、可种植区及不适宜区(图 1)。

3 讨论与结论

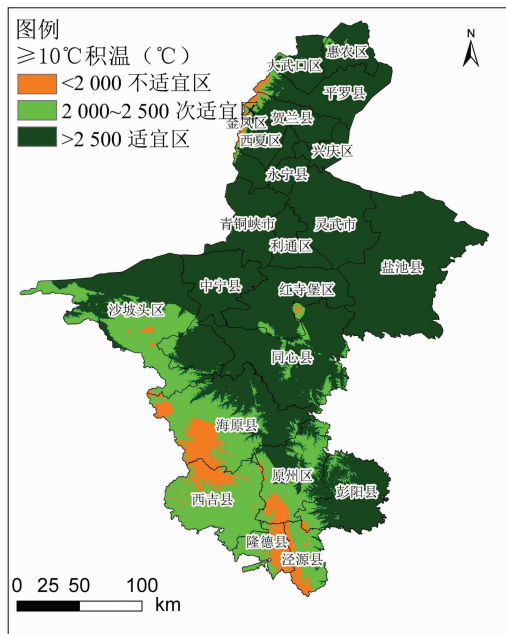
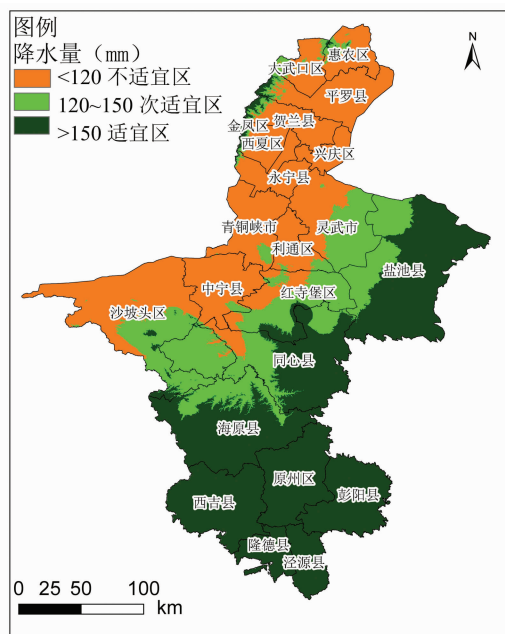
3.1 讨论

糜子产量高低与群体干物质积累多少有关,其形成过程是植株干物质积累与分配过程,一定时期

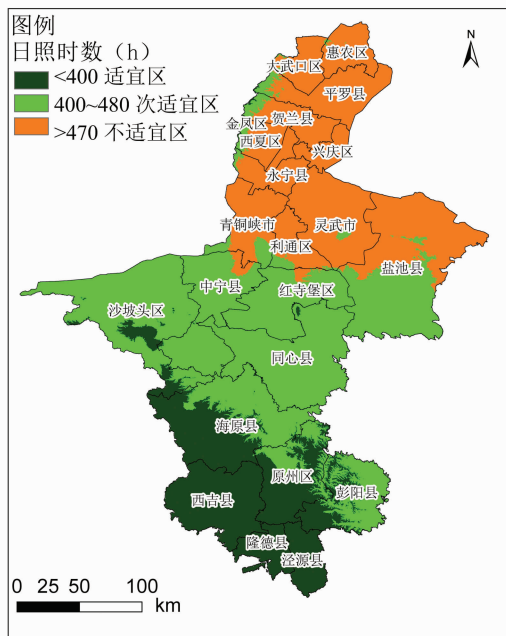
表 8 糜子气候适宜种植区划指标

分区	5 月上旬至 9 月下旬 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温 ($^{\circ}\text{C}$)	5 月中旬至 8 月上旬降水量 (mm)	7 月上旬至 8 月中旬日照时数 (h)
适宜区	$>2\ 500$	>150	<400
次适宜区	$2\ 000 \sim 2\ 500$	$120 \sim 150$	$400 \sim 470$
不适宜区	$<2\ 000$	<120	>470

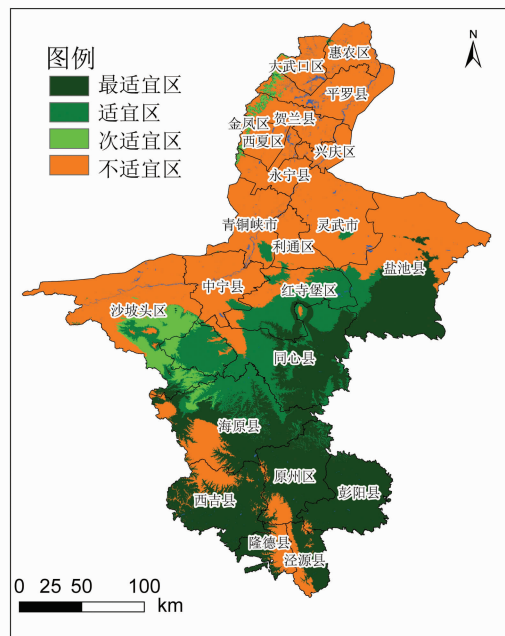
内,分配到生殖器官的干物质越多,产量越高^[16-17]。群体间密度是影响糜子产量的关键因素,密度过低会导致穗数不足,产量降低,密度过高,致使个体变弱,容易倒伏,导致籽粒产量降低^[18]。本试验中从不同年份间品种表现可知,同心试验点,2017 年宁糜 14 号产量最高,各品种间产量差异不显著;2018 年宁糜 14 号产量最高,与固 15-5 产量有差异但不显著,与其他品种产量差异不显著;2019 年,14-278 产量最高,其次是宁糜 14 号,二者差异不显著;在 2017、2018、2019 年不同年际间,宁糜 14 号产量

a. 5 月上旬至 9 月下旬 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温

b. 5 月中旬至 8 月上旬降水量



c. 7 月中旬至 8 月中旬日照时数



d. 糜子品种气候适宜性综合区划

图1 糜子品种气候适宜性区划

均具有最好的表现,说明近 3 年当地条件有利于宁糜 14 号产量提高,因此,同心试验区优势糜子品种为宁糜 14 号。海原试验点,2017、2018、2019 年 3 年中,固 15-5 产量均最高,且与其他品种均达到显著水平,说明近 3 年当地条件有利于固 15-5 产量提高,因此,海原试验区优势糜子品种为固 15-5。西吉试验点,2017、2018、2019 年 3 年重复试验中,14-278 产量均最高,其中,14-278 产量 2017、2018 年与其他品种差异不显著,2019 年与 14-80

和宁糜 14 号产量差异达到显著水平,说明近 3 年当地条件有利于 14-278 产量提高,因此,西吉试验区优势糜子品种为 14-278。固原试验点,2017、2018、2019 年 3 年试验中,固 15-5 产量均最高,其中,与 14-278 产量差异达到显著水平,2019 年与 14-292 产量达到显著水平,其他年份间存在差异但不显著,说明近 3 年当地条件有利于固 15-5 产量提高,因此,固原试验区优势糜子品种为固 15-5。

2017 年不同地点、品种产量方差分析多重比较

表明,海原、固原试验点固 15-5 产量均显著高于其他品种,同心试验点宁糜 14 号产量最高,西吉试验点 14-278 产量最高,但二者与固 15-5 产量差异不显著,因此,可认为 2017 年宁夏南部山区同心、海原、西吉和固原 4 个试验地,固 15-5 产量整体上具有最佳产量表现。但品种、地点均存在显著差异,品种与地点存在显著的互作关系,对试验结果有一定影响,除品种因素外,地点间也可能造成试验差异。2018 年不同地点、品种产量方差分析多重比较表明,固 15-5 品种在海原试验点产量最高,且与其他品种均达到显著水平,在固原试验点产量也最高,但与其他品种间差异不显著;同心试验点宁糜 14 号产量最高,但与固 15-5 差异不显著,与其他品种差异显著;西吉试验点,14-278 品种产品最高,但与其他品种产量差异均不显著;由此可得出,2018 年在同心、海原、西吉及固原试验点品比试验中,固 15-5 品种产量在该区域均具有较好的表现,但品种与地点间均存在显著的互作关系,对试验结果存在一定差异。2019 年不同地点、品种产量方差分析多重比较表明,海原试验点,固 15-5 产量显著高于其他品种;固原试验点,固 15-5 产量均高于其他品种且与 14-292 差异达到显著水平;西吉试验点,14-278 产量最高,但与固 15-5 产量无显著,与 14-80、宁糜 14 号差异显著;同心试验点,宁糜 14 号产量最高,且与 14-278、固 15-5 差异显著,与 14-292、14-80 差异不显著。但从不同年份、品种和地点间整体看,固 15-5 在 5 个品种、4 个试验地点和 3 个年份中具有较稳定的产量差异,因此,可认为固 15-5 为宁夏南部山区糜子优势品种,但不同年份、地点间存在显著或极显著互作关系,对试验结果存在一定影响,为阐明二者互作因素,还需进一步深入研究。

3.2 结论

结合 3 年的试验结果,针对不同试验点筛选出了适合当地的优势品种,其中,同心试验区优选品种为宁糜 14 号,海原试验区优选品种为固 15-5,西吉试验区优选品种 14-278,固原试验区优选品种为固 15-5。综合考虑,不同地点、品种和年份试验结果,推荐宁夏南部山区优选糜子品种为固糜 15-5,给出了气候适宜性区划结果:分为适宜区、次适宜区、可种植区及不适宜区,其中,适宜区主要集中在盐池县、同心县、海原县、西吉县、原州区、彭阳县、隆德县及泾源县等地区;次适宜区主要集中在

红寺堡区、同心县、贺兰山沿山部分区域及海原县北部地区;可种植区主要集中在沙坡头西南部至海原县西北部区域及贺兰山沿山区域;不适宜区主要集中在灵武市、利通区、中宁县、沙坡头北部、隆德县东部、西吉县北部部分区域。

参考文献:

- [1]景小兰,李志华,董旭.不同播期对糜子不同品种生长发育及产量的影响[J].作物杂志,2019(1):146-151.
- [2]张研.我国小杂粮生产现状与发展策略[J].河北农业大学学报(农林教育版),2010,12(3):432-436,440.
- [3]王瑞云,季煦,陆平,等.利用荧光 SSR 分析中国糜子遗传多样性[J].作物学报,2017,43(4):530-548.
- [4]张盼盼,慕芳,宋慧,等.糜子叶片解剖结构与其抗旱性关联研究[J].农业机械学报,2013,44(5):119-126.
- [5]刘天鹏,董孔军,何继红,等.糜子育成品种芽期抗旱性鉴定与评价研究[J].植物遗传资源学报,2014,15(4):746-752.
- [6]张晓娟,程炳文,王勇,等.旱地糜子种质资源多样性评价[J].江苏农业科学,2019,47(11):133-136.
- [7]张美俊,乔治军,杨武德,等.糜子氮、磷、钾肥的效应及优化研究[J].植物营养与肥料学报,2013,19(2):347-353.
- [8]张盼盼,周瑜,宋慧,等.不同肥力水平下糜子生长状况及农田小气候特征比较[J].应用生态学报,2015,26(2):473-480.
- [9]周瑜,苏旺,王舰,等.不同覆盖方式和施氮量对糜子光合特性及产量性状的影响[J].作物学报,2016,42(6):873-885.
- [10]王瑞云,季煦,刘晓欢,等.不同生态区糜子种质间叶片及光合特性的多样性分析[J].山西农业大学学报(自然科学版),2014,34(2):97-102.
- [11]宫香伟,韩浩坤,张大众,等.氮肥运筹对糜子生育后期干物质积累与转运及叶片氮素代谢的调控效应[J].中国农业科学,2018,51(6):1045-1056.
- [12]陈光华,韩浩坤,马洪驰,等.糜子籽粒形成过程中蛋白质、淀粉积累与相关合成酶特性[J].中国农业大学学报,2019,24(7):28-36.
- [13]王宇先,李清泉,刘玉涛,等.不同播期对糜子生长发育及产量的影响[J].黑龙江农业科学,2013(9):22-24.
- [14]任瑞玉,何继红,董孔军,等.4 个糜子主栽品种在甘肃会宁的适宜播期分析[J].作物杂志,2019(1):152-158.
- [15]蒲金涌,姚小英,辛昌业,等.甘肃糜子(*Panicum miliaceum* L.)生态气候适宜性研究[J].干旱地区农业研究,2010,28(1):223-226,232.
- [16]张东旗,高小丽,赵涛,等.不同播期糜子抽穗后干物质积累及转运特性[J].西北农业学报,2016,25(6):849-856.
- [17]Fang Y, Xu B C, Turner N C, et al. Grain yield, dry matter accumulation and remobilization, and root respiration in winter wheat and affected by seeding rate and root pruning[J]. European Journal of Agronomy, 2010, 33(4):257-266.
- [18]Hiltbrunner J, Streit B, Liedgens M. Are seeding densities an opportunity to increase grain yield of winter wheat in a living mulch of white clover? [J]. Field Crops Research, 2007, 102(3):163-171.