

山西省黍稷种质资源抗倒性鉴定 及相关形态特征研究

王 纶, 王星玉, 温琪汾, 王海岗, 康国帅

(山西省农科院农作物品种资源研究所/农业部黄土高原作物基因资源与种质创制重点实验室, 太原 030031)

摘要: 黍稷种质的倒伏是造成黍稷减产的一大要素, 如何防止黍稷的倒伏, 筛选和培育抗倒的种质是解决黍稷倒伏最根本和有效的方法。通过对山西省的 1192 份黍稷种质资源进行抗倒性鉴定, 筛选出 71 份高抗倒的种质。同时对高抗倒种质和不抗倒种质茎、根的形态特征进行了比较研究, 证明黍稷种质的抗倒性与茎、根的形态特征有密切关系, 高抗倒种质在茎、根形态特征上所占的优势是形成高抗倒的重要原因。

关键词: 黍稷; 种质资源; 抗倒性; 鉴定; 形态特征

Identification of Lodging Resistance and Characterization of Relevant Traits of Proso Millet Germplasm Resources in Shanxi Province

WANG Lun, WANG Xing-yu, WEN Qi-fen, WANG Hai-gang, KANG Guo-shuai

(Institute of Crop Germplasm Resources, Shanxi Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Crop Gene Resources and Germplasm Enhancement on Loess Plateau, Ministry of Agriculture, Taiyuan 030031)

Abstract: Lodging is a key factor that causes reduction of output of proso millet. Selecting and breeding proso millet germplasm with resistance to lodging is the fundamental and most effective measure to solve lodging. After lodging identification on 1192 copies of Shanxi proso millet germplasm, 71 copies of proso millet germplasm with high resistance to lodging were selected. Comparative study was done on morphological characteristics of stem and root of proso millet germplasm with high resistance to lodging and proso millet germplasm with no resistance to lodging respectively. Result showed that resistance to lodging was relevant to morphological characteristics of stem and root. Stem and root of proso millet germplasm with high resistance are superior in morphological characteristics. The superiority forms lodging resistance.

Key words: proso millet; germplasm resources; lodging resistance; identification; morphological characteristics

倒伏与丰产是黍稷生产中一对突出的矛盾, 因倒伏造成的减产, 轻者达 15%, 重者超过 50%^[1]。倒伏不仅影响产量, 而且降低子粒品质和秸秆的利用价值^[2]。倒伏的类型分为茎倒和根倒 2 种^[3]。造成倒伏的原因是多方面的, 如栽培留苗密度过大, 氮素养分过量, 抽穗灌浆期遭遇暴风雨等^[4]。然而种质的抗倒能力强弱, 则是造成种质倒伏轻与重的

内在原因, 因此, 要从根源上解决黍稷的倒伏问题, 还应该从选育抗倒伏性种质着手^[5]。山西黍稷种质资源类型丰富, 且在全国黍稷种质资源中具有代表性。为此, 本课题组于 2011 年首先从山西收集、保存的黍稷种质资源开始, 进行了黍稷种质资源的抗倒性鉴定, 目的是从中筛选一批高抗倒伏的种质供我国黍稷育种和生产利用, 以期解决当前在黍稷

收稿日期: 2015-03-09 修回日期: 2015-06-20 网络出版日期: 2015-12-09

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20151209.0925.046.html>

基金项目: 农业部作物种质资源保护与利用专项(2015NWB030-08); 国家黍稷种质资源平台(NICGR2015-027); 山西省农业科学院育种工程专项(11yzgc107)

第一作者研究方向为黍稷种质资源研究。E-mail: wanglun976pzs@sina.com

通信作者: 王星玉, 研究方向为黍稷种质资源研究。E-mail: 13935162331@139.com

生产实践中因倒伏造成大幅减产的困扰。同时对黍稷种质抗倒伏性的茎、根形态特征进行进一步的分析研究,为今后黍稷生产实践和抗倒性育种提供参考依据。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

供鉴定的黍稷种质资源共计 1192 份,分别来自山西省自北向南的 11 个市^[6]。其中雁北的大同市、朔州市 361 份,晋北的忻州市 204 份,晋中的太原市、阳泉市、晋中市 217 份,晋西的吕梁市 84 份,晋东南的长治市、晋城市 111 份,晋南的临汾市、运城市 215 份^[7-9]。

1.2 鉴定方法

1.2.1 高水肥鉴定法 采用的具体方法和步骤以及分级评价标准等均依照《黍稷种质资源描述规范和数据标准》进行操作。试验设在山西省农业科学院品种资源所榆次东阳试验地。播前以每 667 m² 施入 4000 kg 有机肥,拌入 50 kg 过磷酸钙、40 kg 尿素作底肥。每份种质种植 1 个小区,每小区 2 m²,连保护行在内共用土地 2668 m²。播深 5 cm,株距 10 cm,行距 20 cm,拔节期浇水 1 次,并每 667 m² 追施尿素 10 kg。灌浆期至成熟期大水漫灌 2 次,前后相隔 7 d,第 2 次灌水 6 d 后,集中调查每份种质的倒伏情况。

1.2.2 分级和评价标准 按下列标准进行分级。0 级:基本不倒伏,1 级:倒伏面积 50% 以上,倒伏程度 16°~30°,2 级:倒伏面积 50% 以上,倒伏程度 31°~60°,3 级:倒伏面积 50% 以上,倒伏程度 60° 以上。根据鉴定级别,确定不同种质的抗倒性评价。0 级为高抗(0 级),1 级为抗倒(1 级),3 级为中抗(2 级),5 级为不抗(3 级)^[10]。

1.2.3 高抗倒种质与不抗倒种质茎、根形态特征调查 成熟收获时各随机取样 20 份种质,每份 10 株,各项目调查后取平均值。调查方法为(1)株高:以米尺测量地上部分茎基部至穗颈节的高度,单位为 cm,精确到 0.1。(2)茎基部节间的长度和直径:以米尺测量地上可见第一茎节间的长度,单位为 cm,精确到 0.1;以卡尺测量地上可见第一茎节间的直径,量扁的一面,单位为 cm,精确到 0.1。(3)穗颈长:以米尺测量主穗穗颈节至穗基部第一分枝的长度,单位为 cm,精确到 0.1。(4)叶与茎的夹角:以量角器测量旗叶与茎的角度,单位为度,精确到整数。(5)上部 3 片叶的叶面积:用由浙江托普仪器

公司生产的 YMJ-C 型活体叶面积仪测量,分别测出旗叶、倒 1 叶、倒 2 叶的平均叶面积之和,单位为 cm²,精确到 0.1。(6)次生根和支持根条数:以铁锹挖出样株,抖净土壤后分别统计条数,地下部分的根为次生根,地上部分由茎基部伸出入土的根为支持根,单位为条,精确到 0.1。(7)根质量:统计完次生根和支持根后的样株,用剪刀剪下次生根,在实验室烘干后称质量,单位 g,精确到 0.1。

2 结果与分析

2.1 抗倒性鉴定结果

抗倒性鉴定结果统计表明(表 1),绝大多数的种质都出现不同程度的倒伏。0 级高抗倒的种质最少,只有 71 份,占鉴定种质总数的 5.96%;5 级不抗倒的种质最多,共 522 份,占鉴定总数的 43.79%;1 级抗倒种质也只有 117 份,占鉴定种质总数的 9.82%;3 级中抗种质共 482 份,占鉴定种质总数的 40.44%,数量和比例仅次于 5 级不抗倒的种质;0 级高抗倒的种质和 1 级抗倒的种质合计只有 188 份,占鉴定种质总数的 15.77%。由此可以看出,在黍稷生产上因倒伏造成的减产是不容小觑的,也说明倒伏是黍稷丰产的一大障碍。不同来源种质的抗倒级别也存在差异,在 0 级高抗倒种质中,大同市、朔州市的种质所占比例最高,为 6.93%,太原市、阳泉市、晋中市的种质所占比例最低,为 4.15%,最高与最低相差 2.78%;在 1 级抗倒种质中,长治市、晋城市的种质比例最高,为 21.62%,吕梁市的种质比例最低,为 7.14%,最高与最低相差 14.48%;在 3 级中抗种质中,太原市、阳泉市、晋中市的种质比例最高,为 42.40%,长治市、晋城市的种质比例最低,为 35.14%,最高与最低相差 7.26%;在 5 级不抗种质中,吕梁市的种质比例最高,为 48.81%,长治市、晋城市的比例最低,为 36.94%,最高与最低相差 11.87%。不同抗倒性评价级别中的种质比例最高与最低差数的不同,说明不同评价级别的抗倒性种质在不同生态环境中的稳定性和可变性也不相同。最高与最低差数最小的是 0 级高抗倒种质,说明 0 级高抗倒种质稳定性最好,可变性最小,不论是在不同的生态环境或是栽培管理措施不当,还是在遭受突发的暴风雨等不利的逆境条件下,出现倒伏的机率很小,即使出现,倒伏的程度也不会太大;而与之相反的是 1 级抗倒种质,最高与最低差数最大,说明稳定性差,可变性大。虽然抗倒性比较强,但在不同的生态环境下,特别是栽培管理措施不当以及遭受

暴风雨的情况下,常常会出现倒伏,虽然倒伏的程度不大,也会给最终的产量带来一定损失。3 级中抗种质最高与最低差数较小,仅大于 0 级高抗倒种质,说明 3 级中抗种质的稳定性较好,可变性较小,不论是常规栽培下还是在遭受逆境的情况下,均不会出现太大的倒伏波动。5 级不抗倒的种质最高与最低的差数较大,大于 0 级高抗倒种质和 3 级中抗倒种

质,小于 1 级抗倒种质,说明 5 级不抗倒种质稳定性差,可变性大,原本就抗倒性不好,在遭受栽培不当或突发逆境的情况下,倒伏程度就会更加严重。由此看来,0 级高抗倒的种质虽然数量最少,但不论在抗倒性上还是在稳定性上表现都很好,在黍稷育种和生产中均具有最重要的利用价值。

表 1 黍稷种质资源抗倒性鉴定结果

Table 1 Proso millet germplasm resources lodging resistance appraisal result

种质来源 Origin	种质数(份) Number	0 级(份) Level 0	百分率(%) Percentage	1 级(份) Level 1	百分率(%) Percentage	3 级(份) Level 3	百分率(%) Percentage	5 级(份) Level 5	百分率(%) Percentage
大同市、朔州市	361	25	6.93	18	4.99	148	41.00	170	47.09
忻州市	204	12	5.88	16	7.84	84	41.18	92	45.10
太原市、阳泉市、晋中市	217	9	4.15	21	9.68	92	42.40	95	43.78
吕梁市	84	4	4.76	6	7.14	33	39.29	41	48.81
长治市、晋城市	111	7	6.31	24	21.62	39	35.14	41	36.94
临汾市、运城市	215	14	6.51	32	14.88	86	40.00	83	38.61
总计 Total	1192	71	5.96	117	9.82	482	40.44	522	43.79

2.2 筛选出的 0 级高抗倒种质的国编号、名称和来源

鉴定筛选出的 0 级高抗倒种质 71 份,其中来自大同市、朔州市 25 份,忻州市 12 份,太原市、阳泉市、晋中市 9 份,吕梁市 4 份,长治市、晋城市 7 份,临汾市、运城市 14 份。具体信息见表 2。

2.3 高抗倒种质与不抗倒种质茎、根的形态特征比较

黍稷种质的倒伏类型主要有 2 种,分别是茎倒和根倒。因此,抗倒性和不抗倒性均与茎部和根部的形态特征有着密切关系^[11],为了分析抗倒性和不抗倒性种质在茎、根形态特征上的具体差异,同时也为验证此次鉴定的可靠程度,在成熟收获时对 0 级高抗倒种质和 5 级不抗倒种质分别进行了调查研究。调查项目为直接影响茎倒和根倒的相关性状,主要有株高、茎基部节间长度、茎基部节间直径、穗颈长、叶与茎的夹角、上部 3 片叶的叶面积、次生根的数量、支持根的条数、风干后根的质量。结果(表 3)显示,0 级高抗倒种质和 5 级不抗倒种质在茎部和根部形态特征上具有差异。先从茎的形态特征比较^[12],高抗的株高比不抗的低 24.6 cm;高抗的茎基部节间的长度比不抗的短 3.2 cm,高抗的茎基部节间的直径比不抗的粗 0.4 cm;高抗的穗颈长比不抗的短 8.1 cm;高抗的叶与茎的夹角比不抗的夹角小

21°;再从根的形态特征比较,高抗的上部 3 片叶叶面积比不抗的小 162.3 m²。高抗的次生根的条数比不抗的多 8.6 条;高抗的支持根比不抗的多 5.2 条;高抗的根的质量比不抗的多 1.2g,差异均达到显著水平,说明黍稷种质资源的抗倒性与茎部和根部的形态特征是密切相关的^[13]。

3 讨论

黍稷种质资源的倒伏性是造成黍稷减产的一大因素,特别是在灌浆期遭遇狂风暴雨的突发自然灾害,带来的损失是不可挽救的,也是多年来黍稷在高产示范中,产量难以突破千斤的制约因素。尽管如此,黍稷抗倒伏种质的筛选以及相关的育种工作,在我国黍稷科研和育种中仍然是一个薄弱的环节和滞后的状态。多年来黍稷种质的倒伏性一直是困扰生产的一大难题。黍稷种质资源的抗倒性鉴定也从未立项开展,更没有制定规范的鉴定方法和评价标准,直到 2006 年中国农业出版社出版的由王星玉、王纶编著的《黍稷种质资源描述规范和数据标准》的出台,其中的抗倒性鉴定内容才为黍稷规范的抗倒性鉴定方法以及分级和评价的标准提供了依据。在此基础上,此次鉴定在高抗倒和不抗倒种质茎和根的形态特征上,又做了进一步的研究,也使得抗倒性鉴定的方法更加完善。

表 2 0 级高抗倒种质的国编号、名称和来源

Table 2 Accession number, variety name and origin of proso millet germplasm with high resistance to lodging

序号 Code	国编号 Accession number	种质名称 Variety	来源 Origin	序号 Code	国编号 Accession number	种质名称 Variety	来源 Origin
1	0000968	红罗黍	大同市	37	00003331	黄罗伞	忻州市宁武县
2	00003182	红糜子	朔州市	38	00001219	金软黍	太原市
3	00003196	轮精糜	大同市怀仁县	39	00003363	黑骷髅	晋中市平遥县
4	0000932	箬篱白黍	朔州市	40	00001248	疙塔黍	晋中市榆次区
5	00001002	红秆红黍	大同市山阴县	41	00003367	箬篱头	晋中市寿阳县
6	00001062	马鸟黍	朔州市平鲁县	42	00001292	黄连三	晋中市寿阳县
7	00000835	瓜皮绿	大同市	43	00001249	千斤黍	晋中市榆次区
8	00000880	紫罗带	大同市天镇县	44	00001329	黄穗散	晋中市介休市
9	00000905	支黄黍	大同市阳高县	45	0001254	黑葡萄	晋中市榆次区
10	0000935	紫盖头	朔州市	46	00001276	大黑黍	晋中市昔阳县
11	0000940	红脸黍	大同市灵丘县	47	00001349	小红软糜	吕梁市方山县
12	0000947	十样精	大同市灵丘县	48	00001358	黑蛇蚤	吕梁市汾阳县
13	0000998	大瓦灰	大同市左云县	49	00003427	黑硬糜	吕梁市临县
14	00000864	金疙瘩	大同市天镇县	50	00003431	白硬糜子	吕梁市柳林县
15	0000972	小紫轮	大同市	51	00001393	红软黍	长治市
16	0000995	玉带白	大同市左云县	52	00001397	红仁粟黍	晋城市陵川县
17	00003162	花糜子	大同市天镇县	53	00001402	黑粘黍	晋城市陵川县
18	00003197	黄蜡黍	大同市怀仁县	54	00001426	软黍	长治市沁县
19	00003208	地皮糜	大同市	55	00001439	千斤黍	长治市襄垣县
20	00003235	一点清	大同市应县	56	00003435	黄硬黍	长治市
21	00003238	青牛蛋	朔州市右玉县	57	00003481	六松天	晋城市沁水县
22	00003244	二黄黍	朔州市平鲁县	58	00001498	浅黄软黍	临汾市浮山县
23	00003247	紧穗糜	朔州市平鲁县	59	00003518	胶泥黄软黍	临汾市吉县
24	00003250	紫秆白	朔州市平鲁县	60	00003522	浅黄硬糜	临汾市汾西县
25	00003259	黑黍子	朔州市平鲁县	61	00001540	红胶泥	运城市
26	00001109	箬篱红	忻州市繁峙县	62	00001539	红粒黍	运城市
27	00001096	牛心黍	忻州市河曲县	63	00001583	白皮黍	运城市平陆县
28	00001101	葡萄黍	忻州市河曲县	64	00001544	犍牛蛋	运城市
29	00001193	红咀粘糜	忻州市五台县	65	00001541	黄胶泥	运城市
30	00001176	大红粘黍	忻州市五台县	66	00001496	浅红软黍	临汾市浮山县
31	00001144	灰脸蛋黍	忻州市偏关县	67	00001576	一斗金	运城市闻喜县
32	00001123	竹黍	忻州市保德县	68	00001585	黑黄黍	运城市平陆县
33	00001099	曲峪小白黍	忻州市河曲县	69	00003496	大节糜子	临汾市霍县
34	00003279	小红糜	忻州市河曲县	70	00003506	柿黄硬黍	临汾市浮山县
35	00003295	紫秸秆	忻州市保德县	71	00003554	火糜子	运城市芮城县
36	00003313	黄糜子	忻州市五寨县				

通过对 0 级高抗倒种质和 5 级不抗倒种质的茎部和根部形态特征比较,说明 0 级高抗倒种质在各项抗倒的形态特征上,均比 5 级不抗倒种质明显占有优势。抗倒性的形态特征表现,与生态环境的影响不能分开,也是一种固有的生态型表现。因此,0 级高抗倒种质不论引种在生态环境差异较大的异地种植,还是在栽培过程中出现的突发性的狂风暴雨

等逆境情况下,均会减轻因倒伏造成的产量损失。高抗倒种质与不抗倒种质茎、根的形态特征比较结果,为高抗倒种质的抗倒性提供了理论依据,也验证了此次鉴定方法的可行性和结果的可靠性。在黍稷抗倒性鉴定的方法上也做了相应的补充,更为今后在黍稷育种和生产实践中,直观地选择抗倒性种质提供了参考依据。

表 3 高抗倒和不抗倒种质茎部、根部形态特征比较

Table 3 Comparison on morphological characteristics of stem and root of germplasm with high resistance to lodging and germplasm with no resistance to lodging

种质 Germplasm	株高(cm) Plant height	茎基部节间 Basal internode stem		穗颈长 (cm) Length of spike neck	叶与茎的 夹角(°) Angle between leaf and stem	上部3片叶 面积(cm ²) Leaf area of the top three leaves	次生根(条) Number of secondary root	支持根(条) Number of prop root	根质量(g) Mass of root
		长度(cm) Length	直径(cm) Diameter						
5 级不抗倒 No resistance to lodging(level 5)	158.8 ±21.5	9.4 ±2.5	0.4 ±0.4	29.5 ±5.8	54.0 ±12.0	786.5 ±26.8	28.6 ±2.8	7.6 ±1.8	2.1 ±1.8

此次鉴定筛选的 71 份 0 级高抗倒种质,可直接供黍稷生产和育种利用^[14]。但是,如果在此次鉴定筛选出的 71 份高抗倒种质,再进一步进行多点、高水肥条件下的丰产性和适应性鉴定,以便从中筛选出不仅具有高抗倒的特性,而且还同时具有优良的高产性状和适应性广的特性^[15],这样对生产利用会产生更佳的效果,也会同时解决高产示范田黍稷用种的燃眉之急。

参考文献

- [1] 王星玉. 山西省黍稷品种资源研究[M]. 北京:农村读物出版社,1985:20-23
- [2] 朱新开,王祥菊,郭凯泉,等. 小麦倒伏的茎秆特征及对产量与品质的影响[J]. 麦类作物学报,2006,26(1):87-92
- [3] 田伯红. 禾谷类作物抗倒伏性的研究方法及其抗倒性评价[J]. 植物遗传资源学报,2013,14(2):265-269
- [4] 田保明,杨光圣,曹刚强,等. 农作物倒伏及其影响因素分析[J]. 中国农学通报,2006,22(4):163-167
- [5] 王星玉. 中国黍稷[M]. 北京:农业出版社,1996:110-123
- [6] 麦柏楠,王瑞平,李宗顺,等. 山西省行政区划图[J]. 北京:中国地图出版社,2009
- [7] 王星玉,魏仰浩. 中国黍稷品种资源目录[M]. 北京:农村读物出版社,1985:3-9
- [8] 王星玉. 中国黍稷品种资源目录(续编一)[M]. 北京:山西农科院品种资源研究所内部资料,1987:35-36
- [9] 王星玉. 中国黍稷品种资源目录(续编二)[M]. 北京:中国农业出版社,1994:58-113
- [10] 王星玉,王纶. 黍稷种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社,2006:59-60
- [11] 魏仰浩,王星玉,柴岩. 中国黍稷论文选[M]. 北京:农业出版社,1990:222-223
- [12] 杨惠杰,杨仁崔,李义珍,等. 水稻茎秆性状与抗倒性的关系[J]. 福建农业学报,2000,15(2):1-7
- [13] 管延安,李建和,任莲菊,等. 禾谷类作物倒伏性的研究[J]. 山东农业科学,1998(5):51-54
- [14] 王星玉. 中国黍稷优异种质的筛选利用[M]. 北京:中国农业出版社,1995:15-19
- [15] 高如箭,孙鹏举,李文瑞. 高产大麦品种抗倒伏性的研究[J]. 陕西农业科学,1990(1):5-6