

谷子育成品种(系)抗倒伏性鉴定与评价

高 鸣, 徐 研, 曲祥春, 马一铭, 高 忠, 周柏卉, 张伟龙*

(吉林省农业科学院, 吉林 公主岭 136100)

摘 要:为筛选抗倒伏性强、适宜机械化收获的谷子品种,以抗倒性不同的23个谷子品种(系)为材料,通过调查分析株高、单株鲜重、根干重、机械强度、倒伏级别等与倒伏系数之间的关系,评价了各个参试品种的抗倒伏性。结果表明,植株根干重、机械强度与倒伏系数关系最密切,根干重越大,茎秆的机械抗折力越大,从而机械强度越大,谷子越抗倒伏,为选育抗倒伏性强的谷子品种提供了理论基础。

关键词:谷子;品种;品系;抗倒伏;鉴定;评价

中图分类号:S515

文献标识码:A

文章编号:2096-5877(2024)01-0050-04

Identification and Evaluation on Lodging Resistance of Millet Varieties (Lines)

GAO Ming, XU Yan, QU Xiangchun, MA Yiming, GAO Zhong, ZHOU Baihui, ZHANG Weilong*

(Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100, China)

Abstract: In order to screen varieties suitable for mechanized harvest, 23 millet varieties with different lodging resistance were used as materials. By investigating various traits of varieties, the relationship between plant height, fresh weight per plant, root dry weight, mechanical strength and lodging coefficient was analyzed, and the lodging resistance of the tested varieties was evaluated. The results showed that the root weight and mechanical strength of the plant were most closely related to the lodging coefficient. The greater the root dry weight, the greater the stem bending resistance, the greater the mechanical strength of the stem, the stronger the lodging resistance of millet, the more suitable for mechanized harvesting, which provided a theoretical basis for breeding millet varieties with strong lodging resistance.

Key words: Millet; Variety strain; Lodging resistant; Identification; Evaluation

谷子(粟)是我国重要的旱作粮食作物,在我国有悠久的栽培历史,具有耐旱、耐贫瘠、稳产等特点,但谷子植株茎秆细且栽培种植群体密度大,如生育期遭遇风雨天气,部分品种易发生倒伏。倒伏在自然界中普遍存在,是由于外界的各种因素引发植株茎秆从自然直立状态到弯折扭曲的现象^[1]。倒伏对谷子的产量和品质影响很大,可导致叶片光合速率降低,秕谷率增大,同时也给收获带来诸多困难,机械收获时植株倒伏割台拾穗困难,增大机械收获的损失率的同时还容易

混入石粒等杂质,给种子处理带来困难,增加后期处理成本。谷子抽穗到成熟收获这一阶段,茎秆倒伏对产量影响最大,严重时可导致减产一半以上。为了提高谷子品种的抗倒伏性,选育抗倒伏性强的品种,目前应用的自然鉴定法对于谷子品种抗倒性的判定存在很多不可控制的外界因素和很大的偶然性,很容易受到如病害、虫害等外界因素的影响。国家谷子高粱产业技术体系河北省农林科学院谷子研究所程汝宏研究员等曾提出包括抗病性、抗倒伏性、穗码松紧度、穗整齐度等适合机械化生产的谷子品种性状指标。但在不受环境条件影响的前提下,准确鉴定植株抗倒伏性还需要一些量化指标。王勇等^[2]曾对小麦茎倒伏抗性的评价提供了鉴定的理论方法,提出了“倒伏指数”的概念;蒲定福等^[3]确定了“小麦品种倒伏系数”的定义,为进一步对小麦根倒伏的评价提供了理论依据;刘艳丽等^[4]用倒伏系数评价了谷子育成品种的抗倒性。本研究在小麦等作物对

收稿日期:2023-04-20

基金项目:吉林省科技发展中青年科技创新创业卓越人才(团队)项目(20210509018RQ);国家现代农业产业技术体系专项(CARS-06-14.5-B18)

作者简介:高 鸣(1983-),女,副研究员,硕士,主要从事谷子遗传育种研究。

通讯作者:张伟龙,男,硕士,研究员,E-mail: zhangwl1999@126.com

倒伏性评价方法的基础上,用“倒伏系数”作为谷子品种抗倒性的评价指标,来排除其他因素对谷子品种抗倒性的影响,客观地进行抗倒性的鉴定评价。本试验应用23个通过国家鉴定和省级认定的谷子品种和参加国家区试的谷子品系进行抗倒伏性鉴定,为选育抗倒伏性强、适宜机械化收获的谷子品种提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验品种

参试谷子品种为通过国家鉴定、省级认定以及当时参加区域试验的待审品系,共23份,分别为公谷75、公谷76、公矮5号、吉L050、公矮2号、九谷16、九谷19、九谷20、200314-2、200806-3、赤谷16、赤谷17、峰红谷、G294、1K193、12-3052、龙谷31、龙谷32、龙谷33、龙谷34、龙11-7004、嫩选15和嫩09-1。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计

试验在吉林省农业科学院作物资源研究所试验地进行,前茬作物为大豆,地势较为平坦,土质为淋溶黑钙土,肥力中等,旱地,试验采用平播,种肥随机器开沟施入。试验按照国家谷子高粱产业技术体系承担任务的具体实施方案进行,根据任务要求设置谷子品种,采用随机区组排列,设3次重复。每个品种均种植4行区,行长4.5 m,行距60 cm,留苗密度为50万株/hm²。在谷子蜡熟期,每个品种随机取样10株进行测定。管理与区域试验田一致,注意病虫害的防治^[5]。

1.2.2 测定指标与方法

株高(H)的测定:成熟期,测量主茎自第一个伸长节(节间长度在0.5 cm以上)基部到第一个小穗着生位置的距离,每个品种取10株进行测量,计算平均值。

基部节间长度(L)的测定:测量茎基部3~5节的节间长度,每个品种取10株进行测量,计算平均值。

单株鲜重(G)的测定:测量植株地上部包括穗、茎、叶的鲜重,每个品种取10株进行测量,计算平均值。

根干重(W):取0~40 cm深的谷子根系,每个品种取样10株,冲洗泥土后,标号,风干或者烘干后称重,计算平均值。

茎秆抗折力(S):测量方法是将基部3~5节的两端固定,用拉力计勾住茎秆中部位置并均匀缓慢地用力拉,快速记录下茎秆折断瞬间拉力计显示的读数,每个品种测10株,计算平均值。

机械强度(M): $M=S\times L/2$ 。

倒伏系数(LC): $LC=(H\times G)/(W\times M)$ 。

倒伏面积与倒伏级别:倒伏级别按照《谷子种质资源描述规范和数据标准》人工测量确定;倒伏面积按照每个品种小区倒伏发生的实际数量进行人工调查,确定倒伏百分比。

2 结果与分析

2.1 谷子品种(系)的性状鉴定

由表1可知,不同品种(系)的倒伏系数不相同,说明参试品种的抗倒伏能力有差异,其中公

表1 23个谷子品种(系)的倒伏相关因素调查表

品种(系)	株高/cm	基部节间长度/cm	茎秆抗折力/g	单株鲜重/g	根干重/g	机械强度/g	倒伏系数	倒伏面积/%	倒伏级别
公谷75	123.8	23.6	3 000	80.2	5.50	35 400	0.051 00	0	0
九谷16	142.7	30.9	2 400	66.6	4.45	37 080	0.057 60	0	0
公矮5号	136.7	25.7	3 000	70.3	3.98	38 550	0.062 63	0	0
龙谷34	135.9	28.2	2 500	69.6	3.93	35 250	0.068 28	0	0
G294	140.8	26.2	2 400	64.1	4.19	31 440	0.068 51	0	0
公谷76	142.8	25.2	2 000	82.4	6.31	25 200	0.074 00	0	0
公矮2号	95.2	19.8	2 900	73.4	3.05	28 710	0.079 80	0	0
龙谷32	139.0	25.9	2 300	51.9	2.98	29 785	0.081 28	0	0
九谷19	149.1	25.2	2 500	70.6	4.05	31 500	0.082 51	0	0
吉L050	137.5	25.6	3 000	95.4	4.13	38 400	0.082 71	0	0
龙谷31	143.4	32.5	2 000	89.6	4.77	32 500	0.082 88	0	0
九谷20	159.7	27.7	2 300	74.1	4.42	31 855	0.084 05	0	0
龙11-7004	136.2	28.4	1 500	61.0	3.89	21 300	0.100 27	10	0

续表 1

品种(系)	株高/cm	基部节间长度/cm	茎秆抗折力/g	单株鲜重/g	根干重/g	机械强度/g	倒伏系数	倒伏面积/%	倒伏级别
嫩09-1	148.1	28.8	2 100	74.4	3.63	30 240	0.100 38	10	1
12-3052	155.2	25.7	1 800	63.4	4.11	23 130	0.103 51	20	1
龙谷 33	146.5	28.5	1 700	74.8	3.66	24 225	0.123 59	10	1
峰红谷	158.4	31.4	1 500	62.1	3.09	23 550	0.135 18	30	1
赤谷 16	178.7	28.1	2 600	98.4	3.51	36 530	0.137 14	30	1
嫩选 15	121.5	27.1	1 200	38.7	2.07	16 260	0.139 70	45	1
200806-3	121.6	22.2	1 560	64.3	3.2	17 316	0.141 11	30	2
赤谷 17	142.5	27.2	1 900	70.8	2.75	25 840	0.141 98	50	2
200314-2	127.5	21.3	1 600	74.5	3.23	17 040	0.172 58	30	2
1K193	152.9	31.7	1 200	61.6	2.09	19 020	0.236 94	65	3

谷 75 的倒伏系数最小。在测定倒伏系数之前调查了田间倒伏的发生情况,以谷子品种国家区域试验倒伏级别的 0~4 级标准进行记载。田间倒伏级别与得到的倒伏系数相吻合,倒伏系数较小的材料田间调查基本没有发生倒伏现象,随着倒伏系数的增大,田间调查结果显示有不同程度的倒伏现象发生。株高、根干重、单株鲜重、茎秆抗折力、机械强度是综合影响倒伏系数的重要性状,倒伏系数越大,田间植株倒伏程度大,倒伏系数越小,植株抗倒伏能力就越强,倒伏系数在评价小麦和大麦品种抗倒性上得到了很好的利用^[6-7],与本研究得到的结果一致。其中公谷 75、九谷 16、公矮 5 号、龙谷 34、G294、公谷 76、公矮 2 号、龙谷 32、九谷 19、吉 L050、龙谷 31、九谷 20 倒伏系数小于 0.1,植株在田间没有发生倒伏现象,这些品种抗倒伏能力强;龙 11-7004、嫩 09-1、12-3052、龙谷 33、峰红谷、赤谷 16、嫩选

15、200806-3、赤谷 17、200314-2、1K193 倒伏系数较大,说明抗倒伏能力较差,田间表现出不同程度的倒伏现象,其中赤谷 17、200314-2、1K193 倒伏发生率最大。

2.2 倒伏指数与倒伏构成因素的相关性分析

由表 2 可知,茎秆抗折力与单株鲜重呈显著正相关关系,单株鲜重越大,茎秆抗折力越大;茎秆抗折力与机械强度呈显著正相关关系,茎秆抗折力越大,机械强度越大;机械强度、根干重、茎秆抗折力与倒伏系数之间呈显著负相关,数值越大,所得到的倒伏系数就越小,品种抗倒伏能力越强。这与刘艳丽等^[4]得到的分析结论一致。

株高与基部节间长度呈显著正相关关系,但与倒伏系数相关性不显著,因此株高不能单独决定谷子的倒伏能力,姚金宝等^[6]指出株高不是单独评价小麦品种抗倒伏性的指标,应该根据茎秆的特征进行综合评价分析。

表 2 倒伏系数与茎秆性状的相关性

	株 高	基部节间长度	茎秆抗折力	单株鲜重	根干重	机械强度
基部节间长度	0.637**					
茎秆抗折力	-0.125	-0.321				
单株鲜重	0.266	-0.028	0.527**			
根干重	0.100	-0.052	0.458*	0.525*		
机械强度	0.200	0.125	0.891**	0.552**	0.484*	
倒伏系数	0.187	0.159	-0.727**	-0.204	-0.698**	-0.706**

注:“*”表示显著相关;“**”表示极显著相关,下同

2.3 谷子倒伏系数及相关构成因素的通径分析

株高、单株鲜重、根干重、茎秆抗折力、机械强度是构成品种倒伏系数的因素。表 3 通径分析结果显示(回归方程为 $y=0.126\ 27+0.000\ 723\ 4x_1+0.001\ 436x_2-0.027\ 32x_3-0.000\ 004\ 315x_4$),品种倒伏

性受机械强度直接作用($P_{4\rightarrow y}=-0.704\ 1$),机械强度每增加一个标准值,可使品种倒伏系数平均减少 0.704 1 个数值,即机械强度越大,品种倒伏系数越小,越抗倒伏,这与蒲定福等^[3]得出的结论一致。根干重与倒伏系数存在负效应关系($P_{3\rightarrow y}=$

表3 品种倒伏系数与其构成因素的通径分析

项目	1→y	2→y	3→y	4→y	r _{iy}
株高 x ₁	0.273 5	0.115 3	-0.061	-0.140 8	0.187 0
单株鲜重 x ₂	0.072 8	0.432 9	-0.320 8	-0.388 9	-0.203 9
根干重 x ₃	0.027 3	0.227 2	-0.611 2	-0.341	-0.697 8*
机械强度 x ₄	0.054 7	0.239 1	-0.296	-0.704 1	-0.706 4*

-0.611 2), 并且机械强度值对谷子品种的倒伏系数有间接负效应的影响($P_{4 \rightarrow 3 \rightarrow y} = -0.296$), 在根干重、机械强度的共同作用下, 与倒伏系数的相关性达到显著水平($r_{3y} = -0.697 8^*$, $\alpha = 0.01$), 说明单株根系越发达, 其倒伏系数越小, 品种抗倒伏能力越强^[8]。单株鲜重与倒伏系数存在正效应关系($P_{2 \rightarrow y} = 0.432 9$), 然而通过机械强度对倒伏系数有间接负效应($P_{4 \rightarrow 2 \rightarrow y} = -0.320 8$), 解释了单株鲜重与倒伏系数表现出不相关的原因。而株高与倒伏系数呈正相关($P_{1 \rightarrow y} = 0.273 5$), 但其相关性不显著, 说明植株茎秆高的品种不一定抗倒伏能力差。

3 结论与讨论

谷子不同基因型之间的抗倒伏性存在差异, 在外界环境条件都符合的情况下抗倒伏性的田间鉴定才能进行, 如外界条件干扰或是未有出现可能引起倒伏情况的现象出现, 抗倒性的判定就要依靠理论指标来完成, 目前在小麦、水稻、大麦等作物上有很多关于抗倒性研究的相关信息^[9-12], 也出现了很多评价倒伏性的方法与指标^[13], 谷子属禾谷类作物, 其茎秆结构^[14]与水稻、小麦相似, 所以借鉴了小麦等作物的抗倒性评价指标, 利用计算倒伏系数来评价谷子品种的抗倒伏性, 给谷子抗倒伏鉴定提供了更可靠的理论支撑。

通过以国家鉴定、省级认定及参加区域试验的23份品种(系)为试验材料, 充分选择了不同区域、不同株高等性状差异的品种, 调查株高、基部节间长度、茎秆抗折力、单株鲜重、根干重等相关性状, 计算出了机械强度, 从而得到了倒伏系数, 并证实了倒伏系数与田间抗倒性调查所得的倒伏

面积的发生情况基本一致, 倒伏系数越小田间倒伏发生率越小, 植株抗倒伏能力越强, 说明利用倒伏系数能够比较准确地反映谷子品种的抗倒性。谷子育成品种的倒伏系数与机械强度、根干重具有显著相关性, 与株高、单株鲜重相关性不大。通过对抗倒伏性差异显著的几项指标对比发现, 植株根干重越大、茎秆的抗折力越大, 机械强度就越大, 倒伏系数就越小, 谷子品种的抗倒伏性就越强。

参考文献:

- [1] 曹庆军, 杨粉团, 姜晓莉, 等. 玉米抗茎倒能力评价及理想株型[J]. 东北农业科学, 2017, 42(2): 17-21.
- [2] 王 勇, 李晴祺. 小麦品种抗倒性评价方法的研究[J]. 华北农学报, 1995(3): 84-88.
- [3] 蒲定福, 周俊儒, 李邦发, 等. 根倒伏小麦抗倒性评价方法研究[J]. 西北农业学报, 2000(1): 58-61.
- [4] 刘艳丽, 田伯红, 张立新, 等. 谷子育成品种的抗倒性评价[J]. 河北农业科学, 2014, 18(4): 8-12.
- [5] 张伟龙, 高 鸣, 杨 波, 等. 不同密度对公谷88农艺性状和产量的影响[J]. 东北农业科学, 2023, 48(6): 31-34.
- [6] 姚金保, 张平平, 任丽娟, 等. 小麦抗倒指数遗传及其与茎秆特性的相关分析[J]. 作物学报, 2011, 37(3): 452-458.
- [7] 王 勇, 李斯深, 元增军, 等. 小麦抗倒性状的基因效应及杂种优势分析[J]. 西北植物学报, 1998, 18(4): 41-47.
- [8] 袁立新. 谷子株型对茎秆倒伏影响的研究[J]. 吉林农业科学, 1998, 23(4): 38-39, 55.
- [9] 王 莹, 杜建林. 大麦根倒伏抗倒性评价方法及其倒伏系数的通径分析[J]. 作物学报, 2001, 27(6): 941-945.
- [10] 田保明, 杨光圣. 农作物倒伏及其评价方法[J]. 中国农学通报, 2005, 21(7): 111-114.
- [11] Tian B H, Wang J G, Zhang L X, et al. Assessment of resistance to lodging of landrace and improved cultivars in foxtail millet[J]. Euphytica, 2010, 172(3): 295-302.
- [12] 姚瑞亮, 朱文祥. 小麦形态性状与倒伏的相关分析[J]. 广西农业大学学报, 1998(S1): 16-18, 23.
- [13] 田伯红. 禾谷类作物抗倒伏性的研究方法与其抗倒性评价[J]. 植物遗传资源学报, 2013, 14(2): 265-269.
- [14] 袁 蕊, 武懿茂, 郝兴宇, 等. EMS矮化谷子突变体生理及品质性状研究[J]. 东北农业科学, 2022, 47(3): 47-50, 93.

(责任编辑: 范杰英)