

山西十种小米理化指标及蒸煮特性研究

杨成元¹, 侯东辉¹, 陈丽红¹, 李婧¹, 岳忠孝¹, 冯耐红^{1*}, 贾丽艳²

(1. 山西农业大学(山西省农业科学院)经济作物研究所, 山西 汾阳 032200; 2. 山西农业大学食品科学与工程学院, 山西 太谷 030801)

摘要:以山西十种主推谷子碾制小米为研究对象,分析其主要物理性状、矿质元素含量、色差变异和小米粥、小米饭的感官评价特性。结果表明,小米粒径与千粒重呈正相关,晋谷61、晋谷54、晋谷21千粒重、粒径数值较大;室温放置半年后晋谷21、晋汾107黄度值和明度值变幅较小,商品稳定性好,黄度值和色差值呈正相关,明度值呈负相关。不同品种小米钙、硒变幅分别在0.013%~0.018%、0.237~0.352 mg/kg之间,铁、锌变幅在22.6~32.0 mg/kg、25.3~30.3 mg/kg之间,品种间差异显著;晋汾107钙、硒含量最高,晋谷21铁含量最高,晋谷61锌含量最高,为谷子品种的功能定位提供了很好的依据。综合各因素对比,除社会上主推近30年的品种晋谷21外,晋汾107综合性状较好,稳定性好,可作为优质新品种大力推广。

关键词:小米;矿质元素;色差变异;小米粥;小米饭;感官评价

中图分类号:S515

文献标识码:A

文章编号:2096-5877(2020)03-0025-05

Study on Physicochemical Indices and Cooking Characteristics of Ten Kinds of Millet

YANG Chengyuan¹, HOU Donghui¹, CHEN Lihong¹, LI Jing¹, YUE Zhongxiao¹, FENG Naihong^{1*}, JIA Liyan²

(1. *Institute of Economic Crops, Shanxi Agricultural University (Shanxi Academy of Agricultural Sciences), Fenyang 032200; 2. College of Food Science and Engineering, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, China*)

Abstract: Taking ten main varieties of millet in Shanxi as research objects, the main physical properties, mineral element content, chromatic aberration variation and sensory evaluation characteristics of millet congee and rice were analyzed. The results showed that millet grain size was positively correlated with 1000-grain weight. The 1000-grain weight and grain size of Jingu 61, Jingu 54 and Jingu 21 were larger. The yellowness and brightness values of Jingu 21, Jinfen 107 changed slightly after six months storage at room temperature, and the stability of commodity was good. The yellowness value was positively correlated with the color difference value, while negatively correlated with the brightness value. The variation of calcium and selenium in different millet varieties ranged from 0.013~0.018% and 0.237~0.352 mg/kg, respectively, with no significant difference among different varieties. The variation of iron and zinc ranged between 22.6~32.0 mg/kg and 25.3~30.3 mg/kg. Jinfen 107 had the highest iron content, Jingu 61 had the highest zinc content, and Fenxuan 3 had the highest selenium content, which provided a good basis for the functional orientation of millet varieties. Based on the comparison of various factors, except Jingu 21, which has been promoted for nearly 30 years in the society, Jinfen 107 has good comprehensive characters and good stability, and can be promoted as a high-quality new variety.

Key words: Millet; Mineral elements; Chromatic aberration variation; Millet congee; Millet rice; Sensory evaluation

山西因其独特的地理气候条件,成为小杂粮

主产省,素有“小杂粮王国”之美誉,而谷子居小杂粮之首,年播种面积在25万hm²,近年来由于人们对谷子等杂粮营养保健功能的青睐,使得谷子面积处于逐年攀升的态势。山西至今审(认)定60多个谷子品种,晋谷21自1991年审定至今,一直作为省内外多地主推品种,近30年累计推广面积超过667万hm²,为多方人士公认的优质品种;

收稿日期:2019-05-30

基金项目:国家现代农业产业技术体系(CARS-06-13.5-B9);国家重点研发计划(2018YFD1001003-2)

作者简介:杨成元(1970-),男,副研究员,主要从事谷子育种栽培及综合利用研究。

通讯作者:冯耐红,女,硕士,副研究员,E-mail: fnaihong@126.com

随着渗水地膜的广泛应用,晋谷 21 逐步扩展到山西北方、陕西、甘肃、宁夏、新疆、内蒙等冷凉区,拓宽了种植区域。但其优质、推广面积大的原因究竟是什么,目前还没有足够的理论数据支撑。文献中科研人员对小米等不同作物淀粉颗粒大小、形态和理化特性等研究开始深入^[1-2],对其蛋白、脂肪等营养评价的相关性研究也逐步开展^[3],但对物理性状、矿质元素、色差变异和对感官评价影响的研究还较少^[4],我们根据已育成优质品种的理化、营养与感官评价的相关性研究,对指导优质新品种选育具有重要意义。

本试验以经作所育成、目前山西主推的 10 个优质谷子品种碾成的小米为研究对象,测定小米物理品质、矿质元素,并用其熬粥、蒸饭,进行感官评价,提供优质结论的数据支撑。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

①晋谷 21、②晋谷 29、③晋谷 40、④晋谷 54、⑤晋谷 57、⑥晋谷 61、⑦晋汾 103、⑧晋汾 106、⑨晋汾 107、⑩汾选 3,2018 年在山西省农业科学院经济作物研究所试验地种植并收获。

1.2 试验仪器

液相色谱-原子荧光联用仪(LC-AFS6500)(北京海光仪器有限公司)、原子吸收分光光度计(240-FS AA)(美国安捷伦科技公司)、微电脑自动数粒仪(SLY-C)(浙江托普仪器有限公司)、游标卡尺 91511(0~150 mm)(世达工具(上海)有限公司)、碾米机(XMJ100)(山东鱼台金利粮油机械有限公司)、色差仪(SMY-2000SF)(上海魅宇仪器设备有限公司)、物性测定仪(TAXTPLUS 32)(英国 Stable Micro Systems 公司)、电子天平(BSA124S)(德国赛多利斯科学仪器(北京)有限公司)、蒸烤箱(HN678)(西门子(中国)有限公司)、电磁炉(C21-WT2105)(美的集团股份有限公司)

1.3 试验方法

1.3.1 小米的获得

将不同品种的谷子分别碾成小米,去杂,过筛,去除碎米和米糠,制得精小米放入自封袋中,在室温(平均温度 26℃)贮藏备用。

1.3.2 千粒重测定

数粒仪数出 1000 粒小米,用电子天平称得重量即为千粒重。

1.3.3 粒径测定

用数显游标卡尺测得小米粒径。

1.3.4 硬度测定

用物性测定仪测定不同品种小米粒硬度。

1.3.5 黄度值测定

用色差仪测定,读取黄度值(Y)、明度值(L)和 CIE1976 均匀颜色空间等值。

1.3.6 钙铁锌硒等指标测定

用原子吸收分光光度计、液相色谱-原子荧光联用仪,按 GB 5009.92-2016, GB 5009.90-2016, GB 5009.14-2017, GB 5009.93-2017 进行测定。

1.3.7 小米粥试验

分别称取 10 个不同品种小米 100 g,将 10 个 30 cm 的不锈钢锅放置在同样的电磁炉上,加入 2000 mL 自来水,同时开火 2000 W,水响时加入 100 g 小米,水开计时 5 min,后调小火 1400 W,再煮 15 min,即成小米粥。

1.3.8 小米饭试验

分别称取 10 个不同品种小米 100 g,倒入同样大小的陶瓷碗中,加入 400 mL 自来水,放入蒸箱中,水沸腾后计时,30 min 蒸熟成小米饭。

1.4 数据处理方法

测定千粒重、粒径、硬度、色差值均重复 10 次,取平均值;钙铁锌硒等指标测定均重复 3 次取平均值。

小米硬度数据使用物性测试仪,黄色值使用色差仪自带软件进行处理,其他数据使用 Excel 2007 和 SPSS 22.0 软件进行处理和分析。

小米粥、小米饭感官评价方法请经过培训的 15 位评委品尝打分,依据 GB/T 15682-2008。

2 结果与分析

2.1 10 种小米千粒重、粒径、硬度等物理品质分析

由表 1 可知,小米千粒重^[5]变幅在 2.26~2.54 g 之间,最大值为晋谷 61 和晋谷 54,最小值为晋谷

表 1 10 种小米千粒重、粒径、硬度值

品种	千粒重(g)	粒径(mm)	硬度(g)
晋谷 21	2.53±0.01a	1.73±0.07a	5207.13±359.23a
晋谷 29	2.39±0.00d	1.65±0.16ab	5518.38±743.92a
晋谷 40	2.26±0.00f	1.58±0.08bc	5126.83±650.97a
晋谷 54	2.54±0.01a	1.66±0.06ab	4955.83±571.37ab
晋谷 57	2.39±0.02d	1.53±0.08c	4599.02±240.42abc
晋谷 61	2.54±0.03a	1.65±0.07ab	4633.25±582.25abc
晋汾 103	2.50±0.03b	1.64±0.07b	3528.33±579.23c
晋汾 106	2.36±0.03e	1.59±0.08bc	3800.22±698.98bc
晋汾 107	2.44±0.01c	1.65±0.15b	4981.42±347.02ab
汾选 3	2.44±0.00c	1.61±0.06b	4605.83±336.43abc

40。千粒重体现产量,从千粒重可以预测出晋谷61和晋谷54产量较高。粒径与千粒重之间呈正相关,粒径变幅1.53~1.73 mm看,粒径大的晋谷54千粒重也比较大,粒径小的晋谷40千粒重也比较小。小米硬度变幅在3528.33~5518.38 g,小米硬度大,在碾米时不容易破碎,整米率较高,极差小的说明小米商品性较好,整齐统一,稳定性好。

2.2 10种小米色泽分析

2.2.1 收获当年小米色差值测定

由表2可知,当年收获的新小米,明度指数

(L*)范围在53.64~62.35,随着L*值由小增大,小米色泽渐变光亮,晋谷21明度值最高,晋谷57号明度值最低;色差(ΔE^*)范围在0~61.84;小米的黄度值是消费者关注的重要品质指标,这10种小米黄度值范围在114.46~141.80,结果显示黄度值和色差值呈正相关,晋谷57黄度值最高,晋谷21黄度值最低, $\Delta Y1$ 是选取晋谷21号小米为对照,表明某一品种与晋谷21的黄色差值,两个品种的 $\Delta Y1$ 值是27.33,肉眼可见明显差异;明度值和黄度值基本呈负相关。

表2 10种小米色泽比较(2018年12月15日)

品种	CIE1976均匀颜色空间								
	明度指数 (L*)	红绿值 (a*)	黄蓝值 (b*)	明度差值 (ΔL^*)	红绿差值 Δa^*	黄蓝差值 Δb^*	色差 (ΔE^*)	黄度值 (Y1)	黄度差值 $\Delta Y1$
晋谷21	62.35	11.65	58.90	0.00	0.00	0.00	0.00	114.46	0.00
晋谷29	59.44	14.50	78.32	-2.90	2.85	19.41	19.84	132.86	18.40
晋谷40	58.30	14.05	71.68	-4.05	2.39	12.78	13.61	129.79	15.32
晋谷54	56.88	18.63	80.44	-5.47	6.98	21.54	23.29	140.91	26.45
晋谷57	53.64	14.25	120.07	-8.70	2.60	61.17	61.84	141.80	27.33
晋谷61	55.18	13.88	89.09	-7.17	2.23	30.19	31.11	138.35	23.89
晋汾103	58.92	12.64	65.52	-3.43	0.99	6.61	7.51	123.67	9.21
晋汾106	54.89	13.49	72.39	-7.46	1.84	13.48	15.52	132.09	17.63
晋汾107	57.59	12.98	74.03	-4.76	1.33	15.12	15.91	130.23	15.77
汾选3	59.03	12.32	72.63	-3.32	0.67	13.72	14.13	127.61	13.14
AVG	57.62	13.84	78.31	-4.73	2.19	19.40	20.28	131.18	16.71
MAX	62.35	18.63	120.07	0.00	6.98	61.17	61.84	141.80	27.33
MIN	53.64	11.65	58.90	-8.70	0.00	0.00	0.00	114.46	0.00
R	8.71	6.98	61.17	8.70	6.98	61.17	61.84	27.34	27.33

2.2.2 室温放置半年后小米色差值测定

小米室温(平均温度26℃)放置半年后,L*范围在55.14~65.25,比刚收获的小米明度值有所升高,晋汾107明度值最高,晋谷54明度值最低;

ΔE^* 范围在-6.93~10.73;黄度值范围在97.60~121.96,比刚收获的小米黄度值有所降低,晋谷54黄度值最高,晋谷40黄度值最低,两个品种的 $\Delta Y1$ 值是24.36(表3)。

表3 10种小米色泽比较(2019年6月21日)

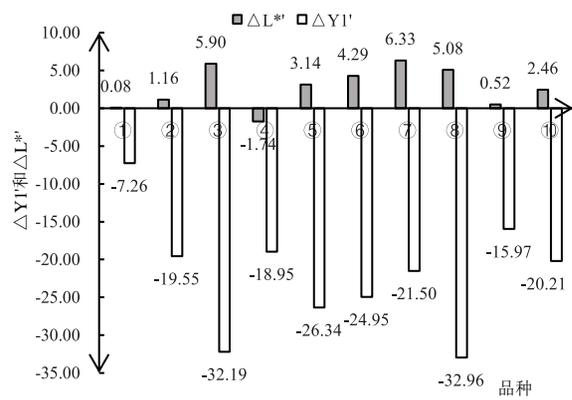
品种	CIE1976均匀颜色空间								
	明度指数 (L*)	红绿值 (a*)	黄蓝值 (b*)	明度差值 (ΔL^*)	红绿差值 (Δa^*)	黄蓝差值 (Δb^*)	色差 (ΔE^*)	黄度值 (Y1)	黄度差值 ($\Delta Y1$)
晋谷21	62.43	11.45	56.55	0.00	0.00	0.00	0.00	107.20	0.00
晋谷29	60.60	13.66	59.03	-1.83	2.20	2.48	3.42	113.31	6.10
晋谷40	64.20	9.86	49.65	1.77	-1.60	-6.89	-6.93	97.60	-9.60
晋谷54	55.14	14.02	64.29	-7.30	2.56	7.74	10.73	121.96	14.76
晋谷57	56.78	12.08	60.25	-5.65	0.62	3.71	6.19	115.46	8.26
晋谷61	59.47	12.42	59.87	-2.96	0.96	3.33	4.49	113.40	6.19
晋汾103	65.25	10.44	54.64	2.82	-1.02	-1.91	-3.22	102.17	-5.04
晋汾106	59.97	8.50	49.31	-2.46	-2.96	-7.24	-4.98	99.13	-8.07
晋汾107	58.11	12.85	58.81	-4.33	1.39	2.27	4.42	114.26	7.05

续表 3

品种	CIE1976 均匀颜色空间								
	明度指数 (L*)	红绿值 (a*)	黄蓝值 (b*)	明度差值 (ΔL^*)	红绿差值 (Δa^*)	黄蓝差值 (Δb^*)	色差 (ΔE^*)	黄度值 (Y1)	黄度差值 ($\Delta Y1$)
汾选 3	61.49	12.04	55.09	-0.94	0.58	-1.46	-0.62	107.40	0.20
AVE	60.34	11.73	56.75	-2.09	0.27	0.20	1.35	109.19	1.99
MAX	65.25	14.02	64.29	2.82	2.56	7.74	10.73	121.96	14.76
MIN	55.14	8.50	49.31	-7.30	-2.96	-7.24	-6.93	97.60	-9.60
R	10.11	5.52	14.98	10.12	5.52	14.98	17.66	24.36	24.36

2.2.3 室温放置半年前后小米色差变异分析

小米室温(平均温度 26 °C)保存半年后 L*值变幅: 晋谷 21<晋汾 107<晋谷 29<晋谷 54<汾选 3<晋谷 57<晋谷 61<晋汾 106<晋谷 40<晋汾 103; 黄度值变幅: 晋谷 21<晋汾 107<晋谷 54<晋谷 29<汾选 3<晋汾 103<晋谷 61<晋谷 57<晋谷 40<晋汾 106。小米商品稳定性直接影响消费者对产品的喜好程度, 放置半年后黄度、明度变幅小的, 说明小米产品色泽变化慢, 稳定性好, 晋谷 21 和晋汾 107 具有此特质, 这也是晋谷 21 育成推广 30 年经久不衰的原因之一, 并由此可见, 晋汾 107 与晋谷 21 色泽特性基本相似, 可作为优质、商品稳定性好的新品种进行推广(图 1)。



注: $\Delta Y1'$ 表示表 3 中的 Y1 与表 2 中的 Y1 之差值, ΔL^* 表示表 3 中 L*和表 2 中 L*之差值

图 1 不同品种小米室温放置半年后 L*值和 Y1 值变幅

2.3 10 种小米钙铁锌硒含量分析

人体生理代谢所必需的矿质元素在体内无法合成, 需要从食物中摄取。

小米中铁、锌等矿物质含量较丰富, 且品种间差异极显著, 晋谷 21 铁含量最高, 晋汾 107 次之, 晋汾 103 铁含量最低; 晋谷 61 锌含量最高, 晋汾 103 和晋谷 54 锌含量最低; 微量元素硒按照国家规定标准含量较丰富, 差异显著, 晋汾 107 硒含量最高, 晋汾 103 硒含量最低; 钙含量整体较高, 品

种间差异极显著, 晋汾 107 钙含量最高, 晋谷 40 和晋谷 54 钙含量最低; 晋汾 107 矿物质和微量元素硒的含量较高, 晋谷 21 中铁含量最高, 其他矿物质和微量元素硒的含量中等, 晋汾 103 中矿物质和微量元素硒的含量较低。这些数据为高钙、高铁、高锌、高硒等谷子品种的功能定位提供了很好的依据(结果见图 2、图 3)。

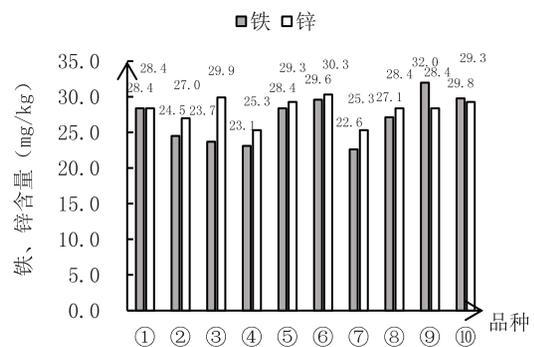


图 2 不同品种小米铁和锌含量

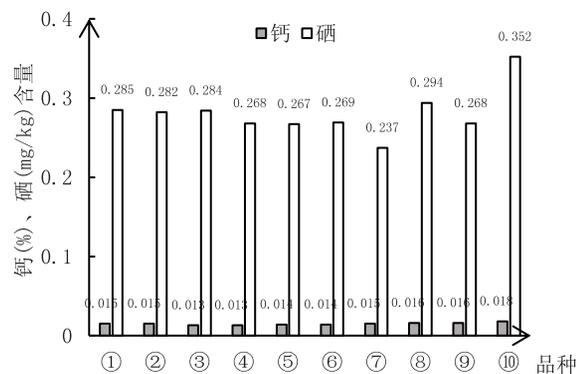


图 3 不同品种小米钙含量和硒含量

2.4 10 种小米粥感官评价

从小米粥感官评价得出: 晋谷 54、晋谷 21、晋汾 103、晋汾 107 从色泽、外观、气味来看较优, 晋谷 40、晋谷 21、晋汾 107 黏性、弹性和硬度较优, 不易分层, 综合评价晋谷 21、晋汾 107、晋谷 54 等熬粥较好(表 4)。

表4 小米粥感官评价结果

品种	色泽	外观	气味	滋味	粘性	弹性	硬度	分层	总分
	15	10	15	15	10	10	15	10	100
晋谷 21	13.36	8.86	13.43	14.00	9.00	8.14	13.29	10.00	90.08
晋谷 29	11.71	8.43	12.07	12.86	7.86	7.71	11.79	9.00	81.43
晋谷 40	11.36	9.00	10.50	11.01	9.14	8.86	13.86	9.00	82.73
晋谷 54	14.57	9.00	12.43	12.79	8.57	8.29	12.86	8.00	86.51
晋谷 57	11.50	8.57	11.14	12.07	8.43	8.43	12.50	8.00	80.64
晋谷 61	10.57	8.00	12.29	13.29	8.57	8.43	12.07	9.00	82.22
晋汾 103	13.64	8.43	12.00	12.64	8.86	8.86	12.57	9.00	86.00
晋汾 106	10.07	7.43	11.36	10.14	8.57	8.00	11.43	10.00	77.00
晋汾 107	13.00	8.71	12.71	13.14	8.71	8.43	12.79	10.00	87.49
汾选 3	11.86	8.14	11.57	11.07	7.71	8.14	12.71	8.00	79.20

2.5 10种小米饭感官评价

从小米饭感官评价得出:晋谷 54、晋谷 21、晋汾 107 从色泽、外观、气味来看较优,晋谷 40、晋谷 21、

晋汾 107 黏性、弹性和硬度较优,综合评价晋谷 21、晋汾 107、晋谷 57 等蒸饭较好(表 5)。

表5 小米饭感官评价结果

品种	色泽	外观	气味	滋味	粘性	弹性	硬度	适口性	总分
	15	10	10	15	10	10	15	15	100
晋谷 21	14.00	9.86	9.80	14.43	9.29	8.71	13.93	14.43	94.45
晋谷 29	12.93	9.14	8.80	12.57	8.29	8.57	11.00	11.14	82.44
晋谷 40	11.79	8.14	8.60	10.79	8.86	9.14	13.79	13.50	84.61
晋谷 54	14.00	9.29	8.80	12.29	8.71	8.14	11.50	11.50	84.23
晋谷 57	13.14	8.57	8.40	12.14	8.57	8.29	12.86	13.29	85.26
晋谷 61	12.57	8.00	9.60	13.43	8.00	7.86	12.57	12.43	84.46
晋汾 103	13.00	9.00	8.60	12.36	7.57	8.00	12.07	11.14	81.74
晋汾 106	11.64	8.00	8.40	11.86	7.86	7.86	11.57	12.00	79.19
晋汾 107	13.93	9.43	9.00	12.64	9.00	8.86	13.36	14.07	90.29
汾选 3	13.50	8.86	8.20	12.07	8.71	8.57	12.21	11.93	84.05

从表 4、表 5 感官评价结果可知:晋谷 21 号、晋汾 107 不论熬粥还是蒸饭,得分都居前位,这也是晋谷 21 号推广时间最长的原因之一,晋汾 107 也可做为优势品种大力推广;晋谷 54 熬粥得分较高,蒸饭得分较低,比较适合于熬粥;晋谷 57 熬粥得分较低,蒸饭得分较高,比较适合于蒸饭。

色差仪、物性分析仪等仪器所测色泽、硬度等物理品质和小米粥、小米饭感官评价结果基本一致,小米粥、饭滋味较好。

3 结 论

3.1 10种小米硬度、色泽等理化、营养品质和熬粥、蒸饭等感官评价色度、滋气味、黏弹性、适口性等方面基本一致

3.2 粒径与千粒重之间呈正相关,粒径大,千粒重也比较大,千粒重体现产量。小米硬度大,整

米率就高,极差小的说明小米商品性较好,整齐统一。

3.3 随着明度指数 L* 值由小增大,小米色泽渐变光亮,黄度值和色差值呈正相关,和明度值呈负相关,晋谷 21 和晋汾 107 室温放置半年后明度值和黄度值变幅较小,色泽变化慢,商品稳定性好,这也是晋谷 21 育成推广 30 年,一直被大众认可、企业热销、久推不衰的原因之一,尤其晋汾 107 与晋谷 21 色泽特性基本相似,可作为优质、商品稳定性好的新品种大力推广。

3.4 晋谷 21 高铁、晋汾 107 高钙硒、晋谷 61 高锌,为谷子品种的功能定位提供了很好的依据。

本研究以大量试验数据为基础,为更精准地选育山西优质谷子品种提供参考。

参考文献:

(下转第 40 页)

粒产量影响研究[J].中国土壤与肥料,2009(3):48-50.

[11] 高玉山,刘慧涛,边秀芝,等.吉林省西部淡黑钙土玉米钾肥适宜用量初探[J].吉林农业科学,2006,31(2):39-41.

[12] 尹彩侠,谢佳贵,侯云鹏,等.钾对玉米正常生长发育及其生理机能的影响[J].吉林农业科学,2008,33(5):24-25.

[13] 金凤霞,颜秀娟,林艳波,等.玉米氮、磷、钾肥料效应的研究[J].吉林农业科学,2008,33(6):48-50.

[14] 孔丽丽,杨晓丹,李 前,等.钾肥不同施用方式对春玉米钾素吸收、利用和产量的影响[J].玉米科学,2017,25(3):111-116,122.

[15] 郑福丽,刘兆辉,张文君,等.不同钾肥用量对玉米产量和土壤养分的影响[J].山东农业科学,2006,20(6):50-52.

[16] 倪大鹏,刘 强,阴卫军,等.施钾时期和施钾量对玉米产量形成的影响[J].山东农业科学,2007,21(4):76-80.

[17] 于振文,张 炜,余松烈.钾营养对冬小麦养分吸收分配、产量形成和品质的影响[J].作物学报,1996,22(4):442-447.

[18] 李文娟,何 萍,金继运.钾素营养对玉米生育后期干物质和养分积累与转运的影响[J].植物营养与肥料学报,2009,15(4):799-807.

(责任编辑:王 昱)

(上接第24页)

[2] 程富丽,杜 雄,刘梦星,等.玉米倒伏及其对产量的影响[J].玉米科学,2011,19(1):105-108.

[3] 丰 光,景希强,李妍妍,等.玉米茎秆性状与倒伏性的相关和通径分析[J].华北农学报,2010,25(S1):72-74.

[4] Horner E S, Lutrick M C, Chapman W H, et al. Effect of Recurrent Selection for Combining Ability with a Single-Cross Tester in Maize [J]. Crop Science, 1976, 16(1): 5-8.

[5] 李 川,乔江方,谷利敏,等.影响玉米籽粒直接机械化收获质量的生物学性状分析[J].华北农学报,2015,30(6):164-169.

[6] 刘武仁,郑金玉,罗 洋,等.自然倒伏对玉米根系和产量的影响[J].东北农业科学,2014,39(1):6-9.

[7] Thompson D. L. Stalk Strength of Corn as Measured by Crushing Strength and Rind Thickness1 [J]. Crop Science, 1963, 3: 323-329.

[8] 孙世贤,戴俊英,顾慰连.氮、磷、钾肥对玉米倒伏及其产量的影响[J].中国农业科学,1989,22(3):28-35.

[9] 王群瑛,胡昌浩.玉米茎秆抗倒特性的解剖研究[J].作物学报,1991,17(1):70-75.

[10] 李得孝.玉米抗倒性指标及其遗传研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2001.

[11] 勾 玲,赵 明,黄建军,等.玉米茎秆弯曲性能与抗倒能力的研究[J].作物学报,2008,34(4):653-661.

[12] 袁志华,冯宝萍,赵安庆,等.作物茎秆抗倒伏的力学分析及综合评价探讨[J].农业工程学报,2002,18(6):30-31.

[13] 柳枫贺.影响玉米机械收粒质量的主要因素研究[D].石河子:石河子大学,2013.

[14] 王克如,李少昆.玉米籽粒脱水速率影响因素分析[J].中国农业科学,2017,50(11):2027-2035.

[15] Kang M. S., Zuber M. S., Horrocks R. D. An electronic probe for estimating ear moisture content of maize [J]. Crop Science, 1978, 18(6): 1083-1084.

[16] Hallauer A R, Russell W A. Estimates of maturity and its inheritance in maize [J]. Crop Science, 1962, 2(4): 289-294.

[17] 李淑芳,张春宵,路 明,等.玉米籽粒自然脱水速率研究进展[J].分子植物育种,2014,12(4):825-829.

[18] Troyer A F, Ambrose W B. Plant characteristics affecting field drying rate of ear corn [J]. Crop Science, 1971, 11(4): 529-531.

[19] 李艳杰,史纪明,鞠成梅,等.玉米籽粒水分与品种性状相关性研究初报[J].玉米科学,2000,8(4):37-38.

[20] 李绍长,周锦瑶,盛 茜.五种基因型玉米籽粒灌浆特性的研究[J].石河子大学学报(自然科学版),1997(3):190-193.

[21] 李德新,宫秀杰,钱春荣.玉米籽粒灌浆及脱水速率品种差异与相关分析[J].中国农学通报,2011,27(27):92-97.

[22] 王振华,张忠臣,常华章,等.黑龙江省38个玉米自交系生理成熟期及籽粒自然脱水速率的分析[J].玉米科学,2001,9(2):53-55.

[23] 卫勇强,雷晓兵,梁晓伟,等.不同夏玉米品种籽粒自然脱水速率的研究[J].江苏农业科学,2011,39(6):167-168.

(责任编辑:王 昱)

(上接第29页)

[1] 张桂英,张喜文,杨 斌,等.不同品种小米淀粉理化特性的主成分分析与聚类分析[J].现代食品科技,2017(11):224-229.

[2] 李 星,王海寰,沈 群.不同品种小米品质特性研究[J].中国食品学报,2017,17(7):248-254.

[3] 杨 春,田志芳,卢健鸣,等.小米蛋白质研究进展[J].中国粮油学报,2010(8):123-128.

[4] Fan G Y, Yuan J C, Zhang L N, et al. Nutrient Composition of Different Foxtail Millet Seeds [J]. Agricultural Biotechnology, 2018, 7(5):35-37, 96.

[5] 李淑杰,高 鸣,胡喜连,等.优质、抗除草剂谷子新品种公谷80的创制与应用[J].东北农业科学,2017,42(6):8-9.

(责任编辑:王 昱)