

## 四川省玉米新品种主要性状分析

颜学海<sup>1</sup>, 许春梅<sup>2</sup>, 吴红梅<sup>3</sup>, 王锐<sup>4</sup> (1. 乐山市种子管理站, 四川乐山 614000; 2. 犍为县农业农村局, 四川乐山 614000; 3. 乐山市社会福利院, 四川乐山 614000; 4. 乐山市农业技术推广站, 四川乐山 614000)

**摘要** 为了解四川省近年来育成玉米品种的基本特点, 对2017—2021年四川省审定的普通玉米品种基本情况及产量、抗性、品质等主要性状进行相关分析。结果显示, 2017—2021年共有293个普通玉米品种通过四川省审定, 品种数量呈逐年上升趋势, 第一选育单位以企业为主。参与选育的母本自交系有216个, 父本自交系有206个, 选配了5个以上品种的自交系有8个。产量年度间呈下降趋势, 其余性状年度间变化趋势不明显。对大斑病、小斑病和茎腐病的抗性表现为“中抗”以上的品种占比均超过60.00%, 对穗腐病、纹枯病和丝黑穗病表现为“感”以下的品种占比均超过59.00%。穗位高、生育期、粗蛋白、粗脂肪、赖氨酸变异程度较大, 对穗腐病、纹枯病和丝黑穗病抗性表现较差, 建议四川下一步玉米育种中, 应在这些表现较差或者变异程度大的性状上下功夫, 继续加大对高产、稳产、优质、多抗品种选育。

**关键词** 玉米; 新品种; 主要性状; 四川

**中图分类号** S513 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2023)01-0029-04

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.01.006



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Analysis of Main Characters of New Maize Varieties in Sichuan Province

YAN Xue-hai<sup>1</sup>, XU Chun-mei<sup>2</sup>, WU Hong-mei<sup>3</sup> et al (1. Leshan Seed Management Station, Leshan, Sichuan 614000; 2. Agriculture and Rural Affairs Bureau of Qianwei County, Leshan, Sichuan 614000; 3. Leshan Social Welfare Institute of Sichuan Province, Leshan, Sichuan 614000)

**Abstract** In order to understand the basic characteristics of maize varieties raised in Sichuan Province in recent years, correlation analysis was carried out on the basic situation and main characters of yield, resistance and quality of common maize varieties approved by Sichuan Province from 2017 to 2021. The results showed that a total of 293 common maize varieties approved by Sichuan Province from 2017 to 2021, and the number of varieties showed an increasing trend year by year. The first breeding units were mainly enterprises. There were 216 female inbred lines, 206 male inbred lines and 8 inbred lines with more than 5 varieties selected. The yield showed a decreasing trend, but the change trend of other characters was not obvious. More than 60.00% of the cultivars were above medium resistance to big spot, small spot and stem rot, and more than 59.00% of the cultivars were below susceptible to ear rot, sheath blight and head smut. Ear position height, growth duration, crude protein, crude fat, lysine variation was larger. But the ear rot, sheath blight and head smut resistance performance was poorer, which suggested that we should pay more attention to the characters of great variation, and continue to increase the breeding of high-yield, stable-yield, high-quality, multi-resistance varieties.

**Key words** Maize; New varieties; Main character; Sichuan

玉米是我国第一大粮食作物, 具有产量高、增产潜力大、适应性强、用途广泛等特点, 是许多行业必不可少的原料, 在国家粮食安全和国民经济发展中起着重要作用<sup>[1-3]</sup>。2020年全国玉米播种面积达4 126.4万hm<sup>2</sup>, 产量近2.6亿t, 为粮食连续增产和粮食安全做出了重要贡献。四川是玉米大省, 种植面积近140万hm<sup>2</sup>, 产量超过760万t, 居全国前10位, 为四川省委、省政府重点打造的“川猪”“川酒”等特色产业提供了重要保障<sup>[4]</sup>。近年来, 主要农作物品种试验改革不断完善, 绿色通道和联合体试验等试验渠道相继开通, 科研创新活力和品种选育水平显著提升, 一批高产、优质、绿色、专用品种“井喷”而出, 四川玉米品种正处于更新换代的过渡时期。为进一步提高四川省玉米育种水平, 明确育种目标, 对当前审定品种的产量和主要性状变化趋势进行分析显得尤为重要<sup>[5]</sup>。陈春燕等<sup>[5]</sup>对2005—2014年四川省审定的226个玉米品种的产量、8个农艺性状和5个品质性状进行统计分析, 并对其变化趋势进行分析, 指出四川省玉米品种选育应根据生产需要选择适宜当地生态条件的区域品种, 继续加大高产、优质玉米新品种选育的投入力度。鉴于此, 笔者对近年来通过四川审定的

普通玉米品种主要性状进行分析, 总结产量、抗性、品质等相关性状变化趋势, 旨在为今后四川玉米品种的选育和筛选提供参考, 提高玉米品种的竞争力。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

**1.1.1 审定个数。**2017—2021年通过四川省审定的普通玉米品种共293个, 平均每年审定58.6个, 审定品种数量呈逐年上升趋势。其中2017年18个, 2018年17个, 2019年48个, 2020年95个, 2021年最多, 达到115个。

**1.1.2 审定品种来源。**通过对2017—2021年四川审定的普通玉米品种第一选育单位进行统计发现, 审定的品种来源多元化, 第一选育单位达93个。其中, 广西兆和种业有限公司、仲衍种业股份有限公司、四川省农业科学院作物研究所、四川奥力星农业科技有限公司、四川昊华城农业科技有限公司和四川华龙种业有限责任公司选育品种个数均在10个以上, 分别选育30、23、15、14、13和12个。2017—2021年通过四川省审定的普通玉米品种共293个品种中, 第一选育单位为企业的选育品种241个, 占比82.25%; 第一选育单位为科研院所的选育品种51个, 占比17.41%; 第一选育单位为个人的选育品种1个, 占比0.34%。

**1.2 试验方法** 该研究主要对四川省近年来(2017—2021

**基金项目** 乐山市2022年重点科技计划项目(22CCGTG001)。

**作者简介** 颜学海(1988—), 男, 四川眉山人, 高级农艺师, 硕士, 从事农作物品种管理、新品种试验示范等工作。

**收稿日期** 2022-03-07

年)审定的普通玉米品种的基本情况和产量、生育期、株高、穗位高、穗长、穗行数、行粒数、百粒重、出籽率、品质、抗性等主要性状进行统计分析。

**1.3 数据分析** 数据来源于四川省品种审定委员会的审定公告和中国种业大数据平台(<http://202.127.42.47:6010/SDSite/Home/Index>),用 Excel 软件进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 品种基本情况

**2.1.1 审定品种类型。**2017—2021年通过四川省审定的293个玉米品种中,适宜四川平坝丘陵地区种植的有169个,适宜四川山区种植的有98个,适宜高原种植的其他类型的26个。

**2.1.2 审定品种亲本分析。**2017—2021年通过四川省审定的293个玉米品种中,参与选育的母本有216个,其中SD375选配17个,Y9614选配6个,Yu125/SD375选配5个,Y1027和天自018选配4个;参与选育的父本有206个,其中BS1074选配9个,C8210和LR3869各选配7个,SD164和ZNC442各选配5个,660、S52、Y9614、YA8201、FL1411和Re67各选配4个。

**2.2 产量趋势变化分析** 由图1可知,2017—2021年四川省审定的玉米品种区域试验平均产量为7 641.00~13 024.50 kg/hm<sup>2</sup>,5年平均产量为9 026.40 kg/hm<sup>2</sup>,变异系数为7.38%;生产试验平均产量为6 961.50~14 026.50 kg/hm<sup>2</sup>,5年平均产量为9 093.45 kg/hm<sup>2</sup>,变异系数为9.72%。从年度间产量变化趋势来看,2018年审定的玉米品种区域试验和生产试验平均单产均最高,分别达到10 002.45和10 196.85 kg/hm<sup>2</sup>,2021年审定的玉米品种区域试验和生产试验平均单产均最低,分别只有8 835.90和8 785.80 kg/hm<sup>2</sup>,整体产量呈现下降趋势。

### 2.3 主要农艺性状趋势变化分析

**2.3.1 生育期。**2017—2021年四川省审定的玉米品种生育期为99.30~166.90 d,5年审定品种平均生育期为123.35 d,变异系数为10.32%,说明品种间生育期差异较大,生育期稳定性较差。从年度间平均生育期来看,除2018年平均生育期较大(达132.24 d)外,其余年份平均生育期年度间差异不大,变化趋势不明显(表1)。

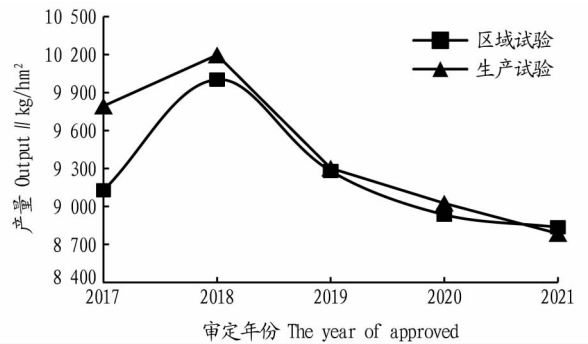


图1 2017—2021年通过四川省审定的普通玉米品种年度间产量变化

Fig. 1 Annual yield changes of common maize varieties approved by Sichuan Province from 2017 to 2021

**2.3.2 株高、穗位高。**2017—2021年四川省审定的玉米品种株高为206.40~322.90 cm,平均株高为282.06 cm,变异系数为5.87%,说明株高变幅较大,品种间具有一定的差异;5年审定品种穗位高为66.40~146.70 cm,平均穗位高为111.81 cm,变异系数为10.83%,说明品种间穗位高变幅较大,差异明显。从年度间平均值来看,2018年审定的品种株高和穗位高均最高,分别达291.76和125.54 cm,2021年度最低,分别为279.88和109.48 cm,总体上年度间变化趋势不明显(表1)。

**2.3.3 穗长、穗行数、行粒数、百粒重、出籽率。**2017—2021年四川省审定的玉米品种的穗长、穗行数、行粒数、百粒重、出籽率5个与产量相关的性状分别为14.90~25.60 cm、13.70~20.80行、28.9~45.00粒、25.50~39.80 g和79.30%~88.90%,平均值分别为19.79 cm、17.03行、37.14粒、32.60 g和84.41%,变异系数分别为7.13%、6.56%、5.87%、6.77%和1.94%。可以看出,这5个性状在品种间的变幅不大,变异系数体现出一定的差异。变异系数最大的是穗长,变异系数最小的是出籽率。从年度间来看,2019年审定的品种年均穗长最高,达20.90 cm;2018年审定的品种穗行数、行粒数、百粒重最高,分别达17.48行、38.19粒、32.86 g,2017年审定的品种出籽率最高,达85.09%。总体上年度间各主要农艺性状间差异都不明显(表1)。

表1 2017—2021年四川审定玉米品种主要农艺性状比较

Table 1 Comparison of main agronomic traits of certified maize varieties in Sichuan from 2017 to 2021

年份 Year	生育期 Growth period//d	株高 Plant height cm	穗位高 Ear height cm	穗长 Ear length cm	穗行数 Ear rows 行	行粒数 Grain number per line//粒	百粒重 Hundred grain weight//g	出籽率 Seed rate//%
2017	125.13	286.40	117.05	19.62	17.16	38.18	31.93	85.09
2018	132.24	291.76	125.54	19.72	17.48	38.19	32.86	84.19
2019	121.15	280.93	111.34	20.90	17.40	37.32	32.30	84.10
2020	122.85	282.76	111.47	19.91	17.01	36.94	32.68	84.23
2021	123.08	279.88	109.48	19.26	16.99	36.91	32.72	84.63
均值 Mean value	123.35	282.06	111.81	19.79	17.03	37.14	32.60	84.41
最大值 Maximum value	166.90	322.90	146.70	25.60	20.80	45.00	39.80	88.90
最小值 Minimum value	99.30	206.40	66.40	14.90	13.70	28.90	25.50	79.30
变异系数 Coefficient of variation//%	10.32	5.87	10.83	7.13	6.56	5.87	6.77	1.94

**2.4 主要品质趋势变化分析** 2017—2021 年四川省审定的玉米品种的容重、粗蛋白、粗脂肪、粗淀粉、赖氨酸 5 个与品质相关的性状分别为 650.00~824.00 g/L、7.28%~13.30%、3.10%~8.40%、61.40%~86.40%、0.21%~0.39%，平均值分别为 756.95 g/L、9.95%、4.53%、72.56%、0.30%，变异系数分别为 3.94%、11.05%、14.17%、5.91%、10.03%。可以看

出，粗蛋白、粗脂肪和赖氨酸 3 个性状变异系数均超过 10.00%，表明这 3 个性状在品种间差异非常明显，其余 2 个性状差异较不明显。从年度间来看，容重、粗蛋白年均值总体上呈现上升趋势，粗脂肪和赖氨酸年际间均值无明显变化，粗淀粉 2019 年均值较低 (69.06%)，其余年份均值差距不大，总体上这 5 个性状年际间差异基本都不明显 (表 2)。

表 2 2017—2021 年四川审定玉米品种主要品质性状比较

Table 2 Comparison of main quality traits of certified maize varieties in Sichuan from 2017 to 2021

年份 Year	容重 Bulk density g/L	粗蛋白 Crude protein %	粗脂肪 Crude fat %	粗淀粉 Crude starch %	赖氨酸 Lysine %
2017	751.22	9.60	4.41	76.60	0.30
2018	746.47	9.49	4.32	74.00	0.30
2019	755.33	9.54	4.46	69.06	0.29
2020	757.09	10.02	4.64	73.10	0.29
2021	759.95	10.18	4.51	72.72	0.30
均值 Mean	756.95	9.95	4.53	72.56	0.30
最大值 Maximum value	824.00	13.30	8.40	86.40	0.39
最小值 Minimum value	650.00	7.28	3.10	61.40	0.21
变异系数 Coefficient of variation//%	3.94	11.05	14.17	5.91	10.03

**2.5 抗性分析** 由表 3 可知，2017—2021 年四川省审定的玉米品种对各类病害的抗性水平差异明显。其中，对大斑病、小斑病、茎腐病和丝黑穗病表现出“高抗”的品种分别有 5、2、5 和 7 个，占比分别为 1.72%、0.69%、1.71% 和 2.47%，对穗腐病和纹枯病均无高抗品种；对大斑病、小斑病、穗腐病、茎腐病、纹枯病和丝黑穗病 6 种病害表现为“中抗”以上

的品种分别有 217、236、114、193、117 和 91 个，占比分别为 74.57%、81.94%、39.72%、65.88%、40.63% 和 32.15%。对 6 种病害都表现为中抗以上的品种有 9 个，分别是阿玉 5866、鼎创 666、悍玉 99、尖丰 99、海天三交 58、瑞玉 707、丹诚 3 号、荣玉 1608 和蜀玉 336。

表 3 2017—2021 年四川审定玉米品种的抗病性比较

Table 3 Comparison of disease resistance of certified maize varieties in Sichuan from 2017 to 2021

抗性等级 Resistance level	大斑病 Leaf blight		小斑病 Southern leaf blight		穗腐病 Ear rot		茎腐病 Stem rot		纹枯病 Sheath blight		丝黑穗病 Head smut	
	个数 Number	占比 Percentage %	个数 Number	占比 Percentage %	个数 Number	占比 Percentage %	个数 Number	占比 Percentage %	个数 Number	占比 Percentage %	个数 Number	占比 Percentage %
高抗 HR	5	1.72	2	0.69	0	0.00	5	1.71	0	0.00	7	2.47
抗 R	33	11.34	82	28.47	12	4.18	27	9.21	9	3.12	40	14.14
中抗 MR	179	61.51	152	52.78	102	35.54	161	54.95	108	37.50	44	15.55
感 S	74	25.43	52	18.06	172	59.93	71	24.23	170	59.03	147	51.94
高感 HS	0	0.00	0	0.00	1	0.35	29	9.90	1	0.35	45	15.90
合计 Total	291	100	288	100	287	100	293	100	288	100	283	100

### 3 讨论

种子是农业的“芯片”，是保障国家粮食安全的基础。良种对粮食增产的贡献率达到 45%<sup>[6]</sup>。四川是国内开展玉米育种研究较早的省份之一，自“六五”以来，四川省开始启动农作物育种攻关项目。经过近 40 多年的努力，四川省玉米新品种选育取得了较大进展，选育了一批优质玉米新品种，促进了玉米良种的更新换代，对玉米生产发展和产量提高发挥了重要作用<sup>[5,7]</sup>。2005—2014 年四川省每年审定玉米品种稳定在 25 个左右，10 年间共审定 226 个玉米新品种<sup>[5]</sup>。2017—2021 年通过四川省审定的普通玉米品种共 293 个，平均每年审定 58.6 个，明显高于 2005—2014 年度审定品种数量，呈现出品种审定“井喷”现象，且审定品种数量呈逐年上升趋势。同时，第一选育单位为以企业为主，主要适宜四川

平坝丘陵地区和山区种植。

亲本自交系是育成玉米杂交种的基础材料。在亲本选育上，核心种质资源对我国玉米育种的发展有巨大的贡献，骨干自交系可以育成系列玉米杂交种<sup>[6]</sup>。2017—2021 年通过四川省审定的 293 个玉米品种中，参与选育的母本有 216 个，参与选育的父本有 206 个，亲本来源比较广泛，多样性较为丰富。其中自交系 SD375、Y9614、Yu125/SD375、BS1074、C8210、LR3869、SD164、ZNC442 均选配了 5 个以上品种，应用比较广泛。

在产量上，2017—2021 年四川省审定的玉米品种区域试验平均产量为 7 641.00~13 024.50 kg/hm<sup>2</sup>，5 年平均产量 9 026.40 kg/hm<sup>2</sup>。与 2005—2014 年区域试验平均产量为 7 540.80~8 579.70 kg/hm<sup>2</sup>，10 年平均 8 049.90 kg/hm<sup>2</sup> 数

据<sup>[5]</sup>相比,在产量上明显上升了一个台阶。但2017—2021年产量年度间整体产量呈现下降趋势,在今后的育种中,仍然需要加强对高产品种的选育。

高产仍然是当前玉米育种的首要目标,而玉米产量是多种农艺性状和环境互作的结果,提高产量主要依赖遗传改良<sup>[1,8-9]</sup>。在遗传改良上,选择的基本原则应以大粒、长穗、穗行数较多、穗数作为主攻目标,穗轴要细、出籽率要高,同时合理的株型、株高和适宜的生育期是基础和保障<sup>[10]</sup>。玉米生育期与光照、温度、水分等自然因素以及品种自身遗传特性相关<sup>[5]</sup>。玉米株高发育状况与群体冠层结构关系密切,进而影响到玉米产量<sup>[5]</sup>。玉米穗部性状与单株产量密切相关,由百粒重、穗行数、行粒数等多种因素构成,其中行粒数、穗长、穗行数与产量的相关性最为显著<sup>[5,11]</sup>。通过对2017—2021年通过四川省审定的293个普通玉米品种的数据进行统计,生育期、株高、穗位高、穗长、穗行数、行粒数、百粒重、出籽率、产量9个指标,变异系数依次为10.32%、5.87%、10.83%、7.13%、6.56%、5.87%、6.77%、1.94%、7.38% (9.72%),由高到低排序穗位高>生育期>产量>穗长>百粒重>穗行数>株高=行粒数>出籽率。这说明穗位高、生育期在玉米品种选育过程中的变异程度较大、稳定性差、选择的范围较广;出籽率的变异系数最小,稳定性最好。

在品质上,容重为玉米的重要商品品质之一,商品品质是玉米进出口贸易中影响交易价格的重要指标<sup>[5,12]</sup>。蛋白质、淀粉、脂肪、赖氨酸含量是玉米营养品质的重要指标,其成分含量的高低被当作是营养品质优劣的评价尺度<sup>[5,13]</sup>。2017—2021年四川省审定的玉米品种容重、粗蛋白、粗脂肪、粗淀粉、赖氨酸5年平均值为756.95 g/L、9.95%、4.53%、72.56%、0.30%,与2005—2014年度5个数据平均值736.66 g/L、9.99%、4.53%、73.93%、0.31%相比,容重有所提高,其余指标差距不大。此外,粗蛋白、粗脂肪和赖氨酸3个性状变异系数均超过10.00%,变异程度大,稳定性差,今后育种中这三个品质相关性性状的选择范围较广。

在全球气候变化的背景下,由于耕作制度、栽培方式的转变和新品种的推广,我国玉米病害发生呈现新的动态,特别是茎腐病、穗腐病、大斑病、小斑病、灰斑病等发生频率增加,影响范围扩大,给玉米产量和品质带来巨大威胁,选育和种植抗病品种是防治玉米病害最经济有效的措施<sup>[14-20]</sup>。2017—2021年四川省审定的玉米品种对大斑病、小斑病和茎腐病的抗性具有一定的优势,表现为“中抗”以上的品种占比均超过60.00%,对穗腐病、纹枯病和丝黑穗病的抗性较差,表现为“感”以下的品种占比分别达到60.28%、59.38%和67.84%,在今后育种中应加强对这3种病害抗性品种的选育。

#### 4 结论

该研究对2017—2021年四川审定的293个普通玉米品种的基本情况和产量、生育期、株高、穗位高、穗长、穗行数、行粒数、百粒重、出籽率、品质、抗性等主要性状进行分析,结果显示,审定品种数量呈逐年上升趋势,第一选育单位为以企业为主,主要适宜四川平坝丘陵地区和山区种植。参与选

育的母本自交系有216个,参与父本自交系有206个,选配了5个以上品种的自交系有8个,亲本来源较为丰富,表现出一定的多样性。5年区域试验平均产量达9 026.40 kg/hm<sup>2</sup>,明显上升了一个台阶,但年度间呈现下降趋势。生育期、株高、穗位高、穗长、穗行数、行粒数、百粒重、出籽率5年平均值为123.35 d、282.06 cm、111.81 cm、19.79 cm、17.03行、37.14粒、32.60 g、84.41%,穗位高、生育期变异程度较大。容重、粗蛋白、粗脂肪、粗淀粉、赖氨酸5年平均值分别为3.94%、11.05%、14.17%、5.91%、10.03%,粗蛋白、粗脂肪和赖氨酸稳定性差。对大斑病、小斑病、茎腐病和丝黑穗病表现出“高抗”的品种分别有5、2、5和7个,对大斑病、小斑病、穗腐病、茎腐病、纹枯病和丝黑穗病6种病害表现为“中抗”以上的品种分别有217、236、114、193、117和91个,对穗腐病、纹枯病和丝黑穗病的抗性较差,表现为“感”以下的品种占比分别达到60.28%、59.38%和67.84%。整体上2017—2021年四川审定的玉米品种在产量、品质、抗性上都有很大的提升,但仍然出现很多性状不稳定、变异程度较大的情况,距离集高产、稳产、优质、多抗育种目标还有很大差距,四川省玉米育种还有很大潜力,任重而道远。

#### 参考文献

- [1] 王令涛,刘海静,刘桂珍. 2011—2020年河南省审定玉米品种产量及相关性状演变分析[J]. 种子, 2021, 40(6): 83-89.
- [2] 张春娇. 2010—2019年黑龙江审定玉米品种产量和品质性状分析[J]. 种子科技, 2020, 38(7): 3-5.
- [3] 石德权,郭庆法,汪黎明,等. 我国玉米品质现状、问题及发展优质食用玉米对策[J]. 玉米科学, 2001, 9(2): 3-7.
- [4] 廖桂堂,崔阔澍,乔宝堂,等. 四川省玉米生产发展的现状、问题及对策研究[J]. 四川农业科技, 2021(2): 57-60, 63.
- [5] 陈春燕,赵颖文,蔡臣,等. 四川省近10年审定普通玉米品种主要性状分析[J]. 广东农业科学, 2015, 42(5): 7-9.
- [6] 刘志铭,张晓龙,兰进好,等. 1979—2020年我国玉米品种审定情况回顾与展望[J]. 玉米科学, 2021, 29(2): 1-7, 15.
- [7] 李晓,陈春燕. 四川主要农作物种质态势分析[M]. 北京: 科学出版社, 2012: 117.
- [8] CASTLEBERRY R M, CRUM C W, KRULL C F. Genetic yield improvement of US maize cultivars under varying fertility and climatic environments[J]. Crop science, 1984, 24(1): 33-36.
- [9] 王铁国,赵新亮,张怀胜,等. 玉米产量的边际效应及与主要农艺性状的相关分析[J]. 中国农学通报, 2012, 28(18): 122-126.
- [10] 王建迎,张慧兰,杨宏. 玉米产量与其相关农艺性状的灰色关联度分析[J]. 玉米科学, 2002, 10(S1): 66-67, 90.
- [11] 丁勇. 河南省玉米主要杂交种品质性状的评价研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2006.
- [12] 朱岩,李淑兰. 玉米穗部性状与产量的相关性研究[J]. 农业与技术, 2013, 33(8): 4-5.
- [13] 任军,才卓,张志军,等. 玉米的营养品质及发展方向[J]. 玉米科学, 2006, 14(2): 93-95, 100.
- [14] 渠清,李丽娜,刘俊,等. 我国部分常用玉米种质资源对镰孢菌病害的抗性评价[J]. 中国农业科学, 2019, 52(17): 2962-2971.
- [15] 郭成,王宝宝,杨洋,等. 玉米茎腐病研究进展[J]. 植物遗传资源学报, 2019, 20(5): 1118-1128.
- [16] 段灿星,董怀玉,李晓,等. 玉米种质资源大规模多年多点多病害的自然发病抗性鉴定[J]. 作物学报, 2020, 46(8): 1135-1145.
- [17] 赵子麒,赵雅琪,林昌朋,等. 48份玉米自交系抗病性的精准鉴定[J]. 中国农业科学, 2021, 54(12): 2510-2522.
- [18] 王跃进. 玉米新品种抗病性鉴定[J]. 云南农业, 2016(7): 43-45.
- [19] 胡细贵,郭思佳,易图永,等. 湖南省玉米引种品种抗病性鉴定分析[J]. 作物研究, 2021, 35(3): 195-199.
- [20] 李晓光,董本春,王晓蕾,等. 玉米种质对玉米大斑病的抗性鉴定与评价[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(16): 141-142, 148.