

密度对榆林市不同玉米品种农艺性状及产量的影响

张 洁 (榆林市农业科学研究院, 陕西榆林 719000)

摘要 玉米的品种选择和种植密度对其农艺性状、产量起决定性作用, 为了探讨如何选择适宜的品种和密度、提高陕北风沙滩区春玉米产量, 以当地主栽玉米品种大丰 30、陕单 609、先玉 335 为供试材料, 进行了 5 个梯度(4.5 万、6.0 万、7.5 万、9.0 万、10.5 万株/hm²) 下的田间试验, 探索不同的种植密度对玉米单株叶面积、干物质积累量、株高、穗位高、产量以及产量构成因素的影响。研究表明, 不同玉米品种的株高、穗位高、叶面积、秃尖长随着种植密度的增加而增加。干物质积累量、百粒重、穗长、穗粗随着种植密度的增加而降低。随着种植密度的增加, 玉米产量呈先上升后降低的趋势, 不同品种均在 9.0 万株/hm² 时, 产量最高, 陕单 609 较其他密度增产 0.9%~3.9%, 先玉 335 增产 2.6%~10.9%, 大丰 30 增产 3.3%~21.7%, 较其他密度增产 21.67%; 6.0 万~9.0 万株/hm² 密度下, 大丰 30 产量最高, 10.5 万株/hm² 时, 陕单 609 和先玉 335 表现较好。

关键词 密度; 玉米品种; 农艺性状; 产量; 榆林市

中图分类号 S513 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2023)01-0036-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.01.008

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Effects of Density on Agronomic Characters and Yield of Maize Varieties in Yulin City

ZHANG Jie (Yulin Academy of Agricultural Sciences, Yulin, Shaanxi 719000)

Abstract Maize variety selection and planting density played a decisive role in its agronomic traits and yield. In order to explore how to select suitable variety and density and to improve the yield of spring maize in the wind-sand beach area of northern Shaanxi, the main maize varieties Dafeng 30, Shaandan 609 and Xianyu 335 were used as test materials. Field experiments were carried out under 5 gradients (45 000, 60 000, 75 000, 90 000 and 105 000 plants/hm²) to explore the effects of different planting densities on leaf area per plant, dry matter accumulation, plant height, ear height, yield and yield components of maize. The results showed that plant height, ear height, leaf area and bare tip length of different maize varieties increased with the increase of planting density. Dry matter accumulation, 100-grain weight, panicle length and panicle diameter decreased with the increase of planting density. With the increase of planting density, the yield of maize increased firstly and then decreased, and the yield of different varieties was the highest at 90 000 plants/hm². Shaandan 609, Xianyu 335, Dafeng 30 and other densities increased by 0.9% to 3.9%, 2.6% to 10.9%, and 3.3% to 21.7%, respectively, compared with other densities. The yield of Dafeng 30 was the highest at the density of 60 000-90 000 plants/hm², and Shandan 609 and Xianyu 335 were the best at the density of 105 000 plants/hm².

Key words Density; Maize varieties; Agronomic traits; Production; Yulin City

玉米作为陕西省主要粮食作物之一, 种植面积高达 8 万 hm², 占粮食总产量的 50% 以上, 玉米既是粮食作物, 又是重要的饲料和经济作物, 在陕西省农业生产中具有重要作用^[1-2]。在玉米需求量逐渐增加的情况下, 提高玉米单产是保证在有限的土地资源上, 最大限度提高产值最有效的办法, 而增加种植密度是实现玉米高产的重要调控措施之一^[3]。前人发现, 加大种植密度在一定范围内有助于提高玉米产量^[4], 但超过适宜种植密度后继续增大其种植密度, 反而会出现单产降低现象^[5-8]。如果密度过大, 会导致穗粒数、秃尖长和千粒重的变化, 造成减产; 如果密度过小, 单位面积内有效穗数较少, 不利于产量的提高^[9]。因此, 选择优良品种、合理的种植密度是提高玉米产量的重要途径。鉴于此, 笔者探索在不同的种植密度下, 榆林市不同玉米品种的农艺性状和产量的变化规律, 为该地区玉米种植筛选适宜品种、合理种植密度提供理论依据^[10-14]。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验于 2020 年在榆林市国家现代农业科技示范园进行(109°E, 38°N), 该地区属于干旱半干旱地区, 降水量较为稀少, 多年平均降水量范围为 325~474 mm, 年蒸发量约 1 211 mm, ≥10℃有效积温为 3 217.5℃。试验

区土壤属于中等肥力水平, 土壤的有机质含量 5.58 g/kg, 碱解氮含量 6.70 mg/kg, 有效磷含量 14.9 mg/kg, 速效钾含量 85 mg/kg, pH 8.3。

1.2 试验设计 试验选择 3 个当地主栽品种陕单 609、先玉 335 和大丰 30, 每个品种设置 4.5 万株/hm² (D1 处理)、6.0 万株/hm² (D2 处理)、7.5 万株/hm² (D3 处理)、9.0 万株/hm² (D4 处理)、10.5 万株/hm² (D5 处理) 5 个种植密度。4 月 29 日播种, 每小区 32 行, 行长 10 m, 行距 0.6 m, 株距不同以调节密度, 3 次重复。6 月 9 日定苗, 播种后用除草剂玉农思封闭地面, 除草 2 次。施基肥磷酸二铵 225 kg/hm², 尿素 375 kg/hm², 硫酸钾 75 kg/hm², 追施尿素 2 次, 灌溉 11 次, 10 月 15 日收获。

1.3 测定指标

1.3.1 叶面积。 于拔节期、吐丝期、吐丝后 20 d、吐丝后 40 d 测定单株叶面积。每个处理选择 5 株长势健壮且均匀一致的植株, 测量叶片的长和宽, 展开叶单叶面积=长×宽×0.75, 未展开叶单叶面积=长×宽×0.5, 3 次重复。

1.3.2 干物质。 玉米成熟期选 5 株进行取样, 要求植株长势一致。沿玉米根部砍下, 按器官分为 6 部分, 分别为茎秆、叶片、叶鞘、雄穗、果穗、苞叶。烘箱温度调至 105℃, 杀青 30 min, 之后再调为 80℃, 开始烘干至恒重, 称各部分重量。

1.3.3 农艺性状。 收获之前调查株高、穗位高、双穗率、空秆率、倒伏率。选 3 个点测产, 每个点选中间 2 行、收获穗全部称量, 按照平均单穗重从中选择 20 个均匀穗, 带回室内考

基金项目 国家玉米产业技术体系建设专项(CARS-02)。

作者简介 张洁(1985—), 女, 陕西榆林人, 农艺师, 从事玉米高产高效种植技术研究与示范推广工作。

收稿日期 2022-03-01

种测产。

1.3.4 穗部性状及产量。记录每个果穗的穗长、穗粗、秃尖长、穗行数、行粒数、百粒重等性状,计算产量。

1.4 数据处理 采用 Microsoft Excel 2003 和 SPSS 17.0 系统进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同种植密度对玉米叶面积的影响 从图 1 可以看出,随着生育进程的推进,叶面积大小逐渐增加。拔节期到吐丝期增长迅速,吐丝后增长缓慢,吐丝后 20 d 达到最大,之

后变化不明显;同一品种,随着密度的增加,叶面积逐渐降低。陕单 609 在吐丝后 20 d D2、D3 处理变化不明显,后期变化显著,D4、D5 处理比 D1 处理分别下降了 14.76% 和 23.14%。先玉 335 吐丝后 20 d,叶面积大小变化不明显,6.0 万、7.5 万、9.0 万和 10.5 万株/hm² 处理分别比 4.5 万株/hm² 处理降低 1.11%、4.73%、12.69%、14.85%。大丰 30 密度 4.5 万株/hm² 时叶面积最大,之后随着密度的增加逐渐减小,其余 4 个处理分别比 D1 处理减小 3.38%、3.09%、17.09%、31.27%。

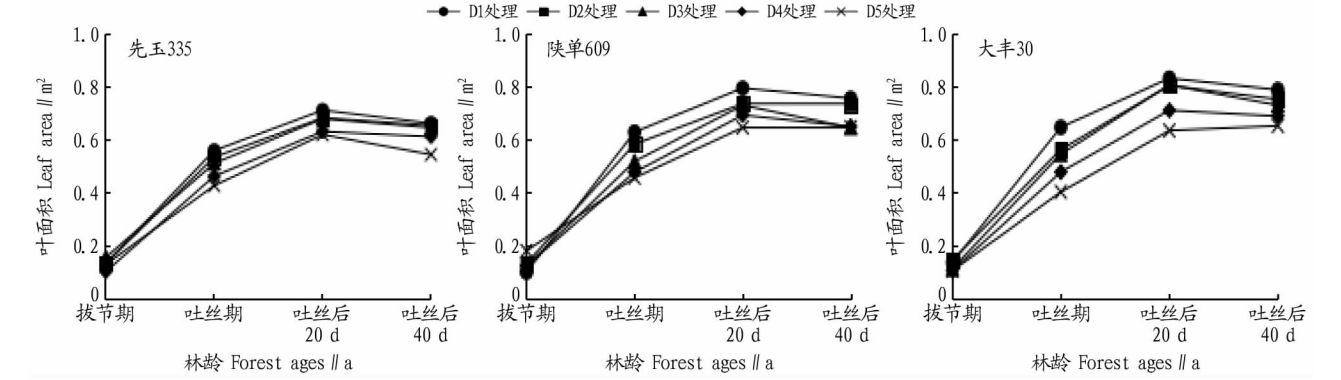


图 1 不同的种植密度对玉米叶面积的影响

Fig. 1 Effects of planting densities on leaf area of maize

2.2 不同种植密度对玉米干物质的影响 从图 2 可以看出,成熟期随着种植密度的增加,不同品种的干物质积累量均逐渐下降。同一品种在 D1 处理时,干物质积累量最大,D2 和 D3 处理干物质积累量差异较小,之后随密度的增加,积累量显著降低。陕单 609 D4 和 D5 处理较 D3 处理分别降低 26.9%、33.8%;先玉 335 D4 和 D5 处理较 D3 处理分别降低 24.7%、36.4%;大丰 30 D4 和 D5 处理较 D3 处理分别降低 13.6%、21.3%。

著。密度为 4.5 万株/hm² 时,3 个品种的株高均最高。D3 处理随着密度的增加,株高呈逐渐下降趋势。D3 处理先玉 335 较其他处理(D2、D4、D5 处理)分别高 1.9%、2.0%、3.1%。D3 处理陕单 609 较其他处理(D2、D4、D5 处理)分别高 1.1%、1.1%、4.7%。D4、D5 处理大丰 30 株高较低,较 D3 处理降低 6.8%、10.7%。不同品种之间大丰 30 株高最高,陕单 609 最低;D3 处理下,大丰 30 株高较其他 2 个品种分别高 12.40% 和 0.59%。

陕单 609 在 D1 处理干物质达到最高,为 707.43 g,比先玉 335、大丰 30 分别高 2.45%、16.57%。D2、D3、D4 处理中先玉 335 干物质积累量均较高,较其他 2 个品种高 1.86%~16.13%。D5 处理大丰 30 干物质最高,比陕单 609、先玉 335 分别高 9.83%、6.47%。

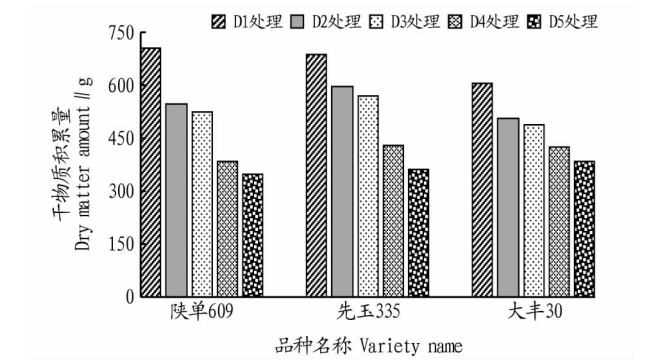


图 2 不同种植密度对玉米成熟期干物质的影响

Fig. 2 Effects of planting densities on the dry matter content of maize at mature stage

2.3 不同种植密度对玉米株高的影响 从图 3 可以看出,在相同的田间管理条件下,玉米的株高受种植密度的影响显

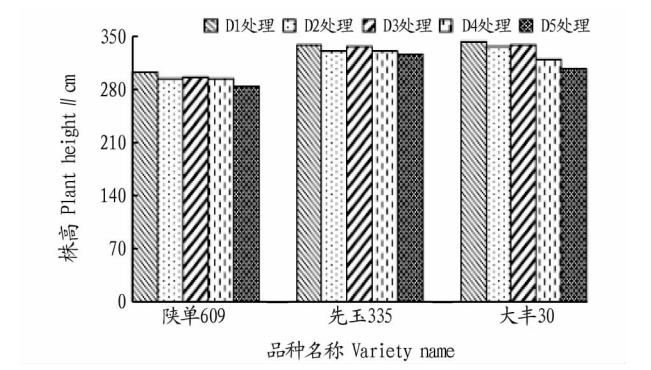


图 3 不同种植密度对玉米株高的影响

Fig. 3 Effects of planting densities on the plant height of maize

2.4 不同种植密度对玉米穗位高的影响 从图 4 可以看出,随着种植密度的增加,穗位高呈先上升后降低的趋势,D4 处理穗位最高。D4 处理先玉 335 较其他密度处理(D1、D2、D3、D5 处理)穗位高增长 2.28%~13.64%。D4 处理陕单 609 较其他密度(D1、D2、D3、D5 处理)穗位高增长 6.38%~19.15%。D4 处理大丰 30 较其他密度处理(D1、D2、D3、D5 处理)穗位高增长 3.33%~26.66%。

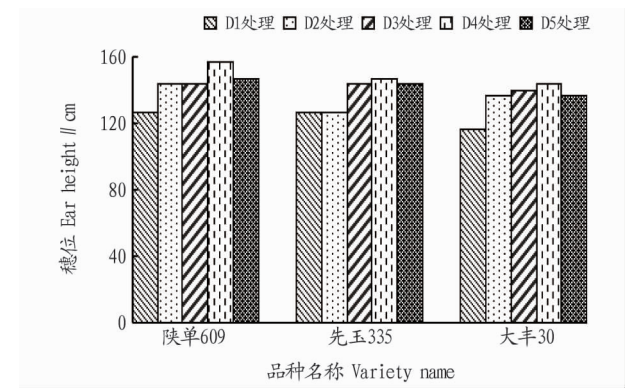


图4 不同种植密度对玉米穗位高的影响

Fig. 4 Effects of planting densities on the ear height of maize

2.5 不同种植密度对玉米产量及产量构成因素的影响 从表1可以看出,随着种植密度的增大,穗长、穗粗逐渐降低。D1处理陕单609穗长(18.82 cm),其他密度较D1处理降低0.16%~17.43%;穗粗最大(5.16 cm),其他密度较D1处理降低0.58%~5.81%。先玉335在6.0万~10.5万株/hm²处理时,穗长较4.5万株/hm²处理降低1.81%~10.56%,穗粗降低0.59%~4.93%。大丰30其他各密度穗长较4.5万株/hm²处理降低2.24%~11.54%,穗粗降低0.95%~5.90%。各品种秃尖长随着种植密度的增加而增大,陕单609、先玉335和大丰30密度10.5万株/hm²时秃尖最长,分别是1.11、1.31、1.20 cm。种植密度对穗行数影响不显著,处理间无显著差异。行粒数在D4、D5处理时下降,D4、D5处理陕单609较D1处理降低了13.81%和20.98%;先玉335

和大丰30也分别比D1处理降低了8.07%、13.94%和15.37%、15.12%。百粒重随着密度的增加而降低,在D1密度处理百粒重均最大,D2、D3、D4、D5处理陕单609较D1处理分别降低了3.23%、6.23%、16.69%和16.52%;先玉335 D2、D3、D4、D5处理较D1处理分别降低了0.29%、0.88%、6.54%和7.40%;大丰30 D2、D3、D4、D5处理较D1处理分别降低了2.89%、3.60%、13.26%和15.50%,高密度下,百粒重下降迅速。密度为4.5万株/hm²时,3个品种中大丰30百粒重最大,较陕单609、先玉335分别高6.41%、5.10%。

密度的大小是制约玉米实际产量的关键因素,随着密度的增加,产量呈先上升后降低趋势,密度9.0万株/hm²时3个品种的产量均达到最大。陕单609在D1处理产量最低,D4处理下产量17308.20 kg/hm²,分别比D1、D2、D3、D5处理增产3.9%、3.6%、0.9%和2.6%。先玉335 D4处理较D1、D2、D3处理分别增产10.83%、8.23%、6.41%,D5处理比D4处理产量下降2.51%。大丰30密度9.0万株/hm²时产量达到18892.95 kg/hm²,较4.5万、6.0万和7.5万株/hm²处理分别增产21.66%、4.54%、3.27%,较10.5万株/hm²处理增产18.36%。

D2、D3、D4处理大丰30的产量表现均优于其他2个品种,D2、D3处理大丰30较其他2个品种增产6.66%~13.83%;密度在9.0万株/hm²时,大丰30比同密度下陕单609和先玉335分别增产9.16%、9.96%。当密度增加到10.5万株/hm²时,陕单609和先玉335产量高于大丰30,分别高5.72%和4.94%。

表1 不同种植密度对玉米产量及其产量构成因素的影响

Table 1 Effects of planting density on yield and its component factors of maize

品种名称 Variety name	处理编号 Treatment code	穗长 Ear length cm	穗粗 Ear width cm	秃尖长 Bald head length//cm	穗行数 Ear rows	行粒数 Grains per row	百粒重 100-grain weight//g	产量 Yield kg/hm ²
陕单 609 Shaandan 609	D1	18.82	5.16	0	17.0	40.84	405.13	16 661.70
	D2	18.79	5.13	0.22	18.0	38.20	392.03	16 708.80
	D3	18.28	5.02	0.28	17.0	39.38	379.90	17 153.40
	D4	15.47	4.86	0.47	17.0	35.20	337.53	17 308.20
	D5	15.54	4.90	1.11	16.4	32.27	338.22	16 875.45
先玉 335 Xianyu 335	D1	19.89	5.07	0.15	16.0	40.90	410.18	15 503.70
	D2	19.53	5.04	0.23	16.0	40.44	408.97	15 876.45
	D3	18.56	4.91	0.40	16.0	40.96	406.58	16 147.65
	D4	17.88	4.88	0.44	16.0	37.60	383.35	17 182.35
	D5	17.79	4.82	1.31	15.6	35.20	379.83	16 750.50
大丰 30 Dafeng 30	D1	20.53	5.25	0.39	16.0	42.93	431.08	15 528.75
	D2	20.07	5.20	0.58	17.0	41.33	418.65	18 072.15
	D3	19.09	5.12	0.87	17.0	40.42	415.55	18 295.20
	D4	18.27	5.00	1.19	16.0	36.33	373.93	18 892.95
	D5	18.16	4.94	1.20	15.9	36.44	364.27	15 962.55

3 结论与讨论

叶面积大小是反映玉米群体光合能力的重要指标,李博等^[15]研究指出,叶面积随种植密度增加而不断增加,种植密度对玉米叶面积大小起决定性作用^[16]。该试验结果发现,随着生育进程的推进,叶面积大小逐渐增加;拔节期到吐丝期增长迅速,吐丝后增长缓慢,吐丝后20 d达到最大,之后变

化不明显;同一品种,随着密度的增加叶面积逐渐降低。作物获得高产的前提是积累较高的干物质^[17-18],玉米籽粒产量的增加以干物质生产能力的提高为前提。刘伟等^[19]认为,在一定密度条件下,产量与干物质积累量呈正相关关系,籽粒产量随着干物质积累量的增加呈上升趋势。该研究结果(下转第41页)

表 2 坚果品质性状变异特征

Table 2 Variation characteristics of nut quality characters

项目 Item	单粒重 Single fruit weight//g	可溶性糖 含量 Soluble sugar content//%	淀粉含量 Starch content//%	蛋白质含量 Protein content//%
最大值 Maximum	19.800	24.500	67.500	13.400
最小值 Minimum	3.900	5.500	14.600	3.500
平均值 Average	11.486	13.907	33.069	7.631
标准差 Standard deviation	3.722	3.606	11.438	2.047
极差 Range	15.900	19.000	52.900	9.900
变异系数 Coefficient of variation	0.324	0.259	0.346	0.268

糖含量、坚果淀粉含量、坚果蛋白质含量具有相对较高的变异系数,表明具有较高的遗传多样性,可能是由于板栗异花授粉和长期的自然选择,遗传背景较为复杂,种质资源非常丰富。开展板栗资源遗传多样性和分类研究,对优异基因资源的挖掘、利用以及开展高效育种研究具有重要意义。

目前,针对我国板栗资源数量性状的表型和分子水平遗传多样性已有大量研究,但有关板栗品种品质性状遗传多样性的研究甚少^[7-11]。板栗科学家的育种目标是早实、丰产;营养价值高、适宜加工;抗栗疫病、炭疽病^[12-13]。通过综合评

(上接第 38 页)

发现,增加种植密度会降低各品种成熟期玉米单株干物质积累量。大量研究发现,玉米株高、穗位高与穗部性状及产量关系密切^[20]。随着密度的增加,株高、穗位高升高,秃尖长度增加,这与前人结果一致。李炳昊等^[21]认为,穗粗、穗行数、秃尖长、百粒重、含水量与种植密度呈负相关关系;穗重、穗长、行粒数和粒重均与种植密度呈正相关关系。这与该研究结果一致,穗长、穗粗随着种植密度的增大,呈逐渐降低趋势,行粒数在高密度下显著下降,百粒重随着密度的增加而降低。路小芳^[22]认为,不同品种的产量随密度的增加先上升后下降。该研究结果与前人研究规律一致,当超过适宜种植密度后,玉米农艺性状和穗部性状表现变差,抗倒能力下降,产量降低。该研究结果发现,3 个品种均在 9.0 万株/hm² 处理下产量最大,分别为 17 308.20、17 182.35、18 892.95 kg/hm²,其中大丰 30 产量最高,分别比陕单 609 和先玉 335 高 9.16%和 9.96%。因此,陕单 609、先玉 335 和大丰 30 在陕北风沙滩区的适宜种植密度均为 9.0 万株/hm²,其中大丰 30 产量最高。

参考文献

[1] 谢廷波. 玉米品种选择的重要性探析[J]. 种子科技, 2020, 38(2): 87-88.

[2] 李雯雯, 贺玉霞, 冯小莲. 陕西北部旱地玉米生产现状及发展趋势[J]. 农民致富之友, 2015(18): 64.

[3] 官帅, 张中东, 郭正宇. 种植密度对玉米耐密性状的的影响[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(30): 47-50.

[4] 张润生, 白永新, 李鹏, 等. 不同品种玉米种植密度对其农艺性状及产量的影响[J]. 山西农业科学, 2018, 46(1): 33-35.

价,选出优异的板栗资源,为科研、生产服务。

参考文献

[1] 张宇和, 柳鑫, 梁维坚, 等. 中国果树志: 板栗 榛子卷[M]. 北京: 中国林业出版社, 2005.

[2] 刘庆忠, 孙山, 张力思, 等. 板栗种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.

[3] 中华人民共和国农业部. 农作物种质资源鉴定评价技术规范 板栗: NY/T 2328—2013[S]. 北京: 中国农业出版社, 2013.

[4] 中华人民共和国农业部. 板栗种质资源描述规范: NY/T 2934—2016[S]. 北京: 中国农业出版社, 2016.

[5] 王力荣. 我国果树种质资源科技基础性工作 30 年回顾与发展建议[J]. 植物遗传资源学报, 2012, 13(3): 343-349.

[6] 王述民, 李立会, 黎裕, 等. 中国粮食和农业植物遗传资源状况报告(II)[J]. 植物遗传资源学报, 2011, 12(2): 167-177.

[7] 艾呈祥, 余贤美, 张力思, 等. 山东板栗遗传多样性分析[J]. 果树学报, 2006, 23(5): 681-684.

[8] 艾呈祥, 张力思, 魏海蓉, 等. 部分板栗品种遗传多样性的 AFLP 分析[J]. 园艺学报, 2008, 35(5): 747-752.

[9] 江锡兵, 龚榜初, 刘庆忠, 等. 中国板栗地方品种重要农艺性状的表型多样性[J]. 园艺学报, 2014, 41(4): 641-652.

[10] 江锡兵, 龚榜初, 汤丹, 等. 中国部分板栗品种坚果表型及营养成分遗传变异分析[J]. 西北植物学报, 2013, 33(11): 2216-2224.

[11] 赖俊声, 江锡兵, 龚榜初, 等. 板栗地方品种质量性状多样性分析[J]. 浙江农业科学, 2016, 57(8): 1196-1200.

[12] LI G T, AI C X, ZHANG L S, et al. Chestnut genebank in China national clonal plant germplasm repository[J]. Acta horticulturae, 2009, 844: 199-206.

[13] 张树航, 商贺利, 刘庆香, 等. 板栗新品种“燕宽”的选育及其配套栽培技术研究[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(21): 6946-6947.

[5] 张前进, 曹丽茹, 张新, 等. 玉米农艺性状及产量性状对密度胁迫的响应[J/OL]. 分子植物育种, 2021-11-22[2022-02-08]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1068.S.20211122.1404.006.html>.

[6] 孙少利. 种植密度对玉米新品种金玉 1233 农艺性状和产量的影响[J]. 现代农业科技, 2020(19): 29-30.

[7] 潘广元, 孔令娟, 吴子峰, 等. 皖北地区夏玉米种植密度和收获期试验研究[J]. 安徽农业科学, 2021, 49(21): 42-44, 48.

[8] 李润, 吴永芳, 郭蓓蓓, 等. 种植密度对不同玉米品种产量及其农艺性状的影响[J]. 农业科技通讯, 2021(7): 184-187.

[9] 李洪梅, 王西芝, 蒋明洋, 等. 不同种植密度对夏玉米农艺性状及产量的影响[J]. 山东农业科学, 2015, 47(7): 59-61.

[10] 明博, 谢瑞芝, 侯鹏, 等. 2005—2016 年中国玉米种植密度变化分析[J]. 中国农业科学, 2017, 50(11): 1960-1972.

[11] 任巧燕, 吴云锋, 任米燕. 榆林市榆阳区玉米不同品种比较试验研究[J]. 榆林学院学报, 2018, 28(2): 68-72.

[12] 董俊娟. 玉米种植技术要点分析[J]. 新农业, 2021(24): 95-96.

[13] 邵新胜, 梁哲军, 赵海祯, 等. 山西省作物高产高效综合生产技术研究[J]. 山西农业科学, 2012, 40(1): 1-3.

[14] 王娟. 辽东地区玉米密植高产高效栽培技术分析[J]. 中国农业文摘-农业工程, 2021, 33(5): 85-87.

[15] 李博, 张鹏. 玉米不同群体对叶面积指数及干物质质量和产量的影响[J]. 中国农技推广, 2021, 37(1): 50-52.

[16] 刘战东, 肖俊夫, 于景春, 等. 春玉米品种和种植密度对植株性状和耗水特性的影响[J]. 农业工程学报, 2012, 28(11): 125-131.

[17] 李向岭, 赵明, 李从锋, 等. 播期和密度对玉米干物质积累动态的影响及其模型的建立[J]. 作物学报, 2010, 36(12): 2143-2153.

[18] 刘春晓, 董端, 张秀芝, 等. 不同种植密度对玉米叶面积指数、干物质积累及产量的影响[J]. 山东农业科学, 2017, 49(2): 36-39.

[19] 刘伟, 张吉旺, 吕鹏, 等. 种植密度对高产夏玉米登海 661 产量及干物质积累与分配的影响[J]. 作物学报, 2011, 37(7): 1301-1307.

[20] 张玉秋, 何文涛, 刘敬泽, 等. 不同种植密度下三个玉米品种产量的变化[J]. 农业工程技术, 2017, 37(11): 23.

[21] 李炳昊, 徐幸, 谷岩, 等. 密度对不同品种玉米产量及其农艺性状的影响[J]. 玉米科学, 2019, 27(1): 92-96.

[22] 路小芳. 种植密度对耐密型夏玉米产量及农艺性状的影响[J]. 河北农业科学, 2017, 21(5): 27-30.