

DOI:10.19462/j.cnki.zgzy.20250414006

玉米品种中玉 303 在不同种植密度及施氮量下的产量性状表现

高传杰¹ 王传海² 韩伟³ 李栋¹ 徐安波² 李成磊¹
吕建华¹ 何艳芳¹ 刘树云³ 王天宇² 马兴林²

(¹山东省种子管理总站, 济南 250100; ²中国农业科学院作物科学研究所, 北京 100081; ³山东省农业技术推广中心, 济南 250100)

摘要:良种良法配套是提高玉米单产水平的重要举措, 其中科学合理的种植密度和施氮水平对发挥品种优势至关重要。2022–2023 年在山东禹城试验基地玉米“品密氮互作”长期定位试验田中, 以品种中玉 303 和生产上大面积种植的对照品种郑单 958、登海 605 作为试验处理的品种因素, 开展了种植密度 × 施氮量 × 品种三因素裂区试验, 研究了中玉 303、郑单 958、登海 605 在产量及产量构成因素上对种植密度及施氮水平响应的差异。试验结果表明, 3 个品种的群体产量对种植密度和施氮量的响应有所不同, 与登海 605 和郑单 958 相比, 中玉 303 同时表现出“既耐低氮又高氮高产”“既耐密也耐稀”的突出特点。总体上, 在相同种植密度与施氮量处理组合中, 中玉 303 的群体产量高于登海 605 和郑单 958, 这主要与中玉 303 在各处理条件(环境)下都能构建一个相对较大的群体籽粒库有关, 由于灌浆期间中玉 303 对南方锈病、土壤肥力不足等多种逆境具有较强的抗(耐)性, 使群体籽粒库的充实得到了保障, 对促进群体产量形成也发挥了重要作用。

关键词:中玉 303; 种植密度; 施氮量; 产量; 产量构成因素

Performance of Yield Traits of Maize Hybrid Zhongyu 303 under Different Planting Densities and Nitrogen Application Rates

GAO Chuanjie¹, WANG Chuanhai², HAN Wei³, LI Dong¹, XU Anbo², LI Chenglei¹,
LYU Jianhua¹, HE Yanfang¹, LIU Shuyun³, WANG Tianyu², MA Xinglin²

(¹Shandong Provincial Seed Administration Station, Jinan 250100; ²Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081; ³Shandong Agricultural Technology Extension Center, Jinan 250100)

中玉 303 是中国农业科学院作物科学研究所育成的玉米品种, 2020 年分别通过河南省和黄淮海夏玉米区国家审定(豫审玉 20200013、国审玉 20200281)^[1], 2023 年又通过东华北中晚熟春玉米区和西北春玉米区国家审定(国审玉 20233191)。在河南省玉米高密度(5000 株/667m²)区域试验中, 两年平均比对照增产 12.6%, 增产点率 100%; 在国家黄淮海夏玉米组区域试验中, 两年平均比对照增

产 7.4%, 增产点率 90.8%; 在东华北中晚熟春玉米区和西北春玉米区区域试验中, 每 667m² 平均产量分别达到 883.9kg 和 1056.0kg, 比对照品种极显著增产 8.5% 和 5.5%, 显示出广泛的适应性和稳定的丰产性。从近年的示范推广应用和用户反馈信息看, 中玉 303 具有理想株型的特质, 辨识度高, 在抗玉米顽疾性病害茎腐病方面取得了突破, 高产田产量能创新高, 中低产田也能夺高产, 得到主管部门和种植户的广泛认可。

为了明确中玉 303 的产量及其构成因素对种植密度、施氮水平这两大栽培因子的响应, 2022–2023

基金项目:山东省重点研发计划(2022LZGCQY004); 国家重点研发计划(2021YFD1200701)

通信作者:马兴林

年在中国农业科学院禹城试验站长期定位实施的“种植密度与施氮量对不同玉米品种生长发育及产量形成影响”的三因素裂区试验中,在品种因素中安排了中玉 303、郑单 958、登海 605 这 3 个处理水平,旨在解析中玉 303 与在生产上广泛应用的郑单 958、登海 605 相比,在产量及其构成因素上对种植密度及施氮水平响应的差异,为该品种的广泛应用提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料 参试品种为中玉 303、郑单 958、登海 605,均为推广面积较大的品种。

1.2 试验设计 试验于 2022–2023 年在中国农业科学院禹城试验站设置的“种植密度与施氮量对不同玉米品种生长发育及产量形成影响”长期定位试验基地实施。设种植密度、施氮量、品种三因素裂区试验,种植密度为主区,施氮量为副区,品种为次副区。种植密度设置 3 个水平:低密度 45000 株/hm²、中密度 63000 株/hm²、高密度 81000 株/hm²,每年定位实施,长期不变;施氮量包括 3 个水平:低施氮量 0kg/hm²、中施氮量 180kg/hm²、高施氮量 360kg/hm²,在玉米 8 展叶期和 12 展叶期各施入总氮量的 1/2,该处理也是长期每年定位实施;品种设置 3 个,每 2 年或 3 年变更 1 次,本轮品种为中玉 303、郑单 958 和登海 605。

试验小区为 12 行区,行宽 0.6m,行长 5.0m,重复 3 次。试验田种植模式为小麦玉米一年两作,除玉米生长季通过施氮量处理施入氮肥以外,试验田周年肥料施用情况为:在小麦播种前一次性施入三元复合肥(N-P₂O₅-K₂O=15-15-15) 600kg/hm²。试验田排灌设施完备,管理水平高,已尽最大可能消除非处理因素的干扰。

1.3 取样方法与数据获取 在玉米成熟后,将每个试验小区中间 4 行定为取样区,将取样区植株全部收获并装入网袋,悬挂于风干室中。待植株充分风干后,从每个小区植株样品中随机抽取 3 株,称量其秸秆和籽粒的重量,之后在烘干箱中 60℃下将其烘干至恒重,计算折合 14% 含水量的秸秆和籽粒重量,并以秸秆和籽粒 14% 含水量下的重量与风干后重量之比计算折合每 hm² 的产量。在每个小区烘干的玉米籽粒中随机抽取 3 份 100 粒,称重并求得 14% 含水量时的百粒重,根据籽粒产量和百粒重计

算求得群体粒数。

2 结果与分析

2.1 种植密度和施氮水平对 3 个玉米品种籽粒产量的影响 由表 1 可以看出,两年的试验结果基本一致。相同种植密度条件下,3 个品种低施氮量处理的产量均明显低于其余施氮量处理,中施氮量和高施氮量处理之间产量差异较小;登海 605 低施氮量处理较中施氮量处理的产量下降幅度明显高于其余两个品种。

相同种植密度的低施氮量条件下,登海 605 产量显著低于中玉 303 和郑单 958。不考虑年份及种植密度的影响,将年份、种植密度处理数据平均,低施氮量条件下中玉 303 和郑单 958 的产量分别比登海 605 高 46.0% 和 48.9%,这在一定程度上说明,中玉 303 和郑单 958 的耐低氮能力明显强于登海 605。相同种植密度的中施氮量和高施氮量处理下,3 个品种的产量排序大部分为中玉 303> 登海 605> 郑单 958。若不考虑年份及种植密度的影响,将年份、种植密度处理数据平均,中施氮量条件下中玉 303 和登海 605 的产量分别比郑单 958 高 19.7% 和 6.2%;高施氮量条件下,中玉 303 和登海 605 的产量分别比郑单 958 高 18.0% 和 6.1%。以上结果说明,中玉 303 在中高施氮量条件下,比登海 605、郑单 958 更能发挥增产潜力,表现出“高氮高产”的特点。

3 个品种的产量在不同种植密度下变化趋势不同,低施氮量条件下,两年中登海 605 均以低密度处理的产量最高;郑单 958 在 2022 年中密度和高密度之间产量差异不大,低密度的产量最低,2023 年低施氮量条件下以中密度产量最高;中玉 303 在两年中均以高密度处理的产量最高。中施氮量和高施氮量条件下,3 个品种的产量都表现为低密度下最低、中密度低于高密度或者中密度与高密度差异不大的变化趋势,但所有种植密度下,中玉 303 的产量都显著高于登海 605 和郑单 958,这在一定程度上说明,养分(氮素)供应充足情况下,中玉 303 无论是在较低密度下还是在较高密度下,其产量表现都优于郑单 958 和登海 605,表现出“既耐密也耐稀”的突出特点。

不考虑年份、种植密度及施氮量的影响,将两年所有处理数据平均,登海 605、郑单 958、中玉 303

表1 不同种植密度和施氮水平对3个玉米品种产量的影响

年份	种植密度(株/hm ²)	施氮量(kg/hm ²)	产量(kg/hm ²)			
			登海 605	郑单 958	中玉 303	
2022	45000	0	4702.9b	6121.2a	6316.5a	
		180	9558.1b	8440.1c	10412.4a	
		360	9116.5b	8705.7b	10464.6a	
	63000	0	4252.6c	7042.1a	6041.5b	
		180	11986.9b	10736.5c	12841.1a	
		360	11697.9b	11061.4b	13054.7a	
	81000	0	4528.7b	7128.6a	6980.4a	
		180	11005.2b	11837.9b	13746.6a	
		360	12192.1b	11551.9b	13135.9a	
	2023	45000	0	5325.5b	6450.3a	6971.9a
			180	10285.4b	9761.9b	11629.2a
			360	10568.3b	10040.1b	11626.8a
63000		0	4411.5c	7710.6a	6820.8b	
		180	12380.3b	11212.1c	13710.7a	
		360	12214.4b	11216.5c	13391.1a	
81000		0	4388.6c	6665.0b	7186.9a	
		180	12551.2b	11795.5b	14023.5a	
		360	12100.3b	11437.5b	13850.7a	

同行不同小写字母表示在 0.05 水平上存在显著差异,下同

每 hm² 产量分别为 9070.4kg、9384.2kg、10678.1kg, 中玉 303 比登海 605、郑单 958 分别高 17.7% 和 13.8%; 将两年所有中施氮量和高施氮量处理数据平均, 登海 605、郑单 958、中玉 303 产量分别为 11304.7kg、10649.8kg、12657.3kg, 中玉 303 比登海 605 和郑单 958 分别高 12.0% 和 18.9%。

2.2 种植密度和施氮水平对 3 个玉米品种群体粒数的影响 玉米单位面积产量(群体产量)可分解为单位面积穗数(群体穗数)、穗粒数、粒重 3 个产量构成因素,也可以分解成单位面积籽粒数(群体粒数)、粒重 2 个产量构成因素,即群体产量 = 群体穗数 × 穗粒数 × 粒重 = 群体粒数 × 粒重^[2-6]。因此,不论是稀植大穗品种还是密植小穗品种,只要群体粒数和粒重的乘积大,产量就高。通过协调群体穗数与穗粒数的矛盾,力争群体粒数的显著提高是各类玉米品种高产的关键途径。由表 2 可以看出,两年的试验结果基本一致。随着种植密度和施氮量增加,3 个品种之间群体粒数的变化及差异与群体产量的变化及差异表现为基本一致的趋势。相同种植

密度条件下,低施氮量处理的群体粒数均明显低于中施氮量和高施氮量处理,中施氮量和高施氮量处理之间的群体粒数差异整体上相对较小;从低施氮量到中施氮量处理,登海 605 群体粒数增加幅度高于郑单 958 和中玉 303。

所有种植密度处理的低施氮量条件下,登海 605 的群体粒数均显著低于郑单 958 和中玉 303,郑单 958 和中玉 303 之间群体粒数的差异相对较小。除了登海 605 在低施氮量条件外,其余施氮量处理下,随着种植密度的增加,3 个品种的群体粒数整体上都表现为逐渐增加的趋势。不考虑年份、种植密度及施氮量的影响,将两年所有数据平均,登海 605、郑单 958、中玉 303 的群体粒数分别为 2286.3 万粒/hm²、2740.0 万粒/hm²、3064.0 万粒/hm²,中玉 303 比登海 605、郑单 958 分别高 34.0% 和 11.8%;将两年所有中施氮量和高施氮量处理数据平均,登海 605、郑单 958、中玉 303 群体粒数分别为 2736.4 万粒/hm²、2932.3 万粒/hm²、3419.4 万粒/hm²,中玉 303 比登海 605、郑单 958 分别高 25.0% 和 16.6%。

表2 不同种植密度和施氮水平对3个玉米品种群体粒数的影响

年份	种植密度(株/hm ²)	施氮量(kg/hm ²)	群体粒数(万粒/hm ²)		
			登海 605	郑单 958	中玉 303
2022	45000	0	1416.0c	1894.5b	2070.4a
		180	2215.3b	2031.6c	2571.6a
		360	2075.8b	2108.9b	2627.8a
	63000	0	1358.5b	2299.1a	2176.6a
		180	2820.6b	2659.5c	3295.2a
		360	2787.4b	2730.5b	3316.3a
	81000	0	1468.0b	2507.1a	2552.5a
		180	2830.4c	3035.5b	3777.2a
		360	2975.1b	3006.7b	3544.1a
2023	45000	0	1497.8c	2082.5b	2223.8a
		180	2512.8c	2848.5b	3051.0a
		360	2489.6c	2867.4b	3036.0a
	63000	0	1270.8c	2783.0a	2479.5b
		180	2982.7c	3228.4b	3886.6a
		360	2945.2c	3380.3b	3724.3a
	81000	0	1305.8b	2565.9a	2616.7a
		180	3186.8c	3614.1b	4167.5a
		360	3014.7c	3676.0b	4035.4a

2.3 种植密度和施氮水平对3个玉米品种百粒重的影响 由表3可以看出,两年中所有种植密度处理下,3个品种低施氮量处理的百粒重均明显低于中施氮量处理,中施氮量处理百粒重与高施氮量处理差异相对较小;两年中不同施氮量处理下,随着种植密度的增加,3个品种的百粒重整体上都呈现逐渐下降的趋势。2022年除高密度与中施氮量处理组合以外,3个品种之间百粒重的显著差异都表现为登海605>郑单958>中玉303,高密度与中施氮量处理组合表现为登海605与郑单958差异不显著,但都显著高于中玉303;不考虑密度和施氮量的影响,将密度、施氮量处理的数据平均,登海605、郑单958、中玉303的百粒重分别为38.5g、36.9g和35.3g,中玉303的百粒重比登海605和郑单958分别低8.3%和4.4%,说明与登海605和郑单958相比,中玉303是籽粒较小的品种。2023年除中密度与低施氮量处理组合外,3个品种之间百粒重的显著差异都表现为登海605>中玉303>郑单958,中密度与低施氮量处理组合表现为郑单958和中玉303差异不显著,但均显著低于登海605;不考虑密

度和施氮量的影响,将密度、施氮量处理的数据平均,登海605、中玉303、郑单958的百粒重分别为38.9g、33.6g和31.7g,中玉303的百粒重比登海605低13.6%,但比郑单958高6.0%。

3个品种之间的百粒重差异在不同年份之所以出现不同的表现,主要是因为2023年试验所在地出现了玉米南方锈病严重发生的环境条件(台风登陆+高湿+温度适宜),尽管试验田采取了防控措施,但郑单958仍发生了较严重的南方锈病,而登海605和中玉303则基本未受到南方锈病的不利影响。由此可知,南方锈病虽然可防,但难防,像2023年这样南方锈病严重发生的年份,选用品种必须达到中抗的程度,抗性至少与中玉303和登海605相当,若选用类似郑单958(感南方锈病)的品种,即使喷施最好的杀菌剂也难以防控,可能导致较大的产量损失。

3 结论与讨论

据报道,2004–2019年郑单958年种植面积连续16年居我国第1位;登海605年种植面积在2016–2019年之间均居我国第4位^[7]。郑单958和

表3 不同种植密度和施氮水平对3个玉米品种百粒重的影响

年份	种植密度(株/hm ²)	施氮量(kg/hm ²)	百粒重(g)		
			登海605	郑单958	中玉303
2022	45000	0	33.2a	32.2b	30.5c
		180	43.1a	41.5b	40.5c
		360	43.9a	41.3b	39.9c
	63000	0	31.2a	30.6b	27.8c
		180	42.5a	40.4b	39.0c
		360	41.9a	40.5b	39.3c
	81000	0	30.8a	28.4b	27.4c
		180	38.9a	39.0a	36.4b
		360	41.0a	38.5b	37.1c
2023	45000	0	35.6a	30.9c	31.4b
		180	40.9a	34.3c	38.1b
		360	42.5a	35.0c	38.4b
	63000	0	34.6a	27.7b	27.6b
		180	41.6a	34.7c	35.3b
		360	41.5a	33.2c	36.0b
	81000	0	33.6a	25.9c	27.5b
		180	39.4a	32.7c	33.7b
		360	40.2a	31.2c	34.4b

登海605是试验所在地多年的主栽品种,也是最近十几年来在我国享有盛名的大品种。本试验结果表明,与郑单958、登海605相比,中玉303在各种种植密度处理下,无论在低氮(肥力)条件下还是在高氮(肥力)条件下,其产量表现都更为优异,同时表现出“既耐低氮又高氮高产”“既耐密也耐稀”的突出特点。从产量构成因素看,中玉303无论是在氮素供应不足还是在种植密度偏低或偏高的不利条件下,都能构建一个相对较大的群体籽粒库,这是其群体产量较高的重要原因,这与以往报道是相吻合的^[4-6]。此外,在灌浆期间(即籽粒库充实期间)遭遇逆境条件时(南方锈病、茎腐病、干旱等严重发生),中玉303表现出较强的抗性,灌浆强度仍能保持在正常水平,这也在一定程度上对群体产量形成发挥了积极作用。

玉米品种中玉303株型紧凑、独特,群体结构适宜合理密植,在高产田和中低产田均能获得好的收成,这在推动占全国玉米种植面积50%以上的中低产田提高产量、整体提升玉米的单产水平上具有重

要的意义,该品种的广泛应用有望为我国玉米主产区单产进一步提升作出重大贡献。

参考文献

- [1] 王岩文,隋朋斐,付发林,何建国,靳长再,王兆国,温通通,梁玉婷,景义泽,张同景,张光玉,李广陆,武祺,王亚东,王天宇. 绿色高产优质玉米新品种中玉303. 中国种业, 2022(3):133-134
- [2] 关义新,凌碧莹,林葆,李学民. 高产春玉米群体库及源库流的综合调控. 沈阳农业大学学报, 2000, 31(6):537-540
- [3] 陆卫平,陈国平,郭景伦,王忠孝,饶春富. 不同生态条件下玉米产量源库关系的研究. 作物学报, 1997, 23(6):727-733
- [4] 马兴林,徐安波,杨久臣,王传海,李淑兰,吴亚芝,王立春,关义新. 关于玉米种植密度的思考与讨论. 玉米科学, 2020, 28(2):96-99
- [5] Andrade F H, Vega C, Uhart S, Cirilo A, Cantarero M, Valentinuz O. Kernel number determination in maize. Crop Science, 1999, 39:453-459
- [6] Tollenaar M, Dwyer L M, Stewart D W. Ear and kernel formation in maize hybrids representing three decades of grain yield improvement in Ontario. Crop Science, 1992, 32:432-438
- [7] 孙世贤. 玉米情. 北京:中国农业科学技术出版社, 2021

(收稿日期:2025-04-14)