



周超,王俊强,韩业辉,等.不同施氮量和种植密度对嫩单 19 产量的影响[J].黑龙江农业科学,2020(12):26-29.

不同施氮量和种植密度对嫩单 19 产量的影响

周超¹,王俊强¹,韩业辉¹,于运凯¹,许健¹,曲忠诚¹,丁昕颖²,王泽胤³

(1. 黑龙江省农业科学院 齐齐哈尔分院,黑龙江 齐齐哈尔 161006;2. 黑龙江省农业科学院 畜牧兽医分院,黑龙江 齐齐哈尔 161000;3. 黑龙江省农业科学院 克山分院,黑龙江 克山 161600)

摘要:为促进黑龙江省玉米增产增效栽培,本研究以紧凑耐密型玉米品种嫩单 19 为试验材料,设置 4 个施氮量为 0(N0)、120 kg·hm⁻²(N1)、240 kg·hm⁻²(N2)、360 kg·hm⁻²(N3);3 个种植密度 4.5 万株·hm⁻²(D1)、6.0 万株·hm⁻²(D2) 和 7.5 万株·hm⁻²(D3),研究施氮量及种植密度对玉米品种嫩单 19 单株及群体干物质积累特性、产量及其构成因素的影响。结果表明:同一种植密度条件下,氮肥施用水平对千粒重、穗粒数、产量、花后单株干物质积累量、花后群体干物质积累量影响显著;同一施肥水平下,增加种植密度嫩单 19 的千粒重和穗粒数明显降低。本研究根据嫩单 19 的品种特征,合理增加了种植密度、减少施氮量,使群体的光能及养分的利用率能够得到有效的利用,进而获得更高的产量。综合本试验研究表明玉米品种嫩单 19 的适宜种植密度为 7.5 万株·hm⁻²,最佳施氮量为 240 kg·hm⁻²。

关键词:玉米;施氮量;种植密度;产量

玉米是我国第一大粮食作物,在保障我国粮食安全上起到至关重要的作用^[1]。目前限制我国玉米产量的重要因素就是种植密度偏低和不合理的施氮,适当的增加种植密度及合理施入氮肥是提高玉米产量的重要途径^[2-4]。玉米在适宜的种植密度区间,产量随着种植密度的增加而增加,但种植密度过高也会导致产量的降低^[5-6]。氮素是玉米在整个生育过程中吸收最多的营养元素,它对器官建成、根冠发育、光合作用、库源关系等均有影响^[5]。玉米在整个生育期如果缺氮会抑制其生长和产量的形成^[6-7]。国内外对氮素与作物产量及品质相互关系已有大量研究。对于确定最佳的氮肥施用量,提高产量是当前春玉米生产中急需解决的重要问题。本试验选用具有耐密植、优质、多抗、适应性广,产量潜力大及适宜机械收获的玉米品种嫩单 19 为试验材料。嫩单 19 是黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院玉米室于 2009 年以自育自交系 N8924 为母本、自育自交系 N7923 为父本杂交选育而成的中晚熟、高产、优质杂交种。该品种株高 283 cm,穗位高 114 cm。果穗圆

筒形,穗轴粉色,穗长 20.3 cm,穗粗 5.1 cm,穗行数 16~18 行。籽粒偏硬粒型、黄色,百粒重 37.5 g。在适应区生育日数 127 d,需≥10℃活动积温 2 600℃,2017 年通过黑龙江省农作物品种审定委员会审定推广(审定编号:黑审玉 2017012),适宜黑龙江省第一积温带种植。2020 年嫩单 19 被黑龙江省农业农村厅列为黑龙江省农作物优质高效品种。本研究设置 3 个种植密度和 4 个施氮量,研究种植密度与施氮量对玉米品种嫩单 19 产量及产量构成因素相关指标的影响。为科学施用氮肥及建立玉米增产增效栽培技术体系提供理论及实践依据,为春玉米高产栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

本试验于 2018-2019 年在黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院科研基地进行,土壤类型为黑土。选用黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院玉米室自育品种嫩单 19 为试验材料。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验采用裂区设计,共 12 个处理。本试验设置 3 个种植密度,分别为 4.5 万株·hm⁻²、6.0 万株·hm⁻²(D2) 和 7.5 万株·hm⁻²(D3);4 个施氮量分别为 0(N0)、120 kg·hm⁻²(N1)、240 kg·hm⁻²(N2) 和 360 kg·hm⁻²(N3),每个处理设置 3 次重复,随机

收稿日期:2020-08-21

基金项目:国家重点研发计划项目(2018YFD0300101-6)。

第一作者:周超(1986-),女,硕士,助理研究员,从事玉米遗传育种研究。E-mail:zhouchao1201@126.com。

通信作者:王泽胤(1981-),男,硕士,副研究员,从事农业科研管理。E-mail:328444@qq.com。

排列。小区面积 50 m²,行距 0.65 m,等行距种植。每个处理分别在拔节期和大喇叭口期按 4:6 比例施入氮肥,氮肥为普通尿素(46%),在播前施磷肥(P₂O₅)120 kg·hm⁻²和钾肥(K₂O)240 kg·hm⁻²。

1.2.2 测定项目及方法 本试验的干物质测定是每个处理分别在开花期和成熟期取 5 株长势均匀的植株,按器官分离,放置烘箱内,105 ℃杀青 30 min,然后 80℃烘干至恒重测定干物质量。

成熟期收获各处理,室内考种测定穗长、穗粗、穗行数、行粒数和千粒重。

1.2.3 数据分析 地上部干物质积累量=成熟期单株总干重×成熟期实收株数;

花后单株干物质积累量=成熟期单株干物质积累量-开花期单株干物质积累量;

花后单株干物质贡献率=花后单株干物质积累量/成熟期单株干物质积累量;

花后群体干物质积累量=成熟期群体干物质积累量-开花期群体干物质积累量;

花后群体干物质贡献率=花后群体干物质积累量/成熟期群体干物质积累量;

收获指数=籽粒产量/成熟期干物质积累量;

采用 Excel 2010 和 DPS v7.05 软件进行数据处理。本文以 2018-2019 年两年数据均值进行分析。

2 结果与分析

2.1 不同施氮量和种植密度对嫩单 19 产量及构成因素的影响

由表 1 可知,在同一种植密度不同施氮量条件下,嫩单 19 产量均呈先增加后降低的趋势,在 N2 施氮量条件下产量最高,在 D1 种植密度条件下,N2 产量达到 7 773.4 kg·hm⁻²,显著高于 N0 和 N3 处理;在 D2 种植密度条件下,N2 产量达到 9 313.0 kg·hm⁻²,显著高于其它 3 个处理;在 D3 种植密度条件下,N2 产量达到10 553.3 kg·hm⁻²,显著高于其它 3 个处理。在同一施氮量不同种植密度处理下,穗粒数和千粒重呈明显下降趋势,公顷有效穗数呈明显增加趋势,在 D1 种植密度条件下,N1 与 N2 公顷有效穗数差异不显著,但二者显著高于 N0 和 N3;在 D2、D3 种植密度条件下 N0、N1 和 N2 公顷有效穗数显著高于 N3。嫩单 19 随着种植密度和施氮量的增加收获指数呈降低趋势,在 D3 种植密度条件下收获指数最低。

表 1 不同处理对嫩单 19 产量及构成因素的影响

Table 1 Effects of different treatments on yield and components of Nendan 19

种植密度	施氮量	公顷有效穗数	穗粒数	千粒重	产量	收获指数
Density	Nitrogen rate	Ear number per hectare	Grain per ear	1000-grain weight/g	Yield/(kg·hm ⁻²)	HI/%
D1	N0	42032 b	542.2 c	312.2 a	7115.0 b	0.58 a
	N1	43523 a	556.1 b	318.1 a	7699.0 ab	0.57 b
	N2	43639 a	570.2 a	312.4 a	7773.4 a	0.58 a
	N3	42010 b	545.5 c	308.1 b	7060.6 c	0.54 c
D2	N0	55148 b	530.1 c	291.3 b	8515.9 c	0.53 a
	N1	55871 b	562.3 a	278.2 c	8740.0 c	0.52 b
	N2	56012 a	552.2 b	301.1 a	9313.0 a	0.51 c
	N3	54489 c	542.7 c	305.4 a	9031.0 b	0.52 b
D3	N0	71452 a	525.5 c	279.1 a	10479.7 b	0.53 a
	N1	71105 b	549.5 a	264.2 c	10322.9 c	0.48 b
	N2	71265 ab	538.1 b	275.2 b	10553.3 a	0.47 c
	N3	70010 c	539.6 b	275.5 b	10407.7 b	0.47 c

注:不同小写字母表示在 5%水平差异显著。下同。

Note:Different lowercase letters indicate significant difference at 5% level. The same below.

2.2 干物质积累特性

由表 2 和表 3 分析可知,随着种植密度的增加花后单株干物质积累量呈降低趋势,群体干物质积累量呈增加趋势。随施氮量增加,单株干物

质积累量和群体干物质积累量均呈显著增加的趋势。D1 种植密度条件下的花后干物质贡献率要高于 D2 和 D3 种植密度下。在同一种植密度处理条件下,嫩单 19 的花后单株干物质积累量表现

为 $N3>N2>N1>N0$;花后群体干物质积累量在 $N1>N0$ 。由此可知,嫩单 19 的花后干物质积累
D1 种植密度条件下表现为 $N2>N1>N3>N2$, 量是造成成熟期干物质积累量和产量差异的主要
在 D2 和 D3 种植密度条件下表现为 $N2>N3>$ 原因。

表 2 不同处理对嫩单 19 单株干物质积累特性的影响

Table 2 Effects of different treatments on dry matter accumulation characteristics of single plant of Nendan 19					
种植密度 Density	施氮量 Nitrogen rate	不同生育期单株干物质积累量 Dry matter accumulation per plant at different growth stages/(t•hm ⁻²)		花后单株干物 质积累量 ADMA/(t•hm ⁻²)	花后单株干物 质贡献率 CPDMA/%
		VT	R6		
D1	N0	128.2 b	292.3 b	164.1 c	56.1 c
	N1	135.3 a	310.5 a	175.2 b	56.4 c
	N2	126.5 b	305.6 b	179.1 b	58.6 a
	N3	131.2 a	311.1 a	179.9 a	57.8 b
D2	N0	132.2 c	288.8 c	156.6 c	54.2 a
	N1	142.3 b	300.7 b	158.4 c	52.7 b
	N2	158.2 a	328.8 a	170.6 b	51.9 c
	N3	150.3 a	321.2 b	170.9 a	53.2 b
D3	N0	135.2 c	278.3 c	143.1 c	51.4 c
	N1	140.6 c	302.4 c	161.8 b	53.5 a
	N2	147.4 b	311.9 b	164.5 b	52.7 b
	N3	150.1 a	315.5 a	165.4 a	52.4 b

表 3 不同处理对嫩单 19 群体干物质积累特性的影响

Table 3 Effects of different treatments on dry matter accumulation characteristics of Nendan 19 population					
种植密度 Density	施氮量 Nitrogen rate	不同生育期群体干物质积累量 Dry matter accumulation perpopulation at different growth stages/(t•hm ⁻²)		花后群体干物质积累量 ADMGA/(t•hm ⁻²)	花后群体干物质贡献率 CPDMGA/%
		VT	R6		
D1	N0	5388.5 c	12286.0 c	6897.5 c	56.1 c
	N1	5888.7 a	13513.9 a	7625.2 b	56.4 c
	N2	5520.3 b	13336.1 b	7815.7 a	58.6 a
	N3	5511.7 b	13069.3 b	7557.6 b	57.8 b
D2	N0	7290.6 c	15926.7 d	8636.2 c	54.2 a
	N1	7950.4 c	16800.4 c	8850.0 c	52.7 b
	N2	8861.1 a	18416.7 a	9555.6 a	51.9 c
	N3	8189.7 b	17501.9 b	9312.2 b	53.2 b
D3	N0	9660.3 b	19885.1 c	10224.8 c	51.4 c
	N1	9997.4 b	21502.2 b	11504.8 b	53.5 a
	N2	10504.5 a	22227.6 a	11723.1 a	52.7 b
	N3	10508.5 a	22088.2 a	11579.7 a	52.4 b

3 结论与讨论

玉米的不同栽培措施对产量有着明显的影
响,研究表明种植密度和施氮量均对玉米的产量

有显著影响,决定玉米产量的主要因素包括单位
面积的有效穗数、穗粒数和千粒重。玉米产量随
着施氮量的增加呈先增加后降低的趋势,氮肥的

合理施用能够促进玉米果穗顶部籽粒的发育,减少玉米秃尖,提高玉米的穗粒数,提高玉米的产量^[8-9]。本试验研究结果表明,嫩单 19 在高密度条件下,其群体优势显著,适当的增加密度有助于产量的提高,嫩单 19 在 D1 种植密度条件下,在 N2 施氮水平下的籽粒产量最高,达到 $7\,773.4\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。在 D2 种植密度条件下,施氮量在 N2 水平下产量达到 $9\,313.0\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,显著高于其他 3 个处理;在 D3 种植密度条件下,施氮量在 N2 水平下籽粒产量最高,达到 $10\,553.3\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,显著高于其他 3 个处理。在同一施氮量的不同种植密度处理条件下,千粒重和穗粒数呈下降趋势,有效穗数呈增加趋势。在各密度处理下,随施氮量增加有效穗数先升高后降低;在 D2、D3 处理下 N3 的有效穗数与 N0、N1 和 N2 相比呈现显著降低。随施氮量和种植密度的增加收获指数呈降低趋势,在 D3 种植密度条件下收获指数最低。与前人研究不一致的原因可能是嫩单 19 在 $7.5\text{ 万株}\cdot\text{hm}^{-2}$ 种植密度条件下,氮肥施用量主要通过影响穗粒数和千粒重而影响产量;在 $4.5\text{ 万株}\cdot\text{hm}^{-2}$ 和 $6.0\text{ 万株}\cdot\text{hm}^{-2}$ 种植密度条件下,施氮量对产量产生的影响主要通过千粒重、穗粒数和单位面积穗数,施氮量过高,都会导致有效穗数和千粒重降低。本

试验结果表明,嫩单 19 在 $7.5\text{ 万株}\cdot\text{hm}^{-2}$ 的种植密度,施氮量在 $240\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 的栽培模式下能够获得较高的产量。

参考文献:

- [1] 李少昆,赵久然,董树亭,等. 中国玉米栽培研究进展与展望[J]. 中国农业科学,2017,50(11):1941-1959.
- [2] Testa G, Reyneri A, Blandino M. Maize grain yield enhancement through high plant density cultivation with different inter-row and intra-row spacing[J]. European Journal of Agronomy, 2016, 72: 28-37.
- [3] Qian C R, Yu Y, Gong X J, et al. Response of grain yield to plant density and nitrogen rate in spring maize hybrids released from 1970 to 2010 in northeast China[J]. The Crop Journal, 2016, 4(6): 459-467.
- [4] 卢军帅,李云详,王兴富,等. 高密度对甘肃黄灌区玉米品种农艺性状和产量的影响[J]. 作物杂志,2018(2):97-102.
- [5] 米国华,陈范骏,春亮,等. 玉米氮高效品种的生物学特征[J]. 植物营养与肥料学报,2007,13(1):155-159.
- [6] 何萍,金继运,林葆,等. 不同氮、磷、钾用量下春玉米生物产量及其组分动态与养分吸收模式研究[J]. 植物营养与肥料学报,1998,4(2):123-130.
- [7] 沈其荣. 土壤肥料学通论[M]. 北京:高等教育出版社,2001.
- [8] 孟战赢,王育红,王向阳,等. 密度对夏玉米灌浆特性及产量的影响[J]. 河南农业科学,2011,40(12):48-51.
- [9] 申丽霞,魏亚萍,王璞,等. 施氮对夏玉米顶部籽粒早期发育及产量的影响[J]. 作物学报,2006,32(11):1746-1751.

Effects of Different Nitrogen Application Rate and Planting Density on Yield of Nendan 19

ZHOU Chao¹, WANG Jun-qiang¹, HAN Ye-hui¹, YU Yun-kai¹, XU Jian¹, QU Zhong-cheng¹, DING Xin-ying², WANG Ze-yin³

(1. Qiqihar Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161006, China; 2. Animal Husbandry and Veterinary Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161000, China; 3. Keshan Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Keshan 161600, China)

Abstract: In order to promote maize production and efficiency in Heilongjiang Province, taking the compact and dense-tolerant maize variety Nendan 19 as the test material, this study set 4 nitrogen application rates of 0 (N0), $120\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ (N1), $240\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ (N2), $360\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ (N3), three planting densities of $45\,000\text{ plants}\cdot\text{hm}^{-2}$ (D1), $60\,000\text{ plants}\cdot\text{hm}^{-2}$ (D2) and $75\,000\text{ plants}\cdot\text{hm}^{-2}$ (D3) were used to determine the optimal nitrogen application rate and planting density for synergistically increasing spring maize yield. The population dry matter accumulation characteristics, yield and the influence of its constituent factors. The results showed that under the same planting density, the nitrogen fertilizer application level had a significant impact on the 1000-grain weight, grain number per ear, yield, dry matter accumulation per plant after anthesis, and dry matter accumulation of the population after anthesis; increased planting density, the same fertilization level the thousand-grain weight of Nendan 19 and the number of grains per spike were reduced. In this study, based on the characteristics of Nendan 19, the planting density was increased and the amount of nitrogen was reduced, so that the light energy and nutrient utilization rate of the colony could be effectively used, and higher yields could be obtained. The comprehensive experimental research showed that the suitable planting density of maize variety Nendan 19 was $75\,000\text{ plants}\cdot\text{hm}^{-2}$ and the optimal nitrogen application rate was $240\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$.

Keywords: maize; nitrogen application rate; planting density; yield