

种植密度对松玉419群体生理特性及产量的影响

杨粉团¹, 姜晓莉¹, 曹庆军¹, 李贺², 于洪浩², 李刚^{1*}

(1. 吉林省农业科学院/农业部东北作物生理生态与耕作重点实验室, 长春 130033; 2. 梨树县农业技术推广总站, 吉林梨树 136503)

摘要:为了明确松玉419在吉林省中部半湿润地区的合理栽培密度, 在大田条件下设置了5万、5.6万、6.3万、7.2万和8.3万株/hm²共5个密度, 研究不同种植密度下, 松玉419的群体生理指标、产量及产量性状。结果表明, 随着种植密度增加, 叶绿素相对含量降低, 群体光合势增加, 群体干物质积累量呈先升高后降低的趋势, 但单株干物质积累则呈现降低趋势。玉米群体和个体的产量性状相对较为协调的种植密度为6.3万株/hm², 产量可达12 820.5 kg/hm²。

关键词:松玉419; 种植密度; 生理特性; 产量

中国分类号:S513.01

文献标识码:A

文章编号:1003-8701(2016)05-0001-04

The Effect of Plant Density on the Population Physiological Characters and Yield of Maize Songyu 419

YANG Fentuan¹, JIANG Xiaoli¹, CAO Qingjun¹, LI He², YU Honghao², LI Gang^{1*}

(1. Jilin Academy of Agricultural Sciences / Key Laboratory of Crop Ecophysiology and Farming System in Northeast China, Ministry of Agriculture, Changchun 130033; 2. Center for Popularization of Agricultural Technology of Lishu County, Lishu 136503, China)

Abstract: To find the rational planting density of new variety Maize Songyu 419 in semi-humid zones of Jilin Province, field experiment was carried out. Five planting densities were designed, which were 50 000, 56 000, 63 000, 72 000, and 83 000 plants / ha. Under the different planting densities, the population physiological characters, yield and yield traits of Songyu 419 were researched. The result showed that the relative chlorophyll content and single dry matter weight decreased and population photosynthesis potential increased as planting density increased. Population dry weight as well as the yield showed a curve of first increase and later drop. It is suggested that the high yield of Songyu 419 had earned in planting density 63 000 plants / ha and the yield reaches 12 820.5 kg/ha.

Key words: Songyu 419; Planting density; Physiological character; Yield

玉米是重要的粮食、饲料和工业原料。目前已成为我国第一大粮食作物。不管我国农业技术水平如何提高, 玉米新品种的需求仍处于绝对重要的位置。在新品种示范和推广过程中, 配套的栽培技术的研究是最基础也最关键的步骤, 是发挥新品种潜力的基石。而众多技术中合理密植应该放在首位。密度是玉米产量形成的主要因素, 是协调群体矛盾获得高产的关键。除了通过

播期^[1]、水肥运筹^[2-3]方式外, 密度亦是决定玉米生理性状的主要因素。关于密度对玉米生理指标和产量的影响, 前人做了大量研究^[4-8], 松玉419作为玉米新品种, 不同种植密度对其群体生理特性和产量影响的研究尚未见报道。因此, 本研究以松玉419为材料, 探讨种植密度对玉米生理特性和产量的影响规律, 为玉米高产育种和栽培提供理论依据。

1 材料与与方法

1.1 供试材料与试验设计

试验于2015年在吉林省梨树县蔡家镇蔡家村进行。该试验地位于吉林省中部半湿润区, 供试土壤为黑土, 0~20 cm土层内养分含量分别为: 有机质 16.5 g/kg, 全氮 1.132 g/kg, 速效氮 126.4

收稿日期: 2016-05-09

基金项目: 国家粮食丰产科技工程配套项目(2015GJLS003NY、20140203002NY); 国家现代农业产业技术体系(CARS-02-17)

作者简介: 杨粉团(1979-), 女, 副研究员, 博士, 主要从事玉米高产栽培技术及农业信息技术研究。

通讯作者: 李刚, 男, 博士, 教授, E-mail: ligang6@yeah.net

mg/kg,速效磷 10.4 mg/kg,速效钾 100.1 mg/kg,硝态氮 25 mg/kg。

试验地为玉米连作地块。4月29日播种,5月15日出苗。采用随机区组设计,小区面积 32.4 m²。4次重复,均匀垄行距 60 cm,株距设置 33.3 cm、30.0 cm、26.6 cm、23.3 cm、20.0 cm,分别为 5 万株/hm²、5.6 万株/hm²、6.3 万株/hm²、7.2 万株/hm²、8.3 万株/hm²,对应密度标记为 D1、D2、D3、D4 和 D5,人工扎眼播种,氮磷钾肥一次性施入,折合公顷肥量 N、P₂O₅ 和 K₂O 分别为 240 kg、75 kg 和 90 kg。田间管理同常规栽培方式。

1.2 测定项目与方法

在玉米拔节期(6月20日)、大喇叭口期(7月4日)、吐丝期(7月19日)、灌浆期(8月9日)、成熟期(9月20日)分别取样测定叶绿素含量和叶面积指数,植株地上干物质积累量在后四个时期进行。

叶绿素含量:用手持式叶绿素测定仪(SPAD-502 叶绿素仪)测定,每小区取 3~5 株,每次在最上部展开叶或穗位叶叶片上均匀取 6 个点,以平均值计算。

叶面积指数(LAI):拔节期数据采用叶面积=叶长×叶宽×0.75 来测定,每小区取样 5 株。大喇叭口期之后采用植物冠层分析仪 sunscan 测定,每小区取点 15 个。

光合势:是指生育期内进行光合生产的叶面积与日数的乘积,各生育期光合势的总和即为全生育期的总光合势。光合势按下列公式计算。光合势(m²·d)=(L₁+L₂)(T₂-T₁)×10000/2。式中:L₁、L₂ 分别为两次测定的叶面积指数;T₁、T₂ 分别为相邻两次测定的时间。

地上干物重:每小区取 3~5 株,将样品称取鲜质量后,在 105℃下烘 30 min,再在 80℃下烘干至恒重后称取干物质重。

产量和产量构成因素的测定:成熟期测定穗长、穗粗、穗粒数、单位面积收获穗数和百粒重等性状,计算出子粒产量。

2 结果与分析

2.1 密度对玉米叶片叶绿素相对含量的影响

从图 1 可知,在玉米生长前期(拔节期)叶绿素含量差异小,未表现出群体密度对单株生长发育的影响。随着生育期推进,在大喇叭口期,低密度处理(D1)较高密度处理(D5)已经表现出明显的单株生长旺盛的状态,而中间密度(D2、D3 和 D4)之间未见显著差异,但叶绿素相对含量介于低密度和高密度之间。说明超过 D4 的密度,在大喇叭口期已经限制了玉米个体的发育。在吐丝期,只有 D2 略高于其他处理,同时总体数值偏低的原因应该是吐丝期正值雄穗散粉期,叶片表面花粉等杂物较多降低了测定结果。灌浆期叶绿素含量的数据显示,随着密度的升高,叶片叶绿素含量降低,进而单株光合能力也会随之降低。

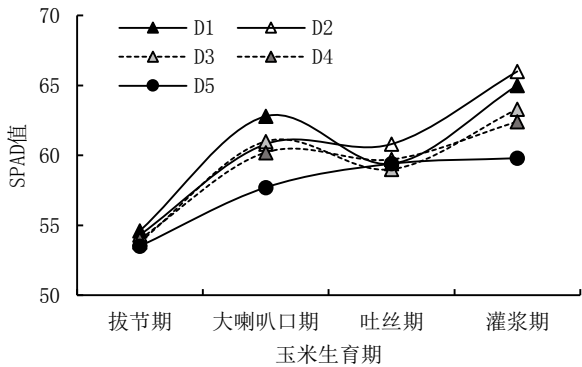


图 1 不同种植密度对松玉 419 叶片叶绿素相对含量的影响

2.2 密度对玉米群体光合势的影响

群体光合势是密度效应带来的最直观的生理特征表现。表 1 中涉及到的生育期经历的天数,出苗到拔节期、拔节期到大喇叭口期、大喇叭口期到吐丝期、吐丝期到灌浆期、灌浆期到成熟期分别为 36 d、14 d、15 d、21 d 和 42 d。由表 1 可知,吐丝期之后到成熟期的光合势占总光合势的比重最高,是决定产量的关键时期。灌浆期之后,生殖生长旺盛,下部叶片衰老脱落,顶部叶片

表 1 不同密度处理对松玉 419 群体光合势的影响 (m²·d)/hm²

处理	出苗—拔节期	拔节期—大喇叭口期	大喇叭口期—吐丝期	吐丝期—灌浆期	灌浆期—成熟期	总光合势
D1	24.1±2.7b	41.2±4.6b	68.9±8.5c	93.9±12.6c	145.3±32.3c	373.4±60.7b
D2	25.4±2.7b	44.3±5.6ab	74.2±9.2bc	103.5±12.6bc	162.1±30.9bc	409.5±60.9b
D3	26.6±2.9b	45.9±5.2ab	81.2±7.9b	117.9±12.0b	187.6±32.8b	459.2±60.7ab
D4	33.8±2.5a	49.9±6.2a	80.6±8.3b	115.2±9.5b	198.2±27.7b	477.7±54.2a
D5	34.7±3.1a	53.8±5.3a	93.8±7.0a	139.5±8.9a	226.6±25.0a	548.4±49.2a

注:表中数字后的不同大小写字母分别是不同密度下处理间在 0.01 和 0.05 水平下的显著性,下同

枯黄,导致叶面积指数下降,但各生育阶段光合势均随着种植密度的增加而增加。

2.3 不同密度对个体及群体干物质积累的影响

玉米干物质积累量是植物净光合作用量,考察个体和群体的干物质积累量是品种耐密性和产量形成的生理基础。从表2可以看出,随着种植密度的增加,在大喇叭口期,个体的干物质积累量呈下降趋势,但D1、D2和D3处理之间差异不显著,而D4和D5之间差异不显著。到吐丝期和灌浆期测定时,个体干物质积累量以D1和D2处理最高,并随着密度增大逐渐降低。在成熟期

时,中间密度处理D2、D3和D4处理干物质积累量增加无差异且处于中游水平,而D5高密度下干物质增加最慢。由此可以看出,生育前期密度越小对个体的干物质积累越有利,而且低密度对个体充分发育的优势一直延续至成熟期。随着生育进程的推进,中间密度的3个处理干物质增加速度平稳,为产量的形成奠定物质基础。而高密度D5处理一直处于个体干物质积累的劣势地位,从而说明,在D5密度处理下,已经严重限制了个体在群体中的生长和发育,生产中该密度不可取。

表2 不同密度对松玉419个体干物质积累的影响

g/株

处理	大喇叭口期	吐丝期	灌浆期	成熟期
D1	66.8±6.5a	112.7±12.3a	239.7±6.9a	594.1±15.5a
D2	65.6±2.3a	122.7±7.6a	269.1±31.4a	502.8±17.5b
D3	61.6±13.9a	101.6±12.2b	222.3±39.5a	473.1±31.9b
D4	54.3±11.4b	91.0±15.4c	169.7±35.0b	466.8±50.7b
D5	54.5±13.9b	89.7±20.3c	156.5±63.6b	376.2±47.4c

由表3可知,从大喇叭口期开始一直至成熟期,低密度的群体干物质积累量一直处于各处理最低的水平,说明D1密度处理(5万株/hm²)对于该品种略显低。而D2密度处理在吐丝期和灌浆期的干物质积累量均位于各处理之首,说明D2密度(5.6万株/hm²)对于开花期之前和灌浆期的生

长最有利。从成熟期的数据来看,D5密度处理的干物质积累量在吐丝期之前一直处于各处理的最高值或较高值,在吐丝期之后干物质积累量放缓,至成熟期时已降至各处理的最低值,说明D5处理在开花期之后,结实率可能出现问题,后期的物质积累由于库的不足而限制了干物质的积累。

表3 不同密度对松玉419群体干物质积累的影响

kg/hm²

处理	大喇叭口期	吐丝期	灌浆期	成熟期
D1	3 007.5±293.3c	5 073.5±552.8c	10 785.4±308.3b	26 733.5±699.7b
D2	3 674.0±128.7b	6 873.4±423.4a	15 068.3±1756.3a	28 157.0±982.1a
D3	3 648.1±820.1b	6 016.0±719.6b	13 166.6±2 328.2a	28 018.5±1 887.2a
D4	3 521.4±741.0b	5 898.7±999.4b	10 998.6±2 067.4b	30 247.7±2 991.6a
D5	3 847.1±991.3a	6 326.6±1 440.5a	11 041.0±4 516.4b	26 542.6±3 364.3b

2.4 不同密度对成熟期农艺性状和产量构成的影响

由表4可知,随着密度的增加,穗长和穗粗在同步降低,穗长从D1处理的20.1 cm降低至D5处理的16.5 cm,穗粗从6.0 cm降低至5.4 cm。同时伴随着穗粒数的减少和百粒重的下降,每穗穗粒数降低幅度最高为135粒,百粒重下降5.3 g。D3密度处理产量最高,但D2、D3和D4产量数据之间差异不显著。最高密度处理D5的产量极显著低于最低密度处理的产量。从测产样点收获穗数来看,密度越大,收获穗数和种植密度之间差异

越大,最后实收穗数与种植密度之间最接近的处理为D2和D3,低密度下收获穗数低的原因可能是由于株距大,取样差异较大,而高密度下收获穗数严重低于种植密度的原因则是因为授粉结实情况不佳后空秆率提高所致。综合产量构成及产量数据,在吉林省中部地区松玉419的种植密度应该选择在6.3万株/hm²(60 cm行距下,播种机设置26.6 cm)为宜,不仅可以获得较高的产量,而且减少种子成本的投入,提高肥料和水分的利用率。

表 4 成熟期玉米农艺性状、产量及产量构成因素

处理	穗长 (cm)	穗粗 (cm)	穗粒数 (个)	百粒重 (g)	穗数 (个/10 m ²)	产量 (kg/hm ²)
D1	20.1±0.8a	5.9±0.1a	703±32a	38.2±1.5a	42±2d	11 371.1±279.8B
D2	19.1±0.6b	6.0±0.2a	678±81b	37.1±1.7ab	51±2c	12 476.4±283.7A
D3	18.7±0.6b	5.7±0.2b	666±73b	36.6±0.4b	58±3b	12 820.5±326.3A
D4	17.4±0.3c	5.6±0.1b	594±75c	35.0±0.8b	60±2ab	12 432.1±307.1A
D5	16.5±0.6d	5.4±0.1c	568±59c	32.9±1.6c	63±3a	10 128.5±299.2C

3 结论与讨论

3.1 玉米群体生理指标与产量的关系

玉米叶绿素含量、绿叶面积以及光合势均是群体产量形成的基础^[9-10],群体产量的获得是强壮的个体和协调的群体共同作用的结果。本研究中秋玉 419 叶绿素含量在低密度及适宜密度下处于较高水平,与个体干物质积累量最高呈相同趋势。群体光合势与群体的干物质质量有一定关系,但从净光合产物转化为产量还与群体库容有关。在提高密度的同时群体总光合势同步提高,但由于高密度下空秆率增加,开花期群体干物质不能有效转化为产量,在超过适宜密度的群体中,总光合势便不能有效地反映产量的高低。

研究发现,在适当提高群体密度时,收获穗数和种植密度差异最小的处理即为该品种最适宜的种植密度。玉米生育后期群体生理指标研究重点应该放在保证有效收获穗数的前提下,考察群体绿叶面积和光合势。

3.2 种植密度对玉米产量的影响

种植密度是调控玉米生长发育及子粒产量的一个重要措施,是品种栽培过程中需要考虑的最关键的一个因子,因此一个品种在一个地区的推广应用首先需要确定在当地气候和土壤条件下最适宜的种植密度。该研究结果表明,松玉 419 在吉林省中部半湿润地区 60 ~ 65 cm 行距的条件下,株距采用 26.6 ~ 30.0 cm 为宜。

参考文献:

[1] 曹庆军,杨粉团,陈喜凤,等.播期对吉林省中部春玉米生长发育、产量及品质的影响[J].玉米科学,2013,21(5):71-75.

[2] 楚光红,章建新.施氮量对滴灌超高产春玉米光合特性、产量及氮肥利用效率的影响[J].玉米科学,2016,24(1):130-136.

[3] 马 巍,齐春艳,刘 亮,等.氮肥减量后移对超级稻吉梗 88 氮肥利用效率及产量的影响[J].东北农业科学,2016,41(1):23-27.

[4] 王创云,赵 丽,王陆军,等.玉米不同种植密度对叶片光合性能及产量的影响[J].作物杂志,2013(3):96-98.

[5] 吕端春,方向前,胡 楠,等.吉林省湿润冷凉区不同种植密度对郑单 958 玉米生物学性状及产量的影响[J].现代农业科技,2016(1):37-38.

[6] 尚虎山,南 铭,李 晶.不同密度与施氮量对干旱地区玉米产量及其构成因素的影响研究[J].干旱地区农业研究,2015,33(6):128-132.

[7] 白志英,李存东,郑金凤,等.种植密度对玉米先玉 335 和郑单 958 生理特性、产量的影响[J].华北农学报,2010,25(增刊):166-169.

[8] 陈亚芹,张亚辉,杨丹萍,等.吉单 50 不同种植密度对比研究[J].农业科技通讯,2014(3):54-55.

[9] 杨粉团,李 刚,陈喜凤,等.模拟犁底层条件下春玉米叶片形态发育及衰老表征[J].玉米科学,2013,21(6):49-53.

[10] Li G, F T Yang, X L Jiang, et al. Effects of plow pan on SPAD value and chloroplast ultrastructure in leaves of spring maize[J]. International journal of experimental botany, 2013,82:243-247.

(责任编辑:范杰英)