

文章编号: 1003-8701(2015)04-0026-04

种植行距对春玉米生育后期田间环境及光合速率的影响

李文莹, 陆至远, 梁曦彤, 王宏斌, 高亚男,
王洪预, 陈勇, 吕小飞, 李秋祝, 崔金虎*

(吉林大学植物科学学院, 长春 130062)

摘要:为明确东北春玉米区不同行距种植对光合作用影响的机制, 选用先玉 335 和军单 8 两个玉米品种为材料开展了田间试验。随机区组设计, 设置 4 种种植行距, 分别为 70 cm、65 cm、60 cm 和 50 cm。重点研究不同种植行距玉米群体, 田间冠层不同层次, 上层(距地面 2.15 m)、中层(距地面 1.2 m)和下层(距地面 0.25 m)空间的二氧化碳浓度、光照强度和功能叶片净光合速率的差异。结果表明: 70 cm 行距下田间各层二氧化碳浓度平均为 403 mg/L, 显著高于 65 cm、60 cm 和 50 cm 行距处理(分别为 348 mg/L、329 mg/L 和 341 mg/L), 说明大行距小株距种植利于通风; 50 cm 行距下田间各层光照强度平均为 16 092 lx, 显著高于 60 cm、65 cm 和 70 cm 行距处理(分别为 14 981 lx、10 893 lx 和 10 095 lx), 说明小行距大株距种植利于透光。蜡熟期, 60 cm 和 65 cm 行距下, 净光合速率平均为 $8.40 \mu\text{molCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 和 $8.76 \mu\text{molCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 而 50 cm 和 70 cm 行距下分别为 $10.57 \mu\text{molCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 和 $11.14 \mu\text{molCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 受通风透光状况影响, 春玉米在 70 cm 和 50 cm 行距下于生育后期保持了较高的光合速率。

关键词: 玉米; 行距; 光照强度; 二氧化碳浓度; 光合速率

中图分类号: S513.05

文献标识码: A

Effect of Different Row Spacing on Condition of Field and Photosynthetic Rate at Late Stages of Spring Maize

LI Wen-ying, LU Zhi-yuan, LIANG Xi-tong, WANG Hong-bin, GAO Ya-nan,
WANG Hong-yu, CHEN Yong, LV Xiao-fei, LI Qiu-zhu, CUI Jin-hu*
(College of Plant Science, Jilin University, Changchun 130062, China)

Abstract: In order to make clear mechanism of photosynthesis of spring maize in northeast of China cultivated with different row spacing, two varieties, Xianyu 335 and Jundan 8 were used as material in the field experiment. Randomized block design was adopted and four row spacing set, i.e., 70cm, 65cm, 60cm and 50cm. It focused on the effect of community with different row spacing, mainly on concentration of carbon dioxide, light intensity and the rate of net photosynthetic for functional leaves at different levels of canopy, i.e., field upper layer(2.15 m above the ground), middle (1.2 m above the ground) and lower (0.25 m above the ground). The results showed that average concentration of carbon dioxide in 70 cm row spacing treatment was 403 mg/L, which was significantly higher than that of 65 cm, 60 cm and 50 cm row spacing (348 mg/L, 329 mg/L and 341 mg/L, respectively). This indicated that planting model with wide row spacing and narrow in-row spacing was favor of ventilation. Average light intensity in 50 cm row spacing was 16 092 lx, which was significantly higher than that in 60 cm, 65 cm and 70 cm row spacing (14 981 lx, 10 893 lx and 10 095 lx, respectively). This indicated that planting model with wide in-row spacing and narrow row spacing was beneficial light transmitting. The average net photosynthetic rate of two species at the stage of wax stage was $8.40 \mu\text{molCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ and $8.76 \mu\text{molCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ in 60 cm and 65 cm row spacing, $10.57 \mu\text{molCO}_2 \cdot$

收稿日期: 2015-04-16

基金项目: “十二五”农村领域国家科技计划(2012BAD04B02-3 和 2011BAD16B10-3); 吉林省科技发展计划项目(20130305032NY)

作者简介: 李文莹(1993-), 女, 在读本科, 农学专业。

通讯作者: 崔金虎, 男, 博士, 教授, E-mail: cuijinhu@163.com

$\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ and $11.14 \mu\text{molCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ in 50 cm and 70 cm row spacing. This indicated that affected by air and light conditions, the net photosynthetic rate of spring maize maintained a higher level in 70 cm and 50 cm row spacing in late growth stage.

Key words: Maize; Row spacing; Light intensity; Concentration of carbon dioxide; photosynthetic rate

玉米(*Zea mays* L.)是喜光的短日照作物,光饱和点较高,整个生育期都需要充足的光照。在强光下玉米净光合生产率高,有机物积累和运输速度快;反之,会影响光合作用,造成严重减产^[1]。光既是植物能量的来源,又是限制植物生长发育的重要因素,光照明显影响玉米的光合特性^[2-8]。二氧化碳是植物进行光合作用的必需物质。二氧化碳浓度的变化直接影响与羧化酶的结合,影响羧化速率^[9]。玉米田间二氧化碳浓度和光照强度主要受群体大小影响,然而群体内个体间的配置情况,也会显著影响群体的通风透光状况,因而与种植方式密切相关。不同种植行距下通风透光条件不同^[10],田间二氧化碳浓度有所差异,直接影响叶片光合作用。但目前关于种植行距对田间二氧化碳浓度和光照强度影响的研究国内外报道较少,且田间玉米光合速率的差异主要表现在生育后期^[3,11],因此研究生育后期不同种植行距下玉米田间环境的变化及对光合速率的影响规律有利于完善玉米生长理论,寻求高产种植方式,揭示适宜行距提高产量的作用机制,具有重要的现实意义。

1 材料和方法

1.1 试验设计

田间试验在吉林大学植物科学学院试验田进行。土壤为黑土,土壤有机质 23.8 g/kg,速效氮 78.4 mg/kg,速效磷 15.1 mg/kg,速效钾 85.4 mg/kg, pH7.8,前茬为玉米。采用先玉 335 和军单 8 两个

品种,种植密度分别为 70 000 株/ hm^2 和 60 000 株/ hm^2 。随机区组设计,小区行长为 10 m、每小区种植 12 行,四周设保护行。设置 4 种种植行距:70 cm、65 cm、60 cm 和 50 cm,重复 3 次。4 月 28 日播种,10 月 2 日收获。

1.2 测定项目

采用浙江托普仪器有限公司的农业环境监测仪,在玉米灌浆期(8月11日)、乳熟期(8月24日)和蜡熟期(9月7日)分别测定玉米田间上层(距地面 2.15 m)、中层(距地面 1.2 m)和下层(距地面 0.25 m)空间的光照强度和二氧化碳浓度。由 TP-PT-1 光照度传感器测定光照强度,TP-CO₂-1 二氧化碳传感器测定二氧化碳浓度,采用多探头对不同处理各层空间同时进行测定,以排除天气等其他因素的影响。

采用美国 PP SYSTEMS 公司 TPS-2 便携式光合作用测定系统在玉米拔节期(7月7日)、大喇叭口期(7月22日)、吐丝期(7月30日)、灌浆期(8月17日)和蜡熟期(9月5日)测定功能叶片净光合速率(Pn)。测定时间为晴朗天气上午 9:00~11:00 (因为光合过程的光诱导等作用,一般选择的最佳测定时间为 10:00~14:00 之间)。

2 结果与分析

2.1 不同行距下田间光照强度

由图 1 可以看出,玉米生育后期平均光照强度在小行距(50 cm 下为 16 092 lx)处理下大于大行距(60 cm 和 65 cm 下分别为 14 981 lx 和 10 893

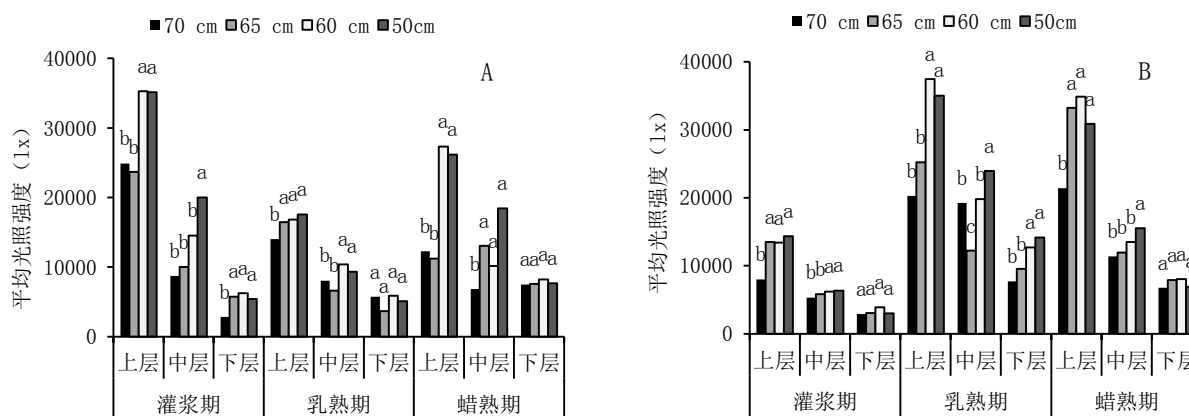


图 1 不同种植行距下田间光照强度(A为先玉 335,B为军单 8)

lx)处理,70 cm行距(10 095 lx)处理下较其他处理小,差异显著,可见在大行距下玉米叶片透光性较差,植株个体间相互郁闭的情况更加严重。先玉335(图1A)上层空间在各生育时期都表现出60 cm、50 cm行距下光照强(分别为26 479 lx和26 285 lx),70 cm、65 cm行距下光照弱的特点(分别为17 071 lx和17 113 lx);中层空间光照强度也基本随行距减小而增大,50 cm行距处理下透光程度最佳;下层空间光照强度同样70 cm、65 cm行距下略小一些,到蜡熟期由于底层叶片衰老脱落各处理间无显著差别。军单8(图1B)上层空间光照强度在70 cm行距处理下明显小于其他处理,65 cm行距下乳熟期的光照也较弱,60 cm、50 cm行距下光照强度处在较高水平;中层空间光照强度随行距减小而增大,乳熟期65 cm行距处理下有较大幅度下降;下层空间光照强度各处理间在灌浆期和蜡熟期基本持平,乳熟期表现出随行距减小而增大的显著差异。两个品种田间光照强度均是上层>中层>下层,越低的部位透光情况越差,郁闭越严重。

2.2 不同行距下田间二氧化碳浓度

由图2可见,两个品种的玉米生育后期田面上、中、下各部分空气中二氧化碳浓度在不同处理间有所差异,呈现出明显的规律性,50 cm、60 cm、65 cm和70 cm行距下各层平均二氧化碳浓度

分别为340.52 mg/L、328.79 mg/L、347.71 mg/L和403.17 mg/L,70 cm行距下较之其他行距处理具有显著的整体优势。无论是先玉335还是军单8,在各个时期田间上层空气中二氧化碳浓度均随着种植行距的减小而降低,70 cm行距处理下浓度最高,明显高于其他处理。中层空气中的二氧化碳浓度,先玉335(图2A)各处理在灌浆期和乳熟期几乎处在同一水平,到蜡熟期二氧化碳浓度随行距的减小而降低,70 cm行距下略高一些,50 cm行距下明显低于其他处理;军单8(图2B)各处理在灌浆期同样没有太大差异,到乳熟期开始呈现出二氧化碳浓度随行距减小而降低的趋势,蜡熟期行距间的差别进一步拉大,同样是70 cm行距下较高,50 cm行距最低,差异显著。较之先玉335,军单8中层空气中二氧化碳浓度在处理间的差异更为显著。先玉335田间下层空气中二氧化碳浓度在各生育时期均呈现出70 cm、50 cm行距处理下较高,65 cm、60 cm行距处理下较低的特点;军单8在灌浆期田间下层空气中二氧化碳浓度随种植行距减小而降低,到乳熟期之后同样是70 cm、50 cm行距下高于65 cm、60 cm行距处理。两个品种田间空气中二氧化碳浓度均是下层>中层>上层,这是由于靠近地面受土壤微生物生命活动释放二氧化碳的影响。

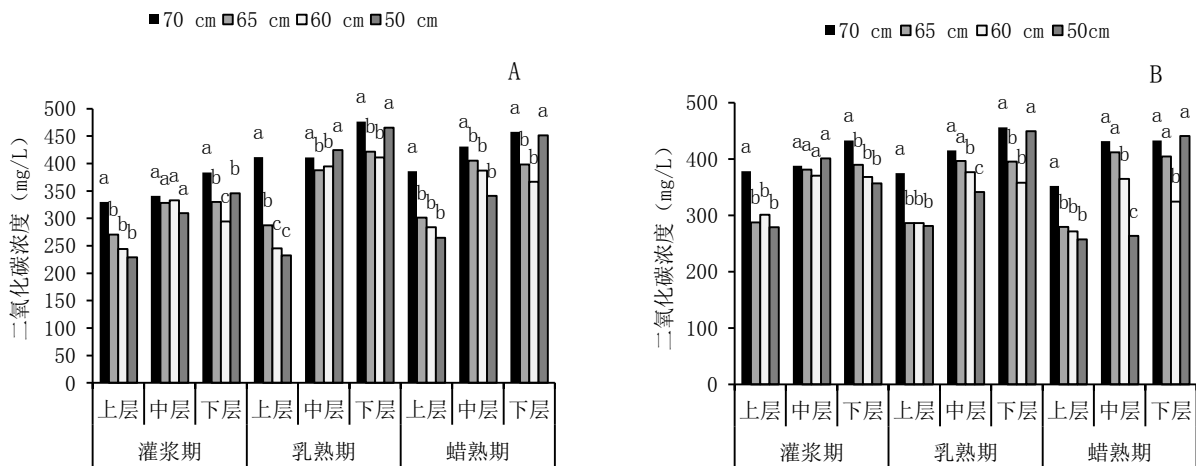


图2 不同种植行距田间CO₂浓度(A为先玉335,B为军单8)

2.3 不同行距下功能叶片净光合速率

叶片光合作用是作物产量形成的主要机制,光合效率对玉米产量具有重要影响。由图3A可见,先玉335在拔节期和大喇叭口期不同行距处理下单叶光合速率没有差异;吐丝期和灌浆期70 cm和50 cm行距处理间差异不明显,而65 cm和60 cm行距处理为该时期最高值;成熟期不同行距处理较高,吐丝期65 cm行距较低,灌浆期各处理光合活性基本在同一水平,而成熟期70 cm和

50 cm>65 cm>60 cm,此时70 cm和50 cm行距处理下光合速率(分别为 $11.05\mu\text{molCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 和 $10.45\mu\text{molCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)明显高于其他两个处理(分别为 $9.10\mu\text{molCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 和 $8.55\mu\text{molCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)。由图3B可见,军单8品种在拔节期各行距处理间单叶光合速率差异不显著,大喇叭口期70 cm行距处理较高,吐丝期65 cm行距较低,灌浆期各处理光合活性基本在同一水平,而成熟期70 cm和

50 cm 行距处理(分别为 $10.68\mu\text{molCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 和 $11.23\mu\text{molCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)明显高于其他处理(分别为 $8.25\mu\text{molCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 和 $8.42\mu\text{molCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)。从两个品种的平均情况看,70 cm 和 50 cm 行距(分别为 $10.57\mu\text{molCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 和 $11.14\mu\text{molCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)

下光合速率高于其他处理(分别为 $8.40\mu\text{molCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 和 $8.76\mu\text{molCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$),特别是在蜡熟期光合速率表现出明显的优势,说明此两种处理下生育后期光合活性较高,叶片功能期较长,有利于提高产量。

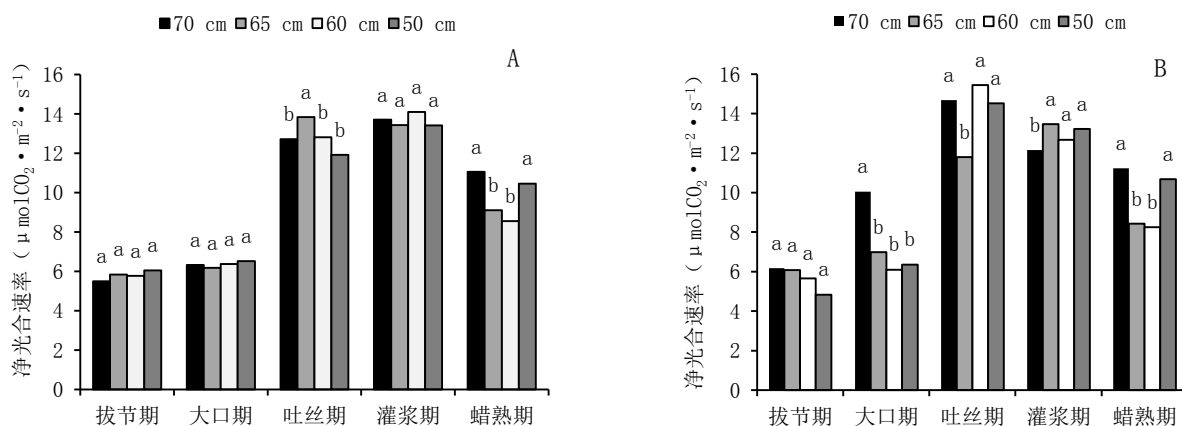


图3 不同种植行距功能叶片净光合速率(A为先玉335,B为军单8)

3 结论和讨论

光合能力的强弱对玉米产量的高低起着决定性的作用。光合能力受田间环境和叶片光合作用的影响,进一步受栽培措施的影响。相同的栽培密度下,种植行距不同株距也相应发生变化。不同的种植行距形成了玉米迥异的田间分布方式,对玉米的田间生长环境以及叶片光合速率都会产生影响。从试验结果分析可知,玉米田间的光照强度和二氧化碳浓度随着种植行距的不同均发生规律性的变化。在大种植行距(70 cm)下,玉米行距增大,株距减小,宽阔的行间距有利于通风透气,能够有效提高田间二氧化碳浓度,但是株距缩短使得相邻植株间遮蔽程度加剧,田间光照强度下降,不利于中下部叶片采光;在小种植行距(50 cm)下,玉米行距小而株距大,在田间横向和纵向的分布更为均匀,增强了透光性,增大了田间的光照强度,但是窄小的行间距限制了田间的通风能力,导致田间二氧化碳浓度下降;中间种植行距(65 cm、60 cm)下玉米田间通风和透光的效果均不突出。受田间通透状况的影响,70 cm 和 50 cm 行距下玉米光合速率高于其他处理,特别是在蜡熟期光合速率表现出明显的优势,此两种处理下生育后期光合活性较高,叶片功能期较长,有利于提高产量。

参考文献:

- [1] 杨军,包永青,王德海,等.玉米生长发育过程对环境条件的要求[J].现代农业科技,2008(11):250-251.
- [2] 李潮海,赵亚丽,杨国航,等.遮光对不同基因型玉米光合特性的影响[J].应用生态学报,2007,18(6):1259-1264.
- [3] 李潮海,栾丽敏,王群,等.苗期遮光及光照转换对不同玉米杂交种光合效率的影响[J].作物学报,2005,31(3):381-385.
- [4] 贾士芳,董树亭,王空军,等.弱光胁迫对玉米产量及光合特性的影响[J].应用生态学报,2007,18(11):2456-2461.
- [5] 冯颖竹,谢振文,贺立红,等.光强因子对糯玉米光合作用和产量构成的影响[J].华北农学报,2007,22(3):132-136.
- [6] 张伟,吕新.不同生态条件下玉米的群体光合速率特性比较[J].安徽农业科学,2008,36(26):11208-11210,11213.
- [7] 王俊,刘正,李波.玉米杂交种在不同地区的生态适应性分析[J].安徽农业科学,2009(16):7403-7405.
- [8] 杨有为,吴锡冬.不同栽培密度对糯玉米光合特性、叶绿素荧光参数及产量性状的影响[J].安徽农业科学,2009(18):8403-8405.
- [9] 赵溪竹,姜海风,毛子军.长白落叶松、日本落叶松和兴安落叶松幼苗光合作用特性比较研究[J].植物研究,2007,27(3):361-366.
- [10] 许海涛,许波,王友华,等.垄作宽窄行栽培对夏玉米生理指标及产量构成因子的影响[J].湖南农业科学,2008(3):49-51.
- [11] 冯春生,尹枝瑞,赵述文,等.耐密型玉米光合速率和光合产物转运分配研究[J].吉林农业科学,1993(3):78-82.

(责任编辑:范杰英)