

遮阴条件下不同生长调节剂对玉米的增产效应

乔江方, 刘京宝*, 黄璐, 夏来坤, 朱卫红, 李川

(河南省农业科学院 粮食作物研究所, 河南 郑州 450002)

摘要: 以玉米品种蠡玉 16 为材料, 在玉米花期进行遮阴处理, 10 d 后结束遮阴, 同时喷施不同生长调节剂(A、赤霉素; B、生长素; C、细胞分裂素), 研究遮阴处理下不同生长调节剂对玉米生长发育和产量的影响。结果表明, 遮阴条件下喷施生长调节剂可以改善玉米群体结构, 提高玉米产量, A3(30 mg/L)、B1(0.05 mg/L)、C3(60 mg/L)处理产量高于遮阴对照(未喷施生长调节剂), 分别增加了 81.81%、208.1%、1.2%, 其原因主要是增加了穗粒数, 提高了出籽率。遮阴处理在生育后期叶绿素含量和叶面积指数偏高, 喷施生长调节剂可以降低叶面积指数, 提高干物质积累和运转。

关键词: 玉米; 遮阴; 生长调节剂; 产量; 叶面积指数; 干物质积累

中图分类号: S512 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2013)12-0024-04

Effect of Different Growth Regulators on Grain Yield of Maize in Shading Condition at Flowering Stage

QIAO Jiang-fang, LIU Jing-bao*, HUANG Lu, XIA Lai-kun, ZHU Wei-hong, LI Chuan

(The Cereal Crops Institute, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: To study the effect of different plant growth regulators on the growth and yield of maize under shading condition, Liyu 16 was used as material and was treated with shading before silking stage. After 10 days of shading, we removed the shade and sprayed different plant growth regulators at the same time, including GA(A), IAA(B) and 6-BA(C). The results showed that, with the shading treatment, the application of plant growth regulators could improve the population structure and increase the grain yield of maize. The yield of A3(30 mg/L), B1(0.05 mg/L) and C3(60 mg/L) treatment was respectively 81.81%, 208.1% and 1.2% higher than that of shading treatment without spraying growth regulator, the main reason of which was increasing the grain number per ear and rate of seeds. After shading treatment, the leaf area index and chlorophyll content were higher in reproductive period, and spraying growth regulators could reduce the leaf area index and increase the accumulation and translocation of dry matter.

Key words: maize; shading; growth regulator; yield; leaf area index; dry matter accumulation

近年来, 河南玉米夏播区灾害性天气频发, 玉米生长期雨水偏多, 阴雨寡照天气成为影响玉米生长的主要灾害性天气之一。玉米作为高光效 C4 作物, 阴雨寡照条件下容易造成玉米光抑制, 严重影响玉米光合生产能力, 从而导致产量降低^[1]。植物生长调节剂是目前提高作物抗逆能力从而获取高产的

主要手段之一。前人关于化学生长调节剂在玉米生产上的应用进行了大量的研究, 主要研究方向为提高玉米抗倒性能、延缓衰老等^[2-5], 而关于弱光条件下如何通过化学调控实现玉米高产稳产的研究还未见报道。为此, 以黄淮海夏播区大面积种植的玉米品种蠡玉 16 为材料, 研究遮阴处理下不同生长调节

收稿日期: 2013-05-28

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(201203033); “十二五”粮丰工程项目(2013BAD07B07)

作者简介: 乔江方(1982-), 男, 河南宜阳人, 助理研究员, 博士, 主要从事玉米栽培生理研究。E-mail: qiaojf@126.com

* 通讯作者: 刘京宝(1965-), 男, 河南虞城人, 研究员, 主要从事玉米栽培研究。E-mail: jbliu1777@126.com

剂对玉米生长发育及产量的影响,从而对生长调节剂进行评价与筛选,以期为玉米调优减灾稳产栽培提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试玉米品种为蠡玉 16。

1.2 试验设计

试验于 2012 年在西华县农业科学研究所进行,地势平坦,肥力中等,前作为小麦。

试验采用单因素随机区组设计,设置正常光照(CK1)、遮阴对照(CK2,遮阴条件下未喷施生长调节剂)、喷施生长调节剂(3 种生长调节剂,3 个喷施浓度)共 11 个处理。生长调节剂:A(赤霉素)设 A1(10 mg/L)、A2(20 mg/L)、A3(30 mg/L)3 个质量浓度;B(生长素)设 B1(0.05 mg/L)、B2(0.1 mg/L)、B3(0.2 mg/L)3 个质量浓度;C(细胞分裂素)设 C1(20 mg/L)、C2(40 mg/L)、C3(60 mg/L)3 个质量浓度。每小区 7 行,行距 0.6 m,等行距种植,行长 5 m,密度设置 60 000 株/hm²,每处理重复 3 次。6 月 9 日播种,遮光处理在遮阴棚中进行(透光率 65%),玉米抽雄期进行遮光,10 d 后撤网转为自然光照。遮阴处理结束时叶面喷施生长调节剂,正常光照和遮阴对照处理均喷施清水。

整个生育期保证水分供应充足,分别在拔节期和大喇叭口期进行施肥,2 次施肥量约 N 360 kg/hm²、P₂O₅ 180 kg/hm²、K₂O 180 kg/hm²,其他管理同一般高产田,9 月 26 日收获。

1.3 调查和测定项目

(1)植株干质量测定:按照张宪政的方法^[6]。去根后将植株分为穗、茎鞘、绿叶、衰老叶,并将茎秆和果穗用剪刀切细,装入已称质量的样品袋中于烘箱

105 ℃烘 30 min,然后 80 ℃烘至恒质量,冷却至室温后用 1/100 电子天平分别称质量。

(2)叶绿素含量测定:运用叶绿素仪(SPAD-502)分别在遮阴前,遮阴后 10 d、20 d、30 d 测定叶片叶绿素相对含量。

(3)授粉率调查:玉米吐丝后 10 d 进行标记,调查花丝数量,成熟期调查单穗粒数。单穗粒数和花丝数的比值即为授粉率。

(4)叶面积指数:于拔节期、大喇叭口期、吐丝期、灌浆期及成熟期在小区中间连续取 5 株测定叶面积,计算叶面积指数(LAI)。叶面积=长×宽×0.75,叶面积指数=单株叶面积(m²)×每公顷实有株数/10 000(m²)^[7]。

(5)穗部性状调查:成熟期调查穗部性状,主要包括穗长、穗粗、秃尖长。

(6)室内考种。

2 结果与分析

2.1 不同生长调节剂对玉米穗部性状、产量及产量构成因素的影响

由表 1 可见,遮阴明显降低了玉米产量,与正常光照处理相比,产量差异均达到显著水平。遮阴对照处理(CK2)穗子均为畸形穗,穗数为 11 111.67 穗/hm²,产量为 304.16 kg/hm²。喷施生长调节剂后,A3、B1、C3 处理产量高于遮阴对照,分别增加了 81.81%、208.1%、1.2%,其中 A3 和 B1 处理与遮阴对照产量差异达到显著水平。进一步分析产量构成因素,产量增加主要在于增加了穗粒数,提高了出籽率,喷施生长调节剂处理与遮阴对照相比,穗粒数差异均达到显著水平。

喷施生长调节剂可以改善穗部形状,与遮阴对照相比,穗长增加、秃尖缩短,但变化规律不明显。

表 1 不同生长调节剂处理对遮阴条件下玉米穗部性状、产量及产量构成因素的影响

| 处理 | 穗粗/cm | 穗长/cm | 秃尖/cm | 出籽率/% | 结穗率/% | 穗数/(穗/hm ²) | 穗粒数/粒 | 产量/(kg/hm ²) |
|-----|---------|--------|--------|----------|---------|-------------------------|----------|--------------------------|
| CK1 | 5.33ab | 18.10a | 0.77ab | 84.90a | 99.17a | 55 099.98a | 540.00a | 12 356.36a |
| CK2 | — | — | — | 73.24abc | 20.94bc | 11 111.67b | — | 304.16d |
| A1 | 4.60cd | 9.00d | 0.33c | 55.20d | 15.38d | 8 333.75c | 196.70d | 140.00ef |
| A2 | 4.60cd | 9.77cd | 0.13cd | 79.68abc | 15.71cd | 8 333.75c | 158.37e | 245.00de |
| A3 | 4.87bcd | 11.93b | 0.60b | 83.72a | 23.87b | 12 500.63b | 235.20c | 553.00c |
| B1 | 3.43e | 12.27b | 0.30c | 81.68ab | 23.64b | 12 037.64b | 297.47b | 936.98b |
| B2 | 5.50a | 12.27b | 0.60b | 65.44cd | 15.78cd | 8 333.75c | 303.47b | 303.24d |
| B3 | 4.90bc | 9.83cd | 0.20cd | 67.30bcd | 13.23d | 6 944.79c | 157.63e | 89.12f |
| C1 | 4.50cd | 10.23c | 0.27cd | 78.34abc | 6.51e | 3 240.9d | 221.10cd | 182.36ef |
| C2 | 4.30d | 9.70cd | 0.07cd | 83.11a | 3.84e | 1851.94d | 212.50cd | 69.95f |
| C3 | 4.50cd | 11.70b | 0.97a | 79.49abc | 16.65cd | 8 333.75c | 212.87cd | 307.82d |

注:由于 CK2 遮阴处理玉米穗形基本为畸形穗,故未测量穗粗、穗长、秃尖和穗粒数,均标记为“—”。

2.2 不同生长调节剂对遮阴处理下玉米授粉率的影响

遮阴明显降低了雌穗授粉率(图 1),遮阴对照处理授粉率仅为 35.12%,喷施生长调节剂可以提高玉米授粉率,其中 A1、B1、B2、C3 处理授粉率较高,分别达到 65.03%、66.81%、63.82%、60.58%,但均低于正常光照处理。

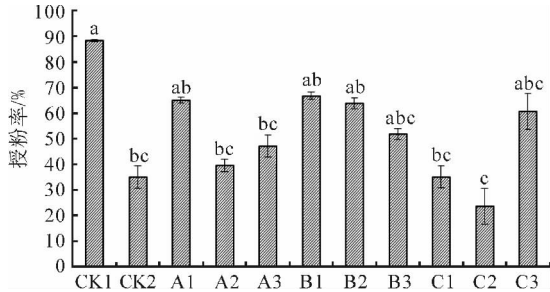


图 1 不同生长调节剂对遮阴处理下玉米授粉率的影响

2.3 不同生长调节剂对玉米单株干物质积累动态的影响

拔节期和大喇叭口期由于未进行遮阴处理,不同处理间差异较小,而抽雄期进行遮阴处理后干物质积累受到抑制,直至成熟期(表 2)。在抽雄吐丝后,遮阴和光照处理干物质积累量差异均达到显著水平,在吐丝期、灌浆盛期和成熟期,遮阴处理干物质积累量分别比光照处理减少了 18.66%、29.41%和 52.93%。

表 2 不同生长调节剂处理对遮阴后玉米单株干物质积累动态的影响

| 处理 | 拔节期 | 大喇叭口期 | 吐丝期 | 灌浆盛期 | 成熟期 |
|-----|----------|--------|----------|----------|-----------|
| CK1 | 26.75abc | 47.98a | 107.27a | 205.13a | 345.09a |
| CK2 | 24.87bc | 43.52a | 87.26e | 144.81f | 162.44h |
| A1 | 26.95abc | 42.59a | 73.06f | 181.55bc | 215.36def |
| A2 | 25.04bc | 44.02a | 74.37f | 163.83de | 185.40g |
| A3 | 26.16bc | 42.72a | 99.17b | 161.23e | 200.62fg |
| B1 | 25.50bc | 44.36a | 95.04bcd | 181.92bc | 245.04b |
| B2 | 26.44abc | 47.78a | 97.86bc | 173.62cd | 248.05b |
| B3 | 23.39c | 46.72a | 88.30de | 167.56de | 234.78bc |
| C1 | 28.21ab | 45.37a | 91.23cde | 166.10de | 226.89cd |
| C2 | 30.24a | 49.91a | 83.87e | 190.66b | 206.38ef |
| C3 | 27.77ab | 48.58a | 84.25e | 173.1cde | 222.82cde |

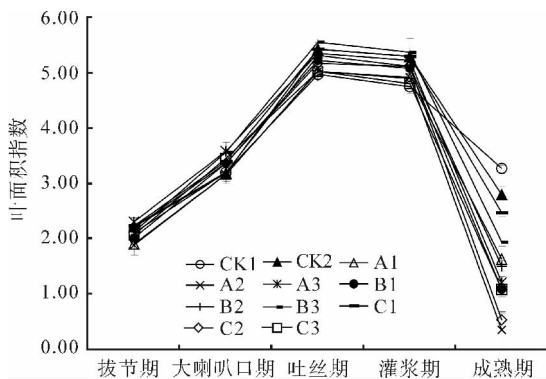


图 2 生长调节剂对遮阴处理下玉米群体叶面积指数的影响

喷施生长调节剂提高了遮阴处理下玉米干物质积累量。在灌浆盛期和成熟期,喷施生长调节剂处理与遮阴对照干物质积累量差异均达到显著水平,在灌浆盛期干物质积累量提高较多的处理为 B1 和 C2,分别比对照提高了 25.63%和 31.66%;在成熟期干物质积累量提高较多的处理为 B1 和 B2,分别比对照提高了 50.85%和 52.70%。

喷施生长调节剂可提高遮阴处理条件下玉米灌浆期的干物质积累量,但最终干物质积累量均低于正常光照处理,差异均达到显著水平。在成熟期,干物质积累量提高最多的 B2 处理与正常光照处理相比,干物质积累量也仅为后者的 71.88%。

2.4 不同生长调节剂对遮阴处理下玉米群体叶面积指数的影响

遮阴处理前,拔节期和大喇叭口期叶面积指数各处理间无太大差异,拔节期在 2.1 左右,大喇叭口期在 3.3 左右(图 2)。吐丝前、遮阴后,处理间叶面积指数差异变大,吐丝期和灌浆盛期叶面积指数遮阴对照处理明显高于正常光照处理,分别比光照处理高 9.37%和 11.85%;成熟期叶面积指数遮阴对照低于正常光照处理,比光照处理低 14.40%。遮阴处理后光合物质大量向叶片和茎秆转移,导致灌浆盛期玉米群体过大,同时成熟期叶面积指数下降较快,叶片出现早衰。

喷施生长调节剂后,可以有效抑制吐丝期和灌浆盛期叶面积指数增长,A1 和 A2 处理 2 个时期叶面积指数比遮阴对照处理分别降低了 7.37%、7.61%和 7.33%、7.48%。成熟期效应与吐丝期和灌浆盛期相反,A2、B1、C2 处理分别比遮阴对照处理叶面积指数降低了 87.25%、61.57%、81.23%。

2.5 不同生长调节剂对遮阴处理下玉米叶片叶绿素含量(SPAD 值)的影响

遮阴处理后叶片叶绿素含量上升(表 3),遮阴对照在遮阴后 10 d、20 d、30 d 与光照处理相比叶绿

素分别上升了 7.76%、10.22%、5.75%。

遮阴处理 10 d 后喷施生长调节剂可以降低叶片叶绿素含量,但差异均未达到显著水平。处理后 30 d,喷施生长调节剂的 A2、B3、C3 处理与遮阴对照相比,叶绿素含量分别下降了 8.80%、8.80%、12.95%。

表 3 生长调节剂对遮阴处理下玉米叶片叶绿素含量(SPAD 值)的影响

| 处理 | 处理前 0 d | 处理后 10 d | 处理后 20 d | 处理后 30 d |
|-----|---------|----------|----------|----------|
| CK1 | 55.17a | 60.07c | 61.63a | 60.83a |
| CK2 | 55.80a | 64.73ab | 67.93a | 64.33a |
| A1 | 53.13a | 61.53bc | 64.43a | 62.57a |
| A2 | 56.33a | 67.27a | 63.83a | 58.67a |
| A3 | 55.13a | 67.37a | 66.70a | 60.50a |
| B1 | 54.43a | 63.27abc | 65.70a | 62.57a |
| B2 | 56.70a | 65.03ab | 64.13a | 63.37a |
| B3 | 57.13a | 63.43abc | 62.80a | 58.67a |
| C1 | 56.90a | 65.03ab | 62.90a | 59.97a |
| C2 | 56.77a | 64.83ab | 66.43a | 61.00a |
| C3 | 57.23a | 66.00a | 62.37a | 56.00a |

3 结论与讨论

阴雨寡照天气下玉米多受到弱光胁迫,玉米生理代谢和生长发育均受到抑制,这种现象前人进行了大量的相关研究,发现遮光造成植株高度增加,恢复正常后,株高却逐渐低于对照;同时遮光后玉米叶面积增大^[8]。付景等^[9]对玉米品种在拔节期至吐丝期进行 50%遮光处理的研究表明,遮光后玉米的株高降低,籽粒产量降低。遮阴延迟玉米抽雄和吐丝期,使雌雄间隔加大,造成花期不遇^[10-12];在雄穗小花分化期,光强在 2.6 万~6.6 万 lx 的光照条件下,玉米的雄穗不能正常发育,表现雄穗退化不育^[13-14];吐丝期遮阴导致未成熟花和未受精花增加,籽粒形成期和灌浆期遮阴主要导致败育花增加^[10]。本研究结果表明,遮阴处理条件下,玉米叶片叶绿素含量升高,成熟期叶面积指数较高,干物质积累明显受到抑制,花期不遇导致授粉率降低,产量下降,这与前人研究结果一致。

植物生长调节剂在玉米上主要应用于防止玉米倒伏和后期叶片衰老,本研究在花期遮阴条件下喷

施 3 种植物生长促进剂,发现均可有效提高玉米的抗阴雨寡照能力,主要是降低了叶片叶绿素含量、提高了干物质积累和授粉率,最终改善穗部性状(提高穗长、减少秃尖),提高产量。本研究结果表明,3 种调节剂效果最好者为生长素,其适宜的质量浓度为 0.05~0.1 mg/L。

参考文献:

- [1] 王燕鹏,崔震海,朱延姝等.玉米 C4 光合叶不同部位解剖结构和光抑制特性的比较[J].植物生理学报,2012,48(6):571-576.
- [2] 张义林,王景怀,隋华,等.水分胁迫下 ABT 生根粉对玉米耐旱性的影响[J].华北农学报,1994,9(2):20-24.
- [3] 邹华文.表高油菜素内酯浸种对提高玉米幼苗抗旱性的影响[J].湖北农学院学报,2002,25(1):40-43.
- [4] 商振清,王秀芬,周慧欣.亚精胺对提高玉米幼苗抗旱机理的研究[J].河北农业大学学报,1996,19(3):60-63.
- [5] 董永华,史吉平,李广敏,等.外施 6-BA 和 ABA 提高玉米幼苗抗旱能力的作用及效果[J].西北植物学报,1998,18(2):202-206.
- [6] 张宪政.作物生理研究法[M].北京:农业出版社,1992:148-150.
- [7] 郭庆法,王庆成,汪黎明,等.中国玉米栽培学[M].上海:上海科学技术出版社,2004:390-400.
- [8] 李潮海,栾丽敏,尹飞,等.弱光胁迫对不同基因型玉米生长发育和产量的影响[J].生态学报,2005,25(4):824-830.
- [9] 付景,李潮海,赵久然,等.玉米品种耐阴性指标的筛选与评价[J].应用生态学报,2009,20(11):2705-2709.
- [10] Hashemi-Dezfouli A, Herbert S J. Intensifying plant density response of corn with artificial shade[J]. Agronomy Journal,1992,84:547-551.
- [11] 王绍辉,郝翠玲,张振贤.植物遮荫效应的研究与进展[J].山东农业大学学报,1998,29(1):130-134.
- [12] 栾丽敏.遮光对不同基因型玉米产量和光合特性的影响[D].郑州:河南农业大学,2003.
- [13] 赫忠友,谭树义,林力,等.不同光照度和光质对玉米雄花育性的影响[J].中国农学通报,1998,14(4):6-8.
- [14] 赵久然,陈国平.不同时期遮光对玉米籽粒生产能力的影响及籽粒败育过程的观察[J].中国农业科学,1990,23(4):29-34.