

曹晋军,刘永忠,李万星,等.超前去雄携带叶片数对玉米光合特性及生长的影响[J].江苏农业科学,2017,45(10):56-58.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.10.015

# 超前去雄携带叶片数对玉米光合特性及生长的影响

曹晋军,刘永忠,李万星,靳鲲鹏,李 丹

(山西省农业科学院谷子研究所,山西长治 046011)

**摘要:**研究了超前去雄携带叶片数量对玉米光合特性及生长的影响,为提高玉米产量提供参考。试验品种郑单 958,种植密度 90 000 株/hm<sup>2</sup>,当能摸到雄穗苞叶内穗苞时去雄,每 2 d 隔 1 行去 2 行雄穗,雄穗完全抽出时停止,统计每个处理平均携带叶片数,设有 3.2、2.8、2.6、1.6、0.5 片叶 5 个处理,以不去雄为对照。结果表明,与对照相比,携带 2.8 片叶的处理,完熟期穗位叶 SPAD 值增加了 16.7%;在灌浆期穗位叶净光合速率增加了 5.2%;平均灌浆速率增加了 5.6%,最大灌浆速率增加了 6.0%,灌浆最大活跃期延长 3.9 d;穗干质量增加了 25.4%,单株干质量增加了 11.1%;百粒质量为 32.32 g,比对照增加了 10.6%,产量为 14 879.10 kg/hm<sup>2</sup>,比对照增加了 21.6%。

**关键词:**超前去雄;玉米;净光合速率;灌浆速率;产量

**中图分类号:**S513.04 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2017)10-0056-03

种植密度是玉米高产的决定因素之一,但随着种植密度的不断提高,植株之间相互遮蔽,群体郁闭,通风透光条件变差,依靠继续增大密度来提高产量的空间越来越小。去雄是提高玉米产量的简便途径,有研究表明,玉米栽培群体中花粉的供应量大大超过实际需求,雄穗保留 4%~6.7% 即可满足花粉需求<sup>[1-2]</sup>。玉米雄穗在产量形成的总变异中的作用可达 37.4%,是进一步提高产量的一个不容忽视的相关因子<sup>[3]</sup>。由于玉米植株高大,雄穗完全抽出后再进行去雄不易操作,因此,进行超前去雄更适宜大田作业。目前摸苞带叶超前去雄在制种玉米田有较多研究,但在大田玉米中研究较少,本研究从穗位叶叶绿素含量、光合速率、灌浆速率、干物质分配等方面入手研究,以期探明超前去雄携带的叶片数对玉米

产量的影响。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地基本情况

试验于山西省农业科学院谷子研究所试验基地进行。试验地为壤土,0~40 cm 土层内的有机质含量为 21.60 g/kg,全氮 1.28 g/kg,碱解氮 55.13 mg/kg,速效磷 14.36 mg/kg,速效钾 204.01 mg/kg。

### 1.2 试验设计

供试品种为郑单 958,2015 年 4 月 27 日播种,9 月 30 日收获。密度 90 000 株/hm<sup>2</sup>,小区行长 6 m,共 15 行,行距 50 cm,小区面积 45 m<sup>2</sup>,随机区组排列,3 次重复。当能摸到雄穗苞叶内穗苞时超前去雄,分别于 7 月 5 日、7 月 7 日、7 月 9 日、7 月 11 日、7 月 13 日隔 1 行去 2 行雄穗,雄穗完全抽出时停止去雄,每个处理去掉的总叶片数除以去雄株数得到平均携带叶片数,分别为 3.2、2.8、2.6、1.6、0.5 片叶,对照为不去雄,共 6 个处理。

### 1.3 测定项目

#### 1.3.1 穗位叶叶绿素含量 SPAD 值测定:采用 SPAD-502

收稿日期:2016-10-28

基金项目:山西省重点研发计划项目(编号:201603D221035-3);山西省农业科学院重点项目(编号:YZD1503)。

作者简介:曹晋军(1981—),男,山西长治人,硕士,助理研究员,主要从事玉米栽培研究及推广工作。E-mail:gzscj@163.com。

通信作者:刘永忠,硕士,研究员,主要从事大豆育种、玉米栽培研究及推广工作。Tel:(0355)2204235;E-mail:kblyz@163.com。

的影响[J]. 农业工程学报,2011,27(12):74-78.

[5]王振华,张 林.黑龙江省松嫩平原中南部玉米生产限制因素及对策[J]. 玉米科学,2008,16(5):147-149.

[6]王 端,纪德智,马 琳,等.春玉米产量和施氮量对氮素利用率的影响[J]. 中国土壤与肥料,2013(6):42-46.

[7]Hatfield J L, Venterea R T. Enhanced efficiency fertilizers: a multi-site comparison of the effects on nitrous oxide emissions and agronomic performance[J]. Agronomy Journal, 2014, 106(2): 679-680.

[8]Rochette P, Angers D A, Chantigny M H, et al. Ammonia volatilization and nitrogen retention: how deep to incorporate urea? [J]. Journal of Environmental Quality, 2013, 42(6): 1635-1642.

[9]Maharjan B, Venterea R T, Rosen C. Fertilizer and irrigation management effects on nitrous oxide emissions and nitrate leaching[J]. Agronomy Journal, 2014, 106(2): 703-714.

[10]Rochette P, Macdonald J D, Angers D A, et al. Banding of urea increased ammonia volatilization in a dry acidic soil[J]. Journal of Environmental Quality, 2009, 38(4): 1383-1390.

[11]Li N, Ning T Y, Cui Z Y, et al. N<sub>2</sub>O emissions and yield in maize field fertilized with polymer-coated urea under subsoiling or rotary tillage[J]. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 2015, 102(3): 397-410.

[12]陈 润,张文辉.包膜型缓控释肥料的研究综述[J]. 化学工程与装备, 2010(10): 126-128.

[13]樊小林,刘 芳,廖照源,等.我国控释肥料研究的现状和展望[J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15(2): 463-473.

[14]纪德智,王 端,赵京考,等.不同氮肥形式对春玉米产量、土壤硝态氮及氮素利用率的影响[J]. 玉米科学, 2015, 23(2): 111-116.

型叶绿素测定仪 (Konica Minolta, 日本) 分别于吐丝期、灌浆期、乳熟期、蜡熟期、完熟期测定穗位叶 SPAD 值, 每个处理测定 5 株, 取平均值。

1.3.2 穗位叶净光合速率 用便携式光合测定系统 CIRAS-2 (PP Systems, 美国) 分别于吐丝期、灌浆期、乳熟期、蜡熟期、完熟期的晴天 10:00—12:00 进行测定。光合有效辐射、CO<sub>2</sub> 浓度和叶温分别控制在 1 200 μmol/(m<sup>2</sup>·s)、400 μmol/mol、30 ℃。每次选取 5 张叶片, 选择健康叶片中部的相同部位测定, 取平均值。

1.3.3 灌浆速率的测定 在采样区内选散粉、生长一致的植株做标记, 开花后每隔 7 d 取 1 次样, 共取 9 次, 每个处理每次取 3 个果穗, 每穗取果穗中部 100 粒籽粒, 105 ℃ 杀青烘干称重质量。

应用 Logistic 方程对籽粒灌浆过程进行拟合, 并计算导出相应灌浆特征参数。Logistic 方程  $m = A / (1 + Be^{-\alpha t})$  中,  $t$  为开花后天数;  $m$  为花后百粒质量;  $A$  为理论最大百粒质量;  $B$ 、 $C$  为形状参数, 由方程一阶导数和二阶导数推导出灌浆参数。

花后百粒质量  $m$  达 99% 时为有效灌浆期, 对应时期  $t_3 = (\ln B + 4.595 12) / C$ , 对应此时百粒质量为  $m_3$ 。灌浆速率最大时的时间  $T_{\max} = \ln B / C$ , 灌浆速率最大时生长量  $Y_{\max} = A / 2$ , 最大灌浆速率  $R_{\max} = A \cdot C / 4$ , 平均灌浆速率  $v_{\text{mean}} = m_3 / t_3$ , 灌浆活跃期 (大约完成总积累量的 90%)  $P = 6 / C^{[4]}$ 。

1.3.4 考种 收获后考种, 记录穗长、穗粗、穗粒数、百粒质量、产量; 每小区收 3 行 (2 行为去雄行) 计产。

1.4 数据处理及计算公式

试验结果采用 SPSS 18 进行方程模拟、方差分析和显著性差异比较。

2 结果与分析

2.1 超前去雄携带叶片数对穗位叶 SPAD 值的影响

由图 1 可知, 各处理穗位叶 SPAD 值随着生育进程的推进呈不断下降的趋势, 带叶处理的 SPAD 值在各生育期均大于对照, 其中带 2.8 片叶去雄处理的 SPAD 值最高。在完熟期, 2.8、3.2、2.6、1.6、0.5 片叶处理的 SPAD 值分别比对照高 16.7%、16.3%、13.1%、9.2%、7.5%。

2.2 超前去雄携带叶片数对穗位叶净光合速率的影响

由图 2 可知, 各处理的穗位叶光合速率随着生育进程的推进呈逐渐下降的趋势, 在吐丝期净光合速率最高; 对照处理

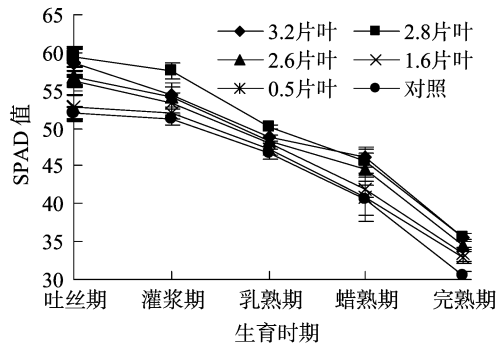


图1 超前去雄不同带叶数对玉米穗位叶 SPAD 值的影响

的穗位叶光合速率则呈单峰曲线变化, 在灌浆期达到最大值。在每个生育期, 所有带叶去雄处理的穗位叶光合速率均高于对照, 其中在灌浆期带叶去雄处理比对照高 1.5% ~ 5.2%, 2.8 片叶处理光合速率最高, 达 29.2 μmol/(m<sup>2</sup>·s); 在完熟期带叶去雄处理较对照高 12.1% ~ 37.9%。由此可见, 超前去雄能有效提高完熟期穗位叶的净光合速率。

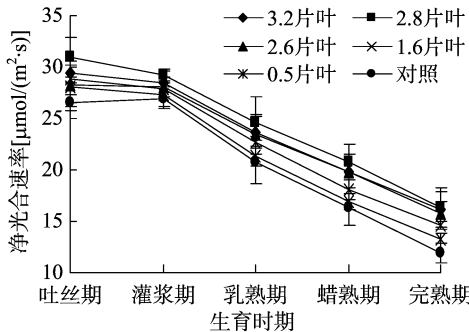


图2 超前去雄不同带叶数对玉米穗位叶净光合速率的影响

2.3 超前去雄携带叶片数对灌浆速率的影响

以开花后天数 ( $t$ ) 为自变量, 百粒质量 ( $m$ ) 为因变量, 运用 Logistic 方程对籽粒灌浆过程进行模拟, 由表 1 可知, 不同处理籽粒灌浆过程方程拟合的相关系数均大于 0.990, 说明 Logistic 方程能较好地拟合 6 个处理的玉米籽粒灌浆过程。不同处理的玉米籽粒灌浆特征参数中, 带叶去雄处理的平均灌浆速率比对照高 3.2% ~ 5.6%; 最大灌浆速率比对照高 2.2% ~ 6.0%; 最大活跃时间比对照增加 0.9 ~ 3.9 d; 最大速率出现时间相差 0.1 ~ 0.2 d, 几乎没有差异。带 2.8 叶处理的平均灌浆速率、最大灌浆速率、灌浆活跃时间最高。

表 1 超前去雄不同叶片数对玉米籽粒灌浆特征参数的影响

处理	平均灌浆速率 [g/(百粒·d)]	最大灌浆速率 [g/(百粒·d)]	最大速率出现时间(d)	灌浆最大活跃期(d)	Logistic 方程	相关系数
3.2 片叶	0.606	1.159	27.1	54.5	$m = 42.142 / (1 + 19.741e^{-0.110t})$	0.995
2.8 片叶	0.619	1.177	27.2	55.6	$m = 43.607 / (1 + 18.912e^{-0.108t})$	0.996
2.6 片叶	0.592	1.138	27.2	54.1	$m = 41.000 / (1 + 20.483e^{-0.111t})$	0.996
1.6 片叶	0.589	1.134	27.1	53.6	$m = 40.505 / (1 + 20.831e^{-0.112t})$	0.996
0.5 片叶	0.587	1.142	27.0	52.6	$m = 40.068 / (1 + 21.678e^{-0.114t})$	0.997
对照	0.569	1.110	27.0	51.7	$m = 38.264 / (1 + 22.891e^{-0.116t})$	0.996

2.4 超前去雄携带叶片数对干物质积累和分配的影响

由图 3 可知, 与对照相比, 带叶去雄各处理的根干质量、茎干质量、穗干质量、植株总干质量均有不同程度的增加, 叶片干质量则有所降低; 其中根干质量增幅为 5.7% ~ 39.8%,

茎干质量增幅为 3.1% ~ 20.4%, 穗干质量增幅为 2.4% ~ 25.4%, 植株总干质量增幅为 2.7% ~ 11.1%, 叶片干质量减少幅度为 1.5% ~ 10.1%。所有处理中, 以带 2.8 片叶处理的根干质量、茎干质量、穗干质量、植株总干质量最大, 分别为

14.64、23.76、189.89、257.55 g/株。

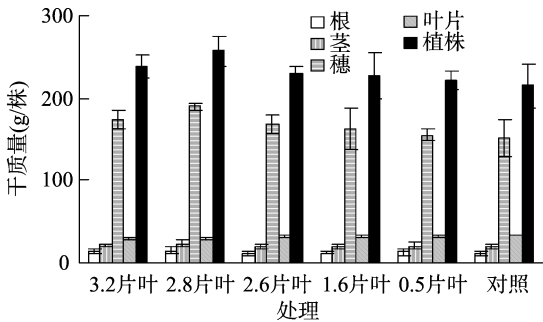


图3 超前去雄不同带叶数对玉米各器官及植株干质量的影响

表 2 不同带叶数对玉米产量及产量性状的影响

处理	产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	穗粒数 (粒)	穗长 (cm)	穗粗 (cm)	百粒质量 (g)	实收穗数 (穗/hm <sup>2</sup> )
3.2 片叶	13 953.18b	597a	16.2a	4.73a	32.16ab	90 120ab
2.8 片叶	14 879.10a	587ab	15.7ab	4.83a	32.32a	90 765a
2.6 片叶	13 496.72bc	585ab	15.6abc	4.68a	31.62ab	89 130ab
1.6 片叶	13 352.89bc	576abc	15.4bc	4.67a	31.36ab	88 950ab
0.5 片叶	12 930.35c	560c	15.1c	4.70a	30.77b	88 410ab
对照	12 240.49d	565bc	15.2c	4.67a	29.21c	87 105c

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。

3 结论与讨论

玉米雄穗具有顶端优势,由于雄穗大且发育比雌穗早,在形成花粉的过程中要消耗大量营养物质,去雄可以减少雄穗和雌穗之间的营养竞争,减少雄穗对上层叶片的遮阴,增加了冠层的透光性,从而提高了光能的有效性,进而提高了叶片对于籽粒积累的贡献<sup>[5]</sup>。本试验中,与对照相比,各去雄处理的穗位叶的叶绿素 SPAD 值在完熟期增加了 7.5%~16.7%;穗位叶净光合速率提高了 12.1%~37.9%;平均灌浆速率、最大灌浆速率、灌浆活跃时间均比对照有不同程度的增加,这也与王磊等的研究结果<sup>[6]</sup>一致。

去雄过程中带叶情况主要分为 2 类,一类是雄穗完全抽出后去雄,由于玉米植株高大,去雄时经常会携带 1~2 片顶叶或者更多;一类是早去雄,当能摸到雄穗苞叶内穗苞时就去雄,随去雄时期不同苞内通常带有 1~3 片未展开叶,在制种田应用比较多。关于带叶去雄的研究有较多争论,郝淑丽等认为带叶去雄会导致玉米减产<sup>[7-8]</sup>;宋世宗等认为携带 1~2 片叶不会影响玉米产量<sup>[9-10]</sup>;更多研究者则认为去雄带 1~2 片叶可增加玉米产量<sup>[11-14]</sup>。本试验中,超前去雄带 0.5~3.2 片叶的处理均比对照产量有所增加,增幅为 1.5%~21.6%,其中以带 2.8 片叶产量最高。与前人研究结果<sup>[7-10]</sup>有不同之处,可能与种植密度有关,本研究种植密度 90 000 株/hm<sup>2</sup>,认为带叶去雄减产或对产量无影响的研究中,密度多在 39 000~60 000 株/hm<sup>2</sup> 之间,而认为去雄带 1~2 片叶可增加玉米产量的研究<sup>[11-14]</sup>更多地体现在制种田中,在高密度大田玉米生产中未有涉及。

本研究结果表明,超前带叶去雄提高了穗位叶叶绿素含量和净光合速率,促进了营养器官干物质向雌穗的转移,增加了籽粒的百粒质量,改善了冠层的光照条件,延长了灌浆最大活跃期,有效提高了产量。超前去雄在大田容易操作,在劳动

2.5 超前去雄携带叶片数对玉米产量及产量性状的影响

由表 2 可知,籽粒产量随着去雄带叶数的减少先增加再降低,各处理产量均显著高于对照,其中带 2.8 片叶时产量最高,比对照高 21.6%。带 3.2 片叶的处理穗粒数显著高于带 0.5 片叶的处理和对照,但与其他处理之间无显著性差异;带 2.8、3.2 片叶的穗长显著高于对照,所有处理之间的穗粗无显著性差异;带叶去雄各处理的百粒质量和实收穗数均显著高于对照。对本试验条件下产量与产量构成因素进行相关性分析,结果表明,产量与百粒质量、实收穗数均呈极显著正相关( $r=0.919$ 、 $r=0.982$ )。由此可知,超前带叶去雄增产的主要原因是百粒质量、实收穗数的显著提高。

力过剩、以玉米种植业为主产业地区可推广使用。

参考文献:

[1] 岳玉兰,朱敏,于雷,等. 玉米雄穗对产量影响研究进展[J]. 玉米科学,2010,18(4):150-152.  
[2] 张树光,董炳友,宋义军,等. 玉米雄穗性状的产量效应及遗传表达[J]. 黑龙江八一农垦大学学报,2000,12(2):1-6.  
[3] 张士龙,王冰,李伟彦,等. 玉米花粉量,散落分布及有效授粉范围研究[J]. 黑龙江八一农垦大学学报,2006,18(1):30-34.  
[4] 王晓慧,张磊,刘双利,等. 不同熟期春玉米品种的籽粒灌浆特性[J]. 中国农业科学,2014,47(18):3557-3565.  
[5] 徐洪文,宋凤斌,童淑媛. 玉米雌雄穗发生发展及生理特性研究进展[J]. 广东农业科学,2012,39(3):22-24.  
[6] 王磊,杜雄,崔彦宏,等. 冗余器官去除对高产夏玉米产量形成的影响[J]. 华北农学报,2015,30(4):132-138.  
[7] 郝淑丽. 去雄对玉米植株各项生理指标的影响[J]. 杂粮作物,2010,30(5):342-343.  
[8] 莫恩博,赵仁贵,李玉杰,等. 糯玉米杂交制种母本带叶去雄对产量的影响[J]. 园艺与种苗,2012(8):81-83.  
[9] 宋世宗,李继平,李文举,等. 玉米授粉后去雄与去叶对穗部性状及产量影响的研究[J]. 湖南农业科学,2011(9):33-35.  
[10] 冯海,童乃鸥. 带叶去雄对玉米制种产量的影响[J]. 甘肃农业科技,2008(4):29.  
[11] 吕亚娟,杜世毅. 杂交玉米制种带叶去雄对产量的影响[J]. 黑龙江农业科学,2009(3):52-53.  
[12] 薛封宽. 浅谈玉米制种含苞带叶去雄技术[J]. 种子科技,2011(4):36-37.  
[13] 李玉,彭海燕. 高密度制种田母本带苞带叶去雄对产量的影响[J]. 农业科技通讯,2013(6):50-51.  
[14] 李爱军,李占录,袁斌,等. 去雄对玉米产量性状的影响[J]. 山西农业科学,2010,38(9):17-19.