

ALA 叶面肥对制种玉米光合特性和产量的影响

汪小叶 程红玉 王俊科 陈 叶
(河西学院农业与生态工程学院,甘肃张掖 734000)

摘要:以郑单 958 为材料,采用田间随机区组试验设计,研究了叶面喷施不同浓度 5-氨基乙酰丙酸(ALA)叶面肥对制种玉米光合特性及产量的影响。结果表明:ALA 叶面肥可以提高玉米叶片叶绿素含量、净光合速率(Pn)、气孔导度(Gs)、蒸腾速率(Tr)和产量,降低叶片胞间 CO₂ 浓度(Ci)。其中喷施 1500 倍 ALA 液效果最佳,与对照相比,叶绿素含量提高 27.61%,净光合速率(Pn)提高 31.87%,增产 11.62%。因此,ALA 叶面肥在玉米制种田中的最佳喷施浓度为 1500 倍液。

关键词:制种玉米;ALA 叶面肥;光合特性;产量

5-氨基乙酰丙酸(ALA)是合成叶绿素的关键原料,能促进植物碳水化合物向地下部转运从而加快地下部器官生长。郭彦兵等^[1]认为 ALA 可以促进马蹄莲的光合作用并提高产量,加快营养物质向地下部转移,改善种球品质;张帅等^[2]在百合中研究证明叶面喷施 ALA 可以改善叶绿素含量促进百合植株生长;前人在玉米、甜叶菊、叶菜、葡萄、番茄、辣椒和百合中的研究表明,ALA 可以提高作物产量^[3-8]。美国、日本、加拿大等国已将 ALA 广泛应用于提高农产品的产量和品质^[9],而 ALA 在粮食作物中的应用鲜见报道。甘肃省张掖市位于甘肃省西北部河西走廊中段,由于降水量少、蒸发量高,所产种子籽粒饱满、发芽率高、水分含量低、商品性能好,因

此是我国最佳的玉米种子繁育地带,被誉为“天然玉米种子生产王国”。为此,本研究以杂交制种玉米郑单 958 为研究对象,通过叶面喷施不同浓度 ALA 叶面肥,探讨其对玉米光合特性和产量的影响,为该叶面肥在制种玉米生产中的推广应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况 试验于 2018 年 4-10 月在甘肃省张掖市临泽县沙河镇新丰村种植地(39° 09' N, 100° 11' E)进行。该区地处河西走廊中部,属大陆性荒漠气候。海拔约 1453m,年平均气温 7.7℃,无霜期 176d,年均降水量 118.4mm,前茬作物为制种玉米。试验地土壤为灌漠土,耕层(0~20cm)土壤有机质 15.52g/kg,全氮 0.584g/kg,碱解氮 66.5mg/kg,速效磷 13.34mg/kg,速效钾 157.65mg/kg,pH 值 8.2。

1.2 试验材料 参试玉米杂交品种为郑单 958(母本:郑 58;父本:昌 7-2),由润丰源种业有限公司生产;5-氨基乙酰丙酸(ALA)液体肥料由张掖科欣

基金项目:甘肃省高等学校科技成果转化培育项目(2017D-19);甘肃省农业生物技术研发项目(GNSW-2014-2);2018 年甘肃河西走廊特色资源环境利用重点实验室面上项目(XZ1808)

通信作者:陈叶

参考文献

- [1] 高振生,王培,洪级曾,程渡. 苜蓿根蘖性状发生与生态适应性的研究. 草地学报,1995,3(2): 126-134
- [2] 洪级曾,卢欣石,高洪文. 苜蓿科学. 北京:中国农业出版社,2009
- [3] 李冬梅. 紫花苜蓿高产栽培技术. 中国种业,2015(4): 72-73
- [4] 章会玲. 苜蓿在陇东地区畜牧业发展和生态建设中的地位与作用. 中国种业,2005(6): 15-16
- [5] 洪级曾. 饲草生产是国家食物安全与生态安全的重要保障. 草业科学,2009,26(7): 2
- [6] 杨丽,徐安凯. 苜蓿的营养饲喂方式及其在畜牧业中的应用. 吉林农业科学,2008,33(2): 40-42,47
- [7] 师尚礼,南丽丽,郭全恩. 中国苜蓿育种取得的成就与展望. 植物遗

传资源学报,2010,11(1): 46-51

- [8] 吕会刚,康俊梅,龙瑞才,杨青川,孙彦,张铁军. 河北地区 22 个紫花苜蓿品种的生产性能比较研究. 草地学报,2018,26(4): 948-958
- [9] 朱博,师尚礼,倪磊,张丽娟,杨艳欣. 12 个紫花苜蓿材料速生性能综合评价. 植物遗传资源学报,2014,15(2): 436-440
- [10] 吕林有,何跃,赵立仁. 不同苜蓿品种生产性能研究. 草地学报,2010,18(3): 365-371
- [11] 张晓娜,宋书红,陈志飞,张莹,杨云贵. 紫花苜蓿叶、茎产量及品质动态. 草业科学,2016,33(4): 713-721

(收稿日期:2020-05-21)

生化科技有限公司提供(ALA 含量为 0.6g/L)。

1.3 试验设计 试验设 5 个处理,将 ALA 样品分别稀释为 2000 倍、1500 倍、1000 倍和 500 倍液 4 个浓度水平(对应浓度分别为 0.30mg/L、0.45mg/L、0.60mg/L 和 1.20mg/L),分别命名为 A1、A2、A3、A4,以清水为对照,重复 3 次,分别于 6 月 8 日、6 月 18 日、6 月 28 日各喷施 1 次。小区面积 30m² (10m×3m),保护行 1.5m,田间走道 50cm。于 2018 年 4 月 12 日采用点播方式播种,行距 50cm,株距 20cm,种植密度 105000 株/hm²。施尿素 300kg/hm² (含 N 46.0%),其中 50% 基施,50% 在拔节期结合灌水追施;磷酸二铵 450kg/hm² (含 N 18%,P₂O₅ 46%)全部作基肥一次性施入。其他管理同当地大田。

1.4 测定项目与方法

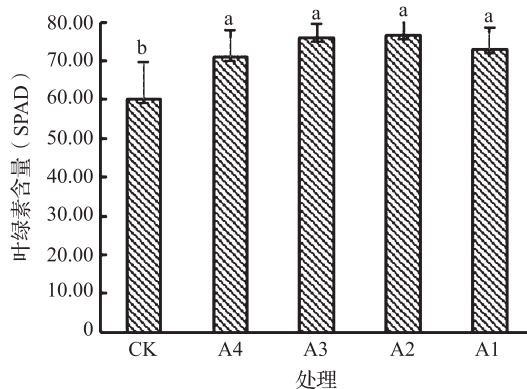
1.4.1 光合特性的测定 在吐丝期观测日的 9:00–11:00 采用 TPS-2 便携式光合系统测定叶片光合参数,便携式叶绿素测定仪测定相对叶绿素 SPAD 值。各处理随机选取样株 15 株,测定穗位叶的叶绿素含量(SPAD)、净光合速率(P_n , $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$)、气孔导度(G_s , $\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$)、蒸腾速率(Tr , $\text{mmol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$)、胞间 CO₂ 浓度(C_i , $\mu\text{mol}/\text{mol}$)。

1.4.2 产量及其构成因素的测定 每小区选 3 个有代表性的样方(面积为 2m²)调查成穗数,随机选取 15 株,收获果穗,室内考种,测定穗粒数、穗长、穗粗、百粒重,成熟期单独收获计产。

1.5 数据分析 采用 Excel 2003 进行数据处理,SPSS 17.0 进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 ALA 叶面肥对玉米叶片叶绿素含量(SPAD)的影响 由图 1 可知,随着 ALA 叶面肥稀释倍数的增加,玉米叶片的叶绿素含量呈现先增后减的趋势。对照的叶绿素含量为 60.09, A1、A2、A3 和 A4 处理的叶绿素含量分别为 72.94、76.68、75.82 和 70.93。与对照相比, A1、A2、A3 和 A4 处理的叶绿素含量分别增加了 21.38%、27.61%、26.18%、18.04%。经统计分析,各处理与对照差异均达显著性水平。在低浓度下,随着 ALA 叶面肥浓度的升高,玉米叶片的叶绿素含量随之增加,但浓度超过 1500 倍液(A2)后,叶绿素含量反而出现下降,说明 ALA 叶面肥浓度过高,会抑制叶绿素的合成,也说明使用 1500 倍液有利于叶片中叶绿素含量的提高。



小写字母表示 $\alpha=0.05$ 的差异显著性,下同

图 1 ALA 叶面肥对玉米叶片叶绿素含量 SPAD 的影响

2.2 ALA 叶面肥对玉米叶片净光合速率(P_n)的影响

由图 2 可知,不同处理玉米穗叶(功能叶)的净光合速率(P_n)呈现先增大后逐渐下降的趋势。对照的净光合速率为 $19.14 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$, A1、A2、A3 和 A4 处理的净光合速率分别为 $21.14 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ 、 $25.24 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ 、 $25.19 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ 和 $20.62 \mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ 。其中, A1、A2、A3、A4 处理与 CK 相比, P_n 分别增加了 10.45%、31.87%、31.61%、7.73%,经统计分析, A2 和 A3 与对照差异均达显著性水平,而其他处理与对照差异不显著。说明喷施 ALA 1000~1500 倍液叶面肥能显著促进玉米叶片的净光合速率,其中以 A2 处理效果最佳。

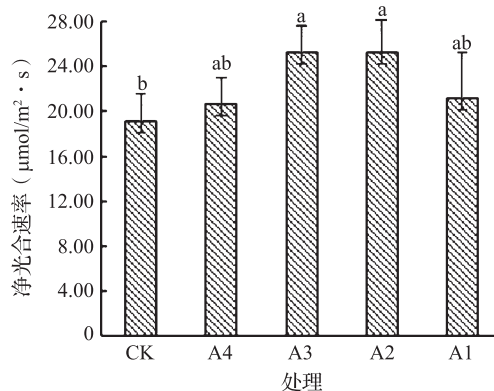


图 2 ALA 叶面肥对玉米净光合速率(P_n)的影响

2.3 ALA 叶面肥对玉米叶片蒸腾速率(Tr)的影响

由图 3 可知,喷施 ALA 叶面肥能够提高玉米穗叶(功能叶)的蒸腾速率(Tr)。对照的蒸腾速率为 $4.24 \text{mmol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$, A1、A2、A3 和 A4 处理的蒸腾速率分别为 $6.96 \text{mmol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ 、 $7.29 \text{mmol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ 、 $5.94 \text{mmol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ 和 $5.43 \text{mmol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ 。处理 A1、A2、

A3 和 A4 与对照比较, T_r 分别增加 64.15%、71.93%、40.09% 和 28.07%, 其中 A2 处理的 T_r 最高。经统计分析, 处理 A1、A2 和 A3 与 CK 差异均达显著水平, 而 A4 与 CK 间相比差异不显著, 说明低浓度的 ALA 叶面肥能够提高玉米穗叶(功能叶)的蒸腾速率(T_r), 高浓度处理则抑制蒸腾速率。

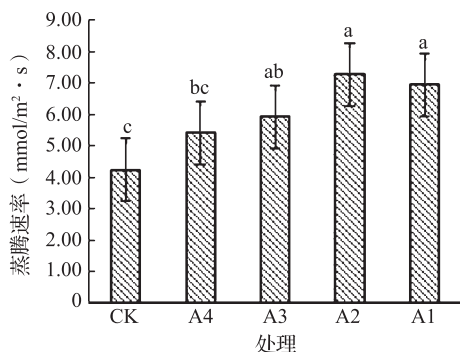


图3 ALA 叶面肥对玉米叶片蒸腾速率(T_r)的影响

2.4 ALA 叶面肥对玉米叶片胞间 CO_2 浓度(C_i)的影响 由图4可知, 喷施 ALA 叶面肥后, 不同处理对玉米吐丝期穗叶(功能叶)的胞间 CO_2 浓度(C_i)影响不同。对照的胞间 CO_2 浓度为 $372.20 \mu\text{mol/mol}$, A1、A2、A3 和 A4 处理的胞间 CO_2 浓度分别为 $340.20 \mu\text{mol/mol}$ 、 $308.80 \mu\text{mol/mol}$ 、 $336.60 \mu\text{mol/mol}$ 和 $364.60 \mu\text{mol/mol}$ 。总体上看, 不同处理的叶片胞间 CO_2 浓度(C_i)均低于对照, 其中, A4 处理接近于对照处理, 仅下降了 2.04%, 而 A1、A2 和 A3 与 CK 相比, 分别下降了 8.60%、17.03% 和 9.56%。经统计分析表明, 处理 A1、A3 和 A4 与 CK 相比差异不显著, 而 A2 与 CK 相比, 差异达显著水平, 而 A2 和 A4 相比, 差异也达显著水平。由此说明, 喷施 ALA 叶面肥后, 降低了叶片胞间 CO_2 浓度(C_i), 提高了 CO_2 的利用率。

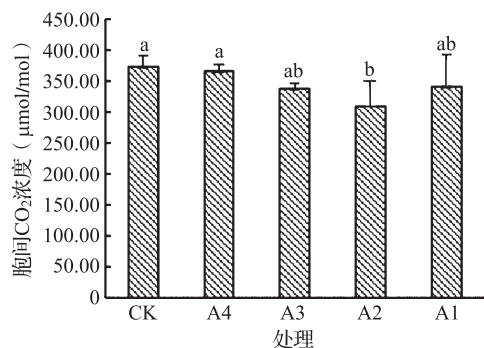


图4 ALA 叶面肥对胞间 CO_2 浓度(C_i)的影响

2.5 ALA 叶面肥对玉米叶片气孔导度(G_s)的影响 由图5得知, 喷施 ALA 叶面肥浓度增加, 气孔导度呈现先增加后减少的趋势。对照的气孔导度为 $663.00 \text{mol/m}^2 \cdot \text{s}$, A1、A2、A3 和 A4 处理的气孔导度分别为 $737.20 \text{mol/m}^2 \cdot \text{s}$ 、 $848.00 \text{mol/m}^2 \cdot \text{s}$ 、 $791.00 \text{mol/m}^2 \cdot \text{s}$ 和 $681.00 \text{mol/m}^2 \cdot \text{s}$ 。A1、A2、A3、A4 的气孔导度与 CK 比较, 分别增加了 11.19%、27.90%、19.31%、2.71%, 其中 A2 增加最为明显。经统计分析, A2、A3 较 CK 相比差异显著, 而 A1 和 A4 较 CK 相比差异不显著。说明喷施 ALA 叶面肥对增加叶片 G_s 有促进作用, 其中以 A2 处理效果最佳。

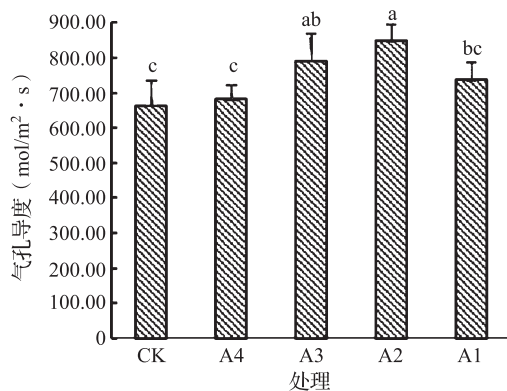


图5 ALA 叶面肥对玉米叶片气孔导度(G_s)的影响

2.6 不同浓度 ALA 叶面肥对玉米产量及其经济效益的影响 由表1可知, 不同处理对穗长和穗粗的影响不同。A1、A2、A3 和 A4 处理的穗长与对照比较, 分别增加 0.94%、6.96%、5.08% 和 0.31%, 且 A2 与对照差异达显著水平, 其他处理与对照差异不显著。A1、A2、A3 和 A4 处理的穗粗与对照比较, 分别增加 5.09%、7.33%、6.72% 和 1.22%, 且 A2 和 A3 与对照差异达显著水平, 而不同处理间差异不显著。同样, ALA 叶面肥处理使玉米穗粒数有不同程度的提高, 其中 A1、A2、A3 与 CK 的穗粒数差异显著; 以 A2 处理最高, 较 CK 增加 8.93%。随着喷施 ALA 叶面肥浓度的增加, 玉米百粒重呈先增后减的趋势, 以 A2 处理为最高 (38.028g), 较 CK 增加 0.917g, ALA 叶面肥的其他处理间差异不显著。

由表1可知, A1、A2、A3 和 A4 处理折合产量分别较 CK 增产 7.52%、11.62%、9.73% 和 1.42%, 且 A2 处理产量最高 (12800.49kg/hm^2), 其中 A1、A2 和 A3 与 CK 相比, 差异达显著水平, A4 处理与对

照差异不显著。A1、A2、A3 和 A4 处理与 CK 比较,经济效益分别增加 7.52%、11.62%、9.73% 和 1.42%,其中 A1、A2 和 A3 与 CK 相比,差异均达

显著水平,A4 处理差异不显著。由此说明,A2 处理产量最高(12800.49kg/hm²),经济效益增加最明显。

表 1 ALA 叶面肥对玉米经济性状的影响

处理	穗长 (cm)	穗粗 (cm)	穗粒数	百粒重 (g)	折合产量 (kg/hm ²)	经济效益 (元 /hm ²)
CK	15.94 ± 0.27b	4.91 ± 0.24b	294.29 ± 3.87b	37.111 ± 2.57c	11467.42 ± 151.30b	20641.36 ± 136.17b
A1	16.09 ± 0.52ab	5.16 ± 0.14ab	313.83 ± 9.29a	37.415 ± 1.44bc	12329.37 ± 378.60a	22192.87 ± 340.74a
A2	17.05 ± 0.79a	5.27 ± 0.09a	320.57 ± 2.62a	38.028 ± 4.37a	12800.49 ± 224.60a	23040.88 ± 202.14a
A3	16.75 ± 0.31ab	5.24 ± 0.08a	317.85 ± 3.71a	37.705 ± 2.80ab	12583.23 ± 73.08a	22649.81 ± 65.77a
A4	15.99 ± 0.52b	4.97 ± 0.21ab	297.05 ± 6.58b	37.285 ± 1.41bc	11629.70 ± 296.00b	20933.46 ± 266.40b

玉米价格 1.8 元 /kg

3 讨论与结论

5-氨基乙酰丙酸(ALA)是一种多功能的生长调节剂。李美善等^[10]研究表明,始穗期喷施低浓度的ALA(2.5~5.0mg/L)能够提高水稻籽粒的增长速率和籽粒重量。魏中伟等^[11]研究表明,1mg/L ALA的叶面肥能够提高水稻的光合作用,使产量增加3.2%~4.0%。姚素梅等^[12]研究发现,ALA能够提高小麦光合速率。程红玉等^[13]研究显示ALA叶面肥在春小麦中有显著的增产作用。本研究结果表明,在制种玉米上喷施ALA叶面肥,能够增加制种玉米叶片的叶绿素含量,从而提高净光合速率(P_n),增加产量,且随着浓度的升高呈先升高后降低的变化趋势,这与前人在小麦^[14-15]、草莓^[16]和梨^[17]等植物上的研究结果一致,说明随着ALA不断进入源(叶片),有利于库(籽粒)的积累。试验表明,ALA叶面肥也能够提高玉米的蒸腾速率(Tr)和气孔导度,降低胞间CO₂浓度(C_i),这与前人在水稻和小麦中的研究结果一致。说明ALA叶面肥通过调节气孔因素,直接或间接地促进了光系统的捕光能力,提高了碳源的利用,促进了碳同化。

本研究中,在玉米制种田喷施 ALA 叶面肥后,能够增加制种玉米叶片的叶绿素含量,从而提高净光合速率(P_n)、蒸腾速率(Tr)和气孔导度(G_s),降低胞间 CO_2 浓度(C_i),其中,喷施 1500 倍液(ALA 浓度为 0.45mg/L)的处理与对照相比,叶绿素含量提高 27.61%,净光合速率提高 31.87%,增产 11.62%,效果最佳。建议在制种玉米生产中使用 ALA 浓度 0.45mg/L 的 ALA 叶面肥,以达到增产增效的目的。

参考文献

- [1] 郭彦兵,屈德洪,吴景芝,金少明,吴红芝. 叶面喷施 ALA 对彩色马蹄莲种球及盆花品质的影响. 南方农业学报, 2018, 49 (1): 109-115
- [2] 张帅,姜慧茹,何俊娜,陈全全,吴泽,义鸣放. 叶面喷施 5-氨基乙酰丙酸对百合生长发育和切花质量的影响. 园艺学报, 2015, 42 (SI): 2776
- [3] 孙阳,王焱,孟瑶,樊海潮,曲丹阳,李晶,魏湜,顾万荣. 外源 5-氨基乙酰丙酸对低温胁迫下玉米幼苗生长及光合特性的影响. 作物杂志, 2016 (5): 87-93
- [4] 陈叶,李番,马秀萍,王俊科. 5-氨基乙酰丙酸对甜叶菊产量和糖含量的影响. 中国糖料, 2017, 39 (2): 36-38
- [5] 王小英,陈占飞,同延安. 乙酰丙酸对叶菜产量、叶绿素和硝态氮的影响. 中国农学通报, 2018, 34 (2): 18-22
- [6] 杨莉莉,马龙,李献军,单燕,杨癸,同延安. 乙酰丙酸对“巨峰”葡萄叶绿素、产量和品质的影响. 北方园艺, 2015 (24): 5-8
- [7] 鄢岩,贺会强,陈振东,陶衡,邹志荣,杨晓林,郭福霞. 5-氨基乙酰丙酸和叶面肥对荒漠区设施番茄和辣椒生长发育、产量和品质的影响. 西北农业学报, 2016, 25 (10): 1515-1521
- [8] 胡云鹏,李宇辉,穆鼎,义鸣放,周厚高. 5-氨基乙酰丙酸对百合生长发育的影响. 仲恺农业工程学院学报, 2017, 30 (2): 1-5
- [9] Nishihara E, Kondo K, Parvez M M, Takahashi K, Watanabe K, Tanaka K. Role of 5-aminolevulinic acid (ALA) on active oxygen-scavenging system in NaCl-treated spinach (*Spinacia oleracea*). Journal of Plant Physiology, 2003, 160 (9): 1085-1091
- [10] 李美善,刘宪虎,许明子,邱献钲,赵孝东,李玉花,刘桂英. 5-氨基乙酰丙酸处理对水稻籽粒增重的影响. 安徽农业科学, 2010, 38 (33): 18654-18656
- [11] 魏中伟,马国辉,龙继锐,宋春芳. 5-氨基乙酰丙酸叶面肥对杂交晚稻光合作用和产量的影响. 湖南农业科学, 2013 (7): 65-67
- [12] 姚素梅,刘明久,茹振钢,杨文平,冯素伟. ALA 对冬小麦叶片气体交换和水分利用效率的影响. 植物营养与肥料学报, 2010, 16 (1): 242-246
- [13] 程红玉,肖占文,宗盈晓,任玉琴,马燕. ALA 叶面肥对春小麦光合

内蒙古不同生态区玉米品种产量差异分析

白氏杰¹ 于胜男² 明 博¹ 陈 亮³ 王志刚² 谢瑞芝¹

(¹ 中国农业科学院作物科学研究所/农业部作物生理生态重点实验室,北京 100081;

² 内蒙古农业大学农学院,呼和浩特 010000; ³ 中化现代农业有限公司,北京 100081)

摘要:玉米产量的形成由遗传因素、生态环境条件和栽培措施等因素共同作用。本研究于2017–2019年选用熟期差异较大的2个典型玉米品种郑单958和德美亚1号,在内蒙古自治区东部春播玉米区不同纬度和积温资源的赤峰、通辽、兴安盟和呼伦贝尔4个试验点开展联网试验,分析积温条件差异对于品种熟期选择的影响及其增密增产措施的互作效应。结果表明,在积温充足区晚熟品种郑单958较早熟品种德美亚1号具有更高的产量表现,随着纬度升高、积温减少,在资源限制环境下晚熟品种与早熟品种的产量差异逐步缩小。增密种植显著提高早熟品种的产量,但晚熟品种产量变化不显著;随着种植密度的提高,晚熟品种与早熟品种的产量差异明显缩小。根据区域生态条件,合理选择熟期品种,积温充足区域充分利用光热资源,积温限制区域结合增密种植措施弥补产量损失,实现产量和籽粒品质的协同提高,促进东北春播玉米生产综合效益提升。

关键词:玉米;品种;产量;种植密度;技术效应

东北春播玉米区是我国最重要的商品玉米产区^[1],受全球气候变暖的影响,玉米种植区域北移扩大^[2]。气候变暖也使玉米生育期内可用积温增加,晚熟品种向积温低值区扩散的趋势明显,促进了该区玉米单产水平显著提升^[3]。但晚熟品种在各地广泛种植增加了早霜冷害发生的风险,也不利于玉米商品品质的提高^[4]。前人研究表明,增密是增产的有效措施^[5–6],早熟品种生育期短,单株生物量较小,通过增密种植可以提高群体生物量,进而提高产量^[7–9]。玉米品种是农业科技创新的物化产品,合理密植是生产技术的具体体现。内蒙古东部玉米种植区纬度跨度大,各地积温资源差异明显^[10],分析该区域不同玉米品种与密度匹配对区域积温利用效率的影响,明确技术效应的变化情况,可以指导区域品种熟期选择与配套适宜栽培技术,为提升该区域玉米市场竞争力提供

支持。

1 材料与方法

1.1 试验方法 本研究于2017–2019年在内蒙古东部玉米区燕山北麓、西辽河及岭东平原3个典型生态类型区不同纬度的4个试验点同步开展,试验点地理坐标和气候条件如表1所示。试验品种选用区域主栽品种中典型的晚熟品种郑单958和早熟品种德美亚1号。试验采取裂区设计,主区为品种,副区为种植密度。密度设置每 hm^2 45000株、60000株、75000株、90000株和105000株共5个水平。各密度处理种植8行,行长不小于7m,小区面积大于 33.6m^2 ,3次重复。等行距种植,行距0.6m,株距根据密度进行调整。每 hm^2 播前一次性基施缓释肥800kg,氮、磷、钾含量分别为27%、15%、13%。依据各地高产田精细管理,雨养种植。

特性和灌浆速率的影响. 麦类作物学报, 2018, 247 (5): 72–77

[14] 刘建华, 牛俊义, 闫志利, 李海波, 邹红川. 肥密水平对不同基因型冬小麦籽粒灌浆特性的影响. 中国生态农业学报, 2009, 17 (4): 656–660

[15] 姚素梅, 茹振钢, 刘明久, 杨文平, 冯素伟, 李淦. AIA对冬小麦不同粒位籽粒灌浆影响的动态模拟及特征分析. 生物数学学报, 2010, 25 (2): 367–374

[16] 刘卫琴, 康琅, 汪良驹. ALA对草莓光合作用的影响及其与抗氧化酶的关系. 西北植物学报, 2006, 26 (1): 57–62

[17] 申明, 段春慧, 张治平, 程云, 汪良驹, 李百健. 外源ALA处理对‘丰水’梨疏花与果实品质的影响. 园艺学报, 2011, 38 (8): 1515–1522

(收稿日期: 2020-04-24)