

刘颖, 齐华, 张卫建, 等. 气象因子对不同生态适应型春玉米产量的影响[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(8): 84–87.

气象因子对不同生态适应型春玉米产量的影响

刘颖¹, 齐华¹, 张卫建², 王廷波³, 宋振伟², 耿明杰¹, 刘荣¹, 吴亚楠¹

(1. 沈阳农业大学农学院, 辽宁沈阳 110866; 2. 中国农业科学院作物研究所, 北京 100081;

3. 辽宁省农业科学院, 辽宁沈阳 110161)

摘要:以典型的生态适应性不同品种玉米郑单 958、东单 90 为试材, 通过播期处理研究气候条件对不同生态适应型春玉米群体生理指标和产量的作用机制。结果表明: 气象因子对郑单 958 空秆率影响较小, 对东单 90 空秆率影响最大的是吐丝前光能辐射量; 对郑单 958 和东单 90 作物生长速率影响最大的分别是生育期降水量和生育期有效积温; 郑单 958 光合势受吐丝后光能辐射量影响最大, 东单 90 光合势受生育期有效积温和吐丝前日均温度影响最大。对气象因子与产量进行相关及回归分析表明: 吐丝后日均温度和生育期有效积温对郑单 958 的产量影响最大, 而影响东单 90 产量最主要的气象因子则是生育期有效积温和吐丝前日均温度。东北地区敏感型品种产量提升的有效途径是适期早播, 从而降低空秆率、增加吐丝后期的有效积温, 保证玉米生育后期充足的有效积温和籽粒灌浆时间。

关键词:播期; 春玉米; 产量; 气象因子

中图分类号: S161; S513.01 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002–1302(2013)08–0084–03

玉米高产不仅取决于品种更新和栽培措施优化等因素, 同时与充分利用气候生态资源及改善田间微生态环境也有直接关系^[1], 气象条件中光、热、水等因子的组合对不同生态适应型玉米品种的生长发育会产生不同的影响。在玉米整个生育期内的光、温、水等主要气象因子与其生长发育及产量性状关系密切, 却难以调控, 但可通过播期适当调节^[2]。前人对积温、日照时数、光能辐射量、降水量、日均温度等生态因子进行了大量研究^[3–5], 但关于气象因子对不同生态适应型春玉米影响的研究却很少, 本研究以生态适应型不敏感的郑单 958 和生态适应型敏感的东单 90 为研究对象, 通过分期播种探讨 2 个品种对光、温、水等不同生长环境条件的响应差异, 分析气象因子对玉米生长发育及产量的作用机理, 明确东北地区春玉米产量提高的限制性气象因子, 为实现该区域玉米高产提供了重要理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地生态条件

试验于 2010—2011 年在辽宁省铁岭市蔡牛乡张庄村进行, 地理位置为北纬 41°54′, 东经 123°54′, 海拔高度 46 m, 属温带半湿润大陆性气候, 全年均气温 8.3 ℃, 年均降水量 630 mm, 全年无霜期 183 d。供试农田为棕壤土, 前茬作物为玉米, 0~20 cm 土层含有机质 11.23 g/kg、碱解氮 140 mg/kg、速效磷 17.94 mg/kg、速效钾 118.8 mg/kg。

1.2 试验设计

试验采用裂区设计, 品种为主区, 播期为副区。供试玉米品种为生态适应敏感性不同的郑单 958、东单 90。设早播(4 月 21 日)、中播(5 月 11 日)和晚播(5 月 31 日)3 个播种时期。密度为 6.75 万株/hm², 田间行距 0.60 m、行长 10 m, 共 10 行, 小区面积 60 m², 3 次重复。种肥用量为: N 45 kg/hm²、P₂O₅ 95 kg/hm²、K₂O 150 kg/hm², 拔节期追施尿素 155 kg/hm²。其他管理与一般生产田相同。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 叶面积、干物质及产量

1.3.1.1 光合势的测定 各小区于苗期均标记具代表性的玉米 5 株, 在苗期、拔节期、大喇叭口期、吐丝期、灌浆期、蜡熟期和完熟期活体测量叶面积(LA)。LA 和光合势(LAD)分别采用公式(1)和(2)计算:

$$LA = \text{叶长} \times \text{叶宽} \times \text{校正系数} \quad (1)$$

$$LAD = (LA_1 + LA_2) \times (t_2 - t_1) \times 2 \quad (2)$$

式中: 全展叶校正系数为 0.75, 未展开叶校正系数则为 0.50; t_1 、 t_2 分别为测定叶面积的相邻时期, LA_1 、 LA_2 则为时间 t_1 、 t_2 时单位土地面积上的叶面积。

1.3.1.2 干物质的测定 于苗期、拔节期、大喇叭口期、吐丝期、灌浆期、蜡熟期和完熟期在各小区选取代表性植株 3 株, 105 ℃ 杀青 30 min, 80 ℃ 烘至恒重, 称重。

$$\text{作物生长速率}(CGR) = (m_2 - m_1) / (t_2 - t_1) \quad (3)$$

式中: m_1 、 m_2 分别为 t_1 、 t_2 时间的干物质积累量。

$$\text{空秆率} = \text{空秆数} / \text{株数} \times 100\% \quad (4)$$

测产中穗粒数少于 20 粒的败育小穗按空秆计。

1.3.1.3 产量及产量性状 成熟期时, 从每个小区选取 4 行进行实收测产, 同时各区分别连续收获 10 株果穗, 待自然风干后进行考种, 考察产量性状指标。其中, 产量是考种实测后折算 14% 水后的量。

1.3.2 气象数据 采用试验田中的自动气象站(Li-1400)记录玉米生育期内的逐日气象数据。

收稿日期: 2013–02–03

基金项目: 国家科技支撑计划(编号: 2011BAD16B14、2012BAD04B03); 国家“973”计划(编号: 2009CB118601)。

作者简介: 刘颖(1984—), 男, 黑龙江人, 硕士, 从事玉米高产理论与技术研究。E-mail: lyloveku@163.com。

通信作者: 齐华, 教授, 博士生导师, 从事作物逆境生理生态与调控、作物超高产理论与实践等研究。E-mail: qihua10@163.com。

1.4 数据分析

采用 Excel 2003 和 SPSS 12.0.1 软件对数据进行处理分析。

2 结果与分析

2.1 播期对春玉米生育时期的影响

由表 1 可知,随着播期的推迟,郑单 958 和东单 90 等 2 个品种吐丝前的生育进程加快,生育期明显缩短。不敏感型品种郑单 958 在抽雄后 1~2 d 内吐丝,敏感型品种东单 90 在抽雄后 8~12 d 开始吐丝,导致敏感型品种出现了较多败

育小穗,形成空秆。敏感型品种吐丝期到蜡熟期所需的时间随播期的推迟而延长,不敏感型品种则相反。

2.2 播期对春玉米产量及产量相关性状的影响

从表 2 可以看出,东单 90 空秆率大于郑单 958,随着播期的推迟,东单 90 空秆率逐渐增加;郑单 958 早播、晚播没有空秆。在整个生育时期内,2 个品种作物生长率和光合势均随着播期的推迟逐渐降低。郑单 958 和东单 90 的有效穗数都是早播最多,中播最少。郑单 958 晚播的穗粒数最多,东单 90 早播的穗粒数最多。随播期的推迟,郑单 958 千粒重呈降低趋势;而东单 90 是中播最重。

表 1 不同播期春玉米生育时期持续时间的变化

| 品种 | 生育时期(月-日) | | | | | | | |
|--------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| | 播期 | 出苗期 | 拔节期 | 大喇叭口期 | 抽雄期 | 吐丝期 | 蜡熟期 | 完熟期 |
| 郑单 958 | 04-21 | 05-07 | 06-04 | 06-25 | 07-09 | 07-10 | 08-14 | 09-10 |
| | 05-11 | 05-18 | 06-15 | 07-03 | 07-16 | 07-18 | 08-19 | 09-17 |
| | 05-31 | 06-07 | 06-29 | 07-16 | 07-28 | 07-29 | 08-26 | 09-25 |
| 东单 90 | 04-21 | 05-07 | 06-4 | 06-27 | 07-18 | 07-26 | 08-25 | 09-21 |
| | 05-11 | 05-18 | 06-17 | 07-06 | 07-24 | 08-05 | 09-05 | 10-03 |
| | 05-31 | 06-07 | 07-01 | 07-19 | 08-03 | 08-15 | 09-16 | 10-17** |

注:**表示玉米在 10 月 17 日尚未成熟,但由于气温低,灌浆已基本停止。

表 2 不同玉米品种的产量性能指标

| 品种 | 播期 (月-日) | 空秆率 (%) | 作物生长率 [kg/(hm ² ·d)] | 光合势 [万(m ² ·d)/hm ²] | 产量构成因素 | | | 产量 (kg/hm ²) |
|--------|-------------|------------|------------------------------------|--|---------|--------|--------|-----------------------------|
| | | | | | 有效穗数(穗) | 穗粒数(粒) | 千粒重(g) | |
| 郑单 958 | 04-21 | 0 | 194.82 | 289.14 | 6.80 | 531.19 | 303.57 | 11 019.57 |
| | 05-11 | 2.49 | 185.54 | 262.42 | 6.44 | 517.53 | 293.57 | 9 893.69 |
| | 05-31 | 0 | 184.21 | 287.22 | 6.52 | 596.02 | 220.98 | 8 654.63 |
| 东单 90 | 04-21 | 9.67 | 180.73 | 238.76 | 5.87 | 581.41 | 272.47 | 9 325.27 |
| | 05-11 | 17.97 | 170.33 | 224.17 | 5.39 | 495.26 | 281.23 | 7 537.16 |
| | 05-31 | 18.10 | 145.53 | 154.34 | 5.43 | 487.55 | 202.43 | 5 297.75 |

2.3 气象因子与产量及其性能指标的相关分析

表 3 表明,气象因子对郑单 958 空秆率的影响较小;吐丝后降水量和吐丝后日均温度与东单 90 空秆率呈显著正相关,生育期降水量、生育期光能辐射量、吐丝前光能辐射量和吐丝后光能辐射量与东单 90 空秆率呈显著负相关,吐丝前光能辐射量与东单 90 空秆率的相关性最大。生育期降水量与郑单 958 作物生长速率相关性最大,而生育期有效积温和生育期光能辐射量与东单 90 作物生长速度相关性最大。吐丝后光能辐射量与郑单 958 光合势呈极显著正相关,其余气象因子均未达到显著水平;生育期有效积温和吐丝前日均温度与东单 90 光合势相关性最大。有效穗数主要取决于种植密度、品种特性以及空秆率,所以影响空秆的气象因子也同样影响有效穗数。与郑单 958 穗粒数相关性最大的气象因子为吐丝后有效积温;东单 90 是吐丝后日均温度。吐丝后有效积温与 2 个品种的千粒重相关性最大。气象因子对不同品种的产量存在不同程度的影响,生育期、吐丝前、吐丝后有效积温,生育期降水量,生育期、吐丝前光能辐射量与郑单 958 和东单 90 产量均呈显著正相关;吐丝前降水量与郑单 958 产量呈显著正相关,与东单 90 产量呈显著负相关;吐丝后光能辐射量与东单 90 产量呈显著正相关,与郑单 958 产量相关性不显著;吐丝后降水量与郑单 958 和东单 90 产量均呈显著负相关;生育

期、吐丝前、吐丝后日均温度与郑单 958 产量呈显著负相关,吐丝前日均温度与东单 90 产量呈显著负相关,生育期、吐丝后日均温度与东单 90 产量的相关性不显著。

对生育期有效积温(X_1)、生育期总降水量(X_2)、生育期日平均气温(X_3)、生育期总光能辐射量(X_4)、吐丝前有效积温(X_5)、吐丝后有效积温(X_6)、吐丝前降水量(X_7)、吐丝后降水量(X_8)、吐丝前日均温度(X_9)、吐丝后日均温度(X_{10})、吐丝前光能辐射量(X_{11})和吐丝后光能辐射量(X_{12})与产量(Y)进行回归分析可知,郑单 958 回归方程为 $Y=104\,570.63-1\,432.31X_1+13.12X_2-1384.38X_3+8.43X_4-0.78X_5+1403.68X_6-23.37X_7+18.70X_8-669.23X_9-1578.79X_{10}+4.54X_{11}+18.54X_{12}$ ($R^2=0.875$),回归系数绝对值从大到小依次为 $X_{10}>X_1>X_6>X_3>X_9>X_7>X_8>X_{12}>X_2>X_4>X_{11}>X_5$,说明影响郑单 958 产量最主要的气象因子是吐丝后日均温度和生育期有效积温;东单 90 回归方程为 $Y=-63\,303.92+1\,543.89X_1+38.87X_2+1\,128.71X_3+9.57X_4-44.64X_5-0.53X_6-22.27X_7+63.46X_8-15\,06.37X_9-181.45X_{10}+8.37X_{11}+101.80X_{12}$ ($R^2=0.875$),回归系数绝对值从大到小依次为 $X_1>X_9>X_3>X_{10}>X_{12}>X_8>X_5>X_2>X_7>X_4>X_{11}>X_6$,说明影响东单 90 产量最主要的气象因子是生育期有效积温和吐丝前日均温度。

表 3 气象因子与玉米产量性能因素间的相关分析

| 品种 | 生育阶段 | 气象因子 | 相关系数 | | | | | | |
|--------|------|-------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|
| | | | 空秆率 | 作物生长速率 | 总光合势 | 穗数 | 穗粒数 | 千粒重 | 产量 |
| 郑单 958 | 生育期 | 有效积温 | 0.42 | 0.53 | -0.36 | 0.40 | -0.97** | 0.98** | 0.99** |
| | | 降水量 | -0.31 | 0.96** | 0.37 | 0.72 | -0.54 | 0.75 | 0.94** |
| | | 日均温度 | 0.23 | -0.94** | -0.29 | -0.68 | 0.61 | -0.76 | -0.97** |
| | | 光能辐射量 | 0.17 | 0.74 | -0.10 | 0.63 | -0.87* | 0.97** | 0.96** |
| | 吐丝前 | 有效积温 | 0.50 | 0.45 | -0.45 | 0.31 | -0.98** | 0.95** | 0.88* |
| | | 降水量 | -0.77 | -0.66 | 0.21 | -0.54 | 0.92** | -0.97** | 0.91** |
| | | 日均温度 | -0.07 | -0.80* | 0.01 | -0.70 | 0.82* | -0.94** | -0.95** |
| | | 光能辐射量 | 0.19 | 0.72 | -0.13 | 0.61 | -0.88* | 0.98** | 0.94** |
| | 吐丝后 | 有效积温 | 0.34 | 0.60 | -0.28 | 0.47 | -0.99** | 0.99** | 0.99** |
| | | 降水量 | -0.04 | 0.86* | 0.10 | 0.77 | -0.75 | 0.90** | -0.95** |
| | | 日均温度 | 0.16 | -0.91** | -0.22 | -0.64 | 0.66 | -0.74 | -0.99** |
| | | 光能辐射量 | 0.68 | -0.39 | 0.97** | -0.52 | -0.76 | 0.55 | 0.20 |
| 东单 90 | 生育期 | 有效积温 | -0.57 | 0.99** | 0.99** | 0.51 | 0.62 | 0.98** | 0.99** |
| | | 降水量 | -0.89* | 0.69 | 0.59 | 0.98** | 0.98** | 0.36 | 0.80* |
| | | 日均温度 | 0.48 | 0.24 | 0.36 | -0.55 | -0.43 | 0.59 | 0.07 |
| | | 光能辐射量 | -0.83* | 0.99** | 0.92** | 0.81* | 0.87* | 0.85* | 0.95** |
| | 吐丝前 | 有效积温 | -0.51 | 0.89* | 0.95** | 0.43 | 0.56 | 0.97** | 0.89* |
| | | 降水量 | 0.35 | -0.80* | -0.94** | -0.27 | -0.41 | -0.95** | -0.80* |
| | | 日均温度 | 0.63 | -0.95** | -0.99** | -0.56 | -0.67 | -0.97** | -0.98** |
| | | 光能辐射量 | -0.98** | 0.95** | 0.92** | 0.80* | 0.86* | 0.86* | 0.95** |
| | 吐丝后 | 有效积温 | -0.67 | 0.97** | 0.96** | 0.61 | 0.71 | 0.99** | 0.97** |
| | | 降水量 | 0.89* | 0.91** | 0.88* | -0.85* | 0.92 | 0.87* | -0.94** |
| | | 日均温度 | 0.88* | -0.58 | -0.47 | -0.76 | -0.99** | -0.23 | 0.80* |
| | | 光能辐射量 | -0.90** | 0.93** | 0.87* | 0.99** | 0.92** | 0.78 | 0.92** |

注：*、** 表示在 0.05、0.01 水平显著相关。

3 结论与讨论

玉米产量的提高不仅要改善栽培技术,还应考虑影响玉米产量性能指标所需的光、温、水等气象因子^[6]。本试验结果表明,郑单 958 空秆率受气象因子的影响较小,对东单 90 空秆率影响最大的气象因子是吐丝前光能辐射量;生育期降水量对郑单 958 作物生长速率影响最大,对东单 90 影响最大的是生育期有效积温和光能辐射量;郑单 958 光合势受吐丝后光能辐射量影响最大,而影响东单 90 光合势最大的是生育期有效积温和吐丝前日均温度。这说明敏感型品种吐丝前的光能辐射量不足会影响穗分化,使雌穗发育延缓,导致抽雄与吐丝间隔时间过长,加之吐丝后降雨过多、光能辐射量不足,会严重影响植株的正常授粉,所以敏感型品种败育小穗较多,产量较低。

前人研究表明,玉米开花至成熟阶段,光能辐射量对穗粒数的作用明显,该阶段是籽粒形成阶段,与光照条件密切相关^[7]。因此,增加光能辐射量可以提高玉米产量。玉米开花到成熟阶段的有效积温对千粒重的影响最大,其中合理调节播期,适期播种增加该阶段的有效积温是增加千粒重与产量的有效途径之一^[8-11]。玉米产量受有效积温、光能辐射量、日均温度的影响较大,其中有效积温和日均温度的影响最显著^[12]。有效积温是影响玉米产量的主要因子,是玉米取得高产的首要条件^[13]。本试验结果表明,气象因子对不同生态适应型春玉米产量及产量构成因素的影响不同,有效穗数主要

取决于种植密度、品种特性以及空秆率。对郑单 958 和东单 90 穗粒数影响最大的气象因子分别为吐丝后有效积温和吐丝后日均温度。吐丝后有效积温对 2 个品种的千粒重均存在较大影响。气象因子对 2 个品种的产量存在不同程度的影响,吐丝后日均温度和生育期有效积温是影响郑单 958 产量的主要气象因子,而影响东单 90 产量最主要的气象因子则是生育期有效积温和吐丝前日均温度。这说明有效积温越高,产量越高,吐丝前较高的有效积温可以使植株营养生长充分,吐丝后较高的有效积温能使籽粒正常成熟;吐丝前光照和雨水充足有利于营养生长,吐丝后适度增加光能辐射量,尤其是授粉关键期减少降水量可以有效降低玉米籽粒败育,提高玉米产量。郑单 958 生育期日均温度过高则不利于产量的提高,在不影响籽粒正常成熟的前提下,日均温度越低,则产量越高;而东单 90 增加吐丝后日均温度可以提高玉米产量,即吐丝前后日均温度的比值越低,产量越高,这可能是由于吐丝前温度较低,延长了玉米的生育期,而吐丝后期较高的温度能保证籽粒充分灌浆,利于玉米产量提高。

空秆率是制约敏感型品种籽粒产量提高的重要因子,可以通过适时提前播种来增加吐丝之前的光照和温度,避免气象因子对植株穗分化产生的不利影响;同时,适量增加吐丝后有效积温和光照,可延缓叶片衰老,促进作物生长速率和光合势的提高。因此,在东北地区,敏感型品种应适时早播,降低空秆率,同时避开后期的低温,使籽粒灌浆充分,实现玉米高产。

杨永恒, 黄苏珍. NaCl 胁迫下甜菊不同耐盐性单株的生长及生理响应[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(8): 87-90.

NaCl 胁迫下甜菊不同耐盐性单株的生长及生理响应

杨永恒, 黄苏珍

(江苏省中国科学院植物研究所/南京中山植物园, 江苏南京 210014)

摘要:以敏盐甜菊单株 E143 和耐盐甜菊单株 G255 为试验材料, 采用 NaCl 溶液培养, 对 2 种单株在不同浓度 NaCl 溶液胁迫下的生长、生理变化及 Na^+ 、 K^+ 含量进行了研究。结果表明, 在不同 NaCl 浓度胁迫下耐盐单株 G255 的株高、根长的增长以及脯氨酸含量均大于敏盐单株 E143, 而 E143 的根冠比大于 G255, 但二者的含水量和叶绿素含量差异不显著; 不同耐盐单株的 Na^+ 均主要分布在叶片中。随着 NaCl 浓度升高, E143 植株根、叶中 K^+ 含量升高; G255 植株 K^+ 在对照中主要分布于叶, 在 30、60、90 mmol/L NaCl 胁迫时主要分布于根, 当处理浓度升高到 120 mmol/L 时则主要分布于叶。综合结果表明, 耐盐甜菊可能主要通过脯氨酸及离子选择性吸收来调节植物抗盐性。

关键词:甜菊; NaCl; 盐胁迫; 生理响应

中图分类号: Q945.78 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)08-0087-04

甜菊 (*Stevia rebaudiana* Bertoni) 为原产巴拉圭和巴西交界的阿曼拜山脉的菊科多年生草本, 其茎叶中所含的甜味成分甜菊苷 (stevioside)、莱鲍迪苷 A (rebaudioside A) 等具有高甜度、低热量特性^[1]。已有研究表明甜菊糖苷具有抗高血压^[2-3]、降血糖^[4-6]、减肥^[7]和抗氧化^[8]等多重功效, 特别适宜肥胖症、糖尿病、高血压、动脉硬化、龋齿病等人群食用; 另外其非发酵可明显延长产品保质期的特性已广泛用于食品饮料行业, 也是取代甜蜜素、阿斯巴甜等^[9-10]人工合成高甜度甜味剂的最佳选择。因此, 甜菊已成为目前最受关注的新兴保健型糖源。甜菊糖国际市场需求的增加以及甜菊产业的不断扩大和发展, 势必会带来甜菊种植耕地扩大与现有主要农

作物耕地竞争的压力, 加之随着人口增长和经济发展, 可耕地土地资源受到一定程度的占用、破坏以及逐年增加的土地盐渍化等^[11], 都不同程度地限制了包括甜菊在内的新经济作物的进一步扩大种植和发展。通过种质改良提高植物耐盐性是利用盐碱地发展甜菊产业的重要措施之一。目前, 国内外与甜菊相关的研究主要集中在引种栽培、遗传育种提高糖苷含量、繁殖技术、糖苷萃取以及甜菊苷的生物活性、药理功能等方面, 关于甜菊耐盐性研究的报道较少。本研究拟从耐盐亲本与较耐盐的高莱鲍迪苷 A 亲本杂交后代中筛选出耐盐性差异大的 F_1 代单株 E143 和 G255 为试验材料, 采用 NaCl 溶液培养, 从盐胁迫对植物生长、渗透调节、离子区隔化和膜系统完整性等甜菊耐盐生理响应机理进行探索, 皆在为进一步进行甜菊耐盐种质创新培育研究与利用提供理论依据。

收稿日期: 2013-01-24

基金项目: 江苏省科技支撑计划 (编号: BE2009322); 江苏省南京市科技成果推广项目 (编号: 200901001)。

作者简介: 杨永恒 (1985—), 女, 陕西洋县人, 博士研究生, 主要从事植物遗传育种研究。E-mail: yyh8576@163.com。

通信作者: 黄苏珍, 研究员, 主要从事植物逆境种质资源评价研究。

E-mail: hsz1959@163.com。

参考文献:

- [1] 侯玉虹, 陈传永, 郭志强, 等. 春玉米不同产量群体叶面积指数动态特征与生态因子资源量的分配特点[J]. 应用生态学报, 2009, 20(1): 135-142.
- [2] 李向岭, 李从锋, 侯玉虹, 等. 不同播期夏玉米产量性能动态指标及其生态效应[J]. 中国农业科学, 2012, 45(6): 1074-1083.
- [3] 李潮海, 苏新宏, 谢瑞芝, 等. 超高产栽培条件下夏玉米产量与气候生态条件关系研究[J]. 中国农业科学, 2001, 34(3): 311-316.
- [4] Brassard J P, Singh B. Effects of climate change and CO_2 increase on potential agricultural production in southern Québec, Canada[J]. Climate Research, 2007, 34: 105-117.
- [5] 胡田田, 康绍忠, 原丽娜, 等. 不同灌溉方式对玉米根毛生长发育的影响[J]. 应用生态学报, 2008, 19(6): 1289-1295.
- [6] Allison J C S, Daynard T B. Effect of change in time of flowering induced by altering photoperiod or temperature, on attributes related to

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料分别为敏盐甜菊单株 E143 和耐盐甜菊单株 G255 经扦插繁殖的幼苗。两单株为耐盐亲本与高莱鲍迪苷

- yield in maize[J]. Crop Science, 1979, 19(1): 1-14.
- [7] 李言照, 东先旺, 刘光亮, 等. 光温因子对玉米产量及产量构成因素值的影响[J]. 中国生态农业学报, 2002, 10(2): 86-89.
- [8] 朱英华. 不同播期对玉米品种生育进程和产量潜力的影响[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2003.
- [9] 郑洪建, 董树亭, 王空军, 等. 生态因素对玉米品种产量发育影响及调控的研究[J]. 作物学报, 2001, 27(6): 862-868.
- [10] 张旭东, 蔡焕杰, 付玉娟, 等. 黄土区夏玉米叶面积指数变化规律的研究[J]. 干旱地区农业研究, 2006, 24(2): 25-29.
- [11] 吕新. 生态因素对玉米生长发育影响及气候生态模型与评价系统建立的研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2002.
- [12] 张安邦. 夏玉米主要农艺性状与产量之间的关系[J]. 玉米科学, 1993, 1(2): 30-33.
- [13] 张石宝, 李树云, 胡丽华, 等. 播种季节对玉米生长发育及干物质生产和分配的影响[J]. 云南植物研究, 2001, 23(2): 243-250.