

阶段性干旱对夏玉米生长发育及产量的影响

徐英¹ 陈立成² 李曼华³ 陈辰³

(1 夏津县气象局, 德州 253200; 2 曲阜市气象局, 济宁 273100; 3 山东省气候中心, 济南 250031)

摘要: 本试验通过可移动遮雨棚对大田夏玉米不同生长阶段土壤湿度进行定量控制, 分析了拔节—抽雄和抽雄—成熟期干旱胁迫对玉米生长发育及产量构成等要素的影响。结果表明, 玉米受干旱胁迫后, 植株生长发育受到抑制, 产量明显降低。拔节—抽雄期干旱对玉米营养生长阶段植株性状的影响较大; 抽雄—成熟期干旱对玉米营养生长的影响相对较小, 但对产量影响较大, 其中穗长、穗粒数、穗总重和穗粒重较对照处理均显著减小, 穗粗、秃尖比及百粒重变化不显著。

关键词: 干旱, 夏玉米, 生长发育, 产量

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2014.04.009

Effects of Phased Drought on the Growth Development and Grain Yield of Summer Maize

Xu Ying¹, Chen Licheng², Li Manhua³, Chen Chen³

(1 Xiajin Meteorological Bureau, Dezhou 253200 2 Qufu Meteorological Bureau, Jining 273100
3 Shandong Climate Center, Jinan 250031)

Abstract: In this paper, an experiment was conducted to study the impact of drought on the growth and the production of maize at the jointing-tasseling stage and the tasseling-mature stage. The soil moisture was controlled quantitatively in different growth periods by the movable water-proof canopy. The result shows that: compared with the suitable water treatment, the growth and development of maize were restrained by drought, and the yield decreased significantly. Compared with the drought at the jointing-tasseling stage, the drought at the tasseling-mature stage has less effect on the growth of nutritional organ, but has a greater influence on yield. The ear length, grain number per ear, ear dry mass and grain mass per ear decreased significantly, but the changes of ear diameter, length of bare tip and 100-kernel mass were insignificant compared with the suitable water treatment.

Keywords: drought, summer maize, growth and development, yield

山东是我国玉米主要产区之一, 也是各类气象灾害的多发地区, 其中干旱不仅影响玉米的播种出苗, 对玉米的生长发育及产量形成也可造成严重影响^[1-3], 是造成玉米产量不高、不稳的主要原因。

玉米不同生育期的需水情况不同, 不同阶段的干旱对玉米生长会有不同程度的抑制作用^[4]。有关干旱对玉米影响的研究前人已做了不少工作^[5-8]。多数研究得出, 干旱胁迫不利于玉米的生长发育, 光合性能受到抑制, 不利于干物质积累, 进而导致玉米产量降低。但受限于大田条件下土壤水分不易控制, 多数试验是在盆栽条件下进行; 并且对不同等级干旱影响下不同生育阶段内玉米的响应特征研究较少。本试验在大田条件下, 利用可移动遮雨棚排除降水影响, 对土壤湿度进行定量控制, 研究了不同生育阶段干旱对夏

玉米生长发育及产量形成的影响, 从而为通过提高农田管理的水平, 科学应对夏玉米不同生育时期干旱所带来的负面影响, 实现夏玉米高产提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 供试材料与试验设计

本试验以郑单958为供试材料, 试验地设在夏津县北城街道办事处罗庄村(116°01'E, 36°59'N), 土壤类型为粘质砂壤土, 属温带大陆性季风气候, 年平均降水量492.1mm, 平均气温13.1℃。

本试验共有3个处理, 分别为C1(拔节—抽雄期土壤相对含水量控制在40%以下, 其他时期均在自然条件下生长)、C2(抽雄期—成熟期土壤相对含水量控制在40%以下, 其他时期均在自然条件下生长)和CK(全生育期土壤相对含水量在75%左右)。每个处理设3个重复, 随机排列, 每个重复面积为28m², 播种行距50cm, 株距35cm, 播种密度为4000株/亩(1亩≈666.7m²), 播种深度4~7cm。各重复四周均用防水塑料膜隔开, 防

收稿日期: 2013年10月14日; 修回日期: 2014年1月8日
第一作者: 徐英(1962—), Email: 13792200718@163.com
通讯作者: 陈辰(1988—), Email: beibei1988820@163.com
资助信息: 公益性行业(气象)科研专项(GYHY201006041)

止水分侧渗；各处理间放置200cm的隔离带，以防止处理间土壤水分水平交换的影响。于2012年6月16日播种，与当地玉米播种时间一致。播种前进行适当灌溉，保证底墒充足，后期为准确控制土壤相对湿度，播种后每隔7天调查一次0~50cm土壤含水量，根据需要对土壤湿度进行定量控制。

1.2 观测项目与方法

发育期观测：在玉米生长期记录不同处理发育进程。

株高观测：在拔节期、抽雄期、吐丝期测定植株高度，观测采用定株观测，每个重复取3株。

生长量测定：在主要发育期（七叶、拔节、抽雄、乳熟、成熟）测定叶面积，利用烘干法测定地上部分器官干物重（黄叶、绿叶、茎、果穗），每个重复取3株。

产量结构分析：在玉米收获后，自然风干，进行产量结构分析，分别测定各小区果穗长（cm）、果穗粗（cm）、穗粒数、百粒重（g）等产量构成要素。

以上测定项目的具体测定方法均按照农业气象观测规范进行。

2 试验结果与分析

2.1 干旱胁迫对玉米生长发育的影响

2.1.1 对株高的影响

干旱处理后，研究区玉米植株生长受到抑制，玉米株高降低。由图1可以看出拔节—抽雄期干旱（C1）的玉米株高最小，抽雄后干旱（C2）的玉米株高低于对照区（CK）。与CK相比，C1玉米株高明显降低，变化幅度高达34.7%；C2与CK相比，玉米株高差异较小，降低幅度仅为4.4%。结果表明，拔节期水分不足，对玉米株高影响非常大，而抽雄后，玉米株高虽会受到水分的影响，但影响远远小于拔节期。这与白向历等^[9]利用盆栽试验研究不同生育时期水分胁迫

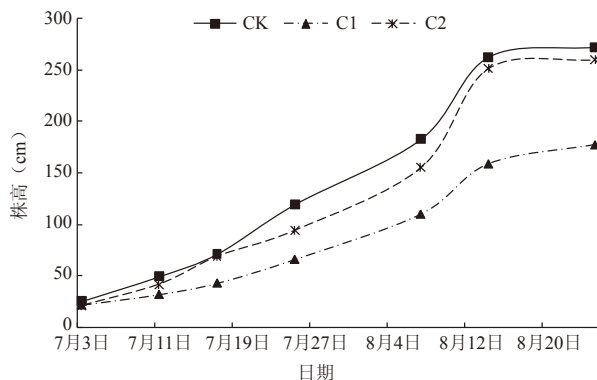


图1 不同时期干旱胁迫对玉米株高的影响

对玉米生长发育的影响，得出玉米拔节期水分胁迫对株高影响最为显著的结论一致。

2.1.2 对叶面积的影响

由图2可以看出，玉米单株叶面积随生长时间的推移呈“S”型曲线变化，干旱胁迫处理后植株叶面积呈减小趋势，且拔节—抽雄期干旱影响大于抽雄—成熟期干旱。总体上，对照区叶面积最大，C1处理的玉米叶面积最小，单株叶面积为2897.7cm²，C2干旱处理的玉米单株叶面积为4667.5cm²。这与鲍巨松等^[10]研究得出干旱对玉米叶片生长不利，随着水分胁迫增强，叶片萎蔫卷缩，绿叶面积逐渐减少，以及刘树堂等^[11]试验表明随着土壤水分胁迫加剧，单株叶面积大幅下降的结论一致。C1与CK相比，单株最大叶面积减少比例高达41.0%；而C2与CK相比，单株最大叶面积相差不大。这与纪瑞鹏等^[12]研究得出拔节—吐丝期为营养生长与生殖生长并行阶段，叶面积受干旱胁迫的影响相对较小有所不同。

2.1.3 对干物重的影响

由图3可以看出，受干旱胁迫的玉米植株长势明显较CK处理差，且C1处理较C2处理影响大，C1和C2处理下玉米干物重分别为98g和159g，较CK分别减少56%和29%。刘树堂等^[11]研究得出水分胁迫导致同化

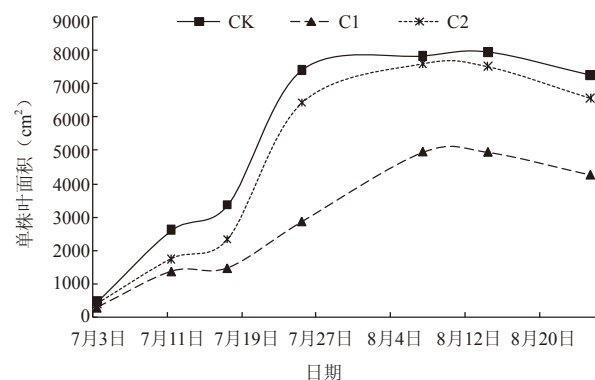


图2 不同时期干旱胁迫下玉米叶面积的变化

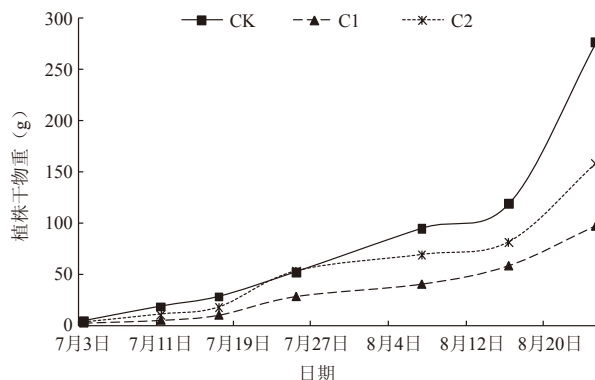


图3 不同时期干旱胁迫对玉米干物重的影响

表1 不同时期干旱胁迫对玉米穗部性状及产量构成要素的影响

处理	穗长 (cm)	穗粗 (cm)	秃尖比	穗粒数	百粒重 (g)	穗总重 (g)	穗粒重 (g)
CK	20.0 ^a	5.7 ^a	0.13 ^a	527 ^a	36.0 ^a	163.2 ^a	146.9 ^a
C1	14.4 ^b	4.9 ^a	0.13 ^a	297 ^b	29.4 ^a	85.9 ^b	72.0 ^b
C2	14.3 ^b	5.1 ^a	0.14 ^a	274 ^b	31.6 ^a	81.4 ^b	69.6 ^b

注: 上标中的不同小写字母代表处理间在0.05水平下差异显著

物代谢源受阻, 干物质积累量大幅减少; 白莉萍等^[13]试验表明水分胁迫无论轻重均对玉米生长发育不利, 导致玉米生物产量大幅降低。本试验结果表明干旱对玉米干物质的积累不利, 拔节—抽雄期发生干旱较抽雄后干旱对玉米干物重的不利影响更为严重。

2.2 干旱胁迫对玉米果穗性状和产量构成要素的影响

由表1可以看出, 干旱处理后, 玉米穗长、单株穗粒数、穗总重以及穗粒重均小于CK处理, 干旱胁迫不利于产量形成。经方差分析得出, C1和C2处理下, 玉米穗长、单株穗粒数、穗总重以及穗粒重的减少均达显著水平 ($P < 0.05$)。干旱对玉米穗粗、秃尖比以及百粒重影响较小, 虽然穗粗和百粒重有减小趋势, 秃尖比有增加趋势, 但处理间差异不显著 ($P > 0.05$)。

王鹏文等^[14-15]研究表明, 干旱胁迫使果穗长度缩短, 穗粒数减少; 白向历等^[9]认为干旱对穗粗影响显著, 对秃尖比的影响不大; 刘树堂等^[11]认为, 干旱对穗粗影响不显著, 而对秃尖比的影响较大。本试验结论与以上有所不同, 本研究得出干旱处理后玉米穗长、单株穗粒数、穗总重以及穗粒重均小于CK处理, 穗粗、秃尖比以及百粒重所受影响不大。对比C1和C2两个处理的影响, C2对玉米穗长、秃尖比、穗粒数、穗总重以及穗粒重的影响相对较大, 而C1对穗粗、百粒重的影响较大。

3 结论与讨论

干旱胁迫对玉米的生长发育与产量形成均产生明显影响, 不同发育阶段对干旱胁迫的反应不同。分析玉米不同生育时期对水分的不同敏感程度, 为玉米生产中抗旱对策的选择提供科学依据, 实现玉米的高产有很大积极意义。

(1) 采用遮雨棚控制的大田试验方法, 得出了拔节—抽雄期和抽雄—成熟期干旱胁迫对玉米生长发育有不利影响。干旱处理后, 研究区玉米植株生长受到抑制, 玉米株高降低, 相比抽雄—成熟期, 拔节—抽雄期水分胁迫对株高影响较大; 相比对照区, 干旱区植株叶面积减少, 且拔节—抽雄期干旱影响大于抽雄—成熟期干旱; 干旱对玉米干物质的积累不利, 拔节—抽雄期发生干旱较抽雄后干旱的不利影响更为严重。

(2) 干旱处理后, 玉米穗长、单株穗粒数、穗总重以及穗粒重均小于对照。经方差分析得出, 拔节—抽雄期干旱和抽雄—成熟期干旱处理下, 玉米穗长、单株穗粒数、穗总重以及穗粒重的减少均达显著水平 ($P < 0.05$); 玉米穗粗、秃尖比以及百粒重变化不显著 ($P > 0.05$)。

(3) 与抽雄—成熟期干旱相比, 拔节—抽雄期干旱胁迫对玉米株高、叶面积以及干物质积累的不利影响更加明显, 生长后期玉米植株性状部分得到恢复, 生殖生长阶段所受的影响降低, 玉米穗粒数、穗总重以及穗粒重有所增加。抽雄—成熟期干旱胁迫下, 虽然玉米营养生长所受影响相对较小, 但对玉米籽粒授粉结实以及后期籽粒灌浆均极为不利, 籽粒败育严重, 减产较大。

本试验玉米生长环境比盆栽试验更接近大田, 但试验仅对两段时期进行了水分控制, 未设计玉米生长前期水分处理, 试验设计还有待进一步细化及深入。

参考文献

- [1] 黄晓俊, 于飞, 敖芹. 干旱对玉米生长及产量影响的试验研究. 贵州气象, 2012, 6(36): 25-28.
- [2] 郭子锋, 龚道枝, 郝卫平, 等. 不同生育期玉米干旱—复水补偿效应的品种差异研究. 玉米科学, 2011, 19(4): 84-88.
- [3] 王洪预, 李秋祝, 赵宏伟, 等. 不同生育时期干旱处理对春玉米保护酶活性及产量的影响. 东北农业大学学报, 2007, 38(1): 13-17.
- [4] 邢英英, 张富仓, 王秀康, 等. 不同生育期水分亏缺灌溉和氮营养对玉米生长的影响. 干旱地区农业研究, 2010, 6(28): 1-6.
- [5] 杨国虎, 李建生, 罗湘宁, 等. 干旱条件下玉米叶面积变化及地上干物质积累与分配的研究. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2005, 5(33): 27-32.
- [6] 葛体达, 隋方功, 白莉萍, 等. 不同土壤水分对玉米光合特性和产量的影响. 上海交通大学学报(农业科学版), 2005, 2(23): 143-147.
- [7] 王俊儒, 龚月桦, 翟丙年, 等. 生育后期干旱对冬小麦产量和生理特性的影响. 土壤通报, 2005, 6(36): 908-912.
- [8] 刘永辉. 夏玉米不同生育期对水分胁迫的生理反应与适应. 干旱区资源与环境, 2013, 2(27): 171-175.
- [9] 白向历, 孙世贤, 杨国航, 等. 不同生育期水分胁迫对玉米产量及生长发育的影响. 玉米科学, 2009, 17(2): 60-63.
- [10] 鲍巨松, 杨成书, 薛吉全, 等. 水分胁迫对玉米生长发育及产量形成的影响. 陕西农业科学, 1990, (3): 7-9.
- [11] 刘树堂, 东先旺, 孙朝辉, 等. 水分胁迫对夏玉米生长发育和产量形成的影响. 莱阳农学院学报, 2003, 20(2): 98-100.
- [12] 纪瑞鹏, 车宇胜, 朱永宁, 等. 干旱对东北春玉米生长发育和产量的影响. 应用生态学报, 2012, 23(11): 3021-3026.
- [13] 白莉萍, 隋方功, 孙朝辉, 等. 土壤水分胁迫对玉米形态发育及产量的影响. 生态学报, 2004, 24(7): 1556-1560.
- [14] 王鹏文, 戴俊英, 魏云鹏. 干旱胁迫对玉米产量和品质的影响研究. 玉米科学, 1999, 7(7): 102-106.
- [15] 崔震海, 马兴林, 张立军, 等. 苗期干旱对玉米产量和水分利用效率的影响. 玉米科学, 2005, 13(2): 79-81, 89.