

土壤水分对向日葵生长状况的影响

云文丽¹, 李建军², 侯 琼¹

(1. 内蒙古气象科学研究所, 内蒙古 呼和浩特 010051; 2. 内蒙古巴彦淖尔市临河观象台, 内蒙古 临河 015000)

摘 要: 为了研究土壤水分对向日葵生长状况的影响, 2012 年在巴彦淖尔市农业气象试验站, 通过灌溉试验, 对供试向日葵采取不同的水量处理, 测定了土壤含水量和向日葵生长指标。结果表明: 苗期水分亏缺和过湿灌溉都将导致向日葵生长高度、叶面积、干物质积累在该时期较其它处理低, 亏水处理即使后期复水, 作物生长补偿虽然明显, 但最终在所有处理中各个观测指标最低。苗期的过湿灌溉在后期的适宜灌溉下, 可以逐渐恢复正常。水分对向日葵叶面积的影响可以看出: 生育前期干旱, 推迟叶面积最大值的出现日期, 前期不缺水, 中期水分影响叶面积的高低, 后期水分影响到叶面积的衰减速率。地上干物重的积累与土壤水分的含量成正相关。向日葵整个生育期间适宜水分为: 二对真叶到花序形成期土壤水分应以 55% ~ 70% 为宜, 花序形成到开花后一周是向日葵的需水关键期, 土壤水分保持在 70% ~ 90% 为宜, 开花后一周到成熟期土壤水分以 55% ~ 70% 为宜。

关键词: 土壤水分; 灌溉; 株高; 叶面积系数; 干物重

中图分类号: S344 文献标志码: A 文章编号: 1000-7601(2014)02-0186-05

Effect of soil moisture on the growth of sunflower

YUN Wen-li¹, LI Jian-jun², HOU Qiong¹

(1. Meteorological Research Institute of Inner Mongolia, Inner Mongolia Meteorological Bureau, Hohhot, Inner Mongolia 010051, China;
2. Linhe Astronomical Observatory, Bayannaoer Meteorological Bureau, Linhe, Inner Mongolia 015000, China)

Abstract: The objective of the experiment was to investigate the effect of soil moisture on growth parameters of sunflower. Field experiments were conducted in Agro-meteorological Institute of Bayannaoer with different irrigation regimes. Results indicated that the significant effect of irrigation on sunflower growth. At seedling stage deficit and wet irrigation resulted in lower plant height, leaf area, dry matter accumulation. Crop compensation is obvious after deficit treatment. However, all growth parameters were reduced. Sufficient irrigation later can minimize the loss. In early stage drought postponed the date of maximum leaf area. In the late stage, soil moisture affected decreasing rate of leaf area. Accumulation of dry matter and soil moisture were significantly correlated. . Period from budding to one week flowering is critical for sunflower in term of water requirement, with soil moisture of 70% ~ 90% being suitable. And after that until maturity, soil moisture should be 55% ~ 70% .

Keywords: soil moisture; irrigation; plant height; leaf area index; dry matter

向日葵是河套灌区经济效益十分显著的经济作物。近年来,向日葵种植面积占到总播面积的四分之一以上,已经成为当地农业的支柱产业^[1]。向日葵产量的高低,是河套灌区农民扩大再生产的主要经济来源之一^[2]。河套灌区用于保障粮食生产农业丰收以及生态用水占到内蒙古自治区引黄用水量的 80% 以上,而且对水资源的需求量逐年加大,节水成为首要任务。因此,研究内蒙古河套灌区不同灌溉水量和作物生长规律,对该地区合理利用有限的水资源,提高农业水分利用效率,促成增产增收具有重要意义。近些年来,调亏灌溉结合施肥对作物生长的影响受到了较多学者的关注,主要针对小麦和玉米做了较多的研究^[3-6]。前人对向日葵研究也很多,孔东^[7]和张俊莲^[8]等对盐胁迫对向日葵生理性状的影响做了分析,杨松等^[9-10]从向日葵的农业气象适宜指标和锈病等为农业生产服务方面做了一些

收稿日期: 2013-09-30
基金项目: 公益性行业(气象)科研专项(GYHY201206021)
作者简介: 云文丽(1979—),女,蒙古族,内蒙古呼和浩特市人,高级工程师,硕士,主要从事农业气象方面的研究。E-mail: 564838918@qq.com。
通信作者: 侯 琼(1960—),女,呼和浩特人,正研级高工,研究方向为农业气象。E-mail: qiong_hou@sina.com。

研究,徐惠风^[11]和李为萍^[12]从向日葵生长性状方面做了一些分析,单玉芬等^[13]过盆栽试验对向日葵进行不同水分亏缺处理,研究了其产量、水分效应及经济效益的变化,马月霞等^[14]简单分析了灌溉水量对向日葵生长特征的影响,由于研究者使用的材料和研究所处的环境条件不同,所得结果有较大差异。不同作物或作物不同生育阶段有不同的土壤水分适宜范围^[15]。我们通过田间试验,研究不同灌溉水量对向日葵生长特征的影响,得到向日葵不同生长发育阶段的适宜灌溉水量,以期对向日葵制定科学的灌溉提供理论依据和数据支持,同时为开展技术节水提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 试验地点

2012 年在巴彦淖尔市农业气象试验站进行食用向日葵水分控制试验,供试品种为向日葵 LD5009,属中熟种,生育期平均为 110 天。6 月 2 日播种,大小行种植,大行距 80 cm,小行距 40 cm,株距 33 cm,种植密度为 47 250 株·hm⁻²左右,中耕锄草、施用化肥、病虫害防治等均以当地大田管理为准。9 月 18 日成熟。农田土壤类型为灌淤土、盐土,质地为壤土,0~1 m 土壤容重平均值为 1.36 g·cm⁻³,田间持水量平均为 26.8%。地下水位为 5.7 m,地下水的补给作用可以忽略。实验设计为小区设计,每小区面积为 4 m×6 m,小区之间设置以隔离层,隔离层下面为聚乙烯塑料,上面为水泥,其深度为 2 m。试验场设有大型活动式防雨棚,有降水时,将棚推放到在控制小区之上。灌水为井灌,灌水量通过水表记录。

1.2 试验设计

试验是在人为控制水分的条件下进行的。水分控制指标设 3 类,即缺水、水分适宜和偏湿,具体标准为土壤水分下限值分别占田间持水量的 40%~55%,55%~70%,70%~90%。水分控制时段分 3 类:二叶期-花序形成期、花序形成期-开花期、开花期-成熟期,其它时段水分按 55%~70% 供给。试验 7 个处理(T1,T2,T3,T4,T5,T6,T7),重复 2 次,共计 14 个小区(表 1)。

1.3 测定项目

1.3.1 土壤水分的测定 土壤水分采用 CPN-503 中子土壤水分仪(美国)结合烘干法定点观测,测定深度 0~200 cm,每隔 10 cm 为一层,每隔 5 天测定一次。表层(0~20 cm)土壤水分采用土钻取样,烘干法测定。

1.3.2 株高和叶面积的测定 每个小区选择 5 株有代表性的植株作为株高和叶面积的观测样本。二对真叶期开始株高和叶面积测定,每 5 d 测量一次,植株停止生长后(开花后)停止株高观测,开花后叶面积每 7 d 观测一次,直至收获。田间株高测定从基部量起,顶部以自然状态下生长的最大高度为准。叶面积采用系数法,测定向日葵叶面积系数为 0.64。

表 1 试验处理水分控制时段和标准/%

Table 1 Moisture control time and standard for the field experiment

处理 Treatment	二对真叶 - 花序形成 Two pairs of true leaves-budding	花序形成 - 开花期 Budding- flowering	开花期 - 成熟期 Flowering- maturity
T1	40 ~ 55	55 ~ 70	55 ~ 70
T2	70 ~ 90	55 ~ 70	55 ~ 70
T3	55 ~ 70	40 ~ 55	55 ~ 70
T4	55 ~ 70	70 ~ 90	55 ~ 70
T5	55 ~ 70	55 ~ 70	40 ~ 55
T6	55 ~ 70	55 ~ 70	70 ~ 90
T7	55 ~ 70	55 ~ 70	55 ~ 70

1.3.3 干物重的测定 在二对真叶、花序形成、开花期和成熟期测定地上部分各器官(按茎、叶、花盘分开测定)干物质重量。每个小区每次随机取 5 株。

1.3.4 统计分析 利用 Excel 2007 进行统计分析和制图,SPSS 16.0 对试验数据进行方差分析和显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同生长期水分调控对向日葵株高的影响

株高是反映植株生长特征的重要指标之一。由图 1 可以看出在不同生育期控水,不同处理呈现出不同的生长曲线。分析 7 月 20 日即花序形成期测得株高,得出二对真叶到花序形成期的水分控制对处理间有显著性影响($F = 35.477, P < 0.05, N = 59$)。进一步计算单因素方差分析的组间多重比较得出,在 0.05 显著水平下,T1、T2 和其它处理间都存在显著性差异,T3、T4 和 T7 之间差异不明显。可见该时段对 T1 和 T2 的干旱和过湿处理影响了向日葵的生长,而其它处理水分控制在 55%~70%,所以苗高基本一致。分析 8 月 9 日即开花期测得株高,得出花序形成到开花期的水分控制对处理间有显著性影响($F = 21.568, P < 0.05, N = 59$)。组间多重比较得出 T1 仍然与其它处理差异显著,T2、T3 之间差异不明显,T4 和 T7 之间差异不明显。分析二对真叶到花序形成期间的株高平均值与 T4 相比(表

2),T1 和 T2 分别降低了 36.8%,18.8%,花序形成到开花期水分控制在 55%~70%,对 T1 和 T2 的株高有一定的补偿和促进作用,株高平均值比 T4 分别降低了 39.7%,16.8%,可见前期的水分不适宜严重影响植株的生长,即使存在补偿作用,作物株高始终低于 T4,甚至随着后期的生长,差距逐渐增加,特别是前期干旱对株高的影响更为严重。T3、T4、T7 水分控制在 55%~70%之间,各个处理差异不明显,植株生长正常,这与方差分析结果一致。花序形成

到开花时段株高的变化和土壤水分含量成正比,各个处理株高随着土壤湿度的增加表现出:T1<T2<T3<T7<T4,可以看出该时期植株对水分的要求较高,因为土壤水分控制在 70%~90% 向日葵长得最高,最有利于植株的生长。该时段 T3 由于受到干旱影响株高与 T4 差 9.5%,与 T2 相差也较大,但 8 月 9 日方差分析结果表明,T2、T3 差异不显著,可见 T2 在该时段的补偿生长越来越明显。

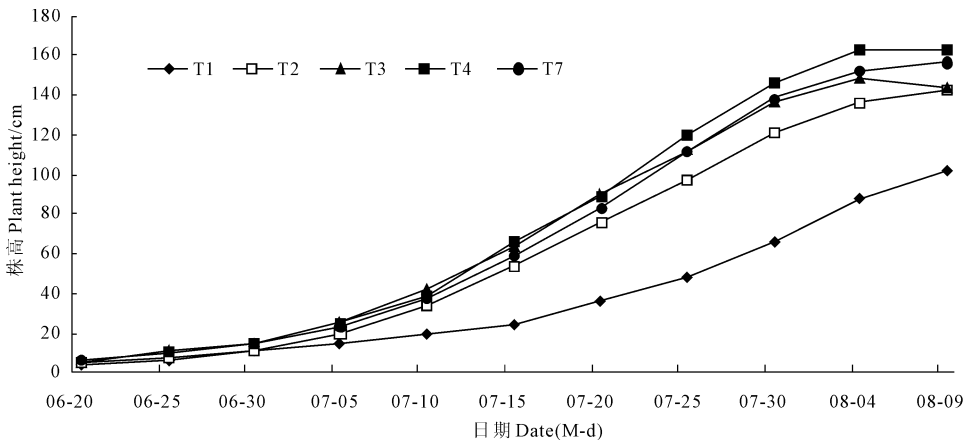


图 1 水分处理向日葵株高随时间的变化

Fig.1 Variation of sunflower plant height with time for different water treatments

通过以上研究得出向日葵在二对真叶到花序形成期土壤水分 55%~70% 适宜生长,花序形成到开花期 T4 的土壤水分在 70%~90% 最适宜生长。

表 2 不同发育时段各处理的平均株高/cm

Table 2 The average plant height of each treatment at different growth stages

时段 Period	T1	T2	T3	T4	T7
二对真叶 – 花序形成 Two pairs of true leaves-budding	22.51a	28.97b	35.90c	35.61c	35.37c
花序形成 – 开花 Budding – flowering	90.25a	125.45b	135.35c	149.56d	141.65e

注:采用 DUNCAN 法 ($P<0.05$) 检验,每个水分处理各列数据中标不同字母表示差异显著

Note: Data with different letters are significantly different at $p<0.05$ by Duncan' test.

2.2 不同生长期水分调控对向日葵叶面积的影响

叶面积是作物的形态指标之一,叶面积的大小是作物光合特性的直接表征因素,进而决定着植株干物质的积累。向日葵整个生育期叶面积系数(LAI, leaf area index)的变化如图 2,对叶面积系数的变化进行拟合得到表 3。不同生长发育期由于水分控制不同,处理之间叶面积系数的变化也呈现不同

的规律,但都随着叶片的生长呈现出抛物线变化,遵循着叶片生命周期的变化规律,即快速增长—缓慢下降—快速下降。从图和表中可以看出向日葵 LAI 最大值出现在开花后的一周,所以开花后的过湿使 T6 处理叶面积达到最大,而且后期的水分充足延缓了叶片的衰老导致该处理的 LAI 下降偏缓。T1 由于在二对真叶到花序形成受到干旱影响,植株矮小,所以 LAI 也较低,随着后期水分的增加,LAI 逐渐增大,但是整个生育期 LAI 的变化曲线较其它处理平缓。同时由于受到干旱影响 LAI 最大值出现较晚,出现在 8 月 28 日前后,较 T4 晚半个月左右。T2 的 LAI 较 T1 高,较其它处理偏低,到 8 月 14 日前后达到最大值,与 T4 相比低 16.2%。T3 在花序形成到开花期受到水分的限制,同样 LAI 出现的日期较对照晚 15 天左右,出现在开花到成熟期的适宜供水时段,最大值比 T4 低 9.3%。整个生育期水分处在 55%~70% 的 T7,叶面积变化居中,最大值较 T4 低 10.6%。水分对向日葵叶面积的影响可以看出:生育前期干旱,对叶面积的影响最大,且推迟叶面积最大值的出现日期,前期不缺水,中期水分影响叶面积的高低,后期水分影响到叶面积的衰减速率。

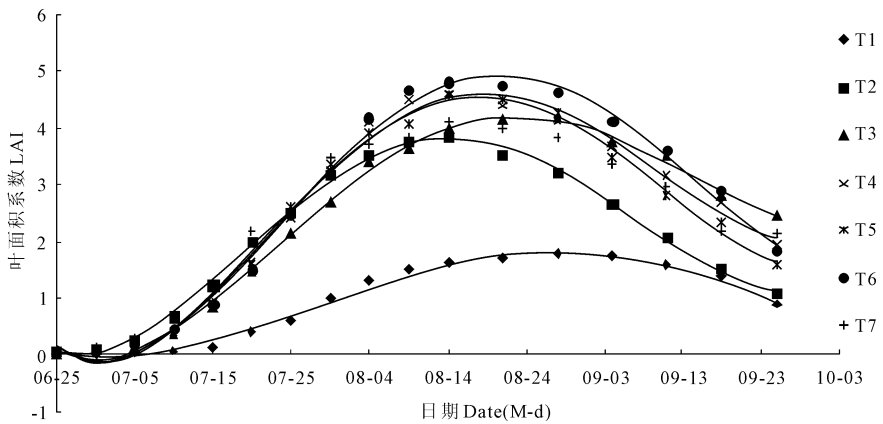


图 2 向日葵整个生育期叶面积系数的变化及拟合曲线

Fig.2 Changes and the fitting curve of leaf area index of sunflower during the whole growth period

表 3 向日葵叶面积系数变化的拟合方程

Table 3 The fitting equation of leaf area index of sunflower

处理 Treatment	拟合方程 The fitting equation	R^2	N
T1	$y = 2 \times 10^{-7} x^4 - 0.0263 x^3 + 1623.6 x^2 - 4 \times 10^7 x + 5 \times 10^{11}$	0.991	17
T2	$y = 8 \times 10^{-7} x^4 - 0.1343 x^3 + 8287.2 x^2 - 2 \times 10^8 x + 2 \times 10^{12}$	0.997	17
T3	$y = 6 \times 10^{-7} x^4 - 0.1 x^3 + 6172.8 x^2 - 2 \times 10^8 x + 2 \times 10^{12}$	0.997	17
T4	$y = 9 \times 10^{-7} x^4 - 0.1557 x^3 + 9605.8 x^2 - 3 \times 10^8 x + 3 \times 10^{12}$	0.990	17
T5	$y = 9 \times 10^{-7} x^4 - 0.1536 x^3 + 9480.8 x^2 - 3 \times 10^8 x + 3 \times 10^{12}$	0.993	17
T6	$y = 8 \times 10^{-7} x^4 - 0.1321 x^3 + 8151.6 x^2 - 2 \times 10^8 x + 2 \times 10^{12}$	0.991	17
T7	$y = 8 \times 10^{-7} x^4 - 0.1279 x^3 + 7889.8 x^2 - 2 \times 10^8 x + 2 \times 10^{12}$	0.992	17

2.3 不同生长期水分调控对向日葵干物质的影响

不同水分处理对向日葵的干物质积累有明显影响,而且不同生长发育期的影响程度不同。从表 4 中可以看出,两对真叶到花序形成期,土壤水分偏旱干物重增长缓慢,仅为 T4 的 1/3,过湿处理的干物重较其它处理也较低,与 T4 差 15.3%,其它处理干物重在 110 ~ 130 g 之间变化。花序形成到开花期, T1 和 T2 复水后干物质增长迅速,但苗期的水分处理影响了补偿生长,特别是在苗期的亏水处理,导致即使 T1 的积累速率较 T4 高约 2 倍,但干物重与 T4 相比差仍近一半。苗期的偏湿处理在该时期由于水分适宜, T2 生长迅速,干物重积累达到正常。该时段 T3 水分控制在 40% ~ 55%,因而干物重较 T4 低 7.9%,且其它的适宜处理都较 T4 低,说明该时期过

湿的灌溉有利于干物质的积累,是向日葵的需水关键期。开花到成熟期可以看出, T5 和 T3 在中后期受到干旱的影响,干物重相差不大,在 1 525.2 ~ 1 578.4 g 之间变化,但是中期亏水较后期亏水对干物重积累最终的影响大; T6 在灌浆期的过湿可使干物重增加,但相比向日葵的需水关键期的水分充足对最终干物重的积累相比增加的较少,相差 4.5%。苗期的干旱较其它时期的干旱处理在最终干物重影响上最为严重,苗期的过湿处理在水分适宜后,干物重补偿生长明显最终和 T7 几乎相等。地上干物质的测定结果表明:受到亏水的各处理其干物质无一例外地都小于 T4,可见,水分亏缺对向日葵生长有一定的抑制作用,从干物重积累方面也可得出该时期是向日葵的需水关键期。

表 4 不同生长期向日葵的干物重/(g·株⁻¹)

Table 4 Dry matter weight of different growth periods of sunflower

发育期 Development stages	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
两对真叶 Two pairs of true leaves	1.14	1.38	1.31	1.27	1.36	1.24	1.26
花序形成 Budding	40.5	106.6	110.2	125.9	118.4	118.9	121.8
开花期 Flowering	363.8	625.0	597.0	648.4	653.8	615.0	611.5
成熟期 Maturity	1411.0	1604.7	1525.2	1737.3	1578.4	1658.9	1595.3

水分亏缺在花序形成之前对株高、叶面积和干物重的影响存在一致性,花序形成后株高由于花盘增重高度开始下降,而叶面积最大值却出现在开花后的一周,此时无干物重的观测,研究表明通常叶面积最大干物重积累就最大,可见向日葵灌溉关键期应在花序形成到开花后的一周,而不是开花期。

3 结论与讨论

试验土壤肥力基本相同,不同生育期的水分控制均对向日葵株高、叶面积、干物质累积产生不同程度的影响。合理的灌溉水量是保证灌溉农业可持续发展的前提。试验研究结果表明,在二对真叶到花序形成期土壤水分以 55% ~ 70% 为宜,这与单玉芬等研究的苗期轻度到中度水分亏缺(土壤水分 60% ~ 70%)对作物的产量影响不大结果相一致。低于该水分范围会造成植物株高、叶面积及地上部干物重都显著降低,主要是由于土壤含水量的降低减少了植物细胞的扩张生长,而经常浇水会降低土壤温度抑制植物生长,同样植株表现出较矮小,且浪费水资源。李恩普^[16]、单玉芬^[13]和马月霞等^[14]都研究表明在花序形成期和开花期,植株需水强度达到了最大,是向日葵灌溉的关键期,该结论与我们的试验结果相一致。但通过 5 天一次叶面积的测量发现,开花后一周才是叶面积达到最大的时期,同时叶面积最大表示干物质积累在该时期也是最大,这就需要将灌溉关键期延长一周,即土壤水分在花序形成到开花后一周均需保持在 70% ~ 90%。开花后一周到成熟期向日葵的整个灌浆过程不宜缺水,缺水会导致千粒重下降,而过湿处理虽然种子较饱满,但最终的产量增加与开花期比较并不明显,且水分利用率较低,土壤水分以 55% ~ 70% 为宜。

参 考 文 献:

[1] 张欣娥,孔德胤,仇巧玲,等.河套灌区食用向日葵空壳率高的原因及对策[J].内蒙古气象,2010,(3):28-29.

[2] 杨 松,刘俊林,卢淑贤,等.河套灌区向日葵适宜播种农业气象指标研究[J].中国农学通报,2009,25(11):176-179.

[3] Pandey R K, Maraville J W, Admon A. Tropical wheat response to irrigation and nitrogen in a Sahelian environment. I. Grain yield, yield components and water use efficiency[J]. European Journal of Agronomy, 2001, 15:93-105.

[4] 祁有玲,张富仓,李开峰.水分亏缺和施氮对冬小麦生长及氮素吸收的影响[J].应用生态学报,2009,20(10):2399-2405.

[5] 邢英英,张富仓,王秀康.不同生育期水分亏缺灌溉和氮营养对玉米生长的影响[J].干旱地区农业研究,2010,28(6):1-6.

[6] 蒋 静,冯绍元,王永胜,等.灌溉水量和水质对土壤水盐分布及春玉米耗水的影响[J].中国农业科学,2010,43(11):2270-2279.

[7] 孔 东,史海滨,魏占民,等.干旱区不同水盐处理对向日葵生理性状的影响研究[J].灌溉排水学报,2004,23(1):44-46.

[8] 张俊莲,张国斌,王 蒂.向日葵耐盐性比较及耐盐生理指标选择[J].中国油料作物学报,2006,28(2):176-179.

[9] 杨 松,杨 卫,刘俊林,等.河套灌区向日葵终霜冻指标及其时空分布特征[J].中国农学通报,2010,26(1):256-259.

[10] 杨 松,秦晓燕,侯中权,等.河套灌区向日葵锈病始见期发生规律及其预报[J].气象,2006,32(12):113-116.

[11] 徐惠风,马岩松,徐克章,等.向日葵叶片在空间分布特性的初步研究[J].吉林农业大学学报,2001,23(3):15-18.

[12] 李为萍,史海滨,霍再林,等.向日葵株高和茎粗的空间结构性初步分析[J].农业工程学报,2004,20(4):30-33.

[13] 单玉芬,王立坤,马永胜,等.不同水分亏缺对向日葵产量、水分利用效率及经济效益的影响[J].东北农业大学学报,2010,41(7):70-73.

[14] 马月霞,张葆兰.非充分灌溉对河套灌区向日葵生长和产量的影响[J].内蒙古农业科技,2009,(2):43-44.

[15] 侯 琼,沈建国.内蒙古主要灌区春小麦、春玉米农田优化灌溉指标研究[J].干旱地区农业研究,2001,19(1):33-39.

[16] 李恩普,伏广山,程守全.向日葵优质高产关键技术[M].哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,2005.