

不同水分处理对滴灌大豆干物质积累及生理参数的影响

毛洪霞

(新疆天业集团公司,新疆 石河子 832011)

摘 要:研究滴灌大豆的干物质积累规律。设置 295 mm、345 mm、395 mm、445 mm 4 个不同的灌水处理,1 个沟灌处理为对照。对各处理的大豆株高、干物质积累、叶面积指数(LAI)、群体生长率(CGR)等参数进行分析。结果表明:大豆株高随灌水量的增加而增加,LAI、CGR 等随灌水量的增加而增加。滴灌大豆净同化率(NAR)在鼓粒期之后,随灌水量增加而降低;滴灌比沟灌更利于大豆干物质积累,在大豆生育期内较适宜的滴灌灌溉定额为 395 mm~445 mm。

关键词:滴灌;大豆;干物质积累;生理参数

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

文章编号:1000-9841(2009)02-0247-04

Effect of Different Drip Irrigation Treatments on Dry Matter Accumulation and Physiological Parameters in Soybean

MAO Hong-xia

(Tian-ye Group Company, Shihezi 832011, Xinjiang, China)

Abstract: To investigate the effect of irrigation amount on drip irrigation soybean, four irrigation treatment of 295 mm, 345 mm, 395 mm and 445 mm were used with furrow irrigation as comparison, and the growth traits of plant height (PH), leaf area index (LAI), crop growth rate (CGR) and net assimilation rate (NAR) were determined. PH, LAI and CGR increased with the increasing of irrigation amount. After seed filling, NAR decreased with increaseing of irrigation amount. Results suggest drip irrigation is beneficial for dry matter accumulation than furrow irrigation, and the suitable irrigation amount is between 395 mm and 445 mm during whole growth stage.

Key words: Drip irrigation; Soybean; Dry matter accumulation; Physiological parameters

近年来,随着滴灌技术在新疆农业上的广泛应用,滴灌大豆的面积正逐年扩大。早在 1985 年, Da-wood 和 Hamad 等报道大豆在滴灌条件下其产量比沟灌要高,而且节约用水 44%^[1]。滴灌与其它灌溉方式相比,具有点源供水的特点,这使滴灌大豆的生长态势、干物质积累及分配与常规灌溉有所不同。前人研究表明,大豆在花荚期对水分最为敏感,但不同时期的土壤水分胁迫对大豆植株生长都有一定影响^[2-4]。不同生育时期干旱均会使光合速率降低,同时会对叶面积指数(LAI)造成影响^[5-6]。不同灌水量会对大豆的干物质生产总量及根、茎、叶、荚各部分的干物质生产造成影响,缺水会使大豆根部的干物质分配率增加,这表明干旱刺激了根部的生长,促进了吸水竞争^[7]。这些研究均建立在常规灌溉的基础上,目前对于滴灌大豆干物质积累的研究较

少,以滴灌为前提,对不同灌水量处理的大豆株高、干物质积累等进行分析,得出滴灌大豆干物质积累规律从而确定大豆滴灌灌溉定额。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验点设在新疆石河子天业农业研究所(44°19'N, 86°03'E),地处天山北麓中段,准噶尔盆地西南缘,属于中温带干旱区气候,冬季长而严寒,夏季短而炎热,海拔 442.9 m,年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的活动积温为 3 478.1 $^{\circ}\text{C}$,无霜期 160~170 d,年降水量 125.0~200.0 mm,年蒸发量 1 000~1 500 mm。全年日照时数为 2 736 h,日照百分率为 62.3%。

供试材料:新大豆 1 号。

试验区土壤为壤土,盐分含量 0.3%,有机质

收稿日期:2008-12-25

作者简介:毛洪霞(1976-),女,农艺师,现主要从事节水农业相关研究。E-mail:hongxia_mao@yahoo.com.cn。

4.1%,全氮 0.18%,速效磷 $80.9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效钾 $380.4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

采用随机区组设计,每处理重复 3 次,共 15 个小区,各小区面积为 75 m^2 。灌溉水源为井水,灌水量由小区进口处水表控制。每个小区间用黑色聚氯乙烯塑料膜隔离,隔离深度 180 cm。设置 4 个滴灌

处理,以 1 个沟灌处理为对照 (CK),分别为: T1: 295 mm ($2955 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$); T2: 345 mm ($3450 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$); T3: 395 mm ($3945 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$); T4: 滴灌水量 445 mm ($4455 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$); CK: 沟灌水量 645 mm ($6450 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$),其中滴灌灌水次数为 11 次,沟灌灌水次数为 4 次。全生育期具体灌溉方案见表 1。

表 1 各处理试验区灌溉方案

Table 1 Irrigation schemes of experiment site for different treatment/mm

处理 Treatment	灌溉日期 Date of irrigation water/m-d											合计 Total
	5-30	6-9	6-19	6-26	7-3	7-10	7-17	7-24	7-31	8-7	8-17	
T1	23	23	25	30	30	30	30	30	30	23	23	295
T2	23	23	30	30	38	38	38	38	38	30	23	345
T3	23	23	30	35	45	45	45	45	45	38	23	395
T4	23	30	38	45	50	50	53	53	45	38	23	445
CK	0	0	128	0	195	0	195	0	128	0	0	645

1.2 测定项目与方法

采用生长分析法^[8],从 6 月 20 日对植株进行取样,每 14 d 取样一次,全生育期内共取样 5 次,每小区每次连续取 10 株作为样株,对株高、荚数进行测量,将植株分成根、叶、茎、荚四部分,利用叶面积仪 (AAM-7 型) 对叶片进行测定,将样株的根、茎、叶、荚分离整理后,在 80°C 烘箱内经 48 h 烘干,分别称重。利用以上测得结果计算作物的叶面积系数 (LAI)、群体生长率 (CGR)、净同化率 (NAR)、荚生长率 (PGR)。

2 结果与分析

2.1 不同水分处理对大豆株高的影响

株高是衡量大豆群体株型状况是否合理的敏感指标。有效控制株高适度生长,是塑造大豆理想株型的重要基础及指标,在生长过程中植株过高或过矮即表明生长发育过旺或不良。

如图 1,大豆株高随灌水量的增加而增加。并且各处理间差异达极显著水平。说明灌水量的多少对植株高度的生长起着重要的作用。T1 由于灌水量最少,在生长过程中受到了一定的水分胁迫,因此株高最低,不利于后期生长。

2.2 不同水分处理对大豆干物质积累的影响

大豆干物质积累量是产量形成的基础^[9]。表 2 是播种后 106 d 取样的结果,可看出,大豆干物质积累量随滴灌水量的增加而增加,说明较小的滴灌水量及沟灌对干物质积累都不利。除 T1 外,各滴灌处理干物质总量均高于沟灌处理,差异达显著水平,尤

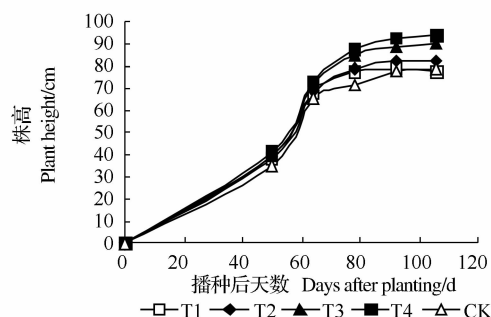


图 1 不同水分处理对大豆株高的影响

Fig. 1 Plant height of soybean affected by different water irrigation treatments

其是茎和荚的干物质积累量差异显著。干旱能够刺激根部的生长^[7],但作物根区水分变化必然导致根系生长受到影响^[10],因此在不同灌水处理中根干重也随着灌水量的增加而增加,并且所有滴灌处理的根干重均大于对照。说明在滴灌条件能够促进大豆植株整体的生长发育,从而利于干物质的积累与形成。

2.3 对叶面积指数 (LAI) 的影响

大豆绿色叶片是光合作用的重要器官,叶面积的大小是影响产量的主要生理指标,是衡量群体结构是否合理的标志^[11-12]。如图 2,各处理 LAI 在生育期间内的变化趋势大体相同,均在播种后 65 d 至 90 d (结荚期~鼓粒后期) 维持较高水平,这一时期是产量形成的关键时期,保持较高的叶面积指数对于增加干物质积累量从而获得高产更为重要^[9]。而 CK 在播种 78 d 达到最高值后呈现快速下降的趋势,这样会对生长后期干物质积累及产量形成不利。

表 2 不同水分对大豆干物质积累的影响

Table 2 Effects of different water irrigation treatments on dry matter accumulation/ $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$

处理 Treatment	根 Root	茎 Stem	叶 Leaf	荚 Pod	合计 Total
T1	73.8c	325.9c	93.3d	473.8d	966.7d
T2	78.2b	350.6b	103.7c	533.7b	1066.2c
T3	95.6a	397.8a	120.0b	589.6a	1203.3b
T4	97.9a	410.4a	148.6a	577.4a	1234.4a
CK	72.0c	314.9c	87.5d	407.8c	981.8d

适当地增大叶面积指数是现阶段提高大豆单位面积产量的主要途径之一。因此滴灌技术“高频率、小水量”的灌溉特点,为大豆生长提供一个持续稳定的土壤湿度,比沟灌更有利于保持持久、稳定的叶面积指数。

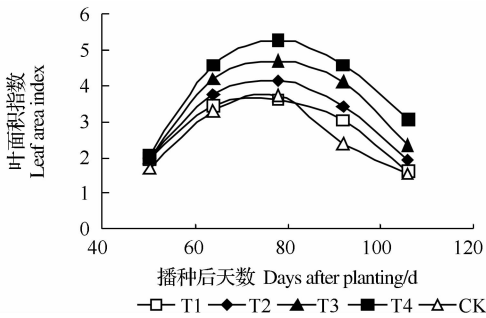


图 2 不同水分处理对叶面积指数的影响

Fig. 2 Effects of different water irrigation treatments on leaf area index

2.4 对群体生长率 (CGR) 的影响

群体生长率体现了单位时间内作物干物质积累的速度及能力,各处理群体生长率动态见图 3,呈前期高,后期低,整体呈下降趋势。各处理群体生长率在生育过程中变化一致,出现两个峰值。与第一峰值相比较,在达到第二峰值时各处理的 CGR 值及趋势发生了变化。在第一峰值出现时(播种后 64 d),T3 略低于 T4,但在第二峰值(播种后 92 d)时,T3 略高于 T4,这是因为 T4 植株生长势前期较旺,由于随灌水量加大,在作物生长后期,群体相对郁闭反而抑制了植株的生长^[13],尤其是抑制了荚的形成和生长。T1、T2、T4 及 CK,大豆的群体生长率在播种后 92 d(鼓粒期)均比播种后 64 d(花荚期)略低,这说明灌水量过多或过少都会对作物生长产生不利的影响。

2.5 对净同化率 (NAR) 的影响

净同化率是单位叶面积在单位时间内干物质积

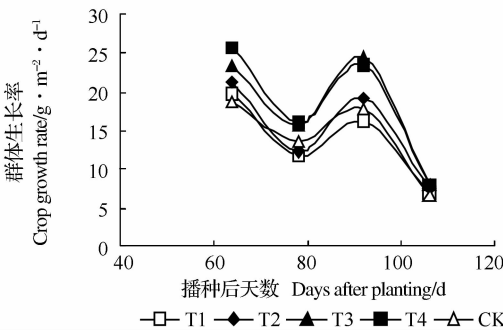


图 3 不同水分处理对群体生长率的影响

Fig. 3 Effects of different water irrigation treatments on crop growth rate

累的数量,是衡量光合能力的重要指标^[14]。由图 4 可以看出,不同处理的大豆净同化率在整个生育期间变化趋势相同,整体呈下降趋势,这和刘丽君等^[9]的结果相同。各滴灌处理同对照相比较,在播种后 78 d 后,CK(沟灌)的 NAR 值均高于同期滴灌处理,这一时期,CK(沟灌)叶面积指数处于较低的水平,这是由于在沟灌情况下,植株株型较小,叶面积较小,群体通风透光条件相对较好,反而使净同化率值保持一个较高水平。

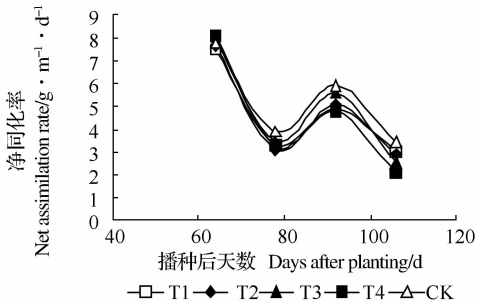


图 4 不同水分处理对净同化率的影响

Fig. 4 Effects of different water irrigation treatments on net assimilation rate

各滴灌处理间比较可以看出,随着灌水量的不断增加,各处理间的 NAR 有所变化。在播种后 64 d(花荚期)以前,NAR 依次为 $T4 > T3 > T2 > T1$,在进入鼓粒后期(播种 92 d 到 116 d),NAR 的依次顺序为 $T1 > T2 > T3 > T4$ 。结果表明:随着灌水量的增加,虽然提高了群体的叶面积指数,但由于同时叶片间彼此遮蔽作用相应增加,尤其底部叶片不但不能正常发挥光合作用,反而加强了呼吸作用,相应的减弱了叶片光合作用的积累量,因此灌水量高的处理净同化率反而低。因此高灌水对群体冠层有不利影响,表现为后期田间荫郁,通风透光差^[15]。

3 结论与讨论

大豆生长发育过程中对水分较为敏感,各水分处理大豆株高随着灌水量的增加而升高;不同水分处理对大豆植株干物质质量的积累差异显著。在一定滴灌水量范围内(345 ~ 445mm)大豆叶面积指数、群体生长率、莢生长率等生长参数具有随灌水量的增加而增加的趋势;净同化率在大豆生长后期,特别是鼓粒期之后,呈现出随灌水量增加而降低的趋势,主要是由于高灌水量植株长势旺盛,叶片间遮蔽作用增强,减弱了叶片光合作用积累量,相应引起净同化率的降低。通过对各参数的比较分析,可初步确立:低滴灌水量及沟灌不利于大豆干物质积累,滴灌比沟灌更利于大豆干物质积累;在大豆生育期内滴灌灌溉定额在 395mm ~ 445mm 较为适宜。

参考文献

- [1] Dawood S A, Hamad S N. A comparison of drip and furrow irrigation systems performances [C] // Drip/Trickle Irrigation in Action, Proceedings of the Third International Drip/Trickle Irrigation Congress, 18-21 November 1985, Fresno, CA.
- [2] 杨鹏辉, 李贵全, 郭丽, 等. 干旱胁迫对不同抗旱大豆品种花荚期质膜透性的影响 [J]. 干旱地区农业研究, 2003, 21 (3): 127-129. (Yang P H, Li G Q, Guo L, et al. Effect of drought stress on plasma membrane permeability of soybean varieties during flowering-podding stage [J]. Agricultural Research In The Arid Areas, 2003, 21 (3): 127-129.)
- [3] 徐淑琴, 宋军, 吴砚. 大豆需水规律及喷灌模式探讨 [J]. 节水灌溉, 2003 (3): 23-25. (Xu S Q, Song J, Wu Y, Discussion on water-requirement law and sprinkle irrigation module of soybean [J]. Water Saving Irrigation, 2003 (3): 23-25.)
- [4] 赵宏伟, 李秋祝, 魏永霞. 不同生育时期干旱对大豆主要生理参数及产量的影响 [J]. 大豆科学, 2006, 25 (3): 329-332. (Zhao H W, Li Q Z, Wei Y X. Effect of drought at different growth stages on main physiological parameters and yield on soybean [J]. Soybean Science, 2006, 25 (3): 329-332.)
- [5] 谢甫绶, 董钻. 不同生育期干旱对大豆生长和产量的影响 [J]. 沈阳农业大学学报, 1994, 25 (1): 13-16. (Xie P T, Dong Z. Effect of drought at different growth stages on growth and yield on soybean [J]. Journal of Shenyang Agricultural University, 1994, 25 (1): 13-16.)
- [6] Sort N V. Effect of water logging on soybean critical growth stages [J]. Journal of Soil and Crops, 1995, 5 (2): 141-144.
- [7] 王培武, 李治远, 磯田昭弘, 等. 新疆大豆生产及生态的研究 I 开花期缺水 and 遮光处理对大豆干物质生产及株型的影响 [J]. 作物学报, 1995, 21 (2): 396-403. (Wang P W, Li Z Y, Akihiro Isoda, et al. The study of soybean ecotypes and production in Xinjiang I. The effects of shading and moisture stress on flowering and dry matter production in soybean ecotypes [J]. Acta Agronomica Sinica, 1995, 21 (2): 396-403.)
- [8] Watson D J. The physiological basis of variation in yield [J]. Advance in Agronomy, 1952, (4): 101-145.
- [9] 刘丽君, 祖伟, 张瑞忠. 大豆窄行平播密植条件下的干物质积累规律 [J]. 东北农业大学学报, 2000, 31 (1): 26-31. (Liu L J, Zu W, Zhang R Z. Dry matter accumulation of soybean under the condition of warrow row solid seeding [J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2000, 31 (1): 26-31)
- [10] 徐世昌, 戴俊英, 沈秀瑛. 水分胁迫对玉米光合性能及产量的影响 [J]. 作物学报, 1995, 21 (3): 356-363. (Xu S C, Dai J Y, Shen J Y. Effects of water stress on photosynthetic characteristics and yield of maize [J]. Acta Agronomica Sinica, 1995, 21 (3): 356-363.)
- [11] 李远明, 刘丽君, 祖伟, 等. 不同基因型大豆品种干物质积累与产量形成的关系 [J]. 东北农业大学学报, 1999, 30 (4): 324-328. (Li Y M, Liu L J, Zu W, et al. The relationship between dry matter accumulation and yield among different genotypes of soybean [J]. Journal of Northeast Agricultural University, 30 (4): 324-328.)
- [12] 王荣栋, 尹经章. 作物栽培学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2005: 191-195. (Wang R D, Yin J Z. Crop cultivation science [M]. Beijing: Higher Education Press, 2005: 191-195.)
- [13] 孙贵荒, 刘晓丽, 董丽杰, 等. 高产大豆干物质积累与产量关系的研究 [J]. 大豆科学, 2002, 21 (3): 199-202. (Sun G H, Liu X L, Dong L J, et al. Studies on the relationship between yield and dry matter accumulation in high yield potential soybean [J]. Soybean Science, 2002, 21 (3): 199-202.)
- [14] 傅寿仲, 朱耕如. 江苏油料科学 [M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1995: 296-299. (Fu S Z, Zhu G R. Jiangsu oil crop science [M]. Nanjing: Jiangsu Science and Technology Press, 1995: 296-299.)
- [15] 郑重, 马富裕, 白萍. 膜下滴灌不同水肥条件下棉花群体冠层结构分析 [J]. 西北农业学报, 2001, 10 (1): 84-87. (Zheng Z, Ma F Y, Bai P. Analysis of cotton canopy structure with treatments of different water and fertilizers under mulch drip irrigation [J]. Acta Agriculture Boreali-occidentalis Sinica, 2001, 10 (1): 84-87.)