

灌溉对不同基因型大豆生理特性及产量的影响

闫春娟, 宋书宏, 王文斌, 曹永强, 杜 强

(辽宁省农业科学院 作物研究所, 辽宁 沈阳 110161)

摘 要:通过对不同基因型大豆进行灌溉处理,研究了灌溉对大豆生理特性及产量的差异。结果表明:1)随着生育进程的推进,植株叶面积指数先逐渐增高后又降低,灌溉提高了植株的叶面积指数,增加了植株的地上部生物产量;植株相对生长速率逐渐降低,在生长后期甚至出现了负增长,基因型对相对生长速率的影响高于灌溉。2)灌溉可显著增加大豆单株荚数,从而提高产量,但基因型以及二者互作对大豆单株荚数的影响未达显著差异水平;同一灌溉条件下,辽豆 14 的单株荚数高于辽豆 21。3)灌溉和基因型对大豆的产量影响均达到了显著差异水平,同一灌溉条件下,辽豆 14 的产量优于辽豆 21;同一品种,灌溉的产量优于未灌溉处理,产量以处理“辽豆 14 + 灌溉”为最优。

关键词:灌溉;基因型;生理特性;产量;大豆

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

DOI:10.11861/j.issn.1000-9841.2014.05.0945

Effect of Irrigation on Physiological Characteristics and Yield of Different Genotype Soybean[*Glycine max*(L.) Merr.]

YAN Chun-juan, SONG Shu-hong, WANG Wen-bin, CAO Yong-qiang, DU Qiang

(Crop Institute, Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang 110161, China)

Abstract: To study the effects of irrigation on yield and physiological characteristics of different genotypes soybeans, two soybean cultivars Liaodou 21 and Liaodou 14 were taken as materials, two irrigation levels were applied. The results indicated that 1) The LAI increased and then declined with the growth of soybean, the irrigation increased LAI and shoot biomass in soybean. The RGR decreased gradually as the growth of soybean and showed negative increase at later growth stage. Both genotype and irrigation influenced RGR of soybean, but genotype played a more important role than irrigation. 2) The irrigation could enhance pods per plant to promote yield, but the effect of genotype and the interaction effects of irrigation \times genotype on soybean yield were not found. Liaodou 14 had more pods per plant than that of Liaodou 21 under the same irrigation condition. 3) The irrigation and genotypes had significant effect on soybean yield, Liaodou 14 showed higher yield than that of Liaodou 21 under the same irrigation condition, and irrigation condition showed higher yield than that of non-irrigation with the same variety. Among all of the treatments, Liaodou 14 + irrigation had the highest yield, LAI and shoot biomass at 12-16 weeks after emergence.

Key words: Irrigation; Genotype; Physiological characteristics; Soybean

大豆是对水分比较敏感的作物,干旱对其产量和品质产生不利影响,灌溉可以有效缓解干旱带来的损失。目前,对大豆灌溉方面的研究主要集中于灌溉时期^[1-3]、灌水量^[4-5]、灌溉方式^[1,6]等对大豆生理性状及产量品质的影响。在实际生产中,大豆对水分的需求是存在基因型差异的^[7],而当前有关灌溉对不同基因型大豆增产效果方面的研究内容较少,因此本文探讨灌溉条件下不同大豆品种生理特性及产量的变化特征与规律,以期高效利用水肥资源的旱地农业生产提供理论依据,指导农业生产实践。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试品种为耐旱型品种辽豆 14 和干旱敏感型品种辽豆 21,二者均为辽宁省农业科学院选育的大

豆品种。辽豆 14,亚有限结荚习性,株高 89.3 cm,白花,灰毛。辽豆 21,亚有限结荚习性,株高 87.6 cm,紫花,灰毛。

1.2 试验设计

试验于 2011 年在辽宁省半干旱地区(朝阳)进行,该区属北温带大陆性季风气候区,年均日照时数 2 850 ~ 2 950 h,年降水量 450 mm,无霜期 135 d。裂区设计,主区为水分处理:灌溉和非灌溉,灌溉在大豆的花期和鼓粒期分别进行灌溉,每次灌水量为 70 mm;副区为基因型,分别为辽豆 14 和辽豆 21。试验共 4 个处理,分别为,辽豆 14 + 灌溉(Liaodou 14 + irrigation);辽豆 21 + 灌溉(Liaodou 21 + irrigation);辽豆 14 + 非灌溉(Liaodou 14);辽豆 21 + 非灌溉(Liaodou 21)。小区设 4 行区,行长 6 m,垄距 0.6 m,小区面积 14.4 m²,每个处理重复 3 次。

收稿日期:2014-03-13

基金项目:转基因生物新品种培育重大专项(2013ZX08004-005),国家科技支撑计划(2011BAD35B06-2-3)。

第一作者简介:闫春娟(1983-),女,硕士,助理研究员,主要从事大豆育种与栽培。E-mail:yanchunjuan1983@163.com。

通讯作者:王文斌(1964-),男,硕士,研究员,主要从事大豆育种与栽培。E-mail:wbwang@163.com。

1.3 测定项目与方法

于大豆出苗后每隔 14 d 取样,测定植株地上部生物产量、株高、叶面积,叶面积的测定采用称重法。计算相对生长速率(RGR)和叶面积指数(LAI)。

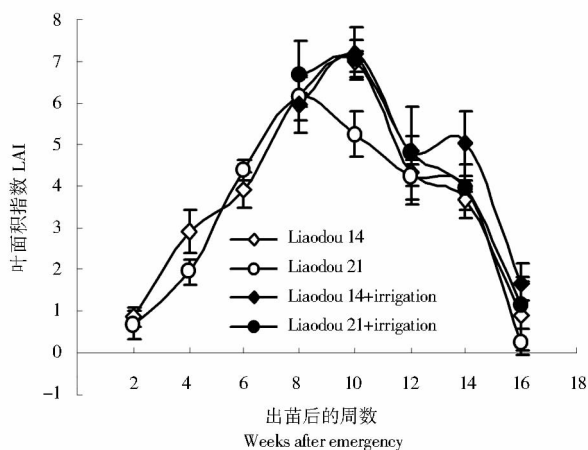
$$RGR = \frac{\ln W_1 - \ln W_2}{t_1 - t_2}$$

式中, t_1 、 t_2 分别为相邻两次株高测定的时间; W_1 、 W_2 分别为 t_1 和 t_2 时的株高。植株成熟后每个小区取样 10 株,测定单株荚数、单株粒数、百粒重和单株产量,并测定小区产量。

2 结果与分析

2.1 灌溉对不同基因型大豆叶面积指数的影响

随着生育进程的推进,植株叶面积指数先逐渐增高后又降低,在出苗后的第 12~14 周,即鼓粒期,叶面积指数维持一段相对稳定时期,而后急剧下降(图 1)。灌溉条件下,辽豆 14 和辽豆 21 的叶面积指数峰值出现在出苗后的第 10 周,而非灌溉条件下,叶面积指数峰值出现在出苗后的第 8 周。即灌溉措施促进叶面积指数在出苗后第 8 周继续上升。同一时期取样,不同基因型对叶面积指数的影响并未表现出较为明显的规律性变化;而一般情况下,



由于花期开始进行灌溉的,所以在出苗的第 8 周之前(不包括第 8 周),灌溉条件下的辽豆 14 和辽豆 21 值同非灌溉条件下值一致,下同。

Because irrigation was carried out from flowering stage, values of Liaodou 14 and Liaodou 21 were the same under the condition of irrigation and non-irrigation condition in 8 weeks after emergence. The same below.

图 1 灌溉对不同基因型大豆叶面积指数的影响

Fig. 1 Effect of irrigation on LAI of different soybean genotypes

灌溉提高了各个时期植株的叶面积指数。在出苗后的第 12、14 和 16 周均以处理“辽豆 14 + 灌溉”叶面积指数值最高。

2.2 灌溉对不同基因型大豆地上部生物产量的影响

由图 2 可以看出,在出苗后的第 2~14 周,随着生育进程的推进,植株地上部生物产量逐渐增加,在出苗后的第 14~16 周,除处理辽豆 14 + 灌溉条件下植株地上部生物产量升高外,其余处理值均下降。同一时期取样,灌溉增加了植株的地上部生物产量。在出苗后的第 12、14 和 16 周均以处理“辽豆 14 + 灌溉”值最高。

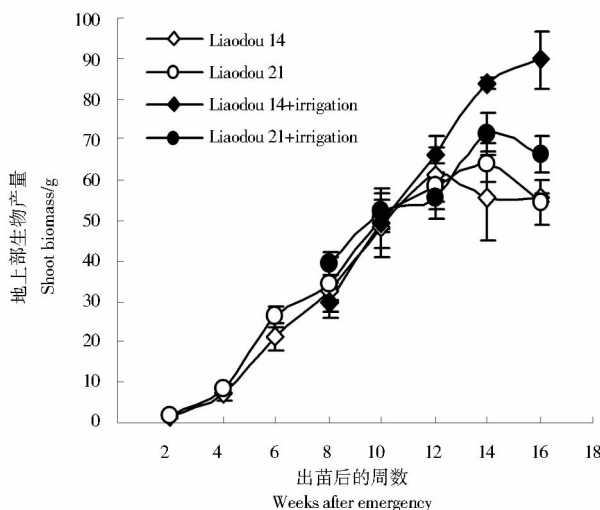
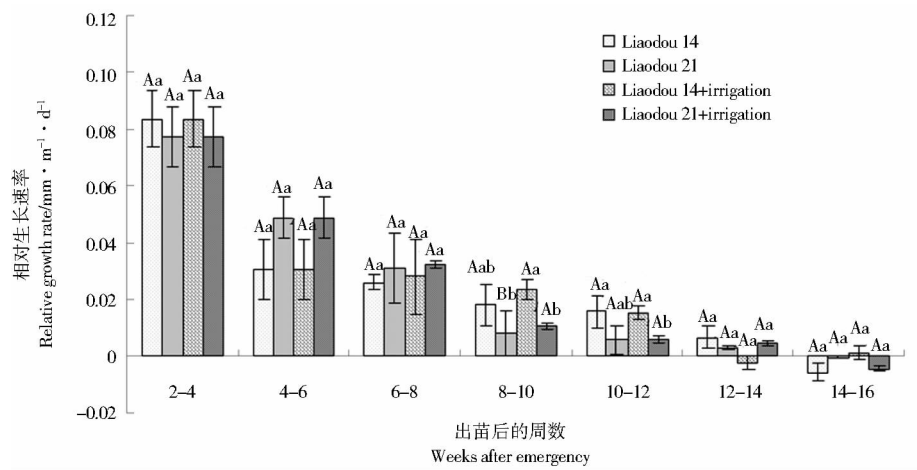


图 2 灌溉对不同基因型大豆地上部生物产量的影响

Fig. 2 Effect of irrigation on shoot biomass of different soybean genotypes

2.3 灌溉对不同基因型大豆相对生长速率的影响

由图 3 可以看出,大豆的相对生长速率随着生育进程的推进逐渐降低,在生长后期甚至出现了负增长。基因型对大豆相对生长速率的影响高于灌溉,在出苗的第 2~4、8~10、10~12 周,辽豆 14 的相对生长速率高于辽豆 21,但在出苗的第 2~4 周,处理间的相对生长速率未达到显著差异水平,而在出苗的第 8~10 和 10~12 周,灌溉条件下,辽豆 14 的相对生长速率显著高于辽豆 21,而非灌溉条件下,品种间的相对生长速率未达到显著差异水平。在出苗后的第 4~6、6~8 周,辽豆 21 的相对生长速率高于辽豆 14,但处理间差异不显著。在出苗后的第 12~14 周,辽豆 14 + 灌溉条件下大豆的相对生长速率出现负增长,而在出苗后的第 14~16 周,只有辽豆 14 在灌溉条件下大豆的相对生长速率为正值,其余均为负值。



不同大、小写字母分别表示差异达 1%、5% 显著水平。
Different capital and lowercase letters mean significant at 1%, 5% level, respectively.

图 3 灌溉对不同基因型大豆相对生长速率的影响

Fig. 3 Effect of irrigation on relative growth rate of different soybean genotypes

2.4 灌溉对不同基因型大豆产量及其构成要素的影响

由表 1 可以看出,灌溉和基因型对大豆的单株产量和小区产量的影响均达到了显著差异水平,但二者互作对单株产量和小区产量的影响均不显著。灌溉条件一致时,辽豆 14 的单株产量和小区产量均优于辽豆 21;就同一品种而言,灌溉条件下的单株产量和小区产量优于非灌溉条件下的值。大豆的单株荚数变化趋势同产量变化趋势相一致,灌溉显

著提高大豆单株荚数;而同一灌溉条件下,辽豆 14 的单株荚数高于辽豆 21。每荚粒数和百粒重的变化趋势与产量的变化趋势并不一致,灌溉降低了植株的每荚粒数;灌溉对百粒重的影响未达到显著差异水平,但基因型以及二者互作对百粒重的影响达到显著差异水平。据此,本试验中基因型和肥料对产量的影响主要是通过影响植株的单株荚数来实现的。

表 1 灌溉对不同基因型大豆产量及其构成要素的影响

Table 1 Effect of irrigation on yield and yield components of different soybean genotypes

水分 Water	基因型 Genotypes	单株荚数 Pods per plant	每荚粒数 Seedsper pod	百粒重 100-seeds Weight/g	单株产量 Yield per plant/g	小区产量 Yield/kg·hm ⁻²
非灌溉 Non-irrigation	辽豆 14	47.50 abA	2.26 aA	19.10 aA	19.77 aA	3159.75 abA
	辽豆 21	38.30 bA	1.99 bA	18.78 bA	14.34 bB	2361.15 bA
灌溉 Irrigation	辽豆 14	55.13 aA	1.96 bA	18.78 aA	20.37 aA	3645.90 aA
	辽豆 21	51.83 aA	1.97 bA	18.84 aA	19.07 abA	3194.40 Aab
方差分析 (ANOVA)						
灌溉 Irrigation		*	*	ns	*	*
基因型 Genotypes		ns	ns	*	*	*
灌溉 × 基因型 (I × G)		ns	ns	*	ns	ns

3 讨 论

植株的叶面积指数、生物产量等生理指标受基因型和土壤水分的调控^[8-9]。一些研究指出灌溉能够提高植株的叶面积指数和地上部生物产量^[10-11]。但有的研究发现,灌溉对植株 LAI、生物产量等的影响与灌水量的多少有关,灌水量为 37.52 ~ 192 mm 时,产量、生物量与灌水量呈显著的正相关;灌水量

为 192 ~ 218.48 mm, LAI 与灌水量呈显著的正相关,而与产量和生物量间未表现明显的关系^[12]。本试验中灌溉提高了大豆植株的 LAI 和地上部生物产量。植株的 LAI 和 RGR 等性状存在基因型差异,本研究中在出苗的第 2 ~ 4、8 ~ 10 和 10 ~ 12 周,辽豆 14 的相对生长速率高于辽豆 21,而在出苗后的第 4 ~ 6 和 6 ~ 8 周,辽豆 21 的相对生长速率高于辽豆 14,说明这两个品种在不同的时期生长速度并不一致,且均有各自的快速生长时期。基因型对 LAI、地

上部生物产量的影响因取样时期的不同而各异。

本研究中,灌溉与基因型均显著影响大豆产量的形成,这与前人的诸多研究成果一致^[14-15]。当灌溉条件一致时,辽豆 14 具有高的产量优势,表现明显的基因型优势;同一个品种,灌溉主要通过提高大豆的单株荚数来实现提高产量的。本试验中产量最高的处理为“辽豆 14 + 灌溉”,为 3 645.90 kg·hm⁻²。Liu 等^[16]的研究指出大豆生殖生长阶段高的干物重、LAI 与高产有密切的关系。本研究中也发现产量最高的处理“辽豆 14 + 灌溉”在出苗后的第 12~16 周,其 LAI、地上部生物产量均最优。

参考文献

- [1] 张丽华,赵洪祥,谭国波,等. 灌溉方式对大豆光合性状及土壤水分利用率的影响[J]. 大豆科学,2012,31(4):613-616. (Zhang L H,Zhao H X,Tan G B,et al. Effects of irrigation modes on photosynthetic characters and water use efficiency of soybean [J]. Soybean Sciences,2012,31(4):613-616.)
- [2] 潘荣云,樊园. 灌水对大豆产量和品质性状的影响研究初报[J]. 大豆通报,2003(1):11. (Pan R Y,Fan Y. Effect on yield and quality character irrigation [J]. Soybean Bulletin, 2003 (1):11.)
- [3] 周侠,齐淑云,王巨国. 浅析灌水对大豆产量的影响[J]. 大豆通报,2003(6):11-12. (Zhou X,Qi S Y,Wang J G. Effect on soybean yield irrigation watering [J]. Soybean Bulletin, 2003 (6): 11-12.)
- [4] 毛洪霞,张富仓,何林望. 不同灌水量对滴灌大豆产量及品质的影响[J]. 新疆农垦科技,2007(6):35-36. (Mao H X,Zhang F C,He L W. Effect on yield and quality of soybean in different drip total irrigation[J]. Xinjiang Farmland Science & Technology, 2007(6):35-36.)
- [5] 刘海军,徐宗学. 黑龙江西部旱区大豆和玉米的节水灌溉计划研究[J]. 灌溉排水学报,2011,30(4):27-30. (Liu H J,Xu Z X. Water-saving irrigation schedulings of soybean and corn in the western-arid region of Heilongjiang province[J]. Journal of Irrigation and Drainage,2011,30(4):27-30.)
- [6] 魏永霞,张忠学,王立敏. 东北半干旱区大豆抗旱灌溉最佳供水模式的盆栽试验研究[J]. 灌溉排水学报,2006,25(3):34-37. (Wei Y X,Zhang Z X,Wang L M. Study on best water supplying pattern for soybean under antidrought irrigation condition in northeast semi-arid region based on the experiment in pot [J]. Journal of Irrigation and Drainage,2006,25(3):34-37.)
- [7] 闫春娟,王文斌,董钻,等. 大豆抗旱种质的鉴定及其与根系的关系[J]. 大豆科学,2011,30(5):790-794. (Yan C J,Wang W B,Dong Z,et al. Identification of drought stress tolerance in soybean[*Glycine max* (L.) Merr.] and related root traits[J]. Soybean Sciences,2011,30(5):790-794.)
- [8] Demetrio Antonio Zema, Giuseppe Bombino, Serafina Andiloro, et al. Irrigation of energy crops with urban waste water: Effects on biomass yields, soils and heating values [J]. Agricultural Water Management, 2012, 115, 55-65.
- [9] A Garcíay García, Persson T, Guerra L C, et al. Response of soybean genotypes to different irrigation regimes in a humid region of the southeastern USA [J]. Agricultural Water Management, 2010, 97(7):981-987.
- [10] Dobberty M, Eilmann B, Bleuler P, et al. Effect of irrigation on needle morphology, shoot and stem growth in a drought-exposed *Pinus sylvestris* forest [J]. Tree Physiol, 2010, 30:346-360.
- [11] Shober A L, Moore K A, Wiese C, et al. Posttransplant irrigation frequency affects growth of container-grown sweet viburnum in three hardiness zones [J]. HortScience, 2009, 44:1683-1687.
- [12] 李培岭,张富仓,贾运岗. 交替隔沟灌溉棉花群体生理指标的水氮耦合效应[J]. 中国农业科学,2010,43(1):206-214. (Li P L,Zhang F C,Jia Y G. Coupling effect of water and nitrogen on population physiological indices under alternative furrow irrigation [J]. Scientia Agricultura Sinica,2010,43(1):206-214.)
- [13] 李立军,刘景辉,焦立新,等. 不同粮饲兼用玉米品种光合性能指标变化研究[J]. 西北农业学报,2006,15(5):52-56. (Li L J,Liu J H,Jiao L X,et al. Changes of photosynthesis indicators of different grain and forage maize [J]. Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica,2006,15(5):52-56.)
- [14] Kigalu J M, Kimambo E I, Msite I, et al. Drip irrigation of tea (*Camellia sinensis* L.) : 1. Yield and crop water productivity responses to irrigation [J]. Agricultural Water Management, 2008, 95(11): 1253-1260.
- [15] Takashima N E, Rondonini D P, Puhl L E, et al. Environmental factors affecting yield variability in spring and winter rape seed genotypes cultivated in the southeastern Argentine Pampas [J]. European Journal of Agronomy, 2013, 48:88-100.
- [16] Liu Xi B, Jin J, Herbert S J, et al. Yield components, dry matter, LAI and LAD of soybeans in Northeast China [J]. Field Crops Research, 2005, 93(1):85-93.