

结荚期光照时间对大豆产量和化学品质的影响

李春杰,许艳丽,魏巍,裴希超,张雷

(中国科学院 东北地理与农业生态研究所 黑土区农业生态重点实验室,海伦农田生态系统国家野外观测研究站,黑龙江 哈尔滨 150081)

【摘要】 **【目的】**探讨结荚期光照时间对大豆产量和化学品质的影响,为大豆主产区高油和高蛋白大豆的高产优质栽培提供参考。**【方法】**以高油大豆品种“东农 434”和高蛋白大豆品种“东农 42”为供试材料,在人工控制条件下进行田间小区试验,研究结荚期不同光照时间对大豆产量和化学品质的影响。**【结果】**结荚期光照时间对高油和高蛋白大豆的产量、脂肪和蛋白质含量影响程度不同。随着结荚期光照时间的缩短,高油和高蛋白大豆产量明显降低,且高蛋白品种“东农 42”的产量降低幅度大于高油品种“东农 434”。适当缩短光照时间可提高 2 个大豆品种的蛋白质和脂肪总含量。**【结论】**缩短结荚期光照时间对 2 个大豆品种产量的影响较明显,但对大豆的脂肪和蛋白质含量影响不大。

【关键词】 大豆;结荚期;光照时间;产量;蛋白质;脂肪;化学品质

【中图分类号】 S565.105.5

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2010)11-0071-04

Effect of sunlight hours on soybean yield and chemical quality in the pod stage

LI Chun-jie, XU Yan-li, WEI Wei, PEI Xi-chao, ZHANG Lei

(Key Laboratory of Mollisols Agroecology, National Observation Station of Hailun Agroecology System, Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences, Harbin, Heilongjiang 150081, China)

Abstract: **【Objective】** The study was done in order to explore the effect of natural sunlight hours on soybean yield and chemical quality in the pod stage, and to provide reference for cultural practices of high yield and superior quality soybean with high oil or protein content. **【Method】** The effect of different sunlight hours controlled by human on soybean yield, oil and protein content was conducted in the field with random blocks design. **【Result】** The results showed that the effects of different sunlight hours on soybean yield and chemical quality with high oil or protein content (Dongnong 434 and Dongnong 42) were different. Soybean yield of the two cultivars declined evidently with shortened sunlight hours in the pod stage, and declined level of Dongnong 42 was higher than that of Dongnong 434. Oil and protein content of the two cultivars were not changed distinctly, and gross contents of oil and protein of Dongnong 434 and Dongnong 42 were improved by proper shortened sunlight hours in the pod stage. **【Conclusion】** These indicated that the effect of natural sunlight hours in the pod stage on soybean yield was visible, but that of chemical quality wasn't obvious.

Key words: soybean; pod stage; sunlight hour; yield; protein; oil; chemical quality

大豆的化学品质及产量主要是由其遗传基础决定的^[1],同时也受多种生态因子的影响,如生育期间

特别是生殖生长期的温度、光照、降水、肥料供给等,对大豆的化学品质和产量都有较大影响^[2],而且播

* [收稿日期] 2010-04-08

[基金项目] 中国科学院知识创新工程重大项目(KSCX1-YW-09-09);中国科学院知识创新工程重要方向项目(KSCX2-YW-N-43);国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAD21B01-15)

[作者简介] 李春杰(1976—),女,黑龙江依安人,副研究员,在读博士,主要从事大豆病虫害生物生态控制和栽培研究。

[通信作者] 许艳丽(1958—),女,辽宁本溪人,研究员,博士生导师,主要从事农田有害生物控制研究。

期调整也能引起大豆化学品质的变化^[3-4],大豆品质性状地理分布规律的形成^[5]也与这些因子的变化有关。汪越胜等^[6]研究认为,在大豆对光温综合条件的反应因子中,光照是主导因子。目前,已有研究表明,光照强度对不同品质类型大豆的脂肪和蛋白质含量均有很大影响^[7]。光照时间对大豆化学品质的影响也已有报道^[8]。但以上研究是针对开花后光照时间对大豆化学品质的影响,而有关其他生育期光照时间对大豆产量和化学品质影响的研究尚未见报道。本试验在大田生产条件下,于大豆结荚期人为控制光照时间,研究该时期不同光照时间对大豆产量和化学品质的影响,以期为大豆主产区高油和高蛋白大豆的高产优质栽培提供参考。

1 材料与方法

1.1 材 料

高油和高蛋白大豆品种分别选用“东农 434”和“东农 42”,均由东北农业大学大豆研究所提供。

1.2 试验设计

试验在中国科学院东北地理与农业生态研究所园内试验田进行。设 5 个处理:处理 1,日照 14 h (04:00—18:00);处理 2,日照 11 h (06:00—17:00);处理 3,日照 8 h (08:00—16:00);处理 4,日照 5 h (10:00—15:00);处理 5,自然光照(CK)。

试验田前茬为大豆,垄宽 0.7 m,垄长 5 m,5 垄小区。采用人工播种,密度为 28.6 万株/hm²,随机区组试验设计,3 次重复,3 铲 3 趟,其他田间管理措施同当地大田。采用墨绿色帆布做成遮光棚,在大豆始荚期至终荚期进行遮光处理。

1.3 采样与指标测定

于大豆收获期(即摇铃时)及时采收,为防止边际效应的影响,在各小区内(除边缘 0.5 m)取 2 m²用于测产。去掉病虫粒,随机取 50 g 用于测定蛋白质和脂肪含量,每重复取样 3 次。

1.4 数据处理

试验数据采用 Excel 和 DPSv 7.55 软件进行统计处理和差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 结荚期光照时间对大豆产量的影响

测产结果(图 1)显示,结荚期光照时间对高油和高蛋白大豆产量影响很大,二者均随着光照时间缩短呈下降趋势。高油大豆“东农 434”自然光照下的产量为 2 800.1 kg/hm²,显著高于光照 14,11,8

和 5 h 的产量($P<0.05$);其次是光照 14 h;光照 5 h 的产量最低,为 1 603.1 kg/hm²,较自然光照减产 42.8%。高蛋白大豆“东农 42”自然光照下产量为 2 686.7 kg/hm²,明显高于其他处理;其次是光照 11 h;产量从高到低依次为:自然光照(CK)>11 h>14 h>8 h>5 h,光照 5 h 的产量最低,为 1 283.3 kg/hm²,较自然光照减产 52.2%。

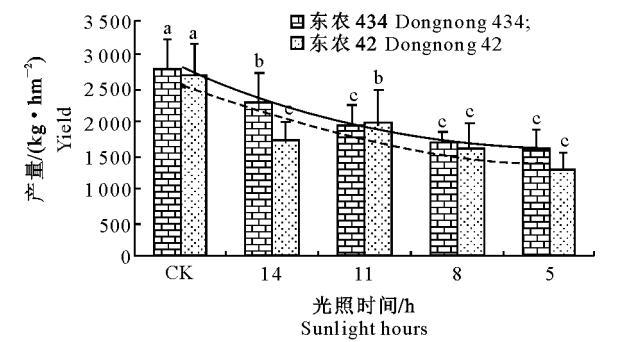


图 1 结荚期光照时间对大豆产量的影响
同品种各处理标不同字母表示差异显著($P<0.05$)。下同
Fig. 1 Effect of day length on soybean yield
in the pod stage

Different small letters indicate significant differences ($P<0.05$). The same as below

以结荚期光照时间为自变量 X ,以产量为依变量 Y ,分别拟合方程(表 1),结果均呈双曲线形,“东农 434”的相关系数为 0.999 7,“东农 42”的相关系数为 0.806 8。可见,高油大豆“东农 434”和高蛋白大豆“东农 42”的产量与结荚期光照时间存在相关性,在结荚期缩短光照时间可严重影响 2 个品种大豆的产量。

表 1 结荚期光照时间与大豆产量的拟合方程		
Table 1 Fitted equation of day length and soybean yield		
大豆品种 Soybean cultivar	拟合方程 Fitted equation	相关系数 R^2 Correlation coefficient
东农 434 Dongnong 434	$Y=68.75X^2-709.59X+3\ 435.2$	0.999 7
东农 42 Dongnong 42	$Y=48.79X^2-587.09X+3\ 076.5$	0.806 8

2.2 结荚期光照时间对大豆脂肪含量的影响

从图 2 可以看出,结荚期光照时间对 2 个品种大豆脂肪含量的影响不同,同一处理下二者的脂肪含量差异显著($P<0.05$),但 2 个品种各处理之间差异不显著。随着光照时间的缩短,高油大豆“东农 434”脂肪含量先升高后降低,光照 14 h 的脂肪含量最高,为 22.68%,较自然光照(CK)提高了 1.1%;其次是光照 11 h,脂肪含量为 22.13%,较 CK 增加了 0.6%;光照 14,11 和 8 h 的大豆脂肪含量均高于

自然光照(CK),但光照时间短至 5 h 时,脂肪含量低于对照。除自然光照外,各光照时间处理的脂肪含量随光照时间缩短有逐渐降低的趋势。适当缩短光照时间对高蛋白大豆“东农 42”脂肪含量有增加趋势,各光照时间处理的脂肪含量均高于自然光照,其中光照 11 h 的脂肪含量最高,为 18.84%,较自然光照提高了 0.9%;其次是光照 14 h,较 CK 增加了 0.7%。上述结果说明,适当缩短光照时间有增加大豆脂肪含量的趋势。

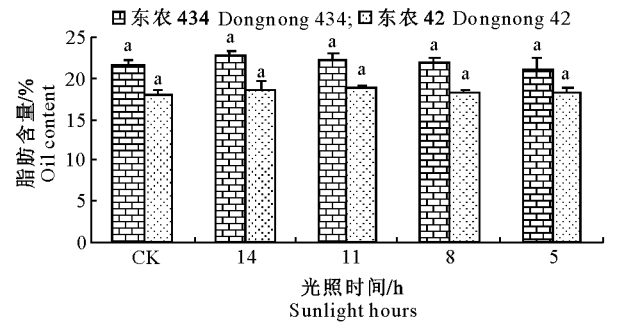


图 2 结荚期光照时间对大豆脂肪含量的影响
Fig. 2 Effect of day length on soybean oil content in the pod stage

2.4 结荚期光照时间对大豆蛋白质和脂肪总含量的影响

结荚期光照时间对 2 个品种大豆蛋白质和脂肪总含量的影响不大,二者及其各处理之间差异均不显著($P>0.05$)。适当缩短光照时间可稍提高“东农 434”和“东农 42”的蛋白质和脂肪总含量,光照 14 h 的高油大豆“东农 434”蛋白质和脂肪总含量最高,较自然光照提高 1%;光照 11 h 的高蛋白大豆“东农 42”蛋白质和脂肪总含量最高,较自然光照提高 0.6%,可以初步判断高油品种大豆“东农 434”对光照时间的反应较高蛋白大豆“东农 42”敏感。“东农 42”所有处理的蛋白质和脂肪总含量均高于“东农 434”。

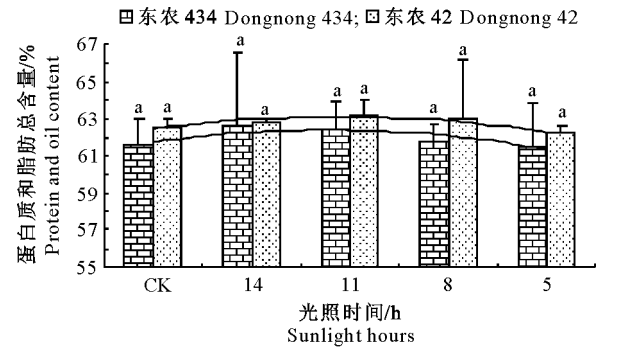


图 4 结荚期光照时间对大豆蛋白质和脂肪总含量的影响
Fig. 4 Effect of day length on gross content of soybean protein and oil in the pod stage

2.3 结荚期光照时间对大豆蛋白质含量的影响

蛋白质含量测定结果(图 3)表明,结荚期光照时间对 2 个品种大豆蛋白质含量的影响不显著,但同一处理下二者的蛋白质含量差异显著($P<0.05$)。缩短光照时间后,高油大豆“东农 434”蛋白质含量稍有降低,只有光照 5 h 处理的蛋白质含量略高于自然光照,其余光照处理均低于自然光照;而高蛋白大豆“东农 42”光照 8 h 的蛋白质含量稍高于自然光照,其他处理与自然光照差异不显著。

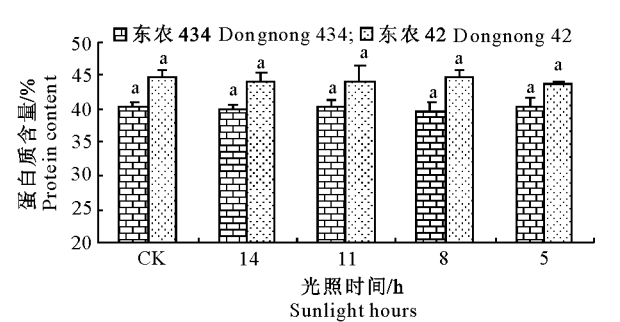


图 3 结荚期光照时间对大豆蛋白质含量的影响
Fig. 3 Effect of day length on soybean protein content in the pod stage

以结荚期光照时间为自变量 X,以蛋白质和脂肪总含量为依变量 Y,分别拟合方程(表 2),结果均呈抛物线形,并且“东农 434”的相关系数为 0.730 3,“东农 42”的相关系数为 0.907 5。可见,“东农 434”、“东农 42”的蛋白质和脂肪总含量与结荚期光照时间存在一定的相关性,在结荚期适当缩短光照时间,有利于大豆蛋白质和脂肪的积累。

表 2 结荚期光照时间与大豆蛋白质和脂肪总含量的拟合方程
Table 2 Fitted equation of day length and soybean protein and oil content

大豆品种 Soybean cultivar	拟合方程 Fitted equation	相关系数 R^2 Correlation coefficient
东农 434 Dongnong434	$Y = -0.2086X^2 - 1.1584X + 60.802$	0.730 3
东农 42 Dongnong42	$Y = -0.1836X^2 - 1.0604X + 61.578$	0.907 5

3 讨论

大豆是典型的短日照作物,因此光周期反应是决定大豆品种适应性的重要因子之一。不适合的光温条件将导致大豆营养生长和生殖生长的不协调,进而影响大豆的籽粒产量。大豆蛋白质及脂肪含量的高低,除受品种本身内在遗传基因控制外,还受生态因素的影响。光照时间影响到大豆的光合作用,从而间接影响大豆的品质。相关分析结果表明,大

豆的化学品质与初花期至鼓粒初期和鼓粒初期至生理成熟期 2 个阶段的时间长短密切相关。在较长的光照时间下,大豆开花后各阶段延长,脂肪和亚油酸的比例上升,而蛋白质及棕榈酸的比例下降^[8]。但结荚期光照时间对大豆化学品质影响的报道甚少,本研究结果表明,对于短日照作物大豆,并非日照时间越短对其品质形成越有利,相反可能会严重影响其产量。一些学者初步认为,大豆开花后的各生育期仍存在着对光照时间的反应^[9],本研究结果也进一步证实了前人的结论。有研究表明,大豆冠层截获的太阳辐射强度是其产量和产量构成因素的重要决定因子^[10],遮荫有降低其籽粒粒质量的趋势^[11],开花期时,较低的光照强度可明显降低籽粒产量^[12]。本试验中,2 个品种大豆的产量对光照时间反应都比较敏感,缩短光照时间明显使其产量下降;但化学品质反应不剧烈,适当遮光缩短光照时间有增加脂肪含量的趋势,这与刘兵等^[13]的研究结果相吻合。随着光照时间的变化,大豆蛋白质和脂肪含量的变化规律在 2 个品种间也不同,但 2 个品种大豆的蛋白质和脂肪含量互相消长,本试验中大豆蛋白质含量增加时,其脂肪含量则下降,这与前人的研究结果完全相符^[8]。通过本试验可以初步判断,高油品种“东农 434”的蛋白质和脂肪总含量对光照时间的反应较高蛋白大豆“东农 42”敏感,这与前人的观点较吻合^[7]。光照时间对大豆化学品质的影响不仅与光合时间长短和光合产物的多少有关,而且涉及光周期本身的作用。适当缩短光照时间有增加蛋白质和脂肪总含量的作用^[7],本试验结果也证实了这一点。有学者分析其原因可能是,光照时间缩短,向籽粒分配的氮素就会增多^[14]。但有关光照时间调节氮素和其他物质分配的机制,还有待于深入研究。

参考文献

- [1] 杨庆凯. 论大豆蛋白质与油分含量品质的变化及影响因素[J]. 大豆科学, 2000, 19(4): 386-391.
Yang Q K. Review on the quality change of soybean protein and oil content and their influence infactors [J]. Soybean Science, 2000, 19(4): 386-391. (in Chinese)
- [2] 王金陵. 大豆生态类型 [M]. 北京: 农业出版社, 1991.
Wang J L. Soybean ecotype [M]. Beijing: Agricultural Press, 1991. (in Chinese)
- [3] 张国栋, 王金陵, 杨庆凯, 等. 大豆籽粒油分脂肪酸组成的品种及环境间变异 [C]// 盖钧镒. 大豆育种应用基础和技术研究进展. 南京: 江苏科学技术出版社, 1990: 132-138.
Zhang G D, Wang J L, Yang Q K, et al. Variation of soybean cultivars with different fatty acid composition in seed and environment [C]// Gai J Y. Advances in basis and application re-
- search and technology of soybean breeding. Nanjing: Jiangsu Science and Technology Press, 1990: 132-138. (in Chinese)
- [4] Wilcox J R, Cavins J F. Normal and low linolenic acid soybean strains: Response to planting date [J]. Crop Sci, 1992, 32(10): 1248-1251.
- [5] 王国勋. 大豆品种蛋白质、脂肪含量的地理纬度生态分析 [J]. 中国油料, 1979, 13(6): 6-10.
Wang G X. Ecological analysis on soybean protein and oil content in different geographic latitude [J]. Chinese Oil Crop, 1979, 13(6): 6-10. (in Chinese)
- [6] 汪越胜, 盖钧镒. 中国大豆品种光温综合反应与短光照反应的关系 [J]. 中国油料作物学报, 2001, 23(2): 40-44.
Wang Y S, Gai J Y. Study on major factor in the response to phototemperature condition of soybeans from China [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2001, 23(2): 40-44. (in Chinese)
- [7] 胡国华, 宁海龙, 王寒冬, 等. 光照强度对大豆产量及品质的影响 I. 全生育期光照强度变化对大豆脂肪和蛋白质含量的影响 [J]. 中国油料作物学报, 2004, 26(2): 86-89.
Hu G H, Ning H L, Wang H D, et al. Effect of photo-intensity on quality and yield of soybeans I. Effect of light-intensity on oil content and protein content of soybeans in the whole growth period [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2004, 26(2): 86-89. (in Chinese)
- [8] 韩天富, 王金陵, 杨庆凯, 等. 开花后光照长度对大豆化学品质的影响 [J]. 中国农业科学, 1997, 30(2): 47-53.
Han T F, Wang J L, Yang Q K, et al. Effects of post-flowering photoperiod on chemical composition of soybeans [J]. Scientia Agricultura Sinica, 1997, 30(2): 47-53. (in Chinese)
- [9] Akhanda A M, Prince G M, Green V E, et al. Phenology and correlation of growth phases in late planted soybean in Florid, USA [J]. Indian J Agric Sci, 1981, 51: 214-220.
- [10] Purcell L C, Ball R A, Reaper J D, et al. Radiation use efficiency and biomass production in soybean at different plant population densities [J]. Crop Science, 2002, 42: 172-177.
- [11] Liu X B, Herbert S J, Hashemi A M. Yield-density relation of glyphosate-resistant soybeans and their response to light enrichment in northeastern USA [J]. Journal of Agronomy and Crop Science, 2006, 192: 140-146.
- [12] Ball R A, Purcell L C, Vodes E D. Optimizing soybean plant population for short-season production system in the southern USA [J]. Crop Science, 2000, 40: 757-764.
- [13] 刘 兵, 王 程, 金 剑, 等. 生殖生长期光富集和遮阴对大豆干物质分配及产量品质的影响 [J]. 干旱地区农业研究, 2009, 27(2): 103-107.
Liu B, Wang C, Jin J, et al. Effect of light enrichment and shading during reproductive stage on dry matter distribution, yield and quality of soybean [J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2009, 27(2): 103-107. (in Chinese)
- [14] Guimet J J, BaLatd P A, Montald E R. Nitrogen assimilation and leaf development in indeterminate soybeans as influencnd by post-flowering photoperind [J]. J Exp Bot, 1986, 37: 1611-1618.