

中国大豆不同生态类型代表品种开花前、开花后光周期反应的比较研究^{*}

韩天富^{1, 2} 盖钧镒¹ 邱家驹¹

(1 南京农业大学大豆研究所, 南京 210095; 2 东北农业大学大豆研究所)

提 要

选用中国大豆主要生态区的代表品种 12 个, 在南京 (32°N) 春播, 通过人工光照处理, 比较了各类型品种开花前和开花后光周期反应敏感性的差异。结果表明, 12h 短光照处理使所有品种的开花期显著提前 ($P < 0.01$); 开花后进行短日照处理, 使除早熟品种东农 36 和泰兴黑豆以外的其它品种成熟期显著提前 ($P < 0.01$)。在本试验条件下, 南方夏大豆品种开花后光周期反应比开花前更加敏感, 其它类型品种开花前光周期反应比开花后敏感或前、后期敏感性接近。相关分析表明, 大豆开花前和开花后的光周期反应敏感性, 与自然光照下相应发育时期的长度正相关。较长的前期有利于单株粒数和单株产量的提高, 较长的后期对提高百粒重有利。文中讨论了大豆品种开花前、开花后光周期反应敏感性与原产地日照长度及其它环境因子的关系。

关键词 大豆; 生态类型; 光周期反应; 开花前; 开花后

不同生态类型大豆品种在开花前光周期反应方面存在着很大差异 (Garner 和 Allard, 1920; 王金陵等, 1956, 1973)。前人也曾注意到, 不同品种开花后阶段对日照长度的反应也有一定差别 (Fukui 等, 1951; Nagata, 1960)。笔者曾选用中国不同生态区的代表品种, 比较了不同产地、不同生育期、不同播期类型大豆品种开花后光周期反应的差异 (韩天富等, 1996)。在我们的试验中, 为使不同品种开花后所处条件基本一致, 同时也考虑试验地点 (哈尔滨) 无霜期较短的实际, 供试材料开花前均经短日诱导, 以使不同品种同期开花。因此, 未能比较同一品种开花前、后光周期反应敏感性的差异, 同时也难以消除前期短日诱导对后期发育的影响 (刘汉中等, 1983; 徐六康等, 1990; 韩天富等, 1995)。为解决上述

^{*} 国家自然科学基金和霍英东高等院校青年教师基金资助项目。

韩天富现址: 中国农业科学院作物育种栽培研究所大豆研究室, 北京, 100081

本文于 1997-06-25 收到, 1997-06-25 收到

问题,我们用以前试验(韩天富等,1996)中所用的品种,利用南京地区无霜期较长的有利条件,采用开花前、后分别进行人工光照处理的方法,比较研究中国大豆不同生态类型开花前、开花后光周期反应的差异。

材料和方法

1 试验材料

1995年选用12个品种。其中,东农36(原产黑龙江孙吴)和丹豆5号(辽宁凤城)属北方春大豆;耐阴黑豆(河北迁安)和邳县红毛油(江苏徐州)为黄淮春大豆;丰收黄(山东潍坊)和徐豆2号(江苏徐州)为黄淮夏大豆;泰兴黑豆(江苏泰兴)和矮脚早(湖北武汉)为南方春大豆;南农1138-2和苏协1号(江苏南京)为南方夏大豆;自贡冬豆(四川自贡)和兰溪大青豆(浙江兰溪)为南方秋大豆。

1996年选用东农36、丹豆5号、耐阴黑豆、徐豆2号、南农1138-2和兰溪大青豆等6个品种。同一品种的供试种子来自1995年试验中的一个典型单株。

2 试验方法

1995年和1996年均于4月22日播种,4月30日前后出苗。试验材料全部盆栽。播前盆内定量装土(15.5kg)和肥料。每盆定苗3株,试验期间常规管理。设置以下5种光照处理:(1)全期自然光照;(2)开花前(出苗至初花期,VE-R1)短日照(12h),开花后自然光照;(3)开花前长日照(15h)开花后自然光照;(4)开花前自然光照,开花后短日照(12h);(5)开花前自然光照,开花后长日照(15h)。处理方法同笔者以前的报告(韩天富等,1996)。试验期间按Fehr等(1977)的大豆发育时期分期标准隔日记载R1、R5、R7和R8等期出现日期,收获后考种记载主要农艺性状。统计分析时,将相同处理的两年结果平均。1996年部分材料荚病严重,影响成熟期,R1-R7数据采用1995年值。

分别用开花促进率(Flowering hastening rate, FHR)和成熟促进率(maturation hastening rate, MHR)来衡量开花前、开花后的光周期反应敏感性。其中,

$$FHR(\%) = (15h \text{ 光照下出苗至初花日数} - 12h \text{ 光照下出苗至初花日数}) / (15h \text{ 光照下出苗至初花日数}) \times 100\%$$

$$MHR(\%) = (15h \text{ 光照下初花至生理成熟日数} - 12h \text{ 光照下初花至生理成熟日数}) / (15h \text{ 光照下初花至生理成熟日数}) \times 100\%$$

对于收获时未达到生理成熟的材料,MHR用初花至鼓粒初期长度计算。

结果与讨论

从表1结果可以看出,供试的大多数品种开花前、开花后均存在对光周期的反应,开花前进行的12h短日处理使所有12个品种的初花期极显著提前($P < 0.01$)。其中,超早熟品种东农36提前3.4d,而迟熟品种自贡冬豆提前134.1d之多,12个品种平均提前37.5d。开花促进率(FHR)介于9.9%~77.4%之间。开花后进行的短日处理使除早熟品种

东农 36和泰兴黑豆以外的 10个品种的生理成熟期极显著提前 ($P < 0.01$),说明大多数品种开花后光周期反应是相当敏感的

从不同品种 MHR/FHR比值的平均数 (0.78)可以看出,大多数品种开花后光周期反应比开花前略弱,但品种间的差异很大 东北春豆晚熟品种丹豆 5号、黄淮夏大豆品种丰收黄、南方秋大豆品种兰溪大青豆的 FHR和 MHR相近,这些品种开花前、后的光周期反应敏感性相近;南方夏大豆品种南农 1138- 2和苏协 1号的 MHR/FHR大于 1,说明开花后的光周期反应比开花前更加敏感;其它品种的 MHR小于 FHR

表 1 不同生态类型大豆品种开花前、开花后光周期反应的比较¹⁾

Table 1 Comparison of pre- and post- flowering photoperiod response in different ecotypes of soybean

品种名称 Variety	VE- R1 ²⁾			FHR ³⁾		R1- R7			R1- R5		MHR ⁴⁾ NPP ⁶⁾ 下		NPP下	
	(d)			(%)		(d)			(d)		(R1- R7)		(R1- R7)	
	NPP	12h	15h	(%)	NPP	12h	15h	12h	15h	(%)	(d)	/VE- R1)	/FHR	
东农 36	33.0	31.0 ^B	34.4 ^A	9.9	42.0	40.5 ^A	41.8 ^A				3.1	75.0	1.27	0.31
丹豆 5号	34.5	33.4 ^B	43.9 ^A	23.9	58.0	48.8 ^B	64.3 ^A				24.1	92.5	1.68	1.01
耐阴黑豆	52.3	32.0 ^B	69.7 ^A	54.1	55.2	42.8 ^B	61.3 ^A				30.2	107.5	1.06	0.56
邳县红毛油	51.0	36.2 ^B	55.3 ^A	34.5	55.0	42.5 ^B	59.0 ^A				28.0	106.0	1.08	0.81
丰收黄	39.5	34.0 ^B	49.5 ^A	31.3	64.2	49.5 ^B	72.2 ^A				31.4	103.7	1.63	1.00
徐豆 2号	53.2	37.2 ^B	59.2 ^A	37.2	53.0	45.0 ^B	55.0 ^A				18.2	106.2	1.00	0.49
泰兴黑豆	37.7	32.6 ^B	41.3 ^A	21.1	45.8	43.0 ^B	42.5 ^C				- 2.0	83.5	1.21	0.09
矮脚早	48.7	38.5 ^B	53.7 ^A	28.3	40.5	37.5 ^A	42.8 ^A				12.4	89.2	0.83	0.44
1138- 2	62.5	37.3 ^B	105.7 ^A	64.7	107.3	52.5		18.3 ^B	87.3 ^A		79.0	169.8	1.72	1.22
苏协 1号	56.8	37.7 ^B	66.5 ^A	43.3	115.8	54.2		19.8 ^B	109.3 ^A		81.9	172.6	2.04	1.89
自贡冬豆	114.6	39.2 ^B	173.3 ^A	77.4	74.2	59.3		27.3 ^B	68.3 ^A		60.0	188.8	0.65	0.78
兰溪大青豆	87.0	36.3 ^B	123.3 ^A	70.6	108.0	63.2		25.4 ^B	79.2 ^A		67.9	195.0	1.24	0.96
平均数 Av.	55.9	35.5 ^B	73.0 ^A	41.4	68.3	48.2	54.9	22.7 ^B	86.0 ^A		36.2	124.2	1.28	0.78

1)新复极差测验在同一品种 2种光照处理间进行,无相同字母的平均数间有极显著 ($P < 0.01$)差异。

The LSR tests were conducted between the two photoperiod treatments of the same variety, the means not followed by the same letter were different at $P < 0.01$ level.

2) R1- 初花 (beginning bloom); R5- 鼓粒初期 (beginning seed); R7- 生理成熟 (physiological maturity); R8- 完全 (full maturity)

3) FHR(开花促进率) (%) = (15h 下出苗至初花日数 - 12h 下出苗至初花日数) / (15h 下出苗至初花日数) $\times 100\%$

FHR(flowering hastening rate,%) = (Days from VE to R1 in 15h- days from VE to R1 in 12h) / (Days from VE to R1 in 15h) $\times 100\%$

4) MHR(成熟促进率) (%) = (15h 下初花至生理成熟日数 - 12h 下初花至生理成熟日数) / (15h 下初花至生理成熟日数) $\times 100\%$

MHR(maturity hastening rate,%) = (Days from R1 to R7 in 15h- days from R1 to R7 in 12h) / (Days from R1 to R7 in 15h) $\times 100\%$

5)未达到生理成熟的品种, MHR用 R1- R5期长度计算。

MHR was calculated with the days from R1 to R7 when not matured.

6) NPP- 自然光照 (Natural photoperiod).

笔者曾根据在哈尔滨的试验结果提出,一些早熟春大豆品种开花后的光周期反应比开花前敏感(韩天富等; 1996)。而在本试验中,东农 36 的 MHR /FHR 比值仅为 0. 31,两地结果的差异可能由光温互作所致。东农 36 等早熟品种适合高纬地区长日、凉爽的气候,在南京春播时,6月初开花,7月中旬成熟,开花至成熟期处在高温环境下,不论长日处理还是短日处理,发育均十分迅速,短日照对发育的促进作用难以表现出来。其它北方品种在南方条件下也不同程度地存在同样的问题(费家骅, 1985)。

不同大豆品种具有不同的温度要求,同一品种不同发育时期的温度要求也不相同(吉林省农业科学院, 1987; 潘铁夫, 1989)。在人工控温条件下比较不同品种的光周期反应敏感性,具有田间试验不可比拟的可靠性,但也难以满足不同品种、不同发育时期的温度要求。况且,在目前条件下,利用人工气候室研究大量品种的光温反应是不现实的。本文结果虽可看作一个特例,但在无霜期较长的南京春播,可在一定程度上满足同一地点同时比较不同类型品种开花前、后光周期反应敏感性的要求。对某一特定品种来说,同期进行的长日和短日处理所处温度基本相同。因此,本试验的结果具有一定参考价值。当然,在与原产地温度相差较小的条件下比较各类品种开花前、后的光周期反应,所得结果将更为可靠。

大豆品种开花前、后光周期反应敏感性的差别,与原产地光照条件有密切关系。东北大豆开花前日照逐渐变长的,而开花后日照逐步缩短,形成开花前光周期反应较迟钝而开花后略敏感或前后期敏感性相近的类型。开花后一定的光周期反应敏感性有利于秋季日照缩短时干物质向籽粒的运转和籽粒的整齐成熟(韩天富等, 1996);处在多熟制中的黄淮和南方春大豆品种开花前光照由短变长,开花后处于长日下,形成了后期光照较钝感的类型;黄淮和南方夏大豆品种开花前处于较长的日照下,花英期正值酷热季节,光周期反应敏感的类型可维持足够的后期长度,形成较高的产量。这类品种开花后光周期反应敏感性与开花前接近或更加敏感;任全兴等(1987)在分期播种试验中发现,这两类品种后期长度的播期间标准差大于或接近前期长度的播期间标准差,支持本试验的结论;南方秋大豆品种开花前处于高温和较短的日照下,开花后的日照长度更短,这类品种开花前、后光周期反应均十分敏感的品种可维持足够的生育期,获得较高产量。

表 2 大豆生育期性状与其它农艺性状的相关系数

Table 2 Correlation coefficients of between the developmental stages and agronomic characters

性状	开花促进率	成熟促进率	MHR/	株高	单株粒数	单株粒重	百粒重
Character	FHR	MHR	FHR	Pl. Ht.	Seed No.	Seed wt.	100- seed wt.
VE- R1	0. 9053 *	0. 6113 *	0. 1493	0. 8085 *	0. 3247 *	0. 3701 *	0. 1072
R1- R7	0. 6390 *	0. 9176 *	0. 6714 *	0. 4791 *	- 0. 1456	- 0. 0922	0. 2308
R/V	- 0. 1741	0. 3957 *	0. 6007 *	- 0. 2081	- 0. 4095 *	- 0. 3655 *	0. 1960

* * : P < 0. 01

相关分析结果(表 2)表明,出苗至初花期长度(VE- R1)与开花促进率(FHR)、初花至生理成熟期长度(R1- R7)与成熟促进率(MHR)极显著正相关(P < 0. 01),说明大豆品

种某一阶段的长度与该期的光周期反应敏感性有密切关系。前、后期较长的,该期的光周期反应敏感性也较强;生育期比(R/V)较大的, MHR/FHR 比值也较大。从相关分析结果还可以看出,在本试验无霜期很长和盆栽稀植的条件下,延长前期和后期,均可显著提高大豆的株高,增加干物质积累量。前期长度的延长还有利于单株粒数和粒重的增加,后期的延长有利于百粒重的提高。

试验中注意到,在自然光照下春播时,来自浙江的秋大豆品种兰溪大青豆初花(7月末至8月初)后大部分花朵脱落,结荚迟缓,而在开花后进行短日处理的则迅速结荚。这种现象显然由长日(约13.7h,不计晨暮光)所致。笔者认为,晚熟大豆品种春播时,由于春季日照较短,可诱导开花,但开花期正遇长日照,使开花、结荚、鼓粒受到强烈抑制,已有花朵(荚)脱落。秋季日照变短后,方可再次开花、结实。1997年,天津市北辰区双口镇将夏大豆品种中黄4号春播,曾出现类似现象。徐豹等(1987)在部分野生大豆中观察到的迟结荚现象也可能与日照过长有关。

参 考 文 献

- [1] 王金陵、武镛祥、吴和礼、孙善澄, 1956, 中国南北地区大豆光照生态类型的分析, 农业学报, 7(2): 169–180
- [2] 王金陵、孟庆喜、祝其昌, 1973, 中国南北地区野生大豆光照生态类型的分析, 遗传学通讯, (3): 1–8
- [3] 吉林省农业科学院主编, 1987, 中国大豆育种与栽培, 农业出版社, 115–138
- [4] 任全兴、盖钧铭、马育华, 1987, 我国大豆品种生育期生态特性的研究, 中国农业科学, 20(5): 23–28
- [5] 刘汉中、梁慧贤、张金锋, 1983, 光照时数对大豆生育的后效应, 北京农业大学学报, 9(3): 67–72
- [6] 费家宰, 1985, 江苏大豆生态特性的研究, 大豆科学, 4(2): 90–104
- [7] 徐六康、钟金传、刘汉中, 1990, 光长对大豆生育的后效应及对植株性状的影响, 中国农业气象, 1(1): 22–28
- [8] 徐豹、路琴华、庄炳昌, 1987, 中国野生大豆生态类型的研究, 中国农业科学, 20(5): 29–35
- [9] 韩天富、王金陵、邹继军、杨庆凯、陈霞, 1995, 大豆开花后阶段对开花前不同光照处理的反应, 大豆科学, 14(4): 283–289
- [10] 韩天富、王金陵, 1996, 中国大豆不同生态类型开花至成熟期对光周期的反应, 作物学报, 22(1): 20–26
- [11] 潘铁夫, 1989, 大豆气象, 农业出版社, 21–24
- [12] Fehr W R and C E Caviness, 1977. Stages of soybean development. Agric and Home Economics Exp Stn Spec Rep 80. Iowa state Univ, Ames, IA, USA
- [13] Fukui J and H Yanimizu, 1951. On the varietal difference of the effect of short daylength after blooming time upon the seed ripening period of soybean. Japan J Breed, 1(2): 86–90
- [14] Garner W W and H A Allard, 1920. Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants. J Agric Res, 18(2): 553–606
- [15] Nagata T, 1960. Interrelation of the effects of daylength on the period to flowering, flowering period and seed forming period, with special regards to the relative flowering period and the relative growing period of soybeans. Japan J Breed. 10(3): 188–194

A COMPARATIVE STUDY ON PRE- AND POST- FLOWERING PHOTOPERIOD RESPONSE IN VARIOUS ECOTYPES OF SOYBEANS

Han Tianfu^{1,2} Gai Junyi¹ Qiu Jiaxun¹

(1 *Soybean Research Institute, Nanjiang Agricultural University, Nanjing, 210095;*

2 Institute of Soybean, Northeast Agricultural University, Harbin, 150030)

Abstract

Twelve representative soybean varieties collected from main ecological regions in China were sown in spring in Nanjing (32°N) and different photoperiod treatments were carried out to compare pre- and post- flowering photoperiod response of the various ecotypes. The results indicated that flowering of all varieties was significantly hastened by SD (12h), and maturation was highly hastened ($P < 0.01$), too, in 10 of 12 varieties, except 2 early ones of Dongnong 36 and Taixingheidou. Under the condition of this experiment, post- flowering photoperiod response was more sensitive than pre- flowering response in summer- sown soybean varieties, other ecotypes responded more sensitively or nearly before flowering than after flowering. Correlation analysis showed that the sensitivity of photoperiod response before and after flowering was positively correlated to the length of corresponding developmental stages in natural daylength. Vegetative period length was positively related to the seed number and seed yield per plant, and longer reproductive period was beneficial to the increase of 100- seed weight. The relationship between the sensitivity of pre- /post- flowering photoperiod response and daylength and other environmental factors in original sites was discussed.

Key words Soybean; Ecotype; Photoperiod response; Pre- flowering; Post- flowering