

大豆生态研究

Ⅲ 野生大豆(*G. soja*)与栽培大豆(*G. max*)光周期效应的比较研究*

徐 豹 路琴华

(吉林省农业科学院大豆研究所)

提 要

通过长日照(18小时)⇌短日照(8小时)方法,比较研究相同原产地(25°44'N)野生大豆与栽培大豆的光周期效应。(1)大豆出苗3天内即有明显光周期效应,(2)在短日照下,野生大豆光照阶段长度9—12天,栽培大豆3—6天,野生大豆从出苗到0.9复叶,栽培大豆从出苗到真叶期间通过光照阶段。(3)大豆光周期效应不仅制约开花,且制约能否结荚与成熟,(4)讨论了由野生大豆进化为栽培大豆光周期效应特性的变化趋向。另外,野生大豆光周期效应的强度,低纬度的高于高纬度的,同纬度低海拔的高于高海拔的。

关键词: 野生大豆(*G. soja*) 栽培大豆(*G. max*) 光周期效应 光照阶段 进化

早在六十多年前(1920),Garner等通过大豆发现了植物的光周期性,大豆是典型的短日植物^[1]。大豆的短日性与原产地的纬度相关,低纬度的“临界日长”短,要求短的日照天数多^[1, 7]。在野生大豆上这种趋势,表现更为明显^[2, 3, 4]。而光周期影响大豆的发育,从什么时候开始,到什么时候结束在栽培大豆上曾有一些报导^[5, 6, 7, 8],而结论很不一致。我们用长日照⇌短日照^{分期}的方法对原产地相同的野生大豆和栽培大豆和原产不同纬度和海拔的野生大豆做了同步比较研究,希望得出比较确切的结果,以便应用,并探讨大豆进化过程中光周期效应特性的变化趋向。

材 料 与 方 法

第一组试验,用原产25°44'N的野生大豆“福建连城”和栽培大豆“连城白花”

* 国家自然科学基金资助项目

本文于1988年5月3日收到。This paper was received in May 3, 1988.

为材料, 1981年5月24日在公主岭(43°31'N, 124°48'E, 203M)盆栽播种出苗当日(子叶拱出土, 未展开)分甲乙两组处理。甲组为长日照下(18小时, 不足光长由白炽灯补充, 200瓦/M², 光源离植株60—100cm)经3、6、9、12天, 分别移到短日照(8小时, 8 a. m. 到4 p. m. 在室外, 其余时间移入暗室)。乙组为短日照(8小时)下经3、6、9、12、15、18、21、24天, 分别移到长日照下。以始终在长日照(CK₁)和始终在短日照(CK₂)的为对照。每处理6株。试验期110天。

第二组试验: 用原产35°N左右海拔不同的野生大豆3份, “山东莒南”(平地)、“甘肃洛川”(1030M)、“甘肃清水”(1780M), 1983年5月20日在公主岭盆栽播种, 出苗当日在短日照(8小时)下经2、5、7、9、11、13天后, 分别移到长日照(18小时)下。以始终长日照和始终短日照的为对照。为了和第一组试验联系分析, 加入了“福建连城”野生大豆始终短日照和始终长日照处理。每处理6株。试验期110天。

调查项目: 第一组试验调查: 每次处理时植株的叶龄, 每株第一朵花开花, 第一个荚结荚、第一个荚鼓粒, 第一个荚成熟的日期, 以半数达到发育期的为准。第二组试验调查第一朵花开花期。

试 验 结 果

一、光周期效应(对开花)的开始时期

运用出苗即给与长日照逐步移向短日照的办法, 可以看到(表1): 1. 低纬度的野生和栽培大豆在长日照下不开花。2. 野生和栽培大豆出苗后长日照延迟开花, 且随长日照天数增加而增加。3. 出苗后3天内, 长日照比短日照延迟开花, 野生大豆延迟7天,

表1 长日照对野生大豆和栽培大豆开花的影响

Table 1 Effect of long-day on flowering of wild and cultivated soybean

处 理 Treatment	出 苗 期 Date of emergence		开 花 始 期 Date of 1st flowering		出 苗 一 开 花 始 期 天 数 Days from emerg. to 1st flowering		
	W	C	W	C	W	C	W-C
长日3天→短日 LD 3 days→SD	6.5	6.5	7.8	7.6	34	32	+2
长日6天→短日 LD 6 days→SD	6.5	6.5	7.10	7.10	36	36	0
长日9天→短日 LD 9 days→SD	6.5	6.5	7.12	7.12	38	38	0
长日12天→短日 LD 12 days→SD	6.5	6.5	7.14	7.14	40	40	0
始 终 长 日 (CK ₁) LD tillend	6.5	6.5	×	×	—	—	—
始 终 短 日 (CK ₂) SD tillend	6.5	6.5	7.1	7.1	27	27	0

LD—长日照 SD—短日照 W—野生大豆 C—栽培大豆 ×—不开花
Long-day Short-day Wild Cultivated Not flowering

栽培大豆 5 天。如果以光周期开始影响开花期作为光照阶段的开始时期, 则大豆在出苗后 3 天内即进入光照阶段发育。

二、光周期效应 (对开花) 的结束时期

运用出苗即给予短日照, 逐步移向长日照的方法, 可以看到 (表 2): 1. 野生大豆出苗后短日处理能够开花的临界天数为 9—12 天。原产地相同的栽培大豆的短日照临界天数为 3—6 天, 比野生大豆少一半。如以能否开花作为通过光照阶段的指标, 则野生大豆的光照阶段 (在短日照下) 为 9—12 天栽培大豆为 3—6 天。2. 野生大豆短日处理 12 天能开花, 而开花期比始终短日照下的晚 5 天, 只有短日处理 24 天以后移到长日照的, 与始终短日的同天开花。栽培大豆也只有短日照下处理 24 天的与始终短日下的同天开花。

表 2 光周期变动对野生大豆和栽培大豆开花的影响

Table 2 Effect of photoperiodism on flowering of wild and cultivated soybean

No.	处 理 Treatment	出 苗 期 Date of emergence	开 花 始 期 Date of 1st flowering		出 苗—开 花 始 期 天 数 Days from emerg. to 1st flowering		
			W	C	W	C	W—C
1	短日 3 天→长日 SD 3 days→LD	6.5	×	×	—	—	—
2	短日 6 天→长日 SD 6 days→LD	6.5	×	7.8	—	44	—
3	短日 9 天→长日 SD 9 days→LD	6.5	×	7.12	—	38	—
4	短日 12 天→长日 SD 12 days→LD	6.5	7.6	7.5	32	31	+1
5	短日 15 天→长日 SD 15 days→LD	6.5	7.5	7.4	31	30	+1
6	短日 18 天→长日 SD 18 days→LD	6.5	7.4	7.3	30	29	+1
7	短日 21 天→长日 SD 21 days→LD	6.5	7.3	7.2	29	28	+1
8	短日 24 天→长日 SD 24 days→LD	6.5	7.1	7.1	27	27	0
9	始终短日照 SD till end (ck ₂)	6.5	7.1	7.1	27	27	0

从每次处理时植株的形态 (表 3) 看, 在短日照下野生大豆在出苗到 0.9 复叶期间通过光照阶段, 而栽培大豆在出苗到真叶期即通过光照阶段。如以不影响开花期为准, 不论野生大豆与栽培大豆均需 24 天短日照, 即达到 3.5—3.7 复叶期, 才通过光照阶段。

表3 野生大豆和栽培大豆处理当时的主茎叶龄

Table 3 Number of leaves on main stem of wild and cultivated soybean

处 理 Treat ment	* 1 SD 3 days→ LD	2 SD 6 days→ LD	3 SD 9 days→ LD	4 SD 12 days→ LD	5 SD 15 days→ LD	6 SD 18 days→ LD	7 SD 21 days→ LD	8 SD 24 days→ LD
野生大豆 Wild soybecm	子叶期 Cotyledon	真叶期 Unifoliate	0.3复叶	0.9	1.8	2.0	2.7	3.5
栽培大豆 Cultivated soybean	"	"	0.9复叶	1.5	2.1	2.6	3.2	3.7

* 处理号同表2. Treat. No. same as Table 2.

三、光周期效应对开花后发育期的影响

光周期效应不仅制约开花，且制约开花后的发育。表4结果表明：1、野生大豆在短日下处理12天（处理4）能开花而不能结荚，只有18天短日（处理6），才能结荚与鼓粒，但仍不能成熟，只有24天（处理8）短日才能成熟。即使成熟也比始终在短日照（处理9）下的晚12天成熟。2、栽培大豆经6天短日照（处理2）即能开花，但需短日18天（处理6）才能结荚与鼓粒，需24天（处理8）才能成熟，且比始终短日的（处理9）晚熟23天。3、原产地相同的野生大豆与栽培大豆，均需18天短日照才能结荚与鼓粒，均需24天短日照才能成熟，表现了相似性，而开花到成熟的天数，特别是鼓粒到成熟的天数，栽培大豆明显长于野生大豆。

表4 光周期对开花后发育期的影响

Table 4 Effect of photoperiodism on development after flowering

* 处理号 Treat No.	开花始—结荚始天数 lst flowering—lst podding (days)			结荚始—鼓粒始天数 lst podding—lst seed filling (days)			鼓粒始—成熟始天数 lst speed-filling—lst maturing (days)		
	W	C	W—C	W	C	W—C	W	C	W—C
1	×	×	—	×	×	—	×	×	—
2	×	×	—	×	×	—	×	×	—
3	×	×	—	×	×	—	×	×	—
4	×	×	—	×	×	—	×	×	—
5	×	×	—	×	×	—	×	×	—
6	11	17	-6	8	9	-1	×	×	—
7	5	7	-2	6	9	-3	×	×	—
8	6	5	+1	5	6	-1	44	65	-21
9 (ck ₂)	4	5	-1	6	6	0	32	42	-10

* 处理号同表2 Treat. No. same as table 2

四、不同纬度、同纬度不同海拔野生大豆的光周期效应

表5结果表明：1. 在始终长日下，低纬度（26°N）的不开花。35°N的平地的不开花，海拔1030 M和1780 M的于108—104天开花。在始终短日下，26°N的31天开花，35°N的26—27天开花。2. 35°N，1780M的短日处理7天即开花，而同纬度1030 M和

<400M的9天才开花。3. 总的趋势是, 纬度越低, 开花要求短日的天数越多, 光照阶段较长, 海拔越高要求短日天数越少, 光照阶段越短, 忍受长日照的能力越强。

表5 不同纬度, 海拔野生大豆出苗到开花始天数的光周期效应

Table 5 Photoperiodic induction on days from emergence to 1st flowering of various elevation and latitude of wild soybean

处 理 Treatment	甘肃清水 (35°N 1780 M)	甘肃洛川 (35°N 1030 M)	山东莒南 (35°N < 400 M)	福建连城 (26°N < 400 M)
短日 2 天→长日 SD 2 days→LD	124	108	×	—
短日 5 天→长日 SD 5 days→LD	104	168	×	—
短日 7 天→长日 SD 7 days→LD	38	108	×	—
短日 9 短→长日 SD 9 days→LD	31	94	26	—
短日 11 短→长日 SD 11 days→LD	28	29	30	—
短日 13 短→长日 SD 13 days→LD	28	27	29	—
始终短日 SD till end	26	26	27	31
始终长日 LD till end	105	108	×	×

讨 论

一、关于大豆光照阶段问题

一般以光周期对影响开花的开始时期到结束时期作为光照阶段的标志^[14、15], 对于光照阶段长度在栽培大豆上有两类看法, 一种认为出苗后 1—2 周内光周期对发育无作用, 以后才对光周期有反应, 大约 10 天左右通过光照阶段^[8、13], 另一种认为真叶期, 第一复叶期即对光周期有反应, 约 5—15 天完成光照阶段^[5、6、7]。光照阶段以后, 对光周期反应不敏感, 在植株形态上, 有的认为 3—4 复叶期完成光照阶段, 有的认为要早些, 我们的结果表明, 不论栽培大豆或野生大豆出苗 3 日内即有效应, 即使是纬度很低短日性极强的大豆, 在 8 小时短日下, 光照阶段长度栽培大豆为 3—6 天, 野生大豆 9—12 天, 从植株形态看栽培大豆从子叶出土到真叶期间完成光照阶段, 野生大豆从子叶出土到 0.9 复叶期 (即第一复叶尚未完全展平) 完成光照阶段, 比前人研究结果明显提前。差别主要是由于鉴定方法的不同。认为通过长日⇌短日的方法, 虽然比较费事, 但能得到确切的结果, 在我们的材料中可以清楚地看到不同纬度间, 不同海拔间, 栽培大豆与野生大豆间光照阶段特性的差别。

另外, 光周期效应不仅制约开花, 且制约开花以后的发育, 这方面前人曾有报

导〔9、10、11〕,我们的具体资料证明,光周期效应制约的关键发育期为开花期、结荚期与成熟期,对鼓粒期制约不严,即凡能结荚的处理均能鼓粒。

二、野生大豆与栽培大豆光周期效应的差异与大豆进化

用原产地相同(25°44'N)的野生大豆与栽培大豆同步研究的方法,发现光周期效应既存在一致性又存在差别,一致性表现在长日下均不开花,在始终短日照下同天开花,处理4—7(表2)开花期也很接近。在短日下,结荚、鼓粒期(表3)也很接近。野生大豆与栽培大豆的差别主要表现在:1.栽培大豆的光照阶段明显短于野生大豆。2.栽培大豆从开花到成熟的天数,特别是从鼓粒到成熟的天数明显长于野生大豆,始终短日下(表4处理9)长10天(+31%),处理8长21天(+48%)。

我们认为,上述栽培大豆与野生大豆的一致性,说明了它们血缘关系的密切。而它们之间的差别则说明了人工选择在大豆进化中的重要作用。野生大豆籽粒小,增大籽粒是人工选择的重要目标之一,籽粒大小与鼓粒的时间密切相关,延长鼓粒期成为必须。而延长鼓粒时间在当地一定生育期限制下,只有提早开花,即能在较长的日照下开花。这就要改变野生大豆的光周期反应的遗传特性。我们试验用的野生大豆“福建连城”百粒重1.3g,在福建省种植8月末开花,当时可照时数为12.6小时。而当地栽培大豆“百粒重20g左右,在福建省种植6月初开花,当时可照时数为13.5小时,与我们的分析是符合的(当然百粒重的提高还会受多种性状的控制)。另外,全国各纬度地区野生大豆的短日性一般均强于同地栽培大豆〔3〕也可以作为佐证。

参 考 文 献

- 〔1〕 王金陵等(1956)农业学报 7(2): 168—180
- 〔2〕 王金陵等(1973)遗传学通讯 (3): 1—3
- 〔3〕 徐 豹等(1983)大豆科学 2(3): 155—167
- 〔4〕 徐 豹等(1987)中国农业科学 20(5): 29—35
- 〔5〕 刘日新等(1960)植物生理学通讯 (1): 8—13
- 〔6〕 邵启全(1962)遗传学集刊 (1): 26—31
- 〔7〕 吕世霖(1984)“大豆”(山西人民出版社): 100—101
- 〔8〕 潘瑞炽等(1987)“中国大豆育种与栽培”(农业出版社): 118
- 〔9〕 Borthwick H. A. (1938c) Bot. Gaz. 100: 374—387
- 〔10〕 Borthwick H. A. (1940) Bot. Gaz. 101: 806—817
- 〔11〕 Garner W. W. et al. (1920) J. Agric. Sci. 18: 553—606
- 〔12〕 Parker M. W. et al (1939) Bot. Gaz. 100: 651—689
- 〔13〕 Whigham D. K. et al. (1987) Soybean physiology, Agronomy and Utilization (Academic Press)
- 〔14〕 Лысенко Т. Д. (1952) Стадное развитие растений Сельхозгиз
- 〔15〕 Разумов В. И. (1954) Среда И Особенности развития растений Оеьхозгиз

SOYBEAN ECOLOGY III. COMPARATIVE STUDY ON
PHOTOPERIOD-INDUCTION OF WILD (*G. soja*) AND
CULTIVATED (*G. max*) SOYBEANS*

Xu Bao Lu Qinhu

(*Soybean Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences*)

Abstract

Photoperiod-induction of wild (*G. soja*) and cultivated (*G. max*) soybeans from 25°44'N was studied by using long day⇌short day treatment. 1. Significant photoperiodic induction was exhibited within 3 days from emergence. 2. The length of photo-phasic development of wild soybean was 9—12 days, while cultivated soybean 3—6 days, and the induction passed through from emergence to 0.9 1st-trifoliate stage (wild), and from emergence to unifoliate stage (cultivated). 3. The photoperiodic induction not only controlled flowering, but podding and maturing also. 4. The evolutionary tendency of photoperiodic induction from wild soybean to cultivated ones was discussed. 5. The strength of photoperiodic induction of wild soybean was: Low-latitudinal > high latitudinal (°N), high elevational < low elevational ones.

Key words: Wild soybean (*G. soja*); cultivated soybean (*G. max*); photoperiodic induction; photo-phasic development; evolution

* This project was supported by National Natural Science Foundation of China