

大豆属(*Glycine*)生物学研究

I. *Glycine* 属种间光周期反应的初步分析*

徐 豹 路琴华 谢雪菊 庄炳昌 高泉浦

(吉林省农科院大豆研究所)

(福建省泉州市农科所)

摘 要

在7种光周期下,比较了原产澳大利亚 *Glycine* 亚属10个种,和原产25°N的 *G. tomentella* 和 *Soja* 亚属3个种的生殖发育期。1、*Glycine* 亚属对光周期的适应性比 *Soja* 亚属广,种间差别大。多数在12—13小时下发育快,而 *Soja* 亚属均为8小时发育快。2、*Glycine* 属内,染色体组型GG的在8小时下发育最快,CC型12小时,BB型12—13小时,DD、FF型13小时,AA型13小时发育最快。3、*Glycine* 亚属多数种植株下部形成闭花受精荚(*Cleistogamous pod*,上部形成正常受精花(*Chasmogamous flower*,隐花荚形成一般早于正常花,而 *Soja* 亚属只有正常花。4、两个亚属地理重叠地区(25°N)的 *G. tomentella* 与 *Soja* 亚属诸种,均表现8小时光周期下发育最快,而原产21°S的 *G. tomentella* 在12小时下发育最快。

关键词 *Glycine* 亚属;光周期反应;闭花受精荚;开花受精花

大豆属(*Glycine*)包括 *Soja* 和 *Glycine* 两个亚属。*Soja* 亚属属东亚非干旱地区温带物种,均一年生, *Glycine* 亚属属热带亚热带物种,为多年生。

栽培大豆(*G. max*)是光周期研究的典型植物,拥有大量研究资料。近十年来,一年生野生种(*G. soja*)的光周期研究取得了重大进展。而 *Glycine* 亚属的光周期分析,迄今只见个别种的报道。

* 国家自然科学基金资助项目。

本文于1992年4月15日收到。

This paper was received on April 15, 1992.

Glycine 亚属具有对病虫害的广谱抗性和对环境的广泛适应性。将其优异基因源导入大豆育种具有重要的潜在意义。我们做了原产澳大利亚 *Glycine* 亚属 10 个种在 7 种光周期下的分析,并且与原产我国福建省 25°N 的多年生种 *G. tomentella* (以下简称 TOM)和 *Soja* 亚属的一年生种 *G. soja*, 和 *G. gracilis*, *G. max* 进行了比较分析。

材 料 与 方 法

材料见表 1 和表 3。原产澳大利亚的多年生种由澳大利亚 CSIRO 的 Brown 博士提供。原产我国 25°N 的 TOM 种由中国农科院李福山先生提供。原产 25°N 的 *Soja* 亚属三个种由本室提供。

试验在吉林省公主岭(43°31'N,124°38'E,203M)进行。盆栽。每种材料 6 株:五月份在当地大豆正常播期播种,光周期分别为 8、12、13、13.5、14、14.5、15 小时,暗期移入暗室,光期利用自然光,不足的,每平方米用 200 瓦白炽灯补足。试验期 125 天。

调查了出苗期,上部开花受精花(Chasmogamous flower、以下简称正常花)的开花始期(见第一朵花)及其节位、结荚始期(见第一个荚,荚长 0.3cm),植株基部闭花受精荚(Cleistogamous pod 简称隐花荚)的结荚始期(荚长 0.3cm)及其节位(子叶节为第一节,真叶节为第二节,第一复叶节为第 3 节等),以及成熟始期(第一个荚成熟)。计算出苗到正常花始期的天数(FD)和出苗到隐花始荚出现的天数(PD)。调查性状以半数以上植株达到为准。

结 果

一、*Glycine* 亚属的生殖发育和原产澳大利亚诸种间的光周期反应

(一)、*Glycine* 亚属诸种的开花结荚特点:*Glycine* 亚属与 *Soja* 亚属不同。在我们的试验条件下绝大多数种植株上部开正常花,植株基部出现隐花荚,即不见花而即见荚。有的种,如 *G. clandestina* (CLA)则只有隐花荚而未见正常花。只有 *G. falcata* (FAL)则只有正常花而未见隐花荚。

另一个值得注意点是,隐花荚的出现往往早于正常花开花的时期,提早的时间各个种不同,有的很接近,多的可提前二十多天。(表 1)

我们把隐花荚或正常花的出现看作植株进入生殖发育的标志,实际上正常花的出现到结荚一般还需 3 天以上,因此以隐花荚的出现与正常花的出现同样看作进入生殖发育期是不贴切的,只是为了简便起见,暂时这样划分。当同一植株出现隐花荚和正常花时以早出现者为准计算进入生殖发育的时间。

(二)、光周期对种间进入生殖发育期的影响

从表 1 看:

表 1 不同光周期下原产澳大利亚 *Glycine* 亚属种间的 FD 和 PD 值
Table 1 Days from emergence to first chasmogamous flower (FD) and to first cleistogamous pod (PD) of different Australian perennial species under various photoperiods

种 名 Species	染色体组型 Genome	原编号 Acce. No.	原产地 Origin	8hr		12hr		13hr		13.5hr		14hr		14.5hr		15hr	
				FD	PD	FD	PD	FD	PD	FD	PD	FD	PD	FD	PD	FD	PD
<i>G. tomentella</i> (TOM) (2n=80)	AADD	G1146	QLD	57	52	41	<u>40</u>	50	49	54	50	53	48	58	51	68	60
<i>G. tomentella</i> (TOM) (2n=40)	DD	G1300	QLD	59	51	51	56	<u>46</u>	49	51	52	51	46	63	46	68	59
<i>G. tabacina</i> (TAB) (2n=40)	B ₂ B ₂	G1138	NSW	74	74	<u>44</u>	49	44	45	50	54	47	45	47	×	63	×
<i>G. tabacina</i> (TAB) (2n=80)	AAB ₂ B ₂	G1314	NSW	80	59	58	47	60	46	45	<u>41</u>	47	41	49	47	54	47
<i>G. latifolia</i> (LAT)	B ₁ B ₁	G1233	NSW	65	58	43	<u>36</u>	45	45	43	38	41	39	43	43	45	45
<i>G. cyrtoloba</i> (CYR)	CC	G1185	QLD	-	-	<u>52</u>	×	64	×	89	×	87	×	117	×	-	-
<i>G. falcata</i> (FAL)	FF	G2086	QLD	56	×	44	×	<u>43</u>	×	43	×	50	×	59	×	66	×
<i>G. microphylla</i> (MIC)	BB	G1143	NSW	×	×	×	51	62	<u>48</u>	65	52	63	51	63	49	68	65
<i>G. clandestina</i> (CLA)	A ₁ A ₁	G1001	ACT	×	×	×	×	×	<u>59</u>	×	63	×	64	×	-	×	70
<i>G. canescens</i> (CAN)	AA	G1270	VIC	×	70	65	48	66	52	69	<u>45</u>	68	47	66	49	66	51
<i>G. curvata</i> (CUR)	-	G1396	QLD	-	-	×	×	119	×	×	60	×	61	×	<u>58</u>	×	58
<i>G. argyrea</i> (ARG)	A ₂ A ₂	G1420	NSW	×	×	69	68	65	60	64	55	69	57	76	55	77	<u>54</u>

* FD: 出苗到开第一朵正常花的天数 PD: 出苗到见第一个隐花荚的天数 ** QLD 澳大利亚昆士兰
NSW 南威尔斯 ACT 首都区 VIC 维多利亚

× 试验结束时未见花荚 × No. flower or pod was observed prior to termination of experiment

1、以 FD 或 PD 最小值为准区分光周期反应,种间有明显差别。12 小时下最小值的有 TOM(2n=80),TAB(2n=40),LAT 和 CYR 四份;13 小时的有 TOM(2n=40)、FAL、MIC、CLA 四份;13.5 小时的有 TAB(2n=80)和 CAN 二份;14.5 小时的有 CUR 一份;15 小时的有 ARG 一份。可见,多数(三分之二)在 12—13 小时光周期下发育最快。

2、同样以 FD 或 PD 最小值为准,区分周期反应,不同染色体组型间有趋势性差别:CC 型(CYR)在 12 小时光周期下发育最快;BB 型(B₁B₁ LAT,B₂B₂ TAB(2n=40),BB MIC)在 12

-13 小时下发育快;DD 型(TOM $2n=40$)和 FF 型(FAL)在 13 小时下发育快;AA 型(A_1A_1 CLA, AA CAN, A_2A_2 ARG)在 13 小时及以上发育快。对短日照的敏感程度大体为:CC 型>BB 型>DD、FF 型>AA 型。在四倍体中,AADD 型 TOM($2n=80$)在 12 小时下发育最快,AAB $_2$ B $_2$ 型 TAB($2n=80$)在 13.5 小时下发育最快。

3、比较分析从出苗到成熟始期(第一个荚成熟)的天数,所有多年生种材料从出苗到隐花荚成熟始的天数均小于出苗到正常花荚的成熟始期。

另外,我们计算了种间从出苗到进入生殖发育期的天数,即不论在什么光周期下,以 FD 或 PD 最小值的大小来区分发育类型;最早的有 LAT(36 天),TOM($2n=80,40$ 天);中间的有 TAB($2n=80,41$ 天)、FAL(43 天)、TAB($2n=40,44$ 天)、CAN(45 天);较晚的有 TOM($2n=40,46$ 天)、MIC(48 天);晚的有 CYR(52 天)、ARG(54 天)、CUR(58 天)、CLA(59 天)。从出苗到进入生殖发育,多数在 40 天以上。

(三)、光周期对种间花荚着生节位的影响:

表 2 表明:

表 2 不同光周期下原产澳大利亚 *Glycine* 亚属种间的开花始节位(FN)和隐花荚始节位(PN)

Table 2 Node position of first chasmogamic flower (FN) and first cleistogamous pod (PN) of different Australian perennial *Glycine* species under various photoperiods

种 名 (Species)	8hr		12hr		13hr		13.5hr		14hr		14.5hr		15hr	
	FN	PN	FN	PN	FN	PN	FN	PN	FN	PN	FN	PN	FN	PN
TOM ($2n=80$)	6	3	2	2	4	2	6	3	5	3	8	3	10	5
TOM ($2n=40$)	4	3	4	2	4	4	6	5	5	4	4	4	7	5
TAB ($2n=40$)	19	5	4	4	4	3	4	4	3	2	3	×	5	×
TAB ($2n=80$)	10	5	5	2	6	3	5	2	5	3	5	3	5	3
LAT	16	2	7	1	5	3	5	2	5	3	5	3	6	3
CYR	-	-	6	×	4	×	4	×	15	×	2	×	-	-
FAL	4	×	4	×	2	×	3	×	3	×	4	×	4	×
MIC	×	×	×	4	13	3	7	3	8	4	12	5	9	4
CLA	×	×	×	×	×	8	×	6	×	5	-	-	×	5
CAN	×	5	13	6	14	6	14	4	13	4	15	7	13	6
CUR	-	-	×	×	2	×	×	5	×	5	×	6	×	5
ARG	×	×	5	1	4	1	6	3	6	5	7	7	4	×

FN, 由下向上, 开第一朵正常花的节位 PN, 由下向上, 结第一个隐花荚的节位

- 1、隐花始荚着生节位较低, 由下向上, 一般小于第 4 节, 最高的达到第 7 节(CAN、ARG)
- 2、正常花开花节位较高, 一般大于 4 节, 高的达到 16 节(LAT)以至 19 节(TAB $2n=40$)。FAL 和 CYR 无隐花荚, 开花始节位最低的为第二节。
- 3、同时出现有隐花荚和正常花的材料, 正常花均在上, 隐花荚均在下。
- 4、各个种正常花始花和隐花荚始荚的节位与光周期之间无规律性的关系。

二、原产 25°N 亚属间光周期反应的比较

从表 3 看:

1、原产 25°N *Soja* 亚属诸种(染色体组型均为 GG),在 8 小时短日下 FD 值最小为 31 天,且 FD 值均随光周期的延长而增大,表现明显的短日性。而延长的程度为 *G. soja* > *G. gracilis* > *G. max*,也即随着进化而削弱短日性。这与过去的研究结果一致。

表 3 原产 25°N 各个种在不同光周期下的 FD 和 PD 值

Table 3 The FD and PD value of three annual and one perennial *Glycine* species originating from 25°N under various photoperiods

种 名 Species	染色体 组型 Genome	原产地纬度 Origin(latitude)	8hr		12hr		13hr		13.5hr		14hr		14.5hr		15hr	
			FD	PD	FD	PD	FD	PD	FD	PD	FD	PD	FD	PD	FD	PD
<i>G. max</i>	GG	25°N	31	-	32	-	40	-	45	-	57	-	71	-	82	-
<i>G. gracilis</i>	GG	25°N	31	-	36	-	56	-	66	-	109	-	122	-	X	-
<i>G. soja</i>	GG	25°N	31	-	38	-	60	-	90	-	100	-	X	-	X	-
<i>G. tomentella</i>	-	25°N	X	39	40	41	39	40	50	47	70	51	113	95	X	X

X 试验结束时未到花荚期
X: No flower or pod was observed prior to termination of experiment

2、原产 25°N 的 *Glycine* 亚属 TOM 种,在 8 小时光周期下 PD 值最小,且随着光周期的延长 PD 或 FD 值随之有所增加,但其增加幅度与 *G. soja* 比较有很大的差别。以 8 小时下的 FD 值为 100%,*G. soja* 在 12、13、13.5、14、14.5 小时下的增长百分率分别为 11%、81%、113%、252%、与 294%,而 TOM PD 值的增长率分别为 5%、3%、21%、31%、与 206%,显示了多年生种与一年生野生种的区别,即多年生种对光周期的适应性比一年生种广。

三、原产北纬 25°N 与南纬 21°S 多年生种 TOM 光周期反应的比较

从表 1.3 看:

原产北纬 25°N 的 TOM 在 8 小时光周期下 PD 值(39 天)最小,南纬 21°S 的在 12 小时光周期下 PD(41 天)最小。在 15 小时光周期下,北纬的不能进入生殖发育,而南纬的开正常花(FD 值 68 天)且有隐花荚(PD 值 59 天)。表现了原产南纬的 TOM 对光周期的适应性远比原产北纬的为广。

讨 论

一、*Glycine* 亚属野生大豆的发育特点

Glycine 亚属和 *Soja* 亚属比较,在发育上有以下特点:第一, *Glycine* 亚属在植株上部正常开花以外,多数种在植株下部不见花而直接出现隐花荚。有的种,如 CLA 在我们的 7 种光周期条件下没有出现正常花而只形成隐花荚。第二, *Glycine* 亚属种间对光周期反应有很大差别。*Soja* 亚属诸种均在 8 小时短日照下发育最快,而 *Glycine* 亚属种间发育最快的光周期,分别为 8、12、13、13.5、14.5、15 小时。第三,供试的 *Glycine* 亚属诸种在 12—14.5 小时光周期下 PD 值的变异范围为 38—68 天,而一年生种 *G. Soja* 为 38—122 天。

以上特点均说明 *Glycine* 亚属进入生殖发育对环境条件的适应性比 *Soja* 亚属为广。

这可能是因为 *Soja* 亚属为一年生东亚温带物种, 春种秋收, 开花期均出现在光周期由长到短(夏至以后), 温湿度较好的条件下。而 *Glycine* 亚属为原产热带亚热带多年生物种, 主要原产于澳大利亚, 条件复杂, 如 CLA 主要分布于南回归线以南的高山林地, CAN 分布于中部广大平原地区, ARG 分布于西北干旱地区。花荚期的光温湿条件差别也大, 因而在光周期反应上表现复杂多样。隐花荚的出现也反映了植株对环境胁迫的适应性的增强。我们在我国福建省北纬 25°N 泉州市观察了原产澳大利亚 *Glycine* 亚属 8 个种连续三年的发育情况, 第一年 4 月下旬播种, 6—9 月进入花荚期, 第二年的花荚期为 2—7 月, 第三年为 3—5 月, 差别很大。可供参考。

为了把 *Glycine* 亚属的优异基因源引入大豆育种, 掌握各个种在我国的生殖发育期具有重要意义。

二、*Glycine* 和 *Soja* 亚属地理重叠地区种间光周期比较研究的意义

Soja 亚属野生种的地理分布为东亚 24—53°N, *Glycine* 亚属的地理分布为东亚北纬 25°左右(个别材料达 30°N)到澳大利亚南纬 43°左右。两个亚属的地理重叠地区在北纬 25°N 左右。这个地区两个亚属物种之间的联系对于探讨 *Glycine* 属系统发育具有重要意义。我们曾报道了这个地区的 TOM 的氨基酸组成与同地区 *Soja* 亚属近似, 还发现两者超氧化物歧化酶的谱型比较接近(待发表)。本试验中, 原产 25°N TOM 的光周期反应与同地区的 *Soja* 亚属又比较接近, 即均在 8 小时下发育最快, 在 15 小时下不能进入生殖发育。而原产澳大利亚(21°S)的 TOM 的光周期反应则表现不同。原产 25°N 的一年生和多年生种在光周期反应上的相似性, 对研究大豆属光照生态特性的形成上很有意义。认为在我国南方 25°N 左右地区, 特别是东南沿海广泛考察搜集 *Glycine* 亚属物种, 并与原产澳大利亚的相应物种和 *Soja* 亚属物种进行多学科的平行比较研究, 对丰富大豆基础生物学有重要意义。

参 考 文 献

- [1] 徐豹等 1987 中国野生大豆 (*G. soja*) 生态类型的研究, 中国农业科学 20(5):29—35
- [2] 徐豹等 1991 大豆生态研究 IV 野生大豆 (*G. soja*) 控光和自然条件下开花临界光周期的研究, 大豆科学 10(2):85—96
- [3] 徐豹等 1990 大豆属 (*Glycine*) 亚属间和种间种子氨基酸组成的比较分析, 大豆科学 9(1):1—8
- [4] Brown, A. H. D. et al., 1987, Designation of a "core" collection of perennial *Glycine*, Soybean Gene. Newsl., 14:59-70
- [5] Hymowitz, T., 1989, Biosystematics of the genus *Glycine*, Soybean Gene. Newsl., 16:97-98
- [6] Kenworthy, W. J. et al., 1989, Variation in flowering response to photoperiod in perennial *Glycine* species, Crop Sci., 29:678-682
- [7] Makie Kokubun et al., 1988, Temperature adaptation of *Glycine* species as expressed by germination, photosynthesis, photosynthate accumulation and growth, Jap. J. Crop Sci., 57:211-219

STUDY ON THE BIOLOGY OF GENUS *Glycine* . I. COMPARATIVE
ANALYSIS OF PHOTOPERIODIC RESPONSE TO FLOWERING OF
THE SPECIES WITHIN GENUS *Glycine* *

Xu Bao Lu Qinhua Xie Xueju Zhuang Bingchang

(*Soybean Institute, Jilin Acad. of Agri. Sci.*)

Gao Quanpu

(*Quanzhou Agri. Res. Institute, Fujian Province*)

Abstract

Sixteen accessions of ten perennial and three annual *Glycine* species were grown under 8, 12, 13, 13.5, 14, 14.5, 15 hr. daylength. It was found that (1) The 8-hr daylength was most conducive to flowering to all annual species *G. max*, *G. gracilis*, *G. soja* and one perennial species *G. tomentella* originating from 25°N in China. (2) The most conducive daylength to the ten perennial species, including *G. argyrea*, *G. canescens*, *G. clandestina*, *G. curvata*, *G. cyrtoloba*, *G. falcata*, *G. latifolia*, *G. microphylla*, *G. tabacina* ($2n=40, 80$) and *G. tomentella* ($2n=40, 80$) originating from Australia varied from 12 hr. to 15 hr. (3) Most of the perennial species had both chasmogamous flower and cleistogamous pod, while all annual species had chasmogamous flower only.

Key words Subgenus *Glycine* ; Photoperiodic response; Chasmogamous flower; Cleistogamous pod

* The Project supported by NNSF of China