

光温条件对大豆器官建成及生长的影响*

朱之垠

(黑龙江省农业科学院育种研究所)

摘 要

大豆在开花前对温度、日照时数和光质的反应并非始终同一。器官建成的时期Ⅱ是光周期敏感期,最适光周期为8小时日照。红光有阻碍发育的作用。在时期Ⅴ大豆对温度的要求提高了,对光照条件的要求改变了。最适光周期为12小时日照。在8小时日照条件下,红光对时期Ⅴ有促进作用。运用生物学鉴定的方法,有助于研究作物对环境条件的适应性。

大豆对光照条件的反应十分敏感,成为研究光周期现象的极好材料(1、2、3、6)。但以往的研究多把开花(或现蕾)作为完成光周期的指标。对大豆器官建成的研究(4)表明,出苗到开花(或现蕾)包含着几个不同的器官建成时期。因此,大豆在开花或现蕾前对光照以及其它生态条件的需求是否始终同一很值得研究。同时,生态条件不仅限于日照时数和温度等,也包含了阳光中光谱成分的变化。它是随地理纬度,海拔与季节而变化的。在一日之中,早、晚光中以波长较长的红光为主;中午的阳光中短光波的蓝光成份明显增加。在高纬度地区光质的这种变化尤为明显。因此光质也是不可忽视的生态因素。不同光质对植物光合作用,生长、发育和器官建成的影响已有不少研究(7、8、9、10),但大豆与光质的关系研究甚少。本文于1958—1960年在莫斯科以中国和苏联大豆品种为材料,对日照时数、光质与温度等因素对大豆器官建成及生长的影响,进行了实验研究。

一、日照时数对器官建成的影响

不同生态型大豆器官建成的特点表明,大豆的熟期与器官建成的时期Ⅱ关系密切。因而我们预期,大豆对光周期反应最敏感时期可能是时期Ⅱ。我们以北京地区的通县小

* 本工作是在Φ、М·库别尔曼教授指导下,在苏联莫斯科大学生物土壤系完成的,因经常接到大豆科学工作者来函索要有关大豆器官形态建成的资料,特在此刊发表。

黄豆和通县大黄豆为试材，在人工气候箱内进行了不同日照时数的系列实验。结果表明（表1）：时期Ⅱ和它以后的各时期对缩短日照时数的反应具有不同的性质。通过时期Ⅱ

表 1 不同光周期条件下大豆器官建成的速度（天）

日照时数 (小时)	通 县 小 黄 豆					通 县 大 黄 豆				
	I	Ⅱ—Ⅳ	V	Ⅵ	Ⅶ—Ⅷ	I	Ⅱ—Ⅳ	V	Ⅵ	Ⅶ—Ⅷ
8	5	7	18	5	5	12	5	16	5	9
12	11	3	8	5	7	15	5	10	5	5
14	16	3	10	3	5	23	3	18	5	6
18	56	3	12	—	—	58	>13	—	—	—
24	60	—	—	—	—	>62	—	—	—	—

的速度随日照时数的缩短而加快。如通县小黄豆在8小时日照处理中时期Ⅱ为5天，12小时为11天，18小时为56天，比8小时处理中延长了10倍；通县大黄豆8小时处理中为12天，12小时为15天，18小时为58天，比8小时处理中延长近4倍。时期Ⅶ以后大豆对光周期变化的反应很小。时期Ⅲ—Ⅳ只是在日照时数特短（如通县小黄豆）和特长（如通县大黄豆）时受到明显的阻碍。时期Ⅴ虽对光周期变化仍有反应，但与时期Ⅱ相比，有重大区别。时期Ⅱ的最适光周期是8小时日照，而时期Ⅴ为12小时日照。当日照由12小时延长至18小时，通县小黄豆和通县大黄豆时期Ⅱ分别延迟43和45天，通县小黄豆时期Ⅴ只延迟4天，看来在时期Ⅴ大豆对光周期的敏感性减弱了。由此可见，在开花前，大豆对光周期的反应不是同一的，因器官建成的不同时期而异。对光周期反应最敏感的时期是器官建成的第Ⅱ时期。

二 温度对器官建成时期的影响

通过器官建成各时期需要综合的环境条件。我们进一步研究了在适宜的生长温度范围内，温度条件对器官建成各时期的影响。试验在莫斯科自然日照条件下，在温室（25.4℃）和盆栽场（21℃）同时播种。结果表明（表2），高温对通过时期Ⅱ有促进作用。品种的熟期愈晚，高温的促进作用愈显著。25.4℃与21℃的温度之差对促进时期Ⅱ的效应，极早熟类型为1~1.5天，早熟类型为2~2.5天，中熟类型为3~3.5天。有意思的是，晚熟材料公主岭小油豆时期Ⅱ的温度效应为2.5天，与中熟类型相仿。原来该材料被归入晚熟类型，主要因它的第Ⅴ至Ⅶ时期延续较长，按其时期Ⅱ的特点与中熟类型相仿⁽³⁾。它的温度效应与时期Ⅱ的特点表现一致。

由表2还可看到，温度对时期Ⅴ的效应与时期Ⅱ有明显的区别。在不同熟期类型中，均存在一些在时期Ⅴ对温度变化不太敏感的材料（如紫花一号和维尔4923等），和一些比较敏感的材料（如少先队员和公主岭小油豆等）。在本试验中高温对时期Ⅴ的促进效应，极早熟类型为1~1.5天，早熟类型为-0.5~4天，中熟类型为0~2.5天，晚熟类型为6天。对比一下温度对时期Ⅱ和时期Ⅴ的促进效应，考虑到时期Ⅴ延续的时

间普遍比时期Ⅱ短，说明时期Ⅴ对温度的反应比时期Ⅱ增强了。从而再次表明，时期Ⅱ

表 2 温度对不同生态型大豆器官建成速度的影响 (天)

生态型	品 种	温度(℃)	通过器官建成各时期速度				
			Ⅰ	Ⅱ—Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ	Ⅶ—Ⅷ
极早熟	良赞一号	25.4	11	4	7.5	2.5	6
		21	12	4	9	4	8
		差	1	0	1.5	1.5	2
	季米里亚捷夫一号	25.4	12.5	3.5	7	3	7
		21	14	3.5	8	4.5	7.5
		差	1.5	0	1	1.5	0.5
早熟	少先队员	25.4	15.5	3.5	5	2.5	7
		21	18	3.5	9	2.5	8
		差	2.5	0	4	0	1
	克鲁希良 9/3	25.4	15.5	4.5	11	2.5	5
		21	17.5	4	10.5	2.5	7
		差	2.0	-0.5	-0.5	0	2
中熟	紫花一号	25.4	21	3	9.5	2.5	6
		21	27.5	3	9.5	3.5	8
		差	6.5	0	0	1	2
	紫花四号	25.4	28	15	5	2	—
		21	31	15	7.5	4.5	—
		差	3	0	2.5	2.5	—
	维尔4923	25.4	31	2.5	13	3.5	9
		21	34.5	1.5	13	2.5	8
		差	3.5	-1	0	-1	-1
晚熟	公主岭小油豆	25.4	27	4	8	6	5.5
		21	29.5	7	14	6	9
		差	2.5	3	6	0	3.5

和时期Ⅴ对环境条件的需求是不同的。在适宜的温度范围内，时期Ⅱ对光周期的反应更敏感，尽管温度对它有一定的影响；时期Ⅴ对温度的要求提高了，尽管相对较短的日照对它仍然是适宜的。

三、在器官建成不同时期短日照处理的效应

在马依库泊大田条件下，出苗后对二份供试材料隔日进行生物学检定。按器官建成各时期延续的时间分别给予不同天数的 9 小时短日照处理。从表 3 可以看到，在时期Ⅱ 9 小时短日照处理有明显的促进作用。给沿海 529 以 7 或 8 天的短日照处理，使该时期缩短 3 或 8 天。出苗后立即给予 8 天处理 (Ⅱa) 比出苗 8 天后给予 7 天处理的效果更明

显。良赞 1 号在自然条件下时期Ⅱ十分短暂，只有 5 天。说明它对光周期的反应不敏感，能在较长的自然日照条件下通过时期Ⅱ，在时期Ⅱ它对短日照处理没有反应。该材料时期Ⅱ甚至比对照延迟 1 至 2 天。这也许与该品种的生物学纯度有关。

表 3 在器官建成不同时期 9 小时日照处理的效应

		器官建成各时期延续时间(天)								
处理时期	处理时间(天)	I	II-IV	V	VI	VII	VIII-IX	X	XI	总数
良 赞 1 号										
对照	0	5	3—4	6—7	6	8	5	7	34	75
I	5	6—7	2	5—6	7—8	6—7	6	4	38	76
V	8			8	4	6	6	4	38	74.5
VI	4				5	7	4	4	31	67
VII	7					8	3	7	28	67
VIII-IX	7						6	6	33	74
X	5							6	33	74
XI	8								34	75
沿 海 529										
对照	0	18	3	9	4	9	13	9		65
Ia	8	10	3—4	6	4	8	18	10		59.5
Ib	7	15	4	7	5	5	18	6		60
II-IV	2		3	8	4	7	8	8		61
V	11			10	4	7	8	11		61
VI-VII	10				4	8	3	10		60
VIII-IX	13						8	11		62
X	11							9		65
XI	25									65

表 3 还表明，短日照处理器官建成的其它各时期，对该处理时期并无明显的影响，仅对处理后的器官建成时期产生某些后效应。这一结果也表明时期Ⅱ与它以后的器官建成各时期对光周期的反应具有不同的性质，只有时期Ⅱ是光周期的敏感时期。

四、不同光质条件下，大豆的光周期效应与生长特点

采用白、红、兰、绿四种单色荧光灯，在人工气候箱内进行不同光周期的系列实验。试验温度在 26~29℃ 范围内（绿光箱内有时达到 30~31℃）。每次试验中不同光质处理间的温差不超过 1℃，唯绿光稍高，温差达 2℃。实验结束时测定了株高，叶面积，干物质积累等生长指标。

1. 不同光质条件下的生长特点

在不同光质条件下，豆株呈现完全不同的形体特征（版图 1，2），以 12 小时日照条件下最为典型。白光下生长的豆株形态比较正常。红光下的豆株有较强的生长优

势：形成较大的叶片，株高最高，积累干物质最多，但茎和叶略有徒长（节间较长，叶色稍浅，叶片较薄）。蓝光下生长的豆株形态适与红光相反，株高最矮，节间粗短，叶片厚，叶色深。绿光下豆株生长最弱，形成较小的叶片，较少的叶层，叶色浅，茎细，干物质积累最少（表6、7、8），明显徒长。就叶片与茎和叶柄干物重的比例来看，白光与红光处理中约各占50%，绿光处理中叶片干重小于50%，而蓝光中则大于50%。不同光质对生长的这种差异性，随日照时数的变化得到加强或削弱。若以白光下豆株的生长指标为100%，通县小黄豆在红光中的株高，12小

表 6 不同光照条件下生长的大豆株高变化 (%) (以白光下为100%)

日照时数 (小时)	通 县 小 黄 豆				通 县 大 黄 豆			
	白光	红光	蓝光	绿光	白光	红光	蓝光	绿光
8	100	237	55	112	100	338	86	149
12	100	105	66	109	100	143	79	83
14	100	204	70	125	100	147	52	94
16	100	150	68	126	100	148	55	112
18	100	125	53	115	100	159	64	135
20	100	145	63	112	100	157	67	134
24	100	155	91	151	100	154	89	129

表 7 不同光照条件下生长的大豆叶面积变化 (%) * (以白光下为100%)

日照时数 (小时)	通 县 小 黄 豆				通 县 大 黄 豆			
	白光	红光	蓝光	绿光	白光	红光	蓝光	绿光
8	100	184.4	45.3	33.5	100	312.0	137.4	49.4
12	100	93.7	134.2	50.2	100	107.0	90.3	50.0
16	100	120.3	104.2	54.3	100	121.1	118.3	60.7
18	100	98.5	106.7	63.2	100	94.0	106.4	58.1
24	100	119.2	124.6	101.1	100	81.8	168.3	55.8

* 对少数早衰枯落叶层的缺失未予补正

表 8 不同光照条件下生长的大豆植株干物质积累变化 (%) * (以白光下为100)

日照时数 (小时)	通 县 小 黄 豆				通 县 大 黄 豆			
	白光	红光	蓝光	绿光	白光	红光	蓝光	绿光
8	100	165.9	93.4	42.2	100	179.9	157.9	43.9
12	100	82.5	106.6	44.4	100	104.0	85.6	50.7
16	100	151.4	107.9	48.4	100	163.7	122.7	47.1
18	100	119.8	111.4	61.4	100	102.8	107.2	52.0
24	100	84.0	126.0	50.4	100	90.7	155.4	36.9

* 对少数早衰枯落叶层的缺失未予补正

时日照时为白光的105%，8小时日照时为白光的237%。通县大黄豆在12小时日照处理中为143%，8小时日照处理中株高增至338%。尽管8小时日照处理中，

红光下豆株的发育比白光中明显落后,红光的生长优势却更为显著。干物质积累和叶面积的变化规律与株高相仿。绿光中较弱的生长效应在8小时日照条件中更为突出。如通县小黄豆和通县大黄豆的叶面积,由12小时日照处理中的44.4%和50.7%,进一步降至42.2%和43.9%。株高却由12小时日照处理中的109%和83%增至112%和149%。这说明徒长更严重了,同时有个别植株在试验过程中发生夭亡。蓝光在任何光周期处理中株高都是最矮的,但在24小时日照处理中,株高趋向与白光处理接近。通县小黄豆和大黄豆株高分别为白光处理的91%和89%。叶面积和干物质积累的优势明显增强。这可能与蓝光下植株的发育比白光下快有关。

2. 光质对器官建成的影响

实验结果使我们注意到,时期Ⅱ延续的时间首先取决于它们的光周期长短。不论何种光质,在长日照条件下时期Ⅱ均比短日照条件下延长。再者,不同光质的最适光周期互有差别。白光和蓝光的最适光周期为8小时日照,而红光和绿光为12小时日照(表9)。在最适光周期条件下,时期Ⅱ持续时间最短。在12小时光周期条件下,时期Ⅱ的

表9 不同日照时数的光质对大豆器官建成时期的影响(天)

日照时数	品种 时期 光质	通 县 小 黄 豆					通 县 大 黄 豆				
		Ⅰ	Ⅱ-Ⅳ	V	Ⅵ	Ⅶ-Ⅷ	Ⅰ	Ⅱ-Ⅳ	V	Ⅵ	Ⅶ-Ⅷ
8小时	白光	5	7	13	5	5	12	5	16	5	8
	红光	12	8	10	5	10	23	5	7	10	—
	蓝光	5	6	17	4	10	11	4	19	5	8
	绿光	10	22	20	5	10	30	11	15	5	—
12小时	白光	11	2	8	5	7	15	5	10	5	5
	红光	11	2	11	7	4	17	3	10	6	5
	蓝光	11	4	12	4	7	15	6	17	3	10
	绿光	10	3	15	7	5	15	10	15	5	5
14小时	白光	15	4	10	3	5	23	3	18	5	—
	红光	30	6	22	—	—	25	12	17	—	—
	蓝光	17	3	10	5	7	22	5	13	3	—
	绿光	17	7	13	—	—	23	4	13	5	—
18小时	白光	50	4	—	—	—	53	>13	—	—	—
	红光	63	—	—	—	—	70	—	—	—	—
	蓝光	42	12	>14	—	—	43	19	—	—	—
	绿光	56	4	—	—	—	57	9	—	—	—
24小时	白光	60	—	—	—	—	>62	—	—	—	—
	红光	>62	—	—	—	—	>62	—	—	—	—
	蓝光	51	—	—	—	—	57	—	—	—	—
	绿光	53	—	—	—	—	>62	—	—	—	—

延续时间在不同光质处理间几乎没有什么差异,但在极短和长日照条件下,不同光质处

理间的差异明显了。在 8 小时日照条件下，尽管红光的生长优势更显著，时期Ⅱ却比白光中延迟了 2 至 3 倍，呈现明显的阻碍作用。在 14 小时以上光周期处理中，仍然表现较明显的阻碍作用。蓝光对时期Ⅱ的效应比较接近白光。在这两种光质处理中，时期Ⅱ均随光周期的延长而延迟，但在 18 小时以上光周期条件下，蓝光对时期Ⅱ的延迟作用比白光弱得多，其作用适与红光相反。在 8 小时日照的绿光条件下，时期Ⅱ比白光条件下延迟了，如前面已提到，有个别植株夭亡。绿光的延迟作用也可能与它生长太弱有关。在 12 小时以上的光周期条件下，绿光和白光的效应是一致的。总之，光质对时期Ⅱ的效应首先取决于它们的光周期情况，在相同日照时数条件下，不同光质的光周期效应各异，一般说来红光有阻碍作用，蓝光的长光照效应最弱，或简单称有相对促进作用。

不同光质对时期Ⅴ的效应完全是另一种情况。以最适光周期而论，红光为 8 小时，蓝光为 14 小时，白光为 12 小时，绿光约为 14 小时。与时期Ⅱ最适光周期相比，白光和绿光增加了 4 小时，蓝光增加了 8 小时，红光缩短了 4 小时。8 小时红光对时期Ⅴ有明显的有利作用，它在时期Ⅱ表现的那种阻碍作用消失了。8 和 12 小时中蓝光对时期Ⅴ有阻碍作用，它在时期Ⅱ表现的那种与白光“同效”作用消失了。最适光周期的变化和光质的光周期效应的变化也表明时期Ⅱ和时期Ⅴ对光照条件的需求不是同一的。

结 语

根据大豆在开花前对光周期，光质和温度等条件的不同反应，认为从出苗到开花（或现蕾）大豆对环境条件的要求是不同的。器官建成的时期Ⅱ是光周期最敏感时期，最适光周期为 8 小时日照，尽管高温对它有一定的促进作用。时期Ⅴ对温度的要求提高了，但也存在一些对温度不太敏感的材料。作为一种短日照作物，大豆在时期Ⅴ仍然需要较短的日照，但对日照条件的要求比最敏感期降低了，它的适宜光周期为 12 小时日照。

光质对器官建成的效应依它的光周期而变化，它们具有长日照比短日照延迟器官建成的相同作用。但在同一光周期情况下，各种光质对器官建成的效应是互异的。如在时期Ⅱ，一般说来，红光在任何光周期中比白光均表现有阻碍作用，蓝光的长日照效应比白光弱，换言之，在长日照条件下，蓝光比白光有促进发育的作用。蓝光在短日照条件下与白光有“同效”作用。此外，一种光质的效应又随器官建成的不同时期而变化。如在时期Ⅴ，8 小时红光是最有利的。红光在时期Ⅱ的那种阻碍作用消失了。在时期Ⅱ蓝光在短日照条件下与白光的“同效”作用在时期Ⅴ也消失了。

大豆的上述生物学特点，只有运用“生物学检定”的方法才可能揭示。在育种工作中，对光、温等不敏感的材料往往具有较广泛的适应性。用“生物学检定”的方法研究作物对光、温等不同生态条件的反应将有助于揭示适应性这一重要性状的内容，从而在育种工作中更有效地解决品种的适应性问题（见图版Ⅴ、Ⅵ）。

参 考 文 献

- [1] 王金陵: 1956, 中国南北地区大豆光照生态类型的分析. 农业学报 7(2).
- [2] 刘桂云, 刘日新: 1960, 大豆结实器官的发育与光照阶段长度的关系, 植物生理学通讯, 1960年第1期.
- [3] 朱之垠: 1983, 大豆器官的形态建成, 大豆科学2(1).
- [4] 朱之垠: 1961, Влияние качества света на рост и развитие сои различных экотипов. Тезисы докладов "совещания по морфогенезу растения", т. 1.
- [5] 邵启全: 1958, Реакция на длину дня сои из различных провинций Китая. Вестник Ленинградского Университета, серия биологии, вып. 3. №15.
- [6] Разумов В. И.: 1933, Значение качественного состава света в фотопериодической реакции. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, серия 3. №3.
- [7] Мошков. Б. С.: 1950, Значение отдельных участков спектра физиологических областей излучения для роста и развития некоторых растений. Доклады АН СССР, т.11, №1.
- [8] Куперман. Ф.М.: 1959, Органогенез растений в зависимости от спектрального состава и продолжительности действия света. тезисы докладов "совещания по морфогенезу растений" т. 2.
- [9] Шаин С. С.: 1959, Влияние качества и количества солнечного света на развитие растений. Сб. Наследственность и изменчивость растений, животных и микроорганизмов, Т2.

LIGHT AND TEMPERATURE EFFECTS ON MORPHO- GENESIS AND GROWTH OF SOYBEANS

Zhu Zhiyin

(*Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences*)

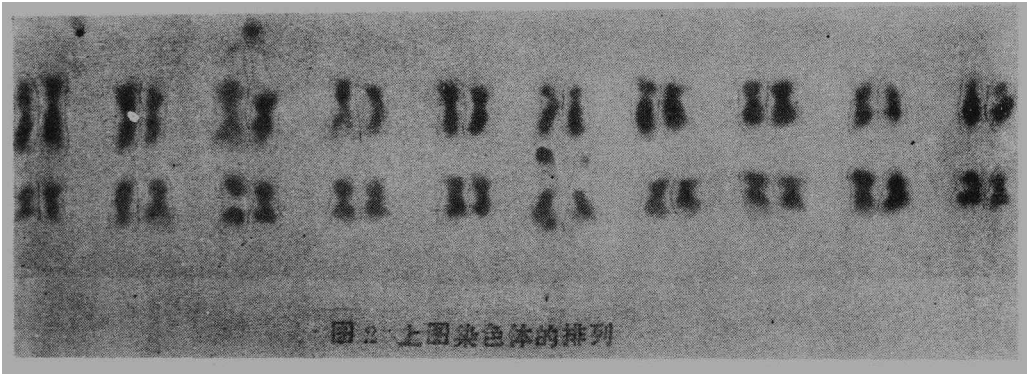
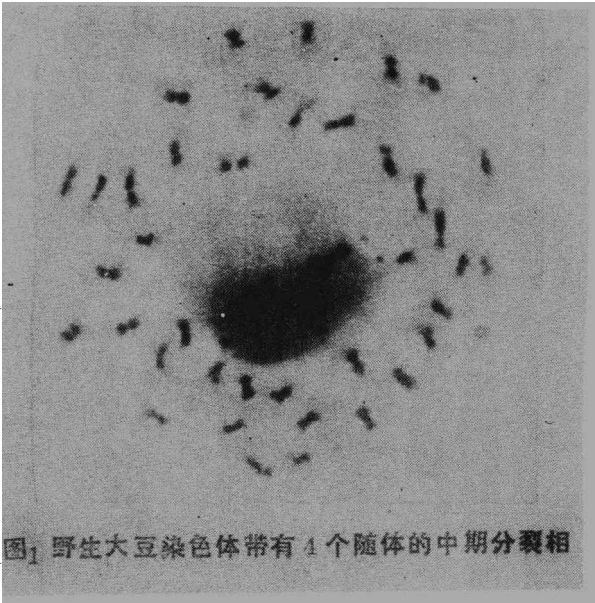
Abstract

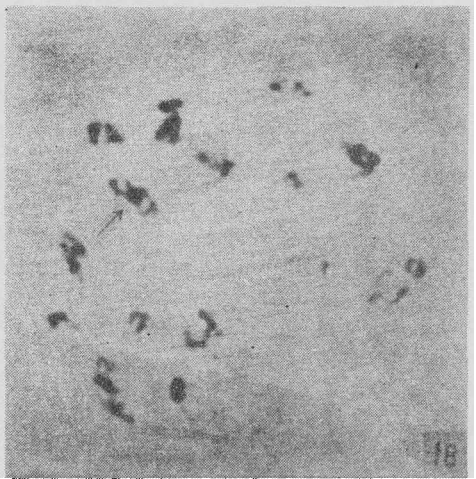
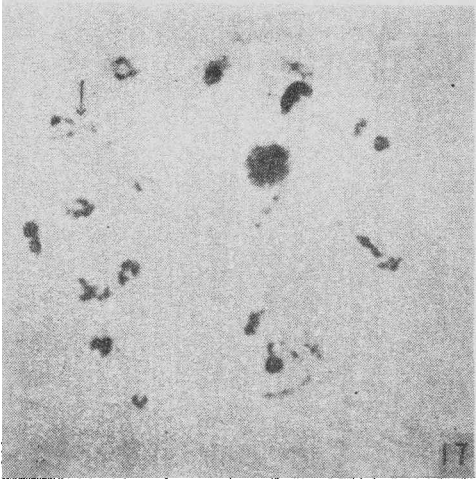
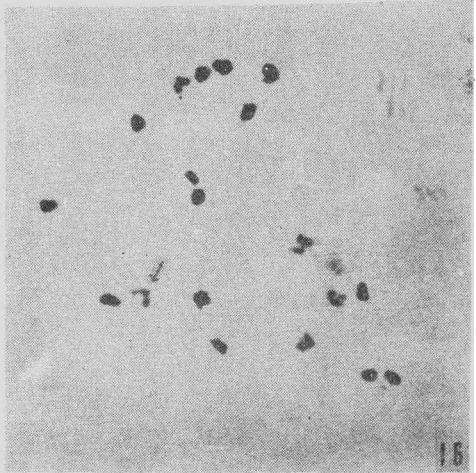
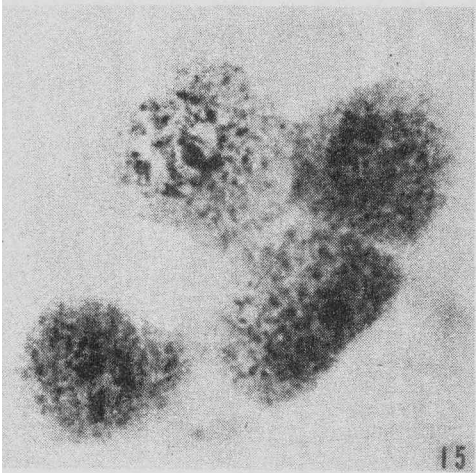
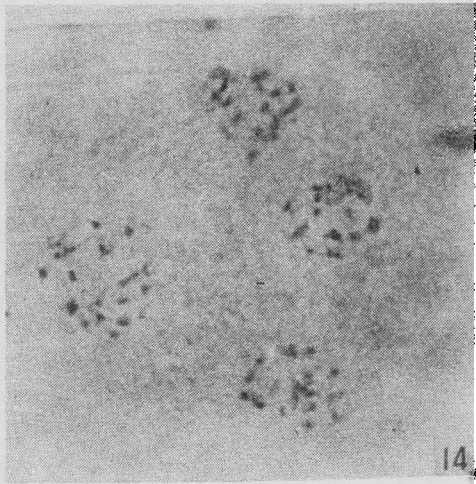
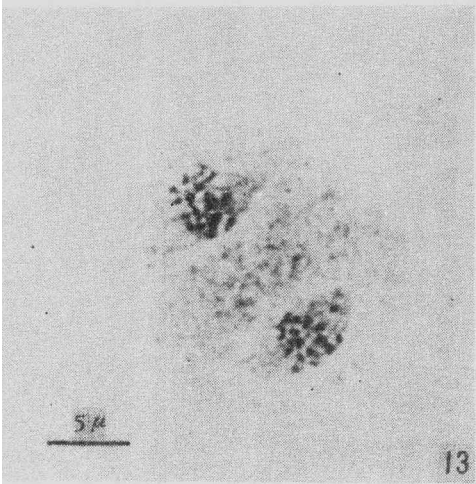
Results in this paper is related on response of soybean to photoperiod, light quality and temperature. From emerging to flowering, response to environmental factors is different. On stage II of soybean morphogenesis is most sensitive to photoperiod, the day length with 8 hours is most suitable condition. Red light wave is effective to hinder morphogenesis. Response of morphogenesis to temperature is more sensitive in stage V, but there are some varieties or lines which are not sensitive to temperature. At this stage soybean still need shorter day length, but sensibility is weaker than the most sensitive stage, the best suitable photoperiod is 12 hour day length.

The effect of light quality on morphogenesis is different as photoperiod changes. In a longer day length condition, morphogenesis is slower than in shorter day length condition. Under same photoperiod, effects of different spectrum on morphogenesis are different. For example, in stage II, red wavelength blocks morphogenesis more significantly than white wavelength in any photoperiod.

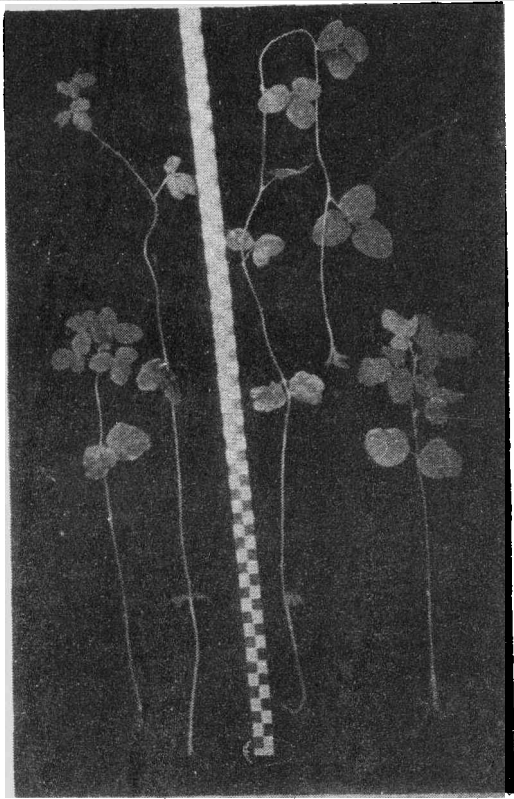
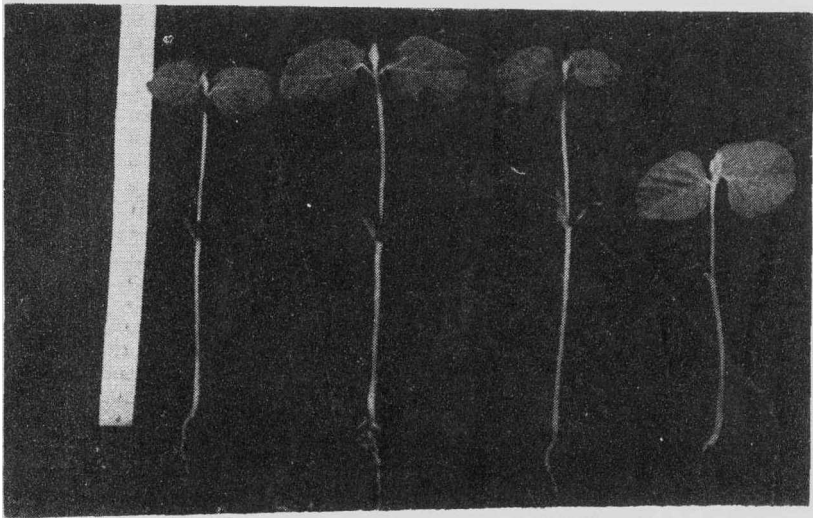
Longer day length effect of blue wavelength is weaker than that of white wavelength, therefore, blue wavelength promote morphogenesis and growth is stronger than white under short day length, there is the "same effect" action between blue and white wavelength. In addition, the effect of any kind of wavelength is changed on different stage of morphogenesis. In stage V, red wavelength with 8 hour length is the most suitable, the blocking effect, which appears in stage II, disappears. In stage V, there is the "same effect" action between blue and white wavelength, as in stage II.

图版 I





图版 V



上图 不同光质条件下生长的大豆幼苗 自左至右 白光、红光、绿光、
下图 8小时光照时数下生长的大豆植株 自左至右 白光、绿光、红光

图版 VI

