

大豆生态研究*

XIV. 复式光温综合作用与野生大豆

栽培大豆开花期生育指标的研究

路琴华 王玉民 谢雪菊

(吉林省农科院大豆所,公主岭 136100)

提 要 根据复式光温综合作用基本原理和野生大豆、栽培大豆叶片感光效应规律,研究代表性纬度大豆在不同光周期、开花期生育指标变化规律。8小时光周期纬度间开花期生育指标差最小,栽培大豆均比同纬度野生大豆晚开花,确定为典型短光。16.5小时光周期纬度间开花期生育指标差最大,栽培大豆均比同纬度野生大豆早开花,确定为典型长光。讨论确定40°N至35°N地带自然光温综合作用是栽培大豆起源的主要依据^[6],讨论确定野生大豆感光效应敏感,栽培大豆对温度适应性强的依据。

关键词 复式光温综合作用;野生大豆;栽培大豆;叶片感光效应;开花期生育指标

野生大豆在原产地自然条件下正常期出苗,生长发育规律与生长期光温变化规律是一致的^[1~3],称单式光温综合作用。大豆异地或控制光照下种植,生长过程中的光温条件与材料原产地自然光温条件同时进行综合作用,结果改变了在原产地固定的生育规律,称复式光温综合作用。野生大豆自然开花临界光周期的研究^[4],自然临界温度的研究^[5],光照长度划分原则^[6],都是复式光温综合作用结果。开花期生育指标指开花节位,出苗到开花天数,开花期叶龄,开花节位到开花期叶龄差,开花期累加叶龄与开花期叶龄差及开花速度。关于复式光温综合作用开花期生育指标的研究,尚未见详细报道。本文根据复式光温综合作用基本原理,叶片不同生长阶段感光效应规律^[7],栽培大豆降温促进发育规律^[8],研究8种光周期下野生大豆、栽培大豆开花期生育指标变化规律。

1 试验方法

1.1 试验部分

采用我国代表性纬度平地型(海拔<400m)野生大豆,栽培大豆各1份。在公主岭(43°32'N,124°42'E,203m)进行盆栽。设8,12,13,13.5,14,14.5,15,16.5小时8种光周,共96个处理。暗期移入暗室。每平方米用200瓦白炽灯补足长光所需补的光照。5月10日播种,5月17~18日出苗,出苗当天进行光照处理。

调查方法及调查标准:每处理调查3株。①第一朵花出现期为开花期。②开花节位指第一朵花在主茎的复叶节位。③开花期叶龄计算方法,复叶发生始到展平分0.2,0.4,0.6,0.8和1.0,达到1.0称一个复叶。

1.2 计算部分

1.2.1 开花期累加叶龄计算方法(见表2):未展开叶生长速度只与当天的气温有关^[8]。根据表1先算出日生长未展开叶,逐日累加未展开叶减1(单叶节)后为当天的累加叶龄。8月24日出现临界温度后停止复叶发生。8月29日气温降一个温度范围停止未展开叶生长^[8]。8月28日的累加叶龄为本试验最大叶龄。2复叶发生始后气温降一个温度范围,降温当天栽培大豆停止未展开叶生长^[8~9]。根据降温次数累加降温当天的未展开叶。

表1 未展开叶生长速度与温度范围

温度范围(°C)	日生长未展开叶
7以下	0
8-12(7.6-12.5)	0.10
13-16(12.6-16.5)	0.20
17-20(16.6-20.5)	0.25
21-23(20.6-23.5)	0.33
24-26(23.6-25.5)	0.40
27-28(25.6-27.9)	0.43
28以上	0.43

表2 生长期逐日累加叶龄和复叶发生始

1991年

日期 (月/日)	出苗后 天数(天)	气温 (°C)	逐日平均 温度(°C)	日生长 未展开叶	逐日累加 叶龄	复叶发生 始期	降 温	
							次 数	累加叶龄
5/17	出苗	17.6	17.60	0.25	0.25	子叶		
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴		
30	14	20.0	18.35	0.25	3.56	2		
31	15	20.2	18.47	0.25	3.83			
6/1	16	19.3	18.53	0.25	4.08			
2	17	23.5	18.82	0.33 ↓	4.41			
3	18	19.2	18.84	0.25	4.66	3	1	0.25
4	19	17.4	18.76	0.25	4.91			
5	20	18.9	18.77	0.25	5.16			
6	21	21.9	18.92	0.33	5.49	4		
7	22	21.8	19.05	0.33	5.82			
8	23	21.8	19.18	0.33	6.15			
9	24	22.3	19.30	0.33	6.48	5		
10	25	23.5	19.47	0.33 ↓	6.81			
11	26	19.3	19.47	0.25	7.06		2	0.50
12	27	17.1	19.37	0.25	7.31			
13	28	19.7	19.39	0.25	7.56	6		
14	29	23.2	19.52	0.33	7.89			
15	30	24.9	19.70	0.40 ↓	8.29			
16	31	18.0	19.64	0.25 ↓	8.54	7	3	0.75
17	32	14.6	19.48	0.20	8.74		4	0.95
18	33	15.1	19.35	0.20	8.94			
19	34	20.0	19.37	0.25	9.19			
20	35	22.2	19.45	0.33 ↓	9.52	8		
21	36	19.2	19.44	0.25	9.77		5	1.20
22	37	18.3	19.41	0.25	10.02			
23	38	17.3	19.36	0.25	10.27			
24	39	21.3	19.41	0.33	10.60	9		
25	40	23.1	19.50	0.33 ↓	10.93			
26	41	20.2	19.52	0.25	11.18		6	1.45
27	42	21.4	19.56	0.33	11.51	10		
28	43	23.1	19.64	0.33	11.84			
29	44	21.6	19.69	0.33 ↓	12.17			
30	45	20.1	19.70	0.25	12.42		7	1.70
7/1	46	21.2	19.73	0.33 ↓	12.75	11		
2	47	20.3	19.74	0.25	13.00		8	1.95
3	48	22.9	19.81	0.33	13.33			
4	49	23.9	19.89	0.40 ↓	13.73	12		
5	50	21.7	19.93	0.33	14.06		9	2.28

续表

日期 (月/日)	出苗后 天数(天)	气温 (°C)	逐日平均 温度(°C)	日生长 未展开叶	逐日累加 叶龄	复叶发生 始期	降 温	
							次	数
6	51	23.3	19.99	0.33	14.39			
7	52	23.7	20.07	0.40 ↓	14.79	13		
8	53	22.3	20.11	0.33	15.12		10	2.61
9	54	22.3	20.15	0.33 ↓	15.45			
10	55	18.7	20.12	0.25	15.70	14	11	2.86
11	56	19.5	20.11	0.25	15.95			
12	57	21.4	20.13	0.33 ↓	16.28			
13	58	20.3	20.14	0.25	16.53	15	12	3.11
14	59	21.7	20.16	0.33	16.86			
15	60	22.6	20.20	0.33	17.19			
16	61	22.8	20.25	0.33	17.52	16		
17	62	23.4	20.30	0.33	17.85			
18	63	25.4	20.38	0.40 ↓	18.25			
19	64	23.0	20.42	0.33	18.58	17	13	3.44
20	65	25.4	20.50	0.40	18.98			
21	66	26.5	20.59	0.43 ↓	19.41			
22	67	23.0	20.62	0.33	19.74	18	14	3.77
23	68	21.9	20.64	0.33	20.17			
24	69	23.2	20.68	0.33	20.40			
25	70	25.6	20.75	0.43 ↓	20.83	19		
26	71	20.6	20.75	0.33 ↓	21.16		15	4.10
27	72	20.3	20.74	0.25	21.41		16	4.35
28	73	22.8	20.77	0.33	21.74	20		
29	74	21.4	20.78	0.33	22.07			
30	75	21.7	20.79	0.33	22.40			
31	76	21.6	20.80	0.33	22.73	21		
8/1	77	24.2	20.84	0.40	23.13			
2	78	25.2	20.90	0.40	23.53	22		
3	79	25.3	20.96	0.40	23.93			
4	80	25.1	21.01	0.40	24.33			
5	81	24.2	21.05	0.40	24.73	23		
6	82	25.4	21.10	0.40	25.13			
7	83	26.2	21.16	0.43	25.56	24		
8	84	25.6	21.21	0.43 ↓	25.99			
9	85	23.3	21.24	0.33	26.32		17	4.68
10	86	24.0	21.27	0.40 ↓	26.72	25		
11	87	23.4	21.30	0.33	27.05		18	
12	88	23.8	21.32	0.40	27.45	26		5.01
13	89	25.4	21.37	0.40	27.85			
14	90	26.6	21.43	0.43	28.28			
15	91	26.7	21.49	0.43	28.71	27		
16	92	26.8	21.54	0.43	29.14			
17	93	26.1	21.59	0.43 ↓	29.57	28		
18	94	25.4	21.63	0.40	29.97		19	5.41
19	95	24.5	21.66	0.40	30.37			
20	96	25.3	21.70	0.40	30.77	29		
21	97	25.3	21.74	0.40	31.17			
22	98	24.5	21.77	0.40	31.57	30		
23	99	24.4	21.79	0.40	31.97			
24	100	25.3	21.83	0.40 ↓	32.37			
25	101	21.4	21.82	0.33 ↓	32.70	31	20	5.74
26	102	17.5	21.78	0.25	32.95		21	6.99
27	103	20.1	21.77	0.25	33.20			
28	104	22.9	21.78	0.33	33.53	32		
29	105	19.6	21.75	0.25				

注:表中“↓”为降温过程。

1.2.2 计算开花期累加叶龄与开花期叶龄差:实际调查的开花期叶龄是以复叶展开达 0.2 为起点计算的,不包括复叶未展开部分。与开花期累加叶龄存在差值(见表 4,5,6),以下称 D 值。野生大豆开花期累加叶龄减开花期叶龄得 D 值。栽培大豆开花期累加叶龄减降温抑制生长的叶龄,再减开花期叶龄得 D 值。

1.2.3 开花速度确定方法:开花节位复叶发生始为发育始期^[1~2]。①展开叶感光效应持续期 14 天^{[7]·[11]}。②展开叶感光效应发生初生花序^[1]。据花荚形成调查,初生花序开花阶段在开花节位复叶发生后 19~33 天。日差 14 天与迟结荚(开花到结荚>14)结果是一致的。据上述规律定 4 级:开花节位复叶发生始到开花<14 天称早开花;15~19 天称正常开花;20~33 天称迟开花;33 天以上称更迟开花,以此代表开花速度。

2 结果和分析

2.1 复式光温综合作用基本原理及叶片感光效应规律

2.1.1 复式光温综合作用基本原理:复式光温综合作用指生长期间的自然光照,逐日平均光照,自然温度,逐日平均温度和材料原产地自然光温之间的相互作用。表 3 中的自然临界光周期^[4],自然临界温度反应了原产地自然光温条件。光照与发育有关,温度与生长有关。原产地单式光温综合作用形成了大豆的种性^[2]。因此自然临界光周期,自然临界温度代表不同产地大豆发育的光温指标。在异地或控制光照种植,因原产地的光温条件在后代中反应出来而形成复式光温综合作用 3 种感光效应。即光照条件<材料的自然临界光周期反应短光效应;等于材料的自然临界光周期反应适宜光照效应;>材料的自然临界光周期反应长光效应。温度条件<材料的自然临界温度反应抑制发育;>材料的自然临界温度反应促进发育。其次,表 3 中的自然临界光周期,自然临界温度在 40°N 和 35°N 出现转折,40°N 以北常年最高气温<25.5℃,气温 25.5℃以下促进发育^{[2]·[9]},称 40°N 以北为长光低温区,35°N 以南常年最高气温>28℃,28℃是抑制发育温度^{[2]·[9]},称 35°N 以南为短光高温区。反应我国南北不同气候及光温制约作用与大豆生育的关系。其三,控制光照下自然光照和逐日平均光照相等,其中<14 小时与 35°N 以南的自然光照一样,也属于短光。>14.5 小时与 40°N 以北的自然光照一样,也属于长光。本试验的临界温度介于 40°N 和 35°N 自然临界温度之间。出苗后逐日平均温度上升,对 40°N 以北材料反应促进发育在先而抑制生长。对 35°N 以南材料反应促进生长在先而抑制发育。据本试验光温条件提出复式光温综合作用基本原理,即 40°N 以北材料在<14 小时光照反应光温双促进发育;在>14.5 小时光照反应长光抑制发育<温度促进发育。35°N 以南材料在<14 小时光照反应短光促进发育<温度抑制发育,在>14.5 小时光照反应光温双抑制发育。

表 3 代表性纬度原产地的光温条件

原 产 地		自然临界光周期	自然临界温度
°N	地 点	(小时)	(℃)
52	黑龙江呼玛	16.49	17.96
45	吉林榆树	15.27	20.25
40	辽宁盖县	14.55	21.04
35	山东临沂	13.96	22.13
30	浙江杭州	13.53	22.98
25	广东连县	13.01	23.77
本试验临界温度			21.83

2.1.2 叶片感光效应规律:光温综合作用通过叶片感光效应制约大豆生长或发育。子叶和未展开叶感光效应确定开花节位^[7],展开叶感光效应确定生长速度,不论短光或长光均以感光效应中 90%的同化物用于生长开花节位,以 10%的同化物用于生长叶龄^[7]。叶片在扩大

生长中产生的感光效应在上递过程中发生综合平衡作用^[7]。2复叶发生后气温降一个温度范围,栽培大豆展开叶感光效应反应促进发育而停止未展开叶生长^[8]。

2.2 各材料不同短光条件复式光温综合作用开花期生育指标变化规律

出苗后子叶感光效应上递3节,2复叶节是短光的起点开花节位^[7]。由于叶和未展开叶确定的开花节位按8小时短光日生长0.22速度生长叶龄,生长过程中提高开花节位在先,增长叶龄在后的规律^[7]。2~3复叶节是8小时短光的开花节位^[7]。从表4看出:

表4 各材料不同短光条件开花期生育指标

1991年

类型	光照处理(小时)	材料原产地纬度(°N)	出苗到开花天数(I)	开花期累加叶龄(A)	降温抑制叶龄(B)	开花期叶龄(C)	D值(A减B减C)	开花节位	开花节位到开花期叶龄差	出苗到开花节位复叶发生天数(I)	开花速度(I减I)
野生大豆	8	52	24	5.48	—	4.4	1.08	2	2.4	14	10
		45	24	5.48	—	4.2	1.28	1	3.2	10	14
		40	26	6.06	—	4.2	1.86	2	2.2	14	12
		35	31	7.54	—	5.6	1.94	3	2.6	18	13
		30	28	6.56	—	5.2	1.36	2	3.2	14	14
		25	31	7.54	—	5.8	1.74	3	2.8	18	13
栽培大豆	8	52	30	7.29	0.50	4.9	1.89	3	1.9	18	12
		45	28	6.56	0.50	4.5	1.56	3	1.5	18	10
		40	31	7.54	0.75	4.8	1.99	2	2.8	14	17
		35	33	7.94	0.95	5.3	1.69	3	2.5	18	15
		30	30	7.29	0.50	5.1	1.69	2	3.1	14	16
		25	31	7.54	0.75	5.2	1.59	3	2.2	18	13
野生大豆	12	52	24	5.48	—	4.5	1.34	2	2.5	14	10
		45	23	5.15	—	4.0	1.65	1	3.0	14	9
		40	26	6.06	—	4.4	1.66	2	2.2	14	12
		35	32	7.74	—	6.8	0.94	4	2.8	21	11
		30	35	8.52	—	7.6	0.92	4	3.6	21	14
		25	41	10.18	—	9.7	0.48	4	5.7	21	20
野生大豆	13	52	23	5.15	—	5.4	-0.25	3	2.4	14	9
		45	26	6.06	—	5.2	0.86	2	3.5	14	12
		40	27	6.31	—	5.8	0.51	2	3.8	14	13
		35	27	9.02	—	8.4	0.62	5	3.4	24	13
		30	51	13.39	—	12.8	0.59	7	5.8	31	20
		25	44	11.17	—	10.8	0.37	7	3.8	31	13
野生大豆	14	52	24	5.48	—	6.2	-0.72	3	3.2	18	6
		45	29	6.89	—	6.1	0.79	2	4.1	14	15
		40	31	7.54	—	7.0	0.54	3	4.0	18	13
		35	44	11.17	—	10.8	0.37	7	3.8	31	13
		30	51	13.39	—	12.8	0.59	7	5.8	31	20
		25	44	11.17	—	10.8	0.37	7	3.8	31	13
野生大豆	14.5	52	26	6.06	—	6.4	-0.24	3	3.4	18	8
		45	30	7.29	—	6.3	0.99	2	4.3	14	16
野生大豆	15	52	27	6.31	—	6.4	-0.09	2	4.2	14	13

续表

类型	光照处理 (小时)	材料原产地 纬度(°N)	出苗到 开花天 数(I)	开花期 累加叶 龄(A)	降温抑 制叶龄 (B)	开花期 叶龄 (C)	D 值 (A 减 B 减 C)	开花 节位	开花节位 到开花期 叶龄差	出苗到开 花节位复 叶发生始 天数(II)	开花 速度 (I 减 II)
栽培 大豆	12	52	29	6.89	0.50	4.8	1.59	3	1.8	18	11
		45	28	6.56	0.50	4.9	1.16	2	2.9	14	14
		40	30	7.29	0.50	4.8	1.99	2	2.8	14	16
		35	33	7.94	0.95	5.6	1.39	4	1.6	21	12
		30	34*	8.19	0.95	6.2	1.04	4	1.6	21	13
		25	34*	8.19	0.95	6.9	0.34	4	2.9	21	13
	13	52	28	6.56	0.50	5.5	0.56	3	2.5	18	10
		45	29	6.89	0.50	5.5	0.89	3	2.5	18	11
		40	34	8.19	0.95	6.2	1.04	3	3.1	18	16
		35	34*	8.19	0.95	6.3	0.94	4	2.3	21	13
		30	38*	9.27	1.20	7.2	0.87	4	3.2	21	17
	13.5	52	29	6.89	0.50	5.7	0.69	3	2.7	18	11
		45	32	7.74	0.95	5.8	0.99	3	2.8	18	14
		40	37	9.02	1.20	6.9	0.92	4	2.9	21	16
		35	36*	8.77	1.20	6.8	0.77	5	1.8	24	12
	14	52	28	6.56	0.50	5.8	0.26	3	2.8	18	10
		45	32	7.74	0.95	6.0	0.79	4	2.0	21	11
		40	41	10.18	1.45	7.7	1.03	4	3.7	21	20
	14.5	52	28	6.56	0.50	5.6	0.46	2	3.6	14	14
		45	33	7.94	0.95	6.1	0.89	2	4.1	14	19
	15	52	33	7.94	0.95	5.9	1.09	3	2.9	18	15

注：“*”表示比同纬度野生大豆早开花。

2.2.1 8小时光周期各材料开花期生育指标：①开花节位在1~3复叶节。②40°N以北材料出苗到开花天数和开花期叶龄比35°N以南材料小，反应了原产地长光低温和短光高温与本试验温度之间的制约作用。③栽培大豆比同纬度野生大豆晚开花，反应8小时短光效应特点。延迟开花天数随纬度升高而增大，与降温抑制未展开叶生长天数相反，说明降温促进发育抑制生长，繁茂度小而延迟开花。40°N以北材料因光温和降温三方同时抑制生长，延迟开花天数长。开花期叶龄比同纬度野生大豆略大。35°N以南材料温度促进生长与降温促进发育发生综合平衡作用，延迟开花天数短。开花期叶龄比同纬度野生大豆略大。④D值为1~2，与展开叶以上的累加未展开叶一致。⑤野生大豆40°N以北开花节位在2复叶，35°N以南开花节位在3复叶计算，则开花节位到开花期叶龄差为2~3复叶。栽培大豆开花节位在3复叶计算，开花节位到开花期叶龄差为1~2复叶，比同纬度野生大豆少1节，反应栽培大豆降温抑制生长的特点。⑥栽培大豆因营养生长阶段长，有半数材料反应正常开花，其他处理为早开花。

2.2.2 12~15小时短光各材料开花期生育指标：各处理在8小时开花期生育指标基础上继续生长⁽⁷⁾。与8小时比较延迟开花按日生长0.32速度生长叶龄。生长过程中增长叶龄在先，提高开花节位在后的规律⁽²⁾。从表4看出：

2.2.2.1 野生大豆：①40°N以北材料反应光温双促进发育，开花节位在1~3复叶节。其中12~14小时是短光，温度促进生长在先，出苗到开花天数和开花期叶龄随光照延长而增大。14.5~15小时是长光，温度促进发育在先，出苗到开花天数和开花期叶龄增长较少。②35°N以南材料反应短光促进发育<温度抑制发育，温度促进生长作用随光照延长而明显增强，开

花节位随叶龄增长而逐节提高,在4~7复叶节。出苗到开花天数随开花节位提高而延长。开花期叶龄和出苗到开花天数是一致的。③D值<1,即8小时D值减1反应温度促进生长。52°N材料D值负数,即8小时D值减2,反应光温双促进生长。说明该材料原产地自然光照是典型长光。④开花节位到开花期叶龄差在8小时基础上先加1,反应温度促进生长。各处理随温度促进生长作用增强而增大,即温度促进生长提高开花节位到开花期叶龄差⁽⁷⁾。⑤12~13小时低纬度材料因温度促进生长作用强反应迟开花;14~14.5小时因长光抑制发育反应正常开花,其他处理反应早开花。

2.2.2.2 栽培大豆:①40°N以北材料在<14小时光照,温度促进生长>降温促进发育,开花节位在2~4复叶节,比同纬度野生大豆略高,在>14.5小时光照,温度促进发育和降温促进发育是一致的,不提高开花节位。②35°N以南材料随光照延长,温度促进生长和降温促进发育发生综合平衡作用后,反应促进发育,开花节位在4~5复叶节,比同纬度野生大豆低,其中开花期叶龄达6复叶的处理比同纬度野生大豆早开花。③因降温促进发育,D值比8小时小,比同纬度野生大豆大,开花节位到开花期叶龄差比8小时大,比同纬度野生大豆小。④40°N材料因温度促进生长作用强,14.5小时45°N和15小时52°N材料因长光抑制发育均反应正常开花,其他处理反应早开花。

2.3 各材料适宜光照复式光温综合作用开花期生育指标

适宜光照在8小时开花期生育指标基础上继续生长。2复叶未展开叶感光效应再上递3节,5复叶节是起点开花节位。5~6复叶节是适宜光照的开花节位⁽⁷⁾。与8小时比较,延迟开花按长光速度生长叶龄⁽⁷⁾。从表5看出:

表5 各材料适宜光照开花期生育指标

1991年

类型	光照处理(小时)	材料原产地纬度(°N)	出苗到开花天数(I)	开花期累加叶龄(A)	降温抑制叶龄(B)	开花期叶龄(C)	D值(A减B减C)	开花节位	开花节位到开花期叶龄差	出苗到开花节位复叶发生始天数(I)	开花速度(I减I)
野生大豆	13	25	67	18.82	—	17.3	1.52	14	3.3	55	12
	13.5	30	74	21.07	—	18.4	2.57	13	5.4	52	22
	14	35	54	14.45	—	13.0	1.45	10	3.0	42	12
	14.5	40	39	9.60	—	8.9	0.70	5	3.9	24	15
	15	45	34	8.19	—	7.4	0.79	3	4.4	18	16
	16.5	52	41	10.18	—	9.8	0.38	4	5.8	21	20
栽培大豆	13	25	42	10.51	1.45	8.4	0.66	4	4.4	21	21
	13.5	30	42	10.51	1.45	8.5	0.56	5	3.5	24	18
	14	35	38	9.27	1.20	8.0	0.07	6	2.0	28	10
	14.5	40	43	11.42	1.45	8.6	1.37	6	2.6	28	15
	15	45	37	9.02	1.20	6.1	1.72	4	2.1	21	16
	16.5	52	40	9.93	1.20	7.6	1.13	5	2.6	24	16

2.3.1 野生大豆:①35°N以南材料控制光照是短光,反应短光促进发育<温度抑制发育作用纬度愈低愈强,开花节位提高到10~14复叶节,出苗到开花天数随开花节位提高而延长。开花节位和开花期叶龄同步增长。由于抑制生长D值>1,开花节位到开花期叶龄差在8小时基础上增长,不加1,反应早开花(30°N材料病重生育失调)。②40°N以北材料控制光照是长光,反应长光抑制发育<温度促进发育作用纬度愈高愈强,开花节位在5~3复叶节。出苗到开花天数和开花期叶龄明显比35°N以南材料小。由于长光促进生长D值<1,开花节位到开花期叶龄差在8小时基础上先加1,再继续增长,反应正常开花。

续表

类型	光照处理 (小时)	材料原产地 地纬度 (°N)	出苗到 开花天 数(I)	开花期 累加叶 龄(A)	降温抑 制叶龄 (B)	开花期 叶龄 (C)	D 值 (A 减 B 减 C)	开花 节位	开花节位 到开花期 叶龄差	出苗到开花 节位复 叶发生始 天数(I)	开花 速度 (I 减 I)
	13.5	25	47	12.00	1.95	10.8	-0.75	8	2.8	35	12
	14	30	45	11.42	1.70	9.8	-0.08	8	1.8	35	10
		25	57	15.28	2.86	12.6	-0.18	9	3.6	39	18
	14.5	35	41	10.18	1.45	8.3	0.43	7	1.3	31	10
		30	51	13.06	2.28	10.9	-0.12	8	2.9	35	16
	15	25	71	20.16	4.10	17.3	-1.24	12	5.7	49	22
栽培大豆		40	56	14.95	2.86	8.4	1.69	5	3.4	24	32
	15	35	54	14.45	2.61	11.4	0.44	7	4.4	31	23
		30	59	15.86	3.11	13.4	-0.65	11	2.4	46	13
	25	未开花									
	16.5	45	66	18.41	3.44	13.7	1.27	9	4.7	39	27
		40	84	24.99	4.35	18.8	1.84	13	5.6	52	32
	20	35	101	31.70	5.74	24.4	1.56	19	5.4	79	31
		30	未开花								
	25	未开花									

2.4.2 栽培大豆:①在临界温度出现前开花的处理,开花节位在5~19复叶节,其中5复叶节是起点开花节位,是未展开叶感光效应确定的开花节位,5复叶发生始后未出现降温过程。其他处理均为展开叶感光效应确定的开花节位。②因降温促进发育开花节位比同纬度野生大豆低,比同纬度野生大豆早开花。③D值负数反应光温双促进生长;D值<1反应温度促进生长,D值>1反应光温双促进发育。④控制光照短光反应早开花和正常开花,控制光照长光反应正常开花和迟开花。⑤开花节位到开花期叶龄差除15小时30°N材料外,各光周期均反应纬度愈低,促进生长作用愈强。⑥35°N以南材料北移10°纬度反应光温双抑制发育而不开花。

3 讨论

3.1 关于40°N至35°N地带自然光温综合作用与栽培大豆起源的问题

栽培大豆起源于我国35°N黄河流域地带^[10]。40°N和35°N地带常年最高气温25.6~27.9℃。该温度段日生长0.43未展开叶。在原产地临界光照出现前,即自然光照长光条件下气温持续25.6~27.9℃,因未展叶生长速度快,与展开叶感光效应上递3节之间失调而抑制营养生长^{[9]、[3]}。这种制约作用促进叶片扩大生长,使野生大豆原始的小叶形进化演变为大叶形。临界光照出现后,即自然光照短光条件下反应促进生长,但不抑制发育^{[9]、[3]}。由于气温高不仅延长营养和生殖生长阶段,而且随叶片增大和光温综合作用效应增强而促进荚粒生长,使野生大豆原始的小粒种进化演变为大粒形。随子粒增大,叶片由薄变厚,光温综合作用产生的同化物多而进化为降温促进发育的感光效应特性。在降温促进发育过程中促进茎粗生长,使原始的蔓化型进化演变为直立型。表5中栽培大豆40°N和35°N材料开花节位均在适宜光照起点最高节位,说明自然光温和降温促进发育之间的制约作用最小。因此提出40°N和35°N地带自然光温综合作用是大豆起源的主要依据。

3.2 关于野生大豆感光效应敏感,栽培大豆温度适应性强的问题

野生大豆在原产地自然临界光照出现后开始发育⁽²⁾,为大豆是短日性植物提出理论依据。自然开花临界光周期是短日反应的起点光照,各地气温 $>10^{\circ}\text{C}$ 自然出苗期的起点光照由南向北延长,任何材料向南种植反应短日效应而提前开花,向北种植反应长日效应而延迟开花。野生大豆感光效应敏感的特点成为研究大豆光温生态理论的最佳材料,栽培大豆2复叶发生后降温促进发育效应是在气温由低到高不断变化过程中进行的。例如泉州(25°N)气温上升慢,变幅小,经5次降温开花节位在8复叶节。公主岭(44°N)气温上升快,变幅大,经4次降温开花节位在9复叶节。开花节位复叶发生始在夏至以前,当地自然光照长光条件下,结果比当地野生大豆早开花,反应出通过发育对短光条件不严格。各地正常期出苗气温都经历由低到高过程,与2复叶发生后降温促进发育的感光效应是一致的,因此低纬度材料北移10纬度均能开花。据我国气候北移10纬度,恰好由高温区移到低温区而显示出对温度适应性强,另外,与粒大小,叶大小也有关。同期播种,野生大豆粒小比栽培大豆早出苗1天。2复叶发生始前子叶供给营养,野生大豆子叶小,2复叶发生始比栽培大豆晚1~2天⁽⁸⁾。野生大豆叶片小,在短光抑制生长情况下,叶片制造的同化物能满足发育所需而提前开花。在长光促进生长情况下,叶片制造的同化物先用于营养生长,不能满足发育所需而延迟开花。栽培大豆叶片大,反应降温抑制生长。在短光抑制生长情况下,叶片制造的同化物先用于营养体生长而比同纬度野生大豆早开花。在长光促进生长情况下,叶片制造的同化物能满足发育所需而比同纬度野生大豆早开花。由此看出,野生大豆感光效应敏感反应了原始特性;栽培大豆对温度适应性强反应了进化特性。

复式光温综合作用理论研究是精密试验,由于没有选用单株收获种子,个体间有差别。没有进行叶片生长动态调查,开花期叶龄有误差以及病虫损害等,出现一些不规律现象。但光温综合作用理论对提高育种水平,改进栽培技术,均有重要意义。

参 考 文 献

- 1 路琴华.光温综合作用与野生大豆生殖生长关系的研究.吉林农业科学,1995,1,8-15
- 2 路琴华.光温综合作用与野生大豆种群生态的研究.吉林农业科学,1995,2:1-8
- 3 路琴华等.原产地自然光温综合作用与野生大豆生长发育关系的研究.种质资源拓宽与改良.黑龙江科学技术出版社,222-230
- 4 徐 豹等.野生大豆控光和自然条件下开花临界光周期研究.大豆科学,1991,10(2):85-93
- 5 路琴华.野生大豆自然临界温度的研究.吉林农业科学,1993,1:77-83
- 6 路琴华等.光照长度划分原则及光温综合作用与野生大豆生长发育关系的研究.吉林农业科学,1995,4:1-9
- 7 路琴华.大豆叶片感光效应与生长发育关系的研究.吉林农业科学,1994,4:1-7
- 8 路琴华等.光温综合作用与大豆进化的研究.北京农业大学90周年校庆专辑.农业经济学报,1995,2:54-65
- 9 路琴华等.温度动态与野生大豆生长发育关系的研究.吉林农业科学,1994,3:1-7
- 10 徐 豹等.大豆起源地的三个新论据.大豆科学,1986,5(2):123-130,(114-121)
- 11 路琴华.光温综合作用与野生大豆营养生长关系的研究.吉林农业科学,1994,1:1-8

STUDIES ON SOYBEAN ECOLOGY*

XIV. DOUBLE COMPREHENSIVE EFFECT OF LIGHT AND TEMPERATURE
AND THE INDEX OF GROWTH AND DEVELOPMENT OF WILD
AND CULTIVATED SOYBEAN DURING FLOWERING PERIOD

LU Qinhu, WANG Yumin, and XIE Xueju

(Soybean Institute, Jilin Academy of Agri. Sci., 136100)

Abstract: According to the basic principle of double comprehensive effect of light and temperature and the rule of the sensitive effect of wild and cultivated soybean, we studied the changes of the index of growth and development of soybean from representative latitude during flowering period under different photoperiod. The minimum difference of index of growth and development was found under 8-hour-photoperiod, the cultivated soybean flowered later than the wild soybean of same latitude. The maximum difference of index of growth and development was found under 16.5-hour-photoperiod, the cultivated soybean flowered earlier than the wild soybean of same latitude. We discussed and defined that the natural comprehensive effect of light and temperature of the region from 40°N to 35°N is the main support of evolution of cultivated soybean; that wild soybean is sensitive to photoperiod, cultivated soybean is of strong adaptability to temperature.

Key words: Double comprehensive effect of light and temperature; Wild soybean; Cultivated soybean; Sensitive effect of leaf.

* This project was supported by NNSF of China