

野生大豆(*G. soja*)自然临界温度的研究*

路琴华

(吉林省农科院大豆所)

摘 要

在8~18小时八种控光条件下,代表性纬度野生大豆(*G. soja*),在与该材料自然临界光照时数^[1]接近的光周期中,随控光试验生育期间气温动态,反应出类似原产地固定模式的生长发育规律。从而提出代表性纬度野生大豆的自然临界温度:25°N为23.77℃;30°N为22.98℃;35°N为22.13℃;40°N为21.04℃;45°N为20.25℃;50°N为18.32℃。

关键词 大豆 野生大豆 临界温度 生长发育

野生大豆自然临界温度的研究,至今未见报道。我们对野生大豆光温生态研究始于1981年。在研究中发现,相同光照条件下,因不同年份生育期间的气温不同,野生大豆的发育期和生长发育阶段不同^[1],而且随着纬度由高到低,发育期的差距增大。认为不同产地野生大豆有固定的发育温度指标。野生大豆在原产地的营养生长阶段,在当地气温由低到高期间;营养和生殖生长阶段在当地高温期间,生殖生长阶段在当地气温由高到低期间。据公主岭几年调查,原产野生大豆顶叶停止生长期和生育期间累加逐日平均最高温度的出现期相一致,生殖生长阶段恰好也在气温由高到低期间。测定了公主岭野生大豆的自然临界温度。其次,公主岭野生大豆在当地自然光照,和与该材料自然临界光照时数接近的控光条件下,生育规律相似的结果。进一步根据不同纬度野生大豆在八种光周期中,停止顶叶生长期与成熟期的关系及规律,测定了代表性纬度野生大豆的自然临界温度。在讨论中分析和比较与公主岭野生大豆在当地自然光照和控制光照下的发育规律。野生大豆自然临界温度的研究,对深入大豆光温生态研究,有重要作用。

试验方法

一、野生大豆自然条件下,温度动态与自然临界温度,停止顶叶生长温度的测定

(一)自然临界温度的测定:以当地常年气温 $>10^{\circ}\text{C}$,稳定出苗的日期为自然出苗期。自然出苗当天的气温为起点温度,计算出苗到气温降至 12°C 时的累加逐日平均温度。绘制温度动态图。

(二)停止顶叶生长温度的测定:人工播种,出苗期在当地夏至以前,以出苗当天的气温为起点温度,计算出苗后生育期间的累加逐日平均温度。绘制温度动态图。

* 国家自然科学基金资助项目。

二、野生大豆不同光周期试验

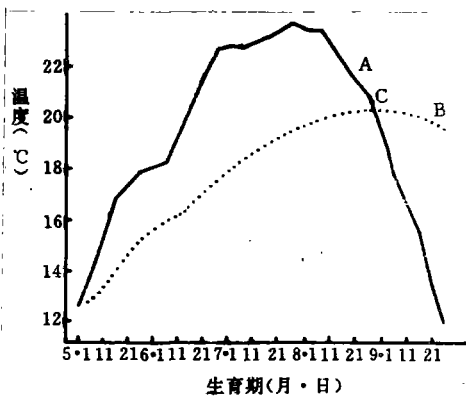
原产我国 53~24°N 平原地区(海拔<400m)野生大豆 26 份,在公主岭(43°32' N,124° 42' E,海拔 203m)自然条件下进行盆栽。设每日 8,13,13.5,14,14.5,15,16.5,18 小时八种光周期。暗期移入暗室,明期光照不足,用 200 瓦白炽灯补光。每处理 3 株。5 月 20 日播种,5 月 29 日出苗,9 月 25 日试验结束,试验周期 119 天。成熟始期指第一个荚成熟的日期。

结果及分析

一、野生大豆自然条件下,自然临界温度及出现期,不同生育期停止顶叶生长温度及出现期,与原产野生大豆生育的关系。

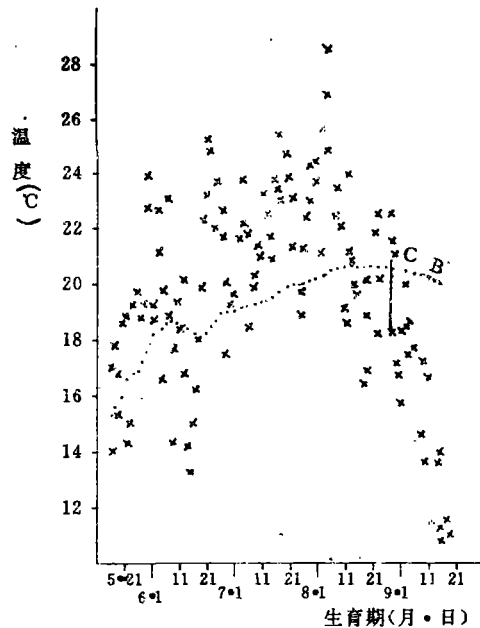
(一)野生大豆自然条件下,温度动态与自然临界温度的测定及与原产野生大豆生育的关系。

公主岭常年气温>10℃的自然出苗期在 5 月上旬,以 5 月 1 日的气温为自然出苗期。见图 1,图中 A 为出苗后的自然温度,经历了由低到高和由高到低的过程。图中 B 为出苗后的累加逐日平均温度。由于 B 上升的速度慢,与下降的自然温度产生交点 C。C 点所示温度 20.33℃,正是累加逐日平均最高温度。反应了公主岭野生大豆常年生育期的气温特点。C 点之后,自然温度<累加逐日平均温度,反应低温抑制营养生长。C 点的出现期 8 月 27 日,为原产公主岭野生大豆的停止营养生长期。8 月 27 日以后,开始进入生殖生长阶段。由于 C 是理论值,代表了公主岭野生大豆的发育温度指标,称自然临界温度。



A 自然温度 B 累加逐日平均温度 C 点为自然临界温度

图 1 公主岭野生大豆自然出苗期,生育期间自然温度和累加逐日平均温度动态



X 逐日气温 B 累加逐日平均温度 C 点为停止顶叶生长温度

图 2 公主岭野生大豆人工播种出苗后,生育期间气温和累加逐日平均温度动态

(二)不同生育期自然条件下,温度动态与停止顶叶生长温度的测定及于当年野生大豆生育的关系。见图2,表1。

图2为公主岭野生大豆1991年人工播种,出苗后生育期的温度动态。图中“×”为逐日气温,B为出苗后的累加逐日平均温度,C点为停止顶叶生长温度。表1中主茎顶叶停止生长期,为当年野生大豆主茎复叶生长动态调查结果。

从图2和表1看出:

1.不同生育期停止顶叶生长出现期和当年主茎顶叶停止生长期基本一致。

表1 公主岭野生大豆不同生育期停止顶叶生长温度及出现期与自然临界温度及出现期比较

年 度	出苗期 (月·日)	出苗期 气温(°C)	停止顶叶 生长温度 (°C)	停止顶叶生长 温度出现期 (月·日)	主茎复叶数 (个)	主茎顶叶 停止生长期 (月·日)	成熟始期 (月·日)	生殖生长 阶段天数 (天)
1986	5·23	18.3	21.34	8·18	28	8·16	9·4	17
1988-1	5·7	9.2	21.48	8·19	—	—	9·5	17
1988-2	5·16	17.4	22.08	8·14	—	—	9·6	23
1988-3	5·22	17.8	22.32	8·14	—	—	9·9	26
1989	5·16	14.4	20.99	8·27	26	8·27	9·8	12
1991	5·15	14.3	21.66	8·25	32	8·24	9·10	16
常年	5·1	12.8	20.33	8·27	—	—	—	—

注:1988年为分期播种试验

2.停止顶叶生长温度高的年份,主茎复叶数多;低的年份,主茎复叶数少。停止顶叶生长温度反应了不同生育期的温度条件。

3.不同生育期的出苗期差别很大,有16天,成熟期比较接近,只差6天,反应生殖生长阶段在当地气温由高到低下降期间。

4.不同生育期因出苗期不同和出苗后的逐日气温不同,停止顶叶生长温度及出现期也不同。趋势是出苗期早,停止顶叶生长温度低,出现期晚,生殖生长阶段天数短。出苗期晚,停止顶叶生长温度高。出现期早,生殖生长阶段天数长,说明停止顶叶生长温度是浮动的。

(三)自然临界温度及出现期与不同生育期停止顶叶生长温度及出现期比较:从表2看,常年条件下自然出苗期早,形成的自然临界温度值比不同生育期的停止顶叶生长温度低,出现日期也晚,但与1989年低温年份的停止营养生长期同期。说明不同生育期的停止顶叶生长温度及出现期的规律,符合当地常年气温变化的规律。

二、野生大豆不同光周期试验

(一)不同光周期下,各纬度野生大豆成熟期与停止顶叶生长出现期关系的分析

控光试验的停止顶叶生长温度21.66°C,出现日期8月16日,即出苗后80天,从表2看出:

1.8小时光周期和13~16.5小时光周期“一”以北各处理,出苗到成熟始天数小于80天,即成熟期在本试验停止顶叶生长温度出现之前,反应短光促进发育而提前成熟。

2.18小时光周期下53~49°N材料,出苗到成熟始天数大于80天,成熟始在停止顶叶生长温度出现之后。我国气候没有18小时长光区。53~24°N材料所以能成熟,说明本试验生育期间的温度条件比49°N以北地区高,起了促进发育作用。

3.未成熟的处理是长光和低温双抑制发育。

4.13~16.5小时光周期“一”以南各处理,除11号材料在14.5小时处理外,其他处理出苗到成熟始天数都大于80天,即成熟在停止顶叶生长温度出现之后。从停止顶叶生长温度出现期到成熟始,都有一段生殖生长阶段。说明这些处理在停止顶叶生长温度出现之前,

已经完成了营养生长,营养和生殖生长两个阶段。停止顶叶生长温度出现之后,开始进入生殖生长阶段。它们的生长发育过程,符合本试验生育期间温度动态的变化规律。反应光温比例协调的结果。其次,从各光周期“—”出现的规律看,是随着光照时数的缩短而南移。和各材料原产地的自然光照从北到南由长到短相一致。“—”以南各处理生殖生长阶段的天数,随纬度由高到低而延长,既反应各材料原产气温从北到南由低到高的规律,也反应与本试验停止顶叶生长温度之间温差的规律。由此提出不同产地野生大豆在原产地正常期出苗,成熟期也在当地停止顶叶生长温度出现之后。

5. 本试验停止顶叶生长温度出现当天的气温 21.4℃,试验结束时 12℃左右。累加逐日平均温度由 21.66℃,到试验结束降至 20.25℃。反应了不同产地野生大豆生殖生长阶段的适宜温度范围,以及温度反应的共性。

表 2 各纬度野生大豆不同光周期下出苗到成熟始天数与停止顶叶生长期的关系

盆号	纬度 (°N)	出苗到成熟始天数								代表性纬度 野生大豆
		8	13	13.5	14	14.5	15	16.5	18	
1	53	54	✓	51	58	48	53	“68”	88	
2	51	59	58	54	61	51	60	84	94	
3	50	53	61	61	54	56	58	96	94	*
4	49	56	51	56	55	57	63	93	107	
5	48	✓	✓	60	61	60	60	102	119 [△]	
6	47	51	52	53	53	57	77	107	未	
7	46	59	59	57	55	55	“68”	119 [△]	未	
8	45	51	56	52	58	66	82	未	未	*
9	44	58	54	59	62	“67”	94	未	未	
10	42	61	58	57	70	87	98	未	未	
11	41	57	54	56	65	73	106	未	未	
12	40	54	53	54	66	94	119 [△]	未	未	*
13	38	60	56	63	“68”	107	未	未	未	
14	37	57	57	67	88	119 [△]	未	未	未	
15	36	60	66	76	104	未	未	未	未	
16	35	57	62	69	90	未	未	未	未	*
17	34	58	69	“79”	119 [△]	未	未	未	未	
18	33	58	67	87	未	未	未	未	未	
19	32	58	63	88	未	未	未	未	未	
20	31	57	“68”	97	未	未	未	未	未	
21	30	60	88	119 [△]	未	未	未	未	未	*
22	29	63	81	未	未	未	未	未	未	
23	27	71	88	未	未	未	未	未	未	
24	26	62	98	未	未	未	未	未	未	
25	25	64	119 [△]	未	未	未	未	未	未	*
26	24	67	死	未	未	未	未	未	未	

注:“✓”为畸形荚未正常成熟,△试验结束达黄熟期,*代表性纬度野生大豆。

(二)代表性纬度野生大豆自然临界温度的测定

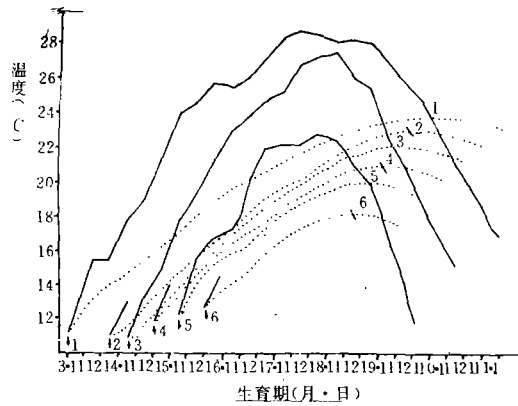
首先,公主岭野生大豆以常年气温 $>10^{\circ}\text{C}$,5月1日为自然出苗期,出苗当天的自然光

照为起点,生育期间累加逐日平均最长光照 15.08 小时,称公主岭野生大豆的自然临界光照^[3]。该值接近 15 小时控光。表 2 中 9 号材料(44°N)为原产公主岭野生大豆。在 15 小时控光下,成熟始在停止顶叶生长温度出现之后,反应了光温比例协调的正常生育规律。

根据原产地气温>10℃,自然出苗期当天的自然光照时数为起点,测得的自然临界光照,50°N 为 16.16 小时;45°N 为 15.27 小时;40°N 为 14.55 小时;35°N 为 13.96 小时;30°N 为 13.53 小时;25°N 为 13.01 小时^[3]。50°N 材料在 16.5 小时,45°N 材料在 15 小时,40°N 材料在 14.5 小时;35°N 材料在 14 小时,30°N 材料在 13.5 小时;25°N 材料在 13 小时光周期下,成熟始也在停止顶叶生长温度出现之后,也反应了光温比例协调的正常生长发育规律。进一步以各地常年气温>10℃自然出苗当天的温度为起点温度,计算出生育期间的累加逐日平均最高温度,与当地野生大豆生育的关系,详见表 3,图 3。

表 3 代表性纬度野生大豆自然临界温度及出现期与当地野生大豆生育的关系

纬度(°N)	原产地	自然出苗期	开花始期	成熟期	初霜期	自然临界温度出现期	自然界温度
25	广东连县	3月上	8月下	10月下,11月上	12月15日	10月5日	23.77℃
30	浙江杭州	3月下,4月上	8月中下	10月中下	11月15日	9月20日	22.98℃
35	山东临沂	4月上中	8月上中	10月上中	10月20日	9月9日	22.13℃
40	辽宁盖县	4月中下	7月下,8月上	9月下,10月上	10月10日	9月4日	21.04℃
45	吉林榆树	5月中	7月中下	9月中下	9月25日	8月26日	20.25℃
50	黑龙江爱辉	5月下	7月中	9月上	9月10日	8月16日	18.32℃



—自然温度,.....累加逐日平均温度,·····自然临界温度

其中自然临界温为 1. 25°N 2. 30°N 3. 35°N 4. 40°N 5. 45°N 6. 50°N

图 3 代表性纬度野生大豆自然出苗期,生育期间自然温度与累加逐日平均温度动态

1. 从南到北出苗期从早(3月上旬)到晚(5月下旬)。成熟期从晚(10月下旬)到早(9月上旬),生育日数由长(240天)到短(90天左右),差异十分明显。

2. 从南到北出苗期的气温比较接近,一般均在 10℃以上。生育期间的差别很大,南方最高旬平均温度达 29,30 和 28℃,北方只有 25,24 和 21℃。成熟期气温差别也较大,南方达 18~19℃,北方低于 13℃。

3. 从南到北平均气温均经历一个由低到高和由高到低的过程,累加逐日平均温度的最高值,即自然临界温度的出现期由晚到早。均出现在当地气温明显下降期间。

4. 从南到北自然临界温度由 23.77℃(25°N)下降到 18.32℃(50°N),纬度间呈逐步下降的规律性。出现日期从 10月5日到 8月16日,逐步提早的规律性。反映了不同纬度野生大豆对温度反应的规律性差别。

5. 一年生野生大豆从南到北均为春出苗,秋成熟。过去常把初霜期作为野生大豆的成熟期。表3资料表明,35°N以北材料初霜期和成熟期比较接近,而对30°N以南材料,初霜到成熟的差别很大。例如25°N材料达40天以上。各地自然临界温度出现期到成熟期的天数,相当接近。符合各地气温下降的规律。

讨 论

一、关于通过控光试验研究自然临界温度问题

大豆是短日性植物,只有在短光条件下才能发育。我国气候从南到北,自然光照由短到长,气温由高到低。在形成不同产地野生大豆自然临界光照和自然临界温度的同时,也为当地野生大豆形成了固定模式的生长发育规律。第一,出苗后达到自然临界光照开始发育⁽³⁾。自出苗到自然临界光照出现期为营养生长阶段。第二,达到自然临界温度停止顶叶生长,自自然临界光照出现期到自然临界温度出现期为营养和生殖生长阶段。第三,自然临界温度出现后,开始进入生殖生长阶段。反应了一年生野生大豆充分利用当地光温资源的特点。公主岭野生大豆在当地自然条件下,和与自然临界光照相似的控光条件下,都反应出原产野生大豆的生育规律,见表4。从表4看出:

表4 公主岭野生大豆在原产地自然光照和控制光照下,发育期及生育阶段比较

处 理	出苗期 (月·日)	短光促进发育期*		营养生长阶段 段天数	开花始期 (月·日)	结荚始期 (月·日)	临界温度 (°C)	临界温度出现期		营养生长和生殖生长阶段 段天数	成熟始期		生殖生长阶段 段天数
		月·日	天数					月·日	天数		月·日	天数	
15小时控光	5·29	6·22	24	24	7·8	7·18	21.66	8·16	80	56	8·31	94	14
自然光照试验 (临界光照 15.23小时)	5·16	7·9	54	54	7·28	8·5	20.99	8·27	103	49	9·8	115	12

注: *短光促进发育始期具体确定方法待专题报道。

(一)营养生长阶段:自然光照试验出苗后累加逐日平均最长光照15.23小时,出现期7月9日,为短光促进发育始期,营养生长阶段54天。控光是短光,出苗后,只需累加逐日平均温度达到该材料自然临界光照出现当天的累加逐日平均温度(理论值)的日期,为短光促进发育始期,在6月22日,营养生长阶段24天。后者若加上比自然光照试验晚出苗的天数(13天)。因短光促进发育作用,提前发育17天。

(二)营养和生殖生长阶段:自然光照试验,自短光促进发育期到停止顶叶生长期49天,为营养和生殖生长天数。控光试验,因短光促进发育,营养和生殖生长阶段提前出现,比自然光照试验长8天,开花期和结荚期都比自然试验早。

(三)生殖生长阶段:自然光照试验,自停止顶叶生长期到成熟期,即生殖生长阶段12天。控光试验因停止顶叶生长温度高,促进荚粒生长,成熟期比自然光照试验早8天。又因控光试验停止顶叶生长期出现早,则生殖生长阶段反比自然光照试验长2天。

(四)两者出苗期差13天,生育日数差21天,出苗后各自随着生育期间温度动态,完成了正常的生育规律。从这一实例看出,任何产地野生大豆,只要给予的光照条件近似原产地的自然临界光照,以及适宜的温度条件,都能完成正常的生育规律。也正是这种规律,启示我们通过控光试验来研究不同产地野生大豆的自然临界温度。

二、关于研究自然临界温度的意义

自然临界温度是理论值,它代表了不同产地野生大豆的发育温度指标。停止顶叶生长温

度,只反应某一生育的温度条件。而且是浮动的,不能作为指标应用。其次,一旦将原产野生大豆异地种植,由于异地的光温条件和原产地的光温条件不同。固定模式的生育规律也随之改变。在这种情况下,分析光温对不同产地野生大豆生长发育关系时,自然临界光照,自然临界光照出现期当天的累加逐日平均温度和自然临界温度,是不可缺少的参考资料。

野生大豆光温生态特性,无疑是长期自然选择的结果,这种特性可供引种,控制生育期和器官研究参考。也丰富了大豆基础生物学。应当说野生大豆作为生物的一个种,性状突变是经常发生的,同一地方可能会出现生育期有明显差别的材料,例表2中11号材料(41°N)为有限性野生大豆,发育期明显快。本文所讨论的只是总的趋势和规律,而这种规律又是客观存在的。

参 考 文 献

- [1]庄炳昌、徐豹、路琴华:大豆生态研究, I. 中国不同纬度不同进化型大豆对昼夜温度反应的研究,《大豆科学》, 1986, 5(4), 289~298, (23~32)。
- [2]徐豹、路琴华、庄炳昌:中国野生大豆(*G. soja*)生态类型的研究,《中国农业科学》, 1987, 20(5), 29~35, (8~14)。
- [3]徐豹、路琴华:大豆生态研究, IV. 野生大豆(*G. soja*)在控光和自然条件下开花临界光周期的研究,《大豆科学》, 1991, 10(2), 85~92。
- [4]中央气象局:中国气象资料(1961~1970)。

STUDY ON THE "NATURAL CRITICAL TEMPERATURE" OF WILD SOYBEAN*

Lu Qinhu

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

ABSTRACT

Based on the observation of the relation between the temperature and the growth of the wild soybean at its original location, it was found that the termination of the terminale vegetative growth of the local wild soybean approximately coincided with the date when the mean maximum cumulative day temperature appeared, being from 10°C. This temperature is called as Natural Critical Temperature (NCT). The values of NCT at different latitudinal locations were as follows: 25°N is 23.77°C, 30°N is 22.98°C, 35°N is 22.13°C, 40°N is 21.04°C, 45°N is 19.95°C, 50°N is 18.32°C.

Key words: Soybean (*G. max*) Critical Temperature Development

* This project supported by NNSF of China