

光、温对大豆生长发育的影响

北京农业大学 刘汉中

光照时数对大豆出苗到开花期日数有明显影响，前人已多次证明。我们的试验亦得出同样结论：光照时数与该发育期日数之相关系数为 $+0.87$ ($P<0.01$)。这里我们侧重讨论光照时数对大豆开花到成熟期的影响。

一、光照对开花到成熟期日数的影响

据1974年的试验，十个早熟品种开花到成熟日数与同期光照时数之相关系数为 $+0.61$ ($P<0.01$)，六个晚熟品种的相关系数为 $+0.74$ ($P<0.01$)，1975年两个品种相关系数为 $+0.72$ ($P<0.05$)，证实了1974年的结果，即对供试品种而言，不单出苗到开花（以下简称前期），而且开花到成熟（以下简称后期）的发育速度，都受光照时数的明显影响，光照短，发育快。1975年D.J.Major等亦提出了类似结论。他们提出就光温二者的影响来说，6月1日以前播种的大豆，以低温延长播种到开花的日数为主；6月1日以后播种，则光照对开花到成熟日数起着主要作用。秋季短日照使发育加快，可以抵偿秋季低温延迟发育的作用。

表1

三品种*七播期发育期日数与光、温条件对比

1974年涿县

期 数	1	2	3	4	5	6	7
播种期(月·日)	4.29	5.9	5.19	5.29	6.8	6.18	6.28
出苗到开花日数(天)	32	31	31	30	31	27	25
积温(℃)	707	754	786	763	790	705	635
平均气温(℃)	22.0	24.4	25.4	25.5	25.6	26.1	25.9
可照时数(小时)	14.56	14.75	14.91	14.96	14.93	14.83	14.69
开花到成熟日数(天)	79	73	63	58	55	50	—
积温(℃)	2002	1835	1606	1460	1382	1240	—
平均气温(℃)	25.3	25.1	25.4	25.1	24.9	24.8	—
可照时数(小时)	14.34	14.24	14.17	14.03	13.81	13.67	—

*品种为九农1号、4号与沃奇

渐短，光温都加快发育，从而明显缩短前期发育日数；8月以后，温度渐低，光照仍渐短，光温对发育又可起相互抵偿的作用。这一点可供大豆引种与调整播种期时参考。

1975年最迟播种期为6月8日，故不能验证上述结果。但1975年第一播期比1974年早20天(4月9日)，第一期比第二期出苗到开花日数多9天，见表2。可见早播虽然光照短，但明显延迟了发育，看来低温的影响大于短光照的影响，这一现象与上面提到的Major(1975)的结论相似。

三、光温对开花到成熟期日数的综合影响

第一节已论证了光照对开花到成熟期日数有明显的正相关，而温度的影响则是公认的，所以光、温对

过去研究光照对大豆发育的影响时，许多人常注重前期而忽视后期，根据本试验与国外类似结论，可认为，至少对某些品种而言，必须注意光照对全生育期，特别是后期发育速度的影响，而不能重前轻后。

二、光、温对出苗到开花日数之影响

两年试验中，都有一些品种，播种早，光照短，其出苗到开花的日数反而长，这实因低温延迟发育超过光照的影响所致。温度对前期发育的影响较大，据对沃奇品种分析，两年温度均对前期日数有明显影响，其相关系数分别为 -0.90 ($P<0.01$)与 -0.96 ($P<0.01$)。

光照的具体影响可见表1。从表1可见，1974年6月9日以前播种的，出苗到开花日数非常接近，平均31天，彼此相差一天。从发育期要求的积温看，以3—5期要求较多。6月18日(夏至附近)以后播种的，出苗到开花日数有明显减少趋势。究其原因，我们认为，从早春到夏至，温度渐增而光照渐长，高温加快发育，长光延迟发育，二者抵偿，故使出苗到开花日数稳定少变；夏至后到7—8月，温度渐增，光照

后期的发育有着综合的影响。就整个后期而言，随着播种期延迟，光照变短，温度变低，所以发育期之长短变化，要看光温二者谁对发育影响更大而定。从我们的试验看，播种迟，开花到成熟的日数明显减少，说明短日照加快发育，超过低温延迟发育的作用，从表1、表2可见一斑。

从东北等地的一些大豆分期播种试验看，不同播期其后期发育日数相当稳定少变(或迟播反而延长)，给人的印象是后期发育日数很少随日照时数之季节变化而改变，或者说二者相关不显著，这可能是使人重视光照对前期发育之影响而忽略后期的原因之一。但我们如果统计其后期所需之积温，则不论东北的或我们的试验，后期所需积温均随播种之延迟而减少(低

表 2 四品种*四播期发育期日数与光温条件

期 数	1	2	3	4
播种期(月·日)	4.9	4.24	5.9	5.24
出苗到开花日数(天)	40	31	29	26
积 温(℃)	729.8	656.3	685.0	676.5
平均气温(℃)	18.5	20.7	23.6	25.8
可照时数(小时)	13.95	14.33	14.52	14.72
开花到成熟日数(天)	76.5	70.5	65.0	63.5
积 温(℃)	2019	1865	1751	1692
平均气温(℃)	26.4	26.5	26.9	26.5
可照时数(小时)	14.39	14.34	14.28	14.08

* 品种为九农 1 号、吉林三号、科农与沃奇 1975 年晋县温妨碍成熟例外)。从我们 1974 年的试验看, 6 个品种光照时间与开花到成熟期所需积温之相关系数为 $+0.77$ ($P < 0.01$)。假如说后期发育不受光照的影响, 则大豆完成其发育应要求比较一致的积温, 现在, 播种晚, 光照短, 后期发育要求的积温也少, 据此可

以反证, 即它是由于短光照使发育加快所致(即使从发育期日数看各播期间没有明显区别)。

四、不同纬度间的引种对发育的影响

1974 年在河北涿县(39.5°N)与晋县(38°N)两地分期播种的对比, 虽然年代不同, 气温略有差异, 但可大致看出, 两地纬度相差 1.5° , 大豆生长季中, 晋县比涿县同期日照偏短, 气温偏高, 二者均促进发育, 故晋县大豆的生育期比涿县较短。以三个品种两地相同播种期(5 月 9 日, 6 月 8 日)相比, 前期在晋县为 26 天, 在涿县为 30 天, 在晋县比涿县短 4 天; 后期在晋县为 60 天, 在涿县为 67 天, 在晋县短 7 天, 全生育期相差 11 天。

如果我们不以两地相同播种期相比, 而以两地习惯播种期相比, 则晋县可在清明播种, 而涿县“谷雨点豆”, 约差一个节气。这与许多春作物向南(暖处)引种可提早播种, 向北(冷处)引种需延迟播种的一般规律相符, 故这种比法有一定实际意义。具体对比数据见表 3。

如果前后错开约一个节气相比, 比如以晋县的 4

表 3 晋县与涿县播期前后*错开对比时, 二地发育期日数与积温比较

品 种	发 育 期	地 点	发育期日数(二地播期前后对比)				发育期积温(二地播期前后对比)			
			9/4:29/4	24/4:9/5	9/5:29/5	24/5:8/6	9/4:29/4	24/4:9/5	9/5:29/5	24/5:8/6
九 农 一 号	出苗—开花	涿	36	37	36	36	788	868	900	907
		晋	46	37	35	35	898	818	847	901
	开花—成熟	涿	81	73	60	60	2043	1834	1491	1342
		晋	76	70	64	61	2019	1874	1693	1614
科 农 一 号	出苗—成熟	涿	117	110	96	96	2831	2702	2391	2249
		晋	122	107	99	96	2916	2692	2540	2515
	出苗—开花	涿	30	31	29	30	650	725	748	811
		晋	39	30	28	26	715	640	658	653
科 农 一 号	开花—成熟	涿	80	78	73	67	2045	1931	1668	1561
		晋	82	78	77	72	2147	2013	2027	1888
	出苗—成熟	涿	110	109	102	97	2695	2656	2416	2372
		晋	121	108	105	98	2862	2652	2684	2541

* 错开 15 或 20 天前后对比 表中 9/4:29/4 表示晋县播种期为 4 月 9 日, 涿县为 4 月 29 日

月 9 日(播期)比涿县的 4 月 29 日(播期), 晋县的 4 月 24 日比涿县的 5 月 9 日等等, 则可看出, 在晋县全生育期所需日数与积温, 反比在涿县为多, 而这主要是由于后期发育所需日数或积温在晋县比在涿县有所增加所致。这种趋势, 随播期延迟而更加明显, 如科农品种 4 月 9 日(晋)比 4 月 29 日(涿), 后期日数多 2 天, 积温多 102°C , 而 5 月 24 日(晋)比 6 月 8 日(涿), 后期日数则多 5 天, 积温多 327°C 。

为什么这些大豆品种在晋县所需积温或生育期日数会比偏北的涿县增加呢? 为什么所需积温之增加主要发生在开花到成熟呢? 我们认为光照时间是其主要的影响因子之一。从温度看, 晋县与涿县不论相同播期或错开播期相比, 晋县温度均高于涿县, 但大豆发育后期所需积温, 相同播期相比以涿县所需积温较多, 错开播期相比则反之, 显然这种相反的表现不是温度

所引起的。若从光照看, 由图 1 可见, 以涿县 4 月 29 日播期与晋县 4 月 9 日播期相比, 由于晋县各发育期相应提早, 出苗(A')到开花(B'), 即图 1 中之 A'B' 段, 在晋县比涿县(AB 段)光照时数短而温度低。开花到成熟期可分两段, 以两地光照时数相等之日(图中之“O”点)为界, 从开花期(B)到(O)点, 涠县 BO 段之光照比晋县 B'O 段之光照数值为多, 从 O 点到成熟期(C), 则晋县 OC' 段之光照反比涿县 OC 段的光照数值为多。如果播种早, 开花早, 即 B 与 B' 点左移, BO 与 B'O 段均相应变长, BO 与 B'O 段光照的差值, 对发育影响将较大, 可与 OC' 与 OC 段之光照差值对发育之相反影响相互抵消, 使其对后期发育总的影响不明显。播种晚开花晚, B、B' 点右移, 即 BO 与 B'O 段变短。相对地说, 晋县 OC' 段比涿县 OC 段光照数值为多, 所引起的延迟发育的作用

也较明显，因而表3中晚播的各对比后期日数与积温两地差异较大，即晋县比涿县数值大得多，而早播的对比差异小。同理，晚开花成熟的品种如九农一号、科菽在两地所需积温之差异比早开花成熟的品种沃奇明显。我们再引两地阿母菽品种试验以做比较。1973年5月上旬在哈尔滨(46°N)播种与1974年4月下旬在涿县播种相比，见图2。在哈尔滨生育期120天，在涿县119天，哈尔滨温度低，显然所需积温较少。为什么在涿县温度高而生育期不大缩短呢？从图2可见，发育后

期涿县反比哈尔滨光照时数多，这是延长其发育的重要原因之一。

如果要引种的地方越偏北偏冷，比原地播期晚得多（或同时播种，因温度低而延迟出苗开花），那么偏南地区后期光照比偏北地区数值为多，在生育期中占的比重将越大，偏南地区较长的光照对发育的延迟作用将更明显，其完成生育所需日数或积温将因此而可能比偏北偏冷地区为多。

如上所述，既然使偏南地区后期所需积温较多，主要不是温度而是光照的作用，而可照时数决定于纬度、季节，不随年代而变化，所以为了论证光照对大豆后期发育的影响，以1974年涿县与1975年晋县资料相比，虽有失粗放，但仍是具有一定根据的。

以1974年涿县与1974年徐州13个相同品种之资料对比分析，可得出相同结果，验证了上述推断。

五、一点有意义的初步推论

近年来农业气象与生态学界，重视在向高原与向北方引种中，不论长短日性植物，其完成生育所需之积温有不同程度减少的现象。这在引种的实践与理论上均有重要意义。国外林瑟定律说：达到一个指定发育期的日数，是与生长季的日数成比例的一个常数，或者说，达到一定发育期所需积温与当地年总积温或

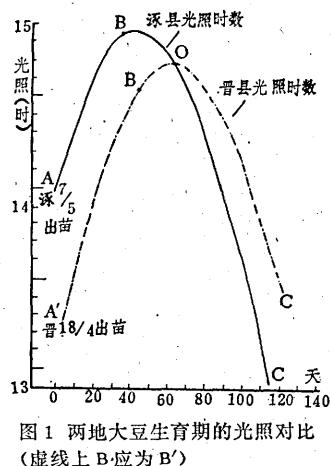


图1 两地大豆生育期的光照对比

(虚线上B应为B')

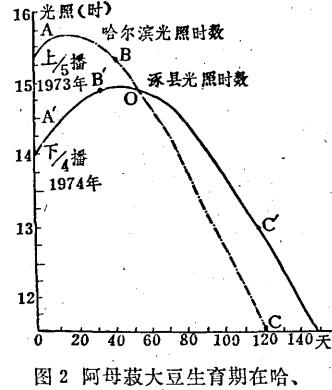


图2 阿母菽大豆生育期在哈、涿两地光照对比

生长季总积温成比例，这个比例数值（比其所需积温）更接近于常数。这种现象的机制是多方面的。根据我们不成熟的试验资料初步设想，对大豆之类作物与有关品种而言，向北部与向高原偏冷（积温少）地区引种，其完成发育所需日数与积温较少，重要原因之一，如上节所述，可能是由于在偏北偏冷地区播种较晚或（和）出苗开花晚，使其后期发育所得光照反比偏南地区为短，从而加速了发育所致。这仅是一种初步推论，有待验证，至于其他作物，更有待今后进一步研究。

六、光、温对发育的影响与品种特性关系

光、温对大豆发育的影响，不同品种反应有一定出入。在涿、晋两地种植，科菽生育期之变化很少，在晋县只比在涿县短2—4天，其他品种短11—17天之多。从各播期之间比较看，1975年科菽各播期开花到成熟期所需积温之变异系数 ($C_v = \frac{\sigma}{\bar{x}}$) 仅为5.0%，

而吉林三号为9.2%，其他品种也较大，前期亦类似。科菽生育期随纬度与播种期而较少变动，主要是因为对光、温的反应不敏感。由于它的这一特性，使其在涿、晋两地均能高产，其他品种在涿县高产，如引种到晋县，由于生育期变化大，丧失了丰产性能。可见纬度间引种时，为了稳产高产，宜选用对光、温反应不敏感，引种后发育期天数较少变化之品种。

环境温度与饲养牛羊

牛和羊属于恒温动物，当外界气象条件变化时，它的生理变化的范围在一定限度内具有体温大致不变的特性。也就是牲畜体温有保持恒定的能力。

各种牲畜的正常生长，要求外界环境温度有一个最适宜的范围，这个温度范围叫做等热区温度，也叫温度适宜值或临界温度。内蒙古牛、羊的等热区温度一般是5—20°C。锡林郭勒盟4月中旬—7月上旬、8月上旬—10月中旬的气温在适宜温度范围之内。

若环境温度低于适宜温度时，畜体热量散发较多，需要增加饲草饲料或增喂精料提高营养成份，以保持体温的恒定。据研究，牛在适宜温度下每增重1kg，需消耗饲料6—8kg。当环境温度比适宜温度每降低1°C，增重1kg需多消耗饲料50—80g。在0°C左右的环境温度下，要维持牛的体重，需要增加10—20%的饲料。

环境温度若高于适宜温度时，牛羊体内温度也会增加，引起体温稍微上升。在过热的情况下，体温的发散靠蒸发水份来进行；随着环境温度升高，体温的物理调节逐渐困难，将引起厌食，降低代谢能力，影响生长和健康。可见环境温度过高、过低，都对牲畜生长和健康有很大影响。

随着农业现代化的逐步实现，天然放牧与具有现代化设备的牲畜养殖场相结合，使环境温度等条件更加适合牲畜生长的需要；同时，还可以不断改进与培育与当地环境温度相适应的优良品种，以促进畜牧业的发展。

（魏齐松）