

每个生育阶段的光温对 夏大豆产量的影响*

李永孝 王寿元 董人纶

(山东省农业科学院)

提 要

本文利用山东省夏大豆联合区域试验资料(1978—1982),分别统计了六个品种的产量与各个生育阶段中平均气温、累积日照时数和累积降水量的二级偏相关系数,并进行了显著性测验。统计结果表明:跃进五号花期需要高温,鼓粒阶段需要多日照才有利于增产;烟黄一号、东懈一号需要凉爽的气候条件;丰收黄产量与苗期和鼓粒阶段的平均气温呈显著负相关,与鼓粒阶段的累积日照时数呈显著正相关。根据各地气候特征和夏大豆品种的气候特性,选择适宜品种并适时播种是提高夏大豆产量的重要措施。

一、前 言

多年来,我省夏大豆产量低而不稳。各夏大豆品种在栽培管理水平和水肥条件基本相近的情况下,不同年份,不同地区亩产量差异很大。即使是同一年、同一地点在同一个试验中,由于品种不同,产量差异悬殊。造成这些差异的一个重要原因是各品种在各生育阶段上要求不同的气候条件。为了迅速提高我省夏大豆产量,就得认识各品种产量与各生育阶段上温、光、水的关系。以便根据当地气候条件,种植适宜的高产品种,或者根据各品种大豆要求的气候特性选择亲本,配制出适合当地种植的高产品种。

资料来源:丰收黄、文丰6号、跃进5号、鲁豆1号、烟黄1号、东懈1号六个品种的产量及生育期资料取自山东省1978—1982年山东省夏大豆联合区域试验。气象资料取自试验点所在的县(市)气象站。

统计方法:本文将大豆生育期分为四个阶段:第一阶段自出苗到始花,第二阶段自始花到始花后二十天;此后到成熟分为两段:前2/3的时间为第三阶段,即鼓粒阶段;后1/3的时间为第四阶段,即成熟阶段。分别统计每个阶段的平均气温(℃)、累积降水

* 本文蒙高级农艺师赵经荣同志指导和审阅,特此致谢。

量(含灌溉量,每灌溉一次以 50 毫米降水计)累积日照时数与大豆产量(斤/亩)的单相关系数,并求出二级偏相关系数。为了减少篇幅和便于参考,回归方程一概省略。并且由于篇幅所限,各品种大豆产量与各生育阶段降水的关系将另文讨论。

二、光温对六种夏大豆产量的影响

夏大豆的品种不同,在各生育阶段上对日照时数和平均气温的需求是不同的,甚至完全相反。表 1 中 r_{Ti} 表示大豆产量与第 i 阶段平均气温的单相关系数, r_{Si} 表示大豆产量与第 i 阶段上累积日照时数的单相关系数, $i=1,2,3,4$ 表示第一、二、三、四生育阶段, **、*、(*) 分别表示相关系数检验在 0.01、0.05、0.1 水平上显著。

表 1 夏大豆产量与四个生育阶段的累积日照时数和平均气温的单相关系数

品种名称	生育阶段 样本容量	第一阶段		第二阶段		第三阶段		第四阶段	
		r_{T1}	r_{S1}	r_{T2}	r_{S2}	r_{T3}	r_{S3}	r_{T4}	r_{S4}
丰收黄	46	-0.4142**	-0.1856	-0.0224	0.1995	-0.3572*	0.4856**	-0.4186**	-0.1275
文丰 5 号	42	-0.4323**	0.9391	-0.2581	0.0426	-0.4255**	0.6903**	-0.2221	0.6383
跃进 5 号	23	-0.4954*	-0.4727*	0.8120**	0.1736	0.2220	0.8326**	-0.1750	-0.3881(*)
鲁豆 1 号	29	-0.5170*	-0.1964	-0.0523	0.3749	-0.7368**	0.5882**	-0.3532	-0.4097(*)
烟黄 1 号	20	-0.2244	0.0387	-0.7537**	0.2525	-0.5015*	0.5656**	-0.6647**	0.2501
东懈 1 号	15	-0.5589*	0.3267	-0.7207**	0.6634**	-0.7174**	0.0171	0.0378	0.3859

由表 1 看出,不同品种的夏大豆的产量与日照时数、平均气温在各个生育阶段上的相关系数是不同的。但是,由于温、光、水之间是互相影响的,每一个因子对产量的影响都含有其他因子影响的成份。因此,单相关系数还不能正确地评价某个因子对产量的影响,但可以大体看出丰收黄、文丰 5 号、鲁豆 1 号的产量与光、温的关系相近;烟黄 1 号、东懈 1 号对气候反应大体相同;而跃进 5 号对气候反应又别具一格。为深入讨论,我们分别温度对产量的影响和日照时数对产量的影响两个方面进行分析。

1. 各品种大豆产量与各生育阶段平均气温的关系

表 2 所列是六个品种夏大豆产量与四个生育阶段上平均气温的二级偏相关系数,即从单相关系数中消除了降水和日照时数影响以后的产量与平均气温的相关系数。由表 2 看出第一阶段即苗期,丰收黄、文丰 5 号产量与该段平均气温在 0.01 水平上负相关;鲁豆 1 号、东懈 1 号在 0.1 水平上负相关;跃进 5 号、烟黄 1 号的产量与苗期平均气温也是负相关,但不显著。这说明夏大豆需要在较低的气温环境下打好根深苗旺的丰产架子。在山东省的气候条件下,夏大豆苗期的气温越低越有利于增产。

在第二阶段即花期中,烟黄 1 号和东懈 1 号的产量与花期的平均气温呈显著负相关。如果这个阶段气温高则授粉不良,不利拉荚,籽粒产量就低。而跃进 5 号的产量与

表 2
六品种夏大豆产量与四个发育阶段上平均气温的
二级偏相关系数

品种	资料年份	生育阶段 样本容量	第一阶段	第二阶段	第三阶段	第四阶段
丰收黄	1978—82	46	-0.5567**	-0.2334	-0.4460**	-0.2438
文丰 5 号	1978—82	42	-0.4459**	-0.0735	-0.1413	-0.2736
跃进 5 号	1978—79	23	-0.2370	0.5132*	0.1881	-0.0880
鲁豆 1 号	1978—81	20	-0.4253(*)	0.0215	-0.5799*	-0.3660
烟黄 1 号	1980—82	20	-0.1889	-0.6481**	-0.5073*	-0.7376**
东懈 1 号	1980—81	15	-0.4803(*)	-0.6570*	-0.7954**	0.5267(*)

花期平均气温呈显著正相关。这说明在山东省气候条件下，夏大豆跃进 5 号花期的平均气温越高，对开花授粉和拉荚越有利，籽粒亩产量就越高。

在第三阶段，丰收黄、鲁豆 1 号、烟黄 1 号、东懈 1 号的产量与该段平均气温在 ≥ 0.05 水平上负相关，就是说，在山东省气候条件下，鼓粒阶段较低的气温，有利于这四个夏大豆品种增产。这一阶段气温高，大豆植株呼吸加快，蒸腾旺盛，大量耗散能量，明显减产。

在第四阶段，烟黄 1 号产量与该段平均气温呈极显著负相关，即在适宜温度范围内，气温较低有利于该品种增产。

由上述可知，丰收黄、文丰 5 号、鲁豆 1 号的产量与各生育阶段平均气温的关系基本相似。烟黄 1 号与东懈 1 号特性基本相近，要求在较凉爽的地区种植，否则花荚脱落，造成减产。跃进 5 号花荚期要求较高的气温，这就是该品种在山东半岛、鲁中山区和鲁北等气温较凉爽的地区种植不能发挥其增产潜力的根本原因之一。在气温较高的地区种植增产潜力较大。

2. 各品种夏大豆产量与各生育阶段日照时数的关系

表 3 是六品种夏大豆产量与各生育阶段上累积日照时数的二级偏相关系数（消除降水 and 气温的影响）。由表 3 看出，苗期累积日照时数与各品种的籽粒产量都没有明显的相关关系。在第二阶段即花期阶段，丰收黄产量与日照时数呈显著正相关。其他品种花

表 3
六品种夏大豆产量与各生育阶段累积日照时数的
二级偏相关系数

品种	资料年份	生育阶段 样本容量	第一阶段	第二阶段	第三阶段	第四阶段
丰收黄	1978—82	46	0.0785	0.3764*	0.4095**	-0.0907
文丰 5 号	1978—82	42	0.1729	0.1682	0.4505**	0.2616
跃进 5 号	1978—79	23	-0.0376	0.0352	0.6587**	-0.3246
鲁豆 1 号	1978—81	20	-0.0187	0.1265	0.4507(*)	-0.1822
烟黄 1 号	1980—82	20	0.0339	0.0595	0.4302(*)	0.6543**
东懈 1 号	1980—81	15	0.2357	0.4195	-0.2273	0.6085*

期阶段产量与日照时数没有明显关系。在第二阶段，丰收黄、文丰 5 号、跃进 5 号产量与累积日照时数在 0.01 水平上正相关；鲁豆 1 号、烟黄 1 号产量与日照对数在 0.1 水平上正相关。说明在鼓粒阶段累日照时数越多，大豆籽粒越饱满，产量越高。因此，鼓粒阶段应处在天气晴好的季节，有利于增产。在第四阶段，各品种大豆接近成熟。烟黄 1 号、东懈 1 号产量与该段累积日照时数在 ≥ 0.05 水平上正相关。说明这两个早熟品种在接近或成熟时增加日照时数，能显著地增产。其他品种产量与该段累积日照时数没有明显相关关系。

三、讨论与建议

1. 根据各地气候条件，选种适宜的大豆品种，是夏大豆增产的重要措施

据上面的分析，夏大豆品种之间的光温气候特征差异很大。不同气候特性的夏大豆品种要求种植在不同的地区，才能达到籽粒高产的目的。烟黄 1 号、东懈 1 号等品种要求气温较低，种植在胶东半岛等气候较凉爽的地区就能增产。跃进 5 号要求较高的气温，种植在枣庄、曹县等偏南的地区就容易获得增产。丰收黄、鲁豆 1 号、文丰 5 号等品种，苗期和鼓粒期要求比较凉爽的气温，花期的气温高低对产量没有明显影响，这正适宜山东省的气候条件，因此，可在全省种植。但由于这类品种的产量与苗期和鼓粒阶段的平均气温负相关，所以在较凉爽的地区或气温较低的年代更能发挥其增产潜力。

表 4 烟黄一号和跃进五号在三个不同地点的试验产量及有关气候条件

品 种	年 代	地 点	生 育 阶 段 项 目	第二阶段	第三阶段		第四阶段		全生育期降水量	产量
				$\bar{T} (^{\circ}\text{C})$	$\bar{T} (^{\circ}\text{C})$	$\Sigma s (\text{小时})$	$\bar{T} (^{\circ}\text{C})$	$\Sigma s (\text{小时})$	(毫米)	(斤/亩)
烟 黄 一 号	1981	烟台		25.4	24.3	184.7	21.0	113.2	339.9	292.9
		济南		28.2	25.7	142.4	22.1	87.2	336.2	159.4
		临沂		27.1	25.8	184.4	23.8	85.2	345.4	176.6
跃 进 五 号	1979	枣庄		28.6	22.9	207.6	18.8	72.9	517.2	386.6
		临沂		27.1	21.0	187.1	17.4	137.2	632.7	313.4
		莒县		26.4	20.8	194.1	15.0	136.9	507.1	229.4

表 4 是烟黄 1 号和跃进 5 号分别于 1981 年在烟台、济南、临沂和 1979 年在枣庄、临沂、莒县的试验产量（斤/亩）及有关气候条件（表中选了全生育期降水量尽可能比较接近的点）。表中 \bar{T} 表示某生育阶段的平均气温， ΣS 表示某生育阶段的累积日照时数。由表 4 看出：烟黄 1 号在三个地点全生育期的降水量（包括灌溉量）基本相同，分布也很接近，但由于光温条件差异很大，所以产量差异悬殊。烟台的气温花期阶段比济南低 2.8°C ，比临沂低 1.7°C ，鼓粒阶段比济南低 1.4°C ，比临沂低 1.5°C ，第四阶段比济南低 1.1°C ，比临沂低 2.8°C ；日照时数在鼓粒阶段，烟台比济南多 46.3 小时，比临沂

多 20.3 小时, 第四阶段烟台比济南多 25.8 小时, 比临沂多 28.0 小时。因此, 籽粒产量烟台比济南高 133.5 斤/亩, 比临沂高 116.3 斤/亩。济南与临沂光温条件差异小, 产量差异也小。烟台种烟黄 1 号每亩产量相当于济南的 1.84 倍, 相当于临沂的 1.66 倍。反之, 跃进 5 号需要较高的气温, 花期阶段枣庄比临沂高 1.5℃, 比莒县高 2.2℃, 鼓粒阶段日照时数枣庄也比临沂、莒县多, 所以每亩籽粒产量, 枣庄比临沂高 73.2 斤, 比莒县高 157.2 斤。枣庄种跃进 5 号夏大豆每亩产量相当于临沂的 1.23 倍, 相当于莒县的 1.68 倍。可见, 根据各地气候条件选种适宜的夏大豆品种是增产的重要措施。

2. 根据夏大豆品种气候特性适时早播是增产的另一个重要措施

为了说明适时早播对产量影响的重要性, 我们分别拟合了每个生育阶段的光温水与每个品种产量的回归方程。由于涉及的回归方程太多, 我们仅把回归系数列出。由于本文只讨论光温对产量的影响, 所以降水的回归系数也省略。并仅列出有代表性的品种。

表 5 四个夏大豆品种试验产量与每个生育阶段中温、光、水的回归系数 (降水系数省略)

系数类别 \ 生育阶段	第一阶段	第二阶段	第三阶段	第四阶段
品种				
丰收黄	b _T	-23.9575**	0	-18.0054**
	b _S	0	0.6891**	0.4892**
跃进 5 号	b _T	0	30.4825**	0
	b _S	0	0	1.2009**
鲁豆 1 号	b _T	-23.2571**	0	-22.1250*
	b _S	0	0	0.4920(*)
烟黄 1 号	b _T	0	-40.7280**	-21.7090**
	b _S	0	0	1.5069(*)
				-40.7250**
				2.3227**

表 5 中 b_T、b_S 分别表示平均气温回归系数和累积日照时数回归系数。“0”表示该项回归系数不显著。由表 5 看出: 苗期阶段平均气温每升高 1℃, 丰收黄减产 23.9 斤/亩, 鲁豆 1 号减产 23.3 斤/亩。花期阶段平均气温每升高 1℃, 跃进 5 号增产 30.5 斤/亩, 烟黄 1 号减产 40.7 斤/亩。鼓粒阶段平均气温每升高 1℃, 丰收黄减产 18.0 斤/亩, 鲁豆 1 号减产 22.1 斤/亩, 烟黄 1 号减产 21.7 斤/亩, 该段日照每增加 10 小时, 丰收黄增产 4.9 斤/亩, 跃进 5 号增产 12.0 斤/亩, 鲁豆 1 号增产 4.9 斤/亩, 烟黄 1 号增产 15.0 斤/亩。成熟阶段平均气温每升高 1℃, 烟黄 1 号减产 40.7 斤/亩, 每增 10 小时日照增产 23 斤/亩。

针对上述情况, 在播种时要充分考虑, 使丰收黄、鲁豆 1 号这类品种的苗期和鼓粒期处在气温较低的季节中, 使跃进 5 号的花期处在高温季节中, 烟黄 1 号全生育期都要求较低的气温。所有品种的鼓粒阶段都应处在天气晴好, 日照充裕的季节中。根据夏大豆品种的这种气候特性, 通过合理安排播种时期, 就可以获得大豆增产。山东省 25 个

地点 20 年 (1951—1970) 的夏大豆生长季节旬平均气温如下:

月/旬	6/上	6/中	6/下	7/上	7/中	7/下	8/上	8/中	8/下	9/上	9/中
平均气温 (°C)	22.5	24.1	25.4	25.5	23.3	27.0	27.0	25.4	23.8	22.2	20.7

由此看出, 山东省各地的旬平均气温在 7 月下旬到 8 月上旬最高。丰收黄、文丰 5 号、鲁豆 1 号这类品种的苗期和鼓粒应尽量避免这段高温时间, 可使花期处于这段时间。以 6 月中旬前后播种为好。跃进 5 号花期阶段应处高温季节, 6 月上旬播种为宜, 这样安排还可使鼓粒阶段处在秋天天气晴好的季节中。如果播期安排适宜, 可以收到 10% 左右的经济效益。但由于夏大豆受冬小麦成熟期的限制, 往往不能适时播种, 所以夏大豆适时早播就能增产。叶修祺、荆淑民在 1978—1980 年的试验研究中指出, 夏大豆力争早播是增产的关键。D. J. 鲍奎特等 (1982) 对 6 个品种、6 个播期、三种行距的试验研究也指出: (春大豆) 6 月 1 日以后播种的都显著减产。这些结果与我们的结论是一致的。可知适时早播是夏大豆增产的一条重要措施。

3. 建议在配制新品种时要充分考虑所选亲本要求的气候条件。在气温较低的胶东半岛配种时, 就不要用跃进 5 号这类品种作亲本; 在鲁南等气温较高的地区配种时, 就不要用烟黄 1 号这类品种作亲本。否则, 费时费力也不能配出理想的新品种。

主 要 参 考 文 献

1. 东北师范大学生物系: 1981, 大豆生理 科学出版社。
2. 黑龙江省农业科学院: 1982, 大豆栽培技术, 农业出版社。
3. 茅诗松等: 回归分析及其试验设计, 华东师范大学出版社。
4. 马育华: 试验统计, 农业出版社。
5. 叶修祺, 荆淑民: 1982, 夏大豆产量与气象条件关系的研究, 农业气象 (2)
6. Boquest, D.J, K. L. yield Koonce and D. M. Walker: 1982, Selected derminate soybean cultivars responses to row spacings and planting dates. Agro.J. Vol. 74, No1.
7. Dary E. Pepper: 1983, Soybean Production Practices. Soybean Research in China and the United States.
8. Judd, R., D.M., Tekrony D. B. Egli and G. M.: White 1982, Effect of freezing temperature during soybean seed maturation on seed quality. Agro. J. Vol. 74. No.4.
9. Munear P. and A. G. Wellum: 1982, Response of soybean plants to high root temperature as affected by plant cultivar and rhizobium strain. Agro. J. Vol. 74, No.1.

EFFECTS OF AIR TEMPERATURE AND SOLAR RADIATION IN EACH DEVELOPING STAGE ON THE YIELD OF SUMMER SOYBEAN

Li Yongxiao Wang Shouyuan Dong Renlun

(Shandong Academy of Agricultural Sciences)

Abstract

The paper dealt with the statistical job using the data of the six soyeans cultivars from the Uniform Variety Test in Shandong Province during 1978—1982.

In doing that, the second order partial Correlative Coefficients between yield of each of the six cultivars and the average air temperature, the amount of sunlight hours and rainfall in each growing stage were worked out, and tested for statistical significance.

The result indicated that a high yield of Yuein 5 depends on a higher temperature in flowering period and more solar radiation hours in pod-filling stage, whereas for Yanhuang 1 and Dongxie 1, a cooler climatic condition is necessary for higher yield.

There exists the negative correlation between the yield of Fengshouhuang and the temperature in seedling and pod-filling stage, and positive correlation between yield of the variety and the solar radiation hours in pod-filling time.

For obtaining high yield of summer soybeans it is important to select appropriate varieties and sowing them timely in different areas where the climatic conditions are distinctly different.