

大豆高产株型育种研究*

胡明祥 李开明 田佩占 于德洋

(吉林省农业科学院大豆研究所)

株型育种是从五十年代发展起来的,从六十年代起又发展为提高光能利用率的生理、生化效能育种。

农作物的90~95%以上的干物质,来源于光合作用。目前,作物的光能利用率只不过1~2%。1976年全省大豆育种攻关协作会议提出要选育亩产550~600斤的高产品种任务和高产株型的设想,同时指出必须对大豆的高产形态性状和生理特性进行研究,为高产株型育种提供理论依据。我们于1978~1979年对一些不同类型大豆品种,进行了株型结构和若干生理特性的调查研究,现将初步研究结果整理于下。

材 料 和 方 法

采用不同结荚习性(无限、亚有限、有限)品种共15个。

以品种为主区,密度为副区,重复三次。每品种三种密度,即每平方米15、25、35株。行长4.5米,行距70厘米,五行区,小区面积15.75平方米,收获面积8平方米。株距分别为9.5厘米、5.7厘米拐字苗及条播,间苗时按要求留苗。

生育期间调查株型结构、叶相(包括叶大小、叶层分布、叶柄长短和着生角度等)、叶绿素含量和株间光照强度等。并用QGD—07型红外线CO₂分析仪测定光合强度,在饱和光照和适合流量的条件下,进行田间测定,用CCY—200型光电叶面积测定仪测定叶面积。

试 验 结 果 与 讨 论

一、不同类型大豆的叶部性状

1、叶柄着生角度及叶柄长度

叶子是大豆进行光合作用的主要器官,而小叶、短叶柄与叶柄着生角度小是提高群体光能利用率的重要性状之一。我们曾调查部分品种的叶柄着生角度和叶柄长度,结果如表1。

从表1可以看出,不同品种叶柄着生角度是不一样的。一般可概分为三类:一类是上小下大,即植株上部叶柄着生角度小,越往下叶柄着生角度越大,如比松、吉林13号、十胜长叶、吉林17号等;再一类是上大下小,即植株上部叶柄着生角度大,越往下叶柄着生

*这项工作是在张子金同志指导下进行的。参加此项工作的还有刘玉芳、秦桂珍、阎清林等同志,另外本所化验室协助分析叶片全氮含量。

角度就越小，如辐群早、合丰23号、吉林3号、阿姆索等；再一类是上下相仿，即各叶位叶柄着生角度都差不多，如长系S—17等。

表1 大豆品种的叶柄着生角度和叶柄长度 (1978)

项 目	叶 位*	品 种	辐群早	合丰23号	吉林3号	阿姆索	比松	吉林15号	吉林17号	吉林13号	十胜长叶	早丰1号	长系S—17	
叶柄着生角度	1									26.5	13.5	16.2		
	2			35.6										
	3	34.4			30.6	38.0	31.5	37.5	24.5	32.7	20.4	31.7	30.8	
	4			30.8										
	5	31.5			22.6	42.0	35.5	42.1	28.7	37.0	33.0	28.5	29.4	
	6			23.8										
	7	21.0			24.6	30.5	39.0	46.3	28.8					30.5
	8													
	9						32.0	38.0						
叶柄长度(厘米)	1									19.6	24.2	16.4		
	2			17.2										
	3	18.2			15.0	10.0	9.7	22.7	16.4	28.1	25.0	22.9	13.3	
	4			24.9										
	5	26.5			19.7	15.6	16.8	29.1	22.9	30.7	29.0	20.4	19.6	
	6			29.8										
	7	29.6			25.2	18.9	17.2	33.0	26.0					25.1
	8													
	9						27.1	25.1						

*叶位顺序是从上往下数

从叶柄长度看可分为二类：一类是上短下长，即植株上部的叶柄较短，而下部的叶柄较长，多数无限结荚习性品种属于此类，呈伞形；再一类是中间叶柄长，上部和下部叶柄较短，如早丰1号等。

近年来，我们从公交7616、7622两个杂交组合的后代中，初步选出叶柄更短、叶柄着生角度小的材料，这为进一步选育适于密植的高产株型大豆品种创造了条件。

2、叶片大小

我们调查了10个品种的第七复叶中间小叶的大小，包括叶片长度、宽度和单叶面积等性状，结果如表2。

从表2看出，园叶品种一般单叶面积较大，叶片长度与宽度的比例较小，为1.31~1.53。尖叶品种的单叶面积较小，叶片长度与宽度的比例较大，为2.53~3.67，其中尤以长系S—17最大，为3.32~3.67。

表2

不同品种叶大小等性状比较

品 种	结荚习性	叶形	叶 片 (I)					叶 片 (II)				
			长度 (cm)	宽度 (cm)	长/宽	面积 (cm ²)	厚度(干重 mg/cm ²)	长度 (cm)	宽度 (cm)	长/宽	面积 (cm ²)	厚度(干重 mg/cm ²)
通农73-149	有 限	尖	13.4	5.3	2.53	65.5	3.66	13.0	5.0	2.60	60.3	3.32
吉林17号	亚有限	"	13.8	4.9	2.82	63.0	4.13	13.2	4.5	2.93	57.4	3.82
吉林18号	"	"	14.5	5.3	2.74	71.6	4.05	13.5	4.5	3.00	58.4	3.94
长系S-17	"	"	16.6	5.0	3.32	81.4	3.69	15.4	4.2	3.67	65.1	3.53
吉林13号	"	"	14.7	5.5	2.67	81.3	3.32	13.2	4.5	2.93	56.2	3.02
吉林3号	无 限	"	14.5	5.7	2.54	80.1	3.75	12.8	4.4	2.91	52.0	3.08
长交7120-1	亚有限	园	12.3	8.6	1.43	89.4	3.91	11.3	7.5	1.51	78.6	3.05
中辐71-1	"	"	11.9	9.1	1.31	90.4	3.54	10.9	8.0	1.36	77.8	3.34
九交7103-1	"	"	12.6	9.4	1.34	98.0	3.67	11.6	7.9	1.47	83.1	3.13
九交7233	"	"	13.2	9.6	1.38	113.7	3.61	11.2	7.3	1.53	73.7	3.12

注：①7月4日调查，②I为高肥区，II为一般肥力区。③以叶片单位面积干重 (mg/cm²) 表示叶片厚度

从叶片厚度来看，园叶品种一般叶片较薄，叶片干重 (mg/cm²) 为3.05~3.91，平均为3.16 (II) 和3.68 (I)。而尖叶品种叶片较厚叶片干重 (mg/cm²) 为3.02~4.05，平均为3.45 (II) 和3.77 (I)。关于叶片厚度与产量的关系，我们统计分析结果，产量与叶片厚度没有什么相关性。

肥水等栽培条件对叶大小有一定影响，我们以一般肥力区 (II) 各项数字为100，与高肥区 (I) 相应各项对比，结果如表3。从表3可以看出，高肥区叶片比一般肥力区叶片肥大，但各品种对肥力的反应不一样，通农73-149叶片的长、宽，面积增加幅度最小，吉林17号次之，越往下增加幅度越大，九交7233增加幅度最大。由此可见，选择小叶，叶片对

表3 不同品种叶片对肥力的反应 (叶片I/II%)

品 种	长 度	宽 度	面 积	厚 度	耐 肥 性
通农73-149	103.08	106.00	108.62	110.24	强 ↓ 弱
吉林17号	104.55	108.89	109.76	108.12	
长交7120-1	108.85	114.67	113.74	128.20	
中辐71-1	109.17	113.75	116.20	105.99	
九交7103-1	108.62	118.99	117.93	117.25	
吉林18号	107.41	117.78	122.60	102.79	
长系S-17	107.79	119.05	125.04	104.93	
吉林13号	111.36	122.22	144.66	109.93	
吉林3号	113.28	129.55	154.04	121.75	
九交7233	117.86	131.51	154.27	115.71	

注：I为高肥区，II为一般肥力区 (100%)

肥水反应小的，即耐肥性强的品种是获得高产的有利性状之一。

3、叶面积

叶面积或叶面积指数 (LAI) 是决定光合产量的重要性状。

大豆植株叶片总面积在一生中随着生育进程不断增加，但至结荚鼓粒期则开始减少，而且不同品种也不一样 (图 1)。

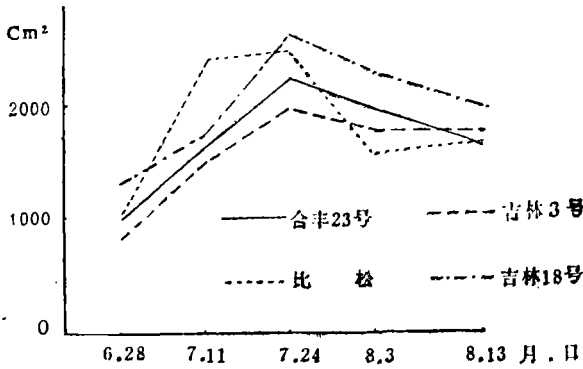


图1 单株叶面积动态变化

大豆主茎各节叶片按层次排列，它们的面积是一个单峰曲线，即上部和下部叶片面积小，而中层叶片面积大 (图 2)。从图 2 可以看出，早丰 1 号主茎 1~9 节各节叶片面积显著大于其他品种。

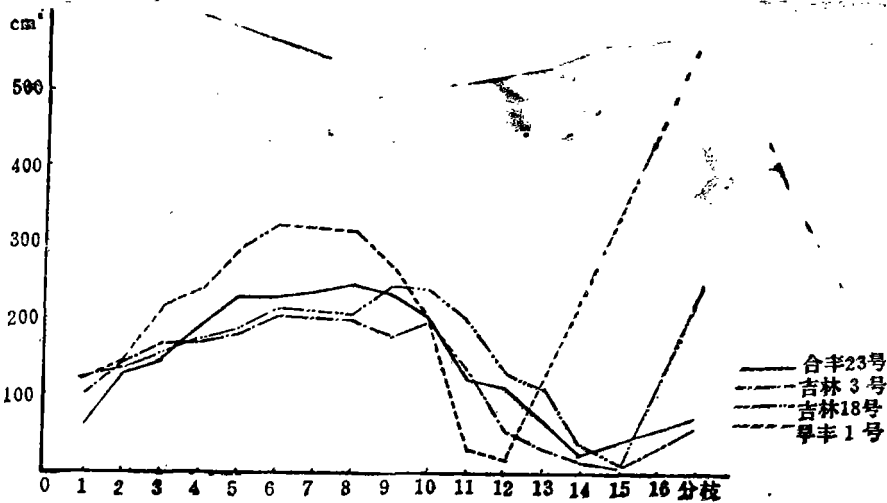


图2 不同品种主茎各节叶片面积比较

叶面积指数 (LAI) 的大小，是衡量群体结构的重要指标，在一定条件下，叶面积指数越大的，产量就越高，但也不是越大越好，增至一定限度后，造成荫蔽，影响通风透光，净同化率降低，甚至贪青倒伏，严重落花落荚，反而影响产量下降。

同一品种不同种植密度，群体叶面积消长规律不同。从调查和图3可以看出，合丰23号，种植密度每公顷为15万株时，最大叶面积指数为4.74，产量为2556公斤；25万株时，叶面积指数为5.55，产量为2553公斤；35万株时，最大叶面积指数虽高达6.45，但产量却降至2288公斤。其他品种也有类似情况，叶面积指数小于或大于6，其产量均相应降低。由此可见，要获得高产，必须有一个较合理的群体结构，形成一个较大的绿色叶面积，最大叶面积指数以维持在5~6之间较为适宜，而且出现的高峰时期应在开花末期到鼓粒初期。

4、透光性在冠层结构方面，叶层分布合理，就能改善群体内的光照条件，增加叶层对入射光的利用。我们调查了不同品种，不同密度植株中、下部的透光性，结果见表4。

表4 不同品种、不同密度的行间光照强度 (相当于自然光照%)

品 种	密 度 株/m ²	7月26日			8月7日		
		株高* cm	中部%	下部%	株高** cm	中部%	下部%
合丰23号	15	77.8	14.67	15.20	80.4	2.37	1.71
	25	73.8	17.0	2.80	86.8	2.09	1.20
	35	77.4	2.55	2.11	71.6	1.36	0.96
吉林3号	15	105.2	30.92	1.91	109.0	1.73	1.11
	25	100.6	4.57	2.95	118.0	2.64	1.22
	35	107.4	4.14	2.85	121.2	2.56	1.22
比 松	15	89.8	2.79	3.51	112.8	1.33	0.53
	25	107.2	5.03	0.46	116.2	0.65	0.54
	35	104.8	0.69	0.38	124.0	0.40	0.60
阿 姆 索	15		12.00	1.67		1.41	0.89
	25	100.4	17.30	2.62	124.0	4.74	0.82
	35		5.58	1.47		0.98	0.80
吉林13号	15	80.6	8.58	1.52	82.0	6.97	5.44
	25	92.8	4.62	0.70	94.0	4.71	0.96
	35	94.0	10.10	0.77	97.0	22.28	0.80
吉林18号	15	93.4	2.20	1.07	102.0	1.01	0.68
	25	99.6	3.37	1.12	114.0	4.64	1.17
	35	105.4	3.26	0.61	121.0	1.05	0.59
哈76—6296	15		11.38	2.32		6.15	1.74
	25	58.4	9.84	0.96	59.8	3.07	1.02
	35		5.76	1.53		1.62	1.06
十胜长叶	15	63.4	4.67	1.33	71.0	2.78	1.24
	25	78.0	1.53	1.16	77.0	1.47	1.08
	35	83.7	3.45	3.11	88.0	1.82	1.19

* 株高是7月24日调查的，** 是8月3日调查的。

不同品种,由于冠层高度不同,透光性也有差异。一般冠层矮,透光性好;反之,冠层高,透光性就差。合丰23号、哈76—6296、吉林3号、十胜长叶等透光性较好,即是在8月7日测定,植株下部光照强度仍相当于自然光照的1%以上。比松、阿姆索冠层较高,植株郁蔽严重,

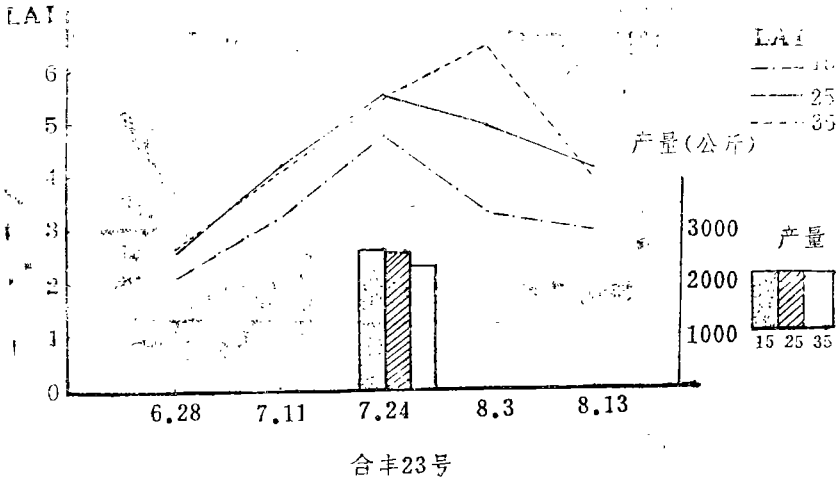


图3 叶面积指数与产量关系

中、下部透光性差,8月7日测定,下部光照强度仅相当于自然光照的0.5~0.89%。

从不同密度看,密度小透光性好,密度大透光性差,致使下部叶片早期变黄,甚至脱落。

二、不同类型大豆的茎部性状

1、茎秆性状与倒伏关系

倒伏对产量有一定影响,尤其是早期倒伏对产量影响更大。我们调查了不同品种,不同密度的大豆茎秆性状与倒伏的关系甚为密切,结果见表5。

从表5看出:(1)品种不同,倒伏程度也不同,主要是与茎秆性状有关,如合丰23号、哈76—6296、十胜长叶、通农73—149,株高60~87厘米,主茎节间平均长度为5.0~6.4厘米,5~12节平均长度为5.8~7.4厘米,秆强不倒伏。吉林12号、群选1号、公交6514—3,株高109~117厘米,主茎节间平均长度为6.0~6.8厘米,5~12节平均长度为7.5~8.0厘米,秆软,倒伏严重。早丰1号、九农9号、吉林13号株高虽然只有70~95厘米,主茎节间平均长度也只有5.6~6.1厘米,但由于秆稍软,因而发生1~2级倒伏。比松、吉林3号株高高达118厘米,主茎节间平均长度只有5.7~6.2厘米,由于秆较强,只发生轻微倒伏。

(2)不同密度,倒伏程度也不一样。调查看出,密度增加,株高也随之增高,茎粗变细,主茎节间长度变长,甚至发生徒长,因此倒伏也越重。如吉林13号,每平方米15株时,株高84厘米,平均节间长度为5.5厘米,5~12节节间长度平均为6.7厘米,未发生倒伏;每平方米为25株时,株高95厘米,平均节间长度为6.14厘米,5~12节节间长度平均为7.5厘米,发生1级倒伏;每平方米为35株时,株高高达104厘米,平均节间长度达7.2厘米,5~12节节间长度平均为8.14厘米,发生2级倒伏。同样,早丰1号和合丰23号也有类似变化。吉林12号、吉林3号、群选1号不同密度的株高虽然相仿,但茎粗、节间长度,以及倒伏程度都随密度增大而发生相应变化。

表5

茎部性状与倒伏关系

品 种	密 度		株 高 (厘米)	茎 粗 (厘米)	分 枝 数 (个)	主 茎 节 数 (个)	节 间 长 度		倒 伏 程 度
	计 划	实 际					平 均	5~12节平均	
	(株/m ²)						(厘米)		
不 同 品 种									
哈76—6296	25	24	60	0.79	0.4	11.7	5.15	5.78	0
十胜长叶	25	24.5	71	0.70	0.1	14.3	4.99	5.96	0
合丰23号	25	22	84	0.67	0	14.6	5.72	6.51	0
通农73—149	25	23	87	0.75	0.1	13.6	6.40	7.35	0
早丰1号	25	22.5	70	0.67	1.5	12.5	5.60	6.75	1—2
吉林13号	25	23	95	0.71	0.1	15.5	6.14	7.46	1
九农9号	25	22.5	90	0.68	0.4	15.6	5.78	6.75	1+
公交6514—3	25	22.3	109	0.73	0.8	17.0	6.41	7.58	3
群选1号	25	23.2	110	0.71	0.1	18.2	6.03	7.45	2
吉林12号	25	22.4	117	0.63	0.4	17.2	6.81	8.00	2
比 松	25	24.5	118	0.71	0.2	20.8	5.69	6.78	1
吉林3号	25	24.7	119	0.74	0.2	19.4	6.15	7.39	1
不 同 密 度									
合 丰 23 号	15	15.4	78	0.83	0.5	16.2	4.81	5.15	0
	25	22	84	0.67	0	14.6	5.72	6.51	0
	35	33.2	102	0.58	0	13.4	7.62	6.63	1
吉 林 12 号	15	13.8	117	0.80	1.4	19.6	5.99	7.38	1
	25	22.4	117	0.63	0.4	17.2	6.81	8.0	2
	35	31.3	113	0.61	1.4	16.6	6.79	8.85	3
吉 林 3 号	15	15	114	0.79	0.3	20.5	5.57	6.75	0
	25	24.7	119	0.74	0.2	19.4	6.15	7.39	1
	35	32.5	109	0.61	0.1	16.2	6.70	8.18	1—2
群 选 1 号	15	14.5	112	0.83	0.3	21.2	5.27	6.23	1
	25	23.2	110	0.71	0.1	18.2	6.03	7.45	2
	35	29.7	110	0.69	0.3	18.2	6.02	7.24	3
吉 林 13 号	15	15	84	0.70	1.0	15.4	5.48	6.70	0
	25	23	95	0.71	0.1	15.5	6.14	7.46	1
	35	30	104	0.57	0.2	14.4	7.19	8.14	2
十 胜 长 叶	15	15	65	0.75	1.2	14.7	4.41	5.19	0
	25	24.5	71	0.70	0.1	14.3	4.99	5.96	0
	35	32	83	0.66	0	13.6	6.07	7.21	0
早 丰 1 号	15	15	66	0.80	2.1	13.7	4.83	5.46	0—1
	25	22.5	70	0.67	1.5	12.5	5.60	6.75	1—2
	35	32.5	78	0.59	1.0	13.0	6.02	6.99	2+

Cooper (1976) [6] 指出, 大豆因倒伏减产二、三成。从1969年起, 他们开始注意选育半矮秆品种, 1976年已选育出“Elf”品种, 在伊利诺斯州, 其株高仅及威廉斯的一半, 在73.5及17.3厘米行距下, 每亩产量比威廉斯分别增加45斤及90斤。

由此可见, 半矮秆、秆强, 主茎节间短是抗倒伏, 适于密植, 提高大豆产量的重要形态性状之一。

2、关于分枝

从调查资料可以看出, 合丰23号、吉林3号、吉林16号、吉林18号和通农73—149等品种, 一般没有分枝, 属主茎型。公交6514—3、早丰1号、哈76—6296等分枝较多, 在单株总荚数中, 分枝荚数占有一定比例, 属于分枝型品种。其他如比松、阿姆索、吉林12号、群选1号等品种则介于上述两类之间。

3、产量参数

我们调查了不同密度的产量参数, 结果如表6。

表6 不同密度的产量参数

密度 (株/m ²)	荚 数			种子粒数			种子重(克)		
单株产量特性									
	平均	标准差	%	平均	标准差	%	平均	标准差	%
15	51.7	±15.1	197.33	100	±35.1	193.80	17.3	±5.8	194.38
25	26.2	±9.8	100	51.6	±27.5	100	8.9	±4.7	100
35	15.1	±12.6	57.63	33.8	±25.4	65.5	5.1	±4.9	57.3
每 m ² 产量特性									
15	776		118.40	1500		116.28	260		116.63
25	655		100	1290		100	223		100
35	529		80.69	1183		91.71	179		80.22

从表6看出, 每平方米15株时, 其单株荚数、粒数和粒重分别为每平方米25株的197.33%、193.80%和194.38%。而每平方米为35株时, 则分别为每平方米25株的57.63%、65.5%和57.3%。单位面积产量特性, 每平方米15株时, 则其荚数、粒数和粒重分别为25株的118.4%、116.28%和116.63%。每平方米35株时, 则分别为25株的80.69%、91.71%和80.22%。

不同密度的理论产量(按单株产量计算获得)与实际产量如图4。从图4可以看出, 不同密度的理论产量与实际产量趋势是一致的, 所差者按单株粒重计算获得的产量稍低于实际产量。

4 经济系数

经济系数的大小，是光合产物分配与利用合理与否的标志，是大豆营养生长与生殖生长协调与否的体现。调查结果见表7。

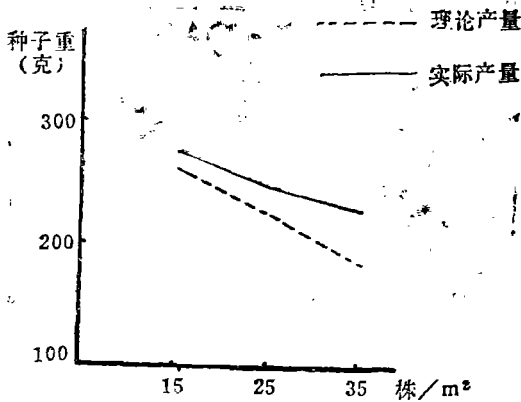


图4 不同密度的理论产量与实际产量曲线图

表7 不同品种的经济系数

品 种	经济系数	成熟期(月.日)
合丰23号	0.4261	9.3
吉林12号	0.3226	9.8
哈76—6296	0.3761	9.13
吉林3号	0.3228	9.14
吉林18号	0.3546	9.14
吉林13号	0.3720	9.15
十胜长叶	0.2863	9.15
公交6514—3	0.3038	9.19
通农73—149	0.2811	9.19
阿 姆 索	0.3188	9.21
群选1号	0.2916	9.21
早丰1号	0.3435	9.21
吉林16号	0.2755	9.22
比 松	0.3201	9.22

调查资料表明，中早熟品种经济系数较高，为0.3226~0.4261，平均为0.3744；中熟品种次之，为0.2863~0.3761，平均为0.3417；中晚熟品种较低，为0.2755~0.3435，平均为0.3049。王彦丰等〔2〕研究结果，早熟品种的经济系数高于晚熟品种，生育期与经济系数呈负相关，相关系数 $r = -0.9497$ ，极显著。

早熟品种经济系数虽高，但由于生物产量相对较低，因此改良株型的方向，应是既具有较高的经济系数，又要选择生育期适宜，加强肥水，提高生物产量和籽粒产量。

三、不同类型大豆叶片叶绿素含量和全氮含量

1、大豆叶片叶绿素含量与产量的关系

叶绿素是叶片细胞内部特征之一，叶子的叶绿素含量与光合强度、干物质积累、产量有关。我们测定了15个大豆品种叶片的叶绿素含量，结果见表8。

表8 不同品种叶绿素含量 (mg/dm²)

品 种	叶 绿 素 含 量			
	7月17日	7月31日	8月8日	平 均
合 丰 23 号	7.200	8.365	7.725	7.763
吉 林 12 号	7.225	6.800	6.600	6.875
吉 林 3 号	7.160	6.660	6.660	6.827
吉 林 16 号	7.450	7.725	6.600	6.592
比 松	7.440	6.950	7.015	7.135
阿 姆 索	7.450	7.650	7.165	7.422
群 选 1 号	6.800	5.725	5.725	6.083
吉 林 13 号	7.225	7.225	6.800	7.083
公交6514—3	6.600	5.725	5.725	6.017
吉 林 18 号	6.810	7.015	6.600	6.808
九 农 9 号	7.225	6.375	6.800	6.800
哈76—6296	8.075	8.300	7.225	7.867
十 胜 长 叶	8.075	8.075	7.225	7.795
通 农73—149	7.650	7.450	7.450	7.517
早 丰 1 号	7.225	7.510	7.015	7.250
平 均	7.037	7.307	6.822	7.055

从表8可以看出：(1)不同品种叶绿素含量不同。以合丰23号、哈76—6296、十胜长叶、通农73—149的叶绿素含量较高，阿姆索、早丰1号、比松、吉林13号次之，其他品种较低，其中尤以公交6514—3和群选1号最低。统计分析表明，大豆产量与叶绿素含量呈正相关，相关系数 $r=0.41$ 。(2)在不同生育期中叶绿素含量也是不同的。一般从7月中旬至7月末，叶片中叶绿素含量较高，至8月上旬叶片叶绿素含量则有明显减少。

吉林师大(1976)^[4]研究了大豆叶绿素含量与干物质积累的关系，结果表明随大豆的生育进程，叶片中叶绿素含量不断增加，高峰出现在结荚鼓粒期，叶绿素含量与干物质积累成正相关，相关系数 $r=0.74$ (显著标准0.10)。Buttery和Buzze1(1977)^[5]研究表明，光合强度和叶绿素含量之间有密切相关。光合作用强度变异的44%是由于叶绿素含量改变引起的。

由此可见，高的叶绿素含量，能够进一步增加光能的吸收，从而增加光合强度和干物质积累，这是产量形成的前提。所以叶绿素含量可作为研究高产的一个必要生理指标，而且通过测定叶绿素含量，早期筛选高光合强度的后代是可行的。

2、不同大豆品种叶片全氮含量与产量的关系

大豆叶片含氮量是大豆叶片细胞的特征之一。我们调查了10个大豆品种叶片的全氮含量，结果列于表9。

表9 大豆品种叶子全氮含量 (全氮烘干%)

品 种	结荚习性	7月28日 (%)	8月9日 (%)	平 均
合丰23号	无 限	4.48	3.70	4.09
吉林3号	"	4.36	4.11	4.24
比 松	"	4.76	3.85	4.31
阿 姆 索	"	4.07	4.22	4.15
吉林13号	亚 有 限	4.16	3.87	4.02
公交7133-16	"	4.23	3.47	3.85
九农9号	"	3.87	3.82	3.85
哈76-6296	有 限	4.79	4.08	4.44
十胜长叶	"	4.41	3.98	4.20
早丰1号	"	4.38	4.07	4.23
平 均		4.35	3.92	4.14

从表9资料可以看出，不同类型品种叶片全氮含量不同，有限结荚习性品种叶片全氮含量较高，平均为4.29%；无限结荚习性品种次之，平均为4.20%；亚有限品种最低，平均为3.91%。统计分析结果表明，大豆产量与叶子全氮含量呈正相关。用两次调查的平均数计算，相关系数 $r=0.48$ ，结荚期测得数字计算的相关系数 $r=0.68$ ，达到0.05显著标准。

不同时期、不同叶位叶片全氮含量也是不同的(表10)。结荚期全氮含量较高，鼓粒期较低，上部叶片较高，中部叶片次之，下部叶片最少。

Pal和Saxena(1976)^[9]研究表明，茎、叶和叶柄中氮素浓度随株龄增加而减少，荚的浓度则因之而增加。叶的全氮浓度与品种的高产量相联系的。

由此可见，叶片全氮含量也是研究大豆高产的一个有效生理指标。

表10 大豆不同叶位叶子全氮含量 (%)

品 种	7月28日			8月9日		
	上 部	中 部	下 部	上 部	中 部	下 部
吉林3号	5.15	4.34	3.60	4.68	4.27	3.38
阿 姆 索	4.80	4.21	3.19	4.49	4.17	4.00
吉林18号	5.12	4.42	3.14	3.92	3.53	2.96
早丰1号	4.67	4.24	4.24	3.77	4.01	3.42
平 均	4.94	4.30	3.54	4.22	4.11	3.44

四、不同类型大豆的光合特性

1、大豆品种间光合性状的差异

大豆品种间光合强度的高低代表其光合产物积累的水平，它是构成产量的物质基础。Curtis 等 (1969) [7]、DOrnhoff和Shibles (1970) [8]、小島(1972) [3] 测得大豆品种间光合强度存在差异。我们于大豆初花期测定了不同类型大豆品种的光合强度，也获得同样结果(表11)。

表11 不同品种光合强度
(单位: $\text{mgCO}_2/\text{dm}^2\text{小时}$)

品 种	光合强度	叶 位
合丰23号	18.52	第4片复叶
吉林12号	13.76	"
吉林3号	13.71	"
比 松	13.54	"
阿 姆 索	14.84	"
吉林13号	12.82	"
公交6514—3	15.62	"
吉林18号	12.18	"
九农9号	11.66	"
哈76—6296	13.90	"
十胜长叶	13.13	"
通农73—149	15.50	"
早丰1号	14.01	"

从表11可以看出，品种间光合强度是不一样的，差异幅度为 $11.7\sim 18.5\text{mgCO}_2/\text{dm}^2\cdot\text{小时}$ ，高低相差几乎达50%。春播的大豆于鼓粒期(8月7日)测定，不同品种间差异幅度更大，为 $10\sim 25.4\text{mgCO}_2/\text{dm}^2\cdot\text{小时}$ 。由此可见，光合强度是品种的特性之一，具有相对的稳定性。因此，在选育高产株型大豆品种时，光合作用强度可作为一个光合性状指标。

2、不同类型大豆各叶位叶片的光合强度

我们于结荚鼓粒期测定了不同类型大豆各叶位叶片的光合强度，结果表明，各叶位叶片的光合强度是不一样的。一般上部叶光合强度高，叶位愈低，光合强度愈小，这种特点，三个不同类型大豆都有。见表12。

从表12可以看出，无限结荚习性品种吉林3号、比松从上往下数第4复叶的光合强度最高，第8复叶的光合强度是第4复叶的35~40%，而第12复叶的光合强度更低，仅为第4复叶的25~35%。

注：8月1日播种，9月14日测定
亚有限和有限结荚习性的品种也有类似趋势，但差异较小。

表12 不同叶位叶片光合强度 ($\text{mgCO}_2/\text{dm}^2\cdot\text{小时}$)

品种	叶位*		4		7-8**		12		
	1	%	4	%	7-8**	%	12	%	
吉林3号	—		25.36	100	8.94	35.25	6.40	25.24	8月7日测定
比 松	—		24.37	100	9.78	40.13	8.48	34.80	
吉林13号	13.07	100	11.59	88.68	10.10	77.28			
九农9号	10.09	100	11.46	113.58	6.54	64.82			

*自上往下数 **吉林3号、比松为第8复叶，吉林13号、九农9号为第7复叶。

为什么出现这样差别呢？国内外许多研究指出，叶龄不同光合强度是不同的。一般幼嫩功能叶新陈代谢旺盛，光合活性较大，光合强度较高。我们测定4个有限结荚习性品种第一片复叶(从上往下数)的光合强度，若以7月30日测定的数据为100，则8月10日测

定时只有61~88% (表13)。这就表明不同时期测定同一叶位的叶片, 前期测定其光合能力强, 是由于叶龄幼嫩; 后期测定由于叶龄变老, 其功能也相对减低。

表13 不同生育时期叶片光合强度 (mg CO₂/dm²·小时)

品 种	7月30日		8月10日		
	光合强度	%	光合强度	%	
哈76—6296	12.05	100	9.69	80.41	第一复叶(自 上往下数)
十胜长叶	12.34	100	10.92	88.49	
通农73—149	12.89	100	11.17	86.66	
早丰1号	15.19	100	9.26	61.16	

总之, 大豆叶片光合作用能力与品种、叶龄、叶位等有关, 因此在测定时必须选择相对相同的功能叶, 这样测得的数据才可比较。

小 结

经过对不同类型大豆株型结构和若干生理特性的初步研究, 可以明确一些问题, 但有些问题还有待深入研究。

1、叶部性状: 不同品种的叶相是不同的, 叶柄着生角度可分为上小下大, 上大下小和上下相仿等。叶柄长度可分为上短下长和中间长、上部、下部短等。叶片大小, 厚薄和肥力反应品种间存在差异。因此, 选择叶柄短、叶柄着生角度小、叶片小、叶厚和耐肥, 是提高大豆产量的有利叶相。

大豆植株叶片总面积在一生中随着生育进程不断增加, 但至结荚鼓粒期则开始减少。主茎各节叶片按层次排列, 它们的面积是一个单峰曲线, 即上部和下部叶片面积小, 而中层叶片面积大。

要获得高产, 必须冠层结构好, 透光性强, 形成一个较大的绿色叶面积, 最大叶面积指数以维持在5~6之间较为适宜。

2、茎部性状: 倒伏对产量有一定影响。茎秆性状与倒伏关系甚为密切。不同品种, 茎秆性状也不一样, 抗倒伏的茎秆性状是: 株高70~90厘米, 一般不超过一米; 秆较强韧, 主茎节间长度以不超过5~6厘米为宜。不同密度, 茎秆性状也不一样, 一般密度增加, 株高也随之增高, 主茎节间长度显著变长, 茎粗变细, 甚至发生徒长, 倒伏也越重。因此, 半矮秆、主茎型、秆强、主茎节间短, 是抗倒伏, 适于密植, 提高大豆产量的重要形态性状之一。

大豆的产量参数是与单株荚数、粒数、粒重和单位面积株数有密切关系的。在一定密度范围内, 单株荚数, 粒数越多, 单株粒重越重, 单位面积理论产量和实际产量也越高。

品种的经济系数是相对稳定的, 但随不同品种而异, 一般早熟品种高于晚熟品种。大豆改良株型的方向, 应是具有较高的经济系数。

3、大豆叶绿素含量品种间存在差异, 叶绿素含量最高和最低约差0.30~0.53mg/dm²。不同生育阶段叶绿素含量也是不同的, 7月中、下旬叶绿素含量较高, 8月上旬

叶绿素含量则明显减少。统计分析表明，大豆产量与叶绿素含量呈正相关，相关系数 $r=0.41$ 。所以叶绿素含量可作为研究高产的一个重要生理指标，而且通过测定叶绿素含量，早期筛选高光合强度的后代是可行的。

4、大豆叶片全氮含量品种间存在差异，最高和最低约差0.52~0.92%。不同生育阶段、不同叶位叶片全氮含量也是不同的，结荚期全氮含量较高，鼓粒期全氮含量较低；上部叶片全氮含量较高，中部叶片全氮含量次之，下部叶片全氮含量最少。统计分析表明，大豆产量与叶子全氮含量呈正相关，相关系数 $r=0.48$ 和 0.68 ，后者达到0.05显著标准。因此，叶片全氮含量可作为研究大豆高产的另一个生理指标。

5、大豆的光合强度是品种的特性之一，具有相对的稳定性，品种间光合强度幅度为10~25.4mgCO₂/dm²·小时。各叶位叶片的光合强度不一样，一般上部叶片光合强度高，叶位愈低，光合强度愈小。

参 考 文 献

- [1] 吉林省农业科学院和吉林市农业科学研究所 1976 对我省大豆育种攻关的意见 油料作物科技 2 : 50~53
- [2] 王彦丰 路琴华 1978 大豆早熟高产的生理基础及生产扩大利用
- [3] 小岛睦男 关于提高大豆品种光合作用能力的研究 国外大豆生理研究(译文选编, 苗以农、李心光译) 1974 8月 : 1~32
- [4] 苗以农 1977 大豆高产的生理基础 油印本
- [5] Buttery, B.R.和R.I.Buzze11 大豆光合作用速率和叶绿素含量之间的关系 农业科学参考资料 光合作用 赵福洪译 科学出版社 1979: 72~75
- [6] Cooper, R.L. 1976 Modifying morphological and physiological characteristics of soybean to maximize yield 《world soybean Research》: 230~236
- [7] Curtis P.E, W.L. Ogren and R.H. Hageman 1969 Varietal effects in soybean photosynthesis and photorespiration Crop Sci .9: 323~327
- [8] Dornhoff, G.M. and R.M. Shibles. 1970 Varietal differences in net photosynthesis of soybean leaves. Crop Sci. 10: 42~45
- [9] Pal, U.R. and M.C. Saxena 1976 Relationship between nitrogen analysis of soybean tissues and soybean yields Agro. Jour. 68.No 6: 927-932