

# 夏大豆亩产 262.1kg 生理指标研究\*

卢增辉 常从云 戴蜀珏 赵长军

(中国农业科学院作物所)

赵俊杰 王柏叶

(河南省驻马店市顺河乡)

张桂英 许国政

(河南省驻马店市科委)

## 提 要

研究了夏大豆中油—89D 亩产 262.1kg 各项生理指标:叶面积系数,开花期、结荚期、鼓粒期分别为 3.98、5.80、4.91;总光合势  $18.2 \text{ 万 m}^2 \cdot \text{日}$ ,平均净光合生产率  $4.81 \text{ g/m}^2 \cdot \text{日}$ ;氮磷总积累量分别为 22.28kg 和 3.13kg,每生产 100kg 籽粒需吸收氮 8.50kg,磷 1.19kg,总干物质积累 876.47kg,粒茎比 0.51,经济系数 0.30。

**关键词** 生理指标;叶面积系数;光合势;干物质积累与分配;氮磷积累与分配

在夏大豆高产栽培及营养生理和改善品质研究的基础上,为了进一步挖掘夏大豆生产潜力,探索高产规律,建立亩产 250kg 的栽培技术体系,于 1993 年在驻马店市近郊顺河乡中等肥力的土壤上进行了本试验研究,本文主要对高产大豆产量形成的生理指标予以报道。

\* 本文于 1994 年 1 月 11 日收到。

This paper was received on Jan. 11, 1994.

## 材料和方法

供试品种为中国农科院油料所培育的夏大豆新品系中油—89D,有限结荚习性,生育期100多天;试验田4亩为粘壤土,0—20cm耕层含有机质1.05%、全氮0.092%、全 $P_2O_5$ 0.199%、碱解氮78ppm、速效磷11ppm,前茬小麦亩产300kg;6月6日播种,播前用根瘤菌株61A76拌种,宽(40cm)窄(20cm)行种植,亩留苗1.3万;浅耕灭茬前亩撒施土杂肥2000kg、化肥氮2kg,开花前亩开沟侧施2.2kg氮和8.4kg $P_2O_5$ ,随后亩覆盖150kg铡碎麦秆、麦糠;开花始期遇旱喷灌一次;生育中后期结合防治病虫害叶面喷施植物生长素、叶面宝、尿素、磷酸二氢钾。

取样期分出苗期、分枝期、开花期、结荚期、鼓粒期和成熟期,并用倒置网收集落花落荚落叶。调查测定计算了各期叶面积指数、光合势、叶片寿命、净光合生产率、群体生长率、落花落荚率,氮磷营养,经济系数等生理参数。最终产量经专家组现场验收,产量核实。

## 结果与分析

### 一、产量结果

据专家组现场测产和收后产量核实4亩高产试验田总产1048.4kg,平均亩产262.1kg,同时在该乡1.2万亩丰产示范田总产181.2万kg,平均亩产151.0kg,比试验前三年(年均播种面积0.7万亩左右)平均亩产76kg增产98.7%,总增豆90.0万kg,总增益144万元。

### 二、生理指标

1. 叶面积及叶片寿命 叶面积是决定产量的重要因素之一。中油—89D在密度1.277万,合理肥水等栽培条件下,叶面积变化为从出苗至分枝增长缓慢,分枝至开花增长迅速,至结荚期叶面积系数达5.80最大值,此后至鼓粒期稳步下降到4.91,这种慢—快—慢的变化规律是大豆高产群体叶面积变化的基本特征,而维持大豆生育后期较大叶面积系数是大豆获得高产的主要标志之一。分枝期、开花期叶面积系数分别为0.23和3.98。

维持较长的叶片寿命,是争取较大光合势的前提。在措施不力营养失调的情况下,往往首先反映在叶子上,尤其是叶片寿命上。从表1看出,下层叶一般寿命较短。子叶变黄是第三复叶长出的时候,单叶变黄是第五复叶出生前后,而第一复叶落黄是第10复叶长出,寿命30天左右。上述叶片脱落过早,对高产不利,须紧跟措施。中层叶寿命较长,但植株间,叶片间也不尽然,第7、8片复叶寿命稍短(50天)10片复叶后长达60天以上,有的延缓到黄叶期。大豆开花后长出的复叶为上层叶,主要用于鼓粒,对后期粒多,粒重起主导作用。

关于不同层次的各复叶面积,下层叶面积较小,中层叶较大,上层叶又趋小,但较均匀。由于个体发育的差异和环境的影响,所以层间层内存在大小不一的现象。

2. 光合势 光合势能更深刻揭示群体叶片对产量形成的重要作用,在一定的范围内,光合势与生物干重呈正相关。

表 1 主茎复叶不同层次叶面积及寿命

Table 1 The leaf area and duration of different layer of compound leaf of main axis

叶 层 Leaf layer	下 层 叶 Lower leaf 1—6	中 层 叶 Middle leaf 7—12	上 层 叶 Upper leaf 13—17
叶 面 积 (cm <sup>2</sup> ) Leaf area (cm <sup>2</sup> )	88.44—200.52	146.36—238.04	166.13—195.77
叶片寿命(天) Duration of leaf (days)	30 天左右	55 天左右	50 天左右
株 高 (cm) Plant height (cm)	7.5—23.5	25.8—43.5	45.5—70.5

调查结果表明(表 2),亩产 262.1kg 的中油—89D,总光合势为 182240.63m<sup>2</sup>·日。由于实现了早播,营养生长时间达 38 天,至开花期枝繁叶茂,茎秆粗壮,光合势达 37522.64 m<sup>2</sup>·日,占总光合势的 20.59%。开花结荚期是夏大豆生长的旺盛阶段,由营养生长转向生殖生长,且高度并进时期,仅 14 天光合势达 45639.58m<sup>2</sup>·日,占总光合势的 1/4;结荚鼓粒期生殖生长已占主导地位,由于采取了喷施尿素、磷酸二氢钾、生长素以后保证了土壤水分的供应等“保源促库”措施,至黄叶期光合势达 99679.01m<sup>2</sup>·日,占总光势的 54.37%,主要用于籽粒的生长。这种生育后期维持较高的光合势是保证粒重获得高产的重要标志。

表 2 不同生育期的光合势和净光合生产率

Table 2 The photosynthetic power and net photosynthetic rate at different growing-stage

日 期 及 天 数 Date and days	出苗— 分枝 Seeding- Branching	分枝— 开花 Branching- Blooming	开花— 结荚 Blooming- Podding	结荚— 鼓粒 Podding- Seed filing	鼓粒— 成熟 Seed filling- Maturing	总光合势及平 均净光合生产 率 Total photosy- nthetic power and average net photosynthetic rate
	6.12—6.23 12	7.19 26	8.2 14	8.16 14	9.22 37	
光合势(m <sup>2</sup> ·日) Photosynthetic power (m <sup>2</sup> ·day)	1035.72	36486.32	45639.58	49979.51	49099.50	182240.63
不同阶段(%) Different growing -stage (%)	0.57	20.02	25.04	27.43	26.94	
净同化率(g/m <sup>2</sup> ·日) Net photosynthe tic rate(g/m <sup>2</sup> ·day)	7.54	5.81	6.09	9.28	—1.73	4.81

\* 黄叶期 9 月 15 日。Date of leaf yellowing 9.15.

3. 净光合生产率 表 2 表明,净光合生产率的变化出现两个高峰,出苗至分枝为7.54 g/m<sup>2</sup>·日,分枝至开花,开花至结荚两阶段趋近,进入结荚至鼓粒阶段生殖生长渐占主要,鼓粒期干物质重达最大值,净光合生产率高达 9.28g/m<sup>2</sup>·日 为第二个峰值。结荚鼓粒期是籽粒形成的关键期,净同化率的大小直接影响到最终的籽粒产量。此期如遇干旱、脱肥、低温、虫害等不利因素,对同化率均能产生不利影响。

4. 干物质积累与分配 整个干物质积累过程分为 5 个时期(表 3),出苗至分枝,苗小叶少,根冠小,干物质积累少。随着叶片增加,根系逐渐走向发达,干物质积累相应加快,至开花期 26 天亩干物质积累 212.0kg,日均 8.15kg,期间叶重增加 20.7 倍,根重增长 16.6 倍;到结荚期亩总干物重 497.70kg,积累 277.88kg/亩,日均 19.85kg;进入鼓粒期亩干物重达最大值 961.64kg,14 天积累 463.94kg,日均 33.14kg,其吸收积累速度最快。鼓粒至成熟期由于物质的运转损失等,最终亩生物产量为 876.47kg,籽粒产量 262.1kg,经济系数 30%,其根重占 7.0%,茎重占 16.5%,叶柄重占 17.2%,叶重占 17.3%,荚皮重占 12.1%,粒和茎(粒、茎秆和荚皮之和)重的比值为 0.51。0.50 以上的粒茎比和 30%左右的经济系数均为高产的重要指标。

表 3 各生育期干物质积累与分配 (kg/亩)  
Table 3 The accumulation and distribution of dry matter at different growing-stages (kg/mu)

生育期 Growing-stages	根 Root	茎 Stem	叶* Leaves	叶柄* Petiole	荚*(皮) Pods (wastes)	粒 Seeds	总 重 Total weight kg
分 枝 期 Branching	1.843	0.984	4.562	0.433	—	—	7.822
开 花 期 Blooming	30.525	52.936	94.436	41.927	—	—	219.824
结 荚 期 Podding	50.944	139.928	166.260	117.277	23.330	—	497.700
鼓 粒 期 Seed filling	74.407	212.963	260.717	243.186	170.370	—	961.643
成 熟 期 Maturing	61.333	144.490	151.994	150.705	105.850	262.100	876.472

\* 包括落叶、柄、荚。Include leaf-fall,petioles,pod.

5. 花荚脱落率 据统计,高产试验田中油—89D 平均开花 151.2 朵,落花 63.4 朵占 41.9%,落荚 14.5 个占 9.5%,瘪荚 7 个占 4.6%,成荚 65.1 个占 43.1%,花荚脱落率为 51.4%,与去年相比(1992 年)因大旱花荚脱落率为 70.4%降低 19 个百分点。

6. 夏大豆 262.1kg 产量构成因素 表 4 是收获期的田间取样调查,与实收产量接近。表 4 表明,在 1.2—1.3 万的种植密度下,单株荚数 63—78 个,单株粒数 125—150 个,百粒重 18g 左右,均能实现亩产 250kg 以上产量。

表 4 产量构成因素(中油—89D)

Table 4 The formative factors of yield(Zhongyou-89D)

选 点 Sampling spot	密度株/亩 Densities plant/mu	单株成荚 No. of pods/plant	单株粒数 No. of seeds/plant	百粒重(g) Grain weight /100	产量 kg/亩 Yield kg/mu
1	13030. 0	65. 0	136. 5	18. 2	275. 1
2	12770. 0	63. 6	130. 9	18. 4	261. 4
3	12200. 0	78. 7	156. 0	17. 8	287. 9
4	13333. 0	66. 0	125. 4	18. 0	255. 8

不同部位的节间长度和基部茎粗调查表明,中下部节间短,茎秆粗壮。1—4、5—7、8—10 的节间平均长度分别为 8. 8、9. 7、9. 8cm,茎粗 1. 0cm 左右。株高 62. 5cm 左右,17—18 个节。结荚期自然株高 105—110cm。

7. 氮磷积累与分配

表 5 不同阶段氮磷积累量及日均吸收量

Table 5 The accumulation and average daily uptake of N and P during different stages

生 育 阶 段 Growing stage	积 累 量 (kg/亩) Accumulation (kg/mu)	日 均 吸 收 (g) Average daily uptake (g)	占 总 积 累 量 (%) Percentage of total accumulation (%)
N			
出苗期—分枝期 Seeding-Branching	0. 3173	26. 442	1. 42
分枝期—开花期 Branching-Blooming	5. 6253	216. 358	25. 25
开花期—结荚期 Blooming-Podding	6. 1422	438. 729	27. 57
结荚期—鼓粒期 Podding-Seed filling	10. 5353	752. 521	47. 29
鼓粒期—成熟期 Seed filling-Maturing	-0. 3601	-9. 732	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			
出苗期—分枝期 Seeding-Branching	0. 0275	2. 292	0. 88
分枝期—开花期 Branching-Blooming	0. 6606	25. 408	21. 13
开花期—结荚期 Blooming-Podding	0. 8351	59. 650	26. 71
结荚期—鼓粒期 Podding-Seed filling	1. 3927	99. 479	44. 54
鼓粒期—成熟期 Seed filling-Maturing	0. 2094	6. 98	6. 69

1)不同生育阶段的氮磷素积累 亩产 262. 1kg 夏大豆中油—89D,氮的积累量为 22. 277kg,磷为 3. 127kg,每生产 100kg 籽粒需要吸收 8. 500kg 氮和 1. 193kg 磷素,积累速度全生育期平均氮为 208. 196g/亩·日,磷为 29. 224g/亩·日。氮素,结荚至鼓粒吸收最

快达 752.521g/亩·日,总积累量 10.535kg,占总积累量的 47.3%(表 5),鼓粒至成熟期先后 75.1%的氮素转移籽粒。并伴随着氮的损失所以出现负积累。磷素的积累与氮素的积累过程大致相似,所不同的是磷素一致在积累,尤其在鼓粒期后,磷的吸收仍有增加。从表 5 还看出,开花前积累的氮占总积累量的 26.4%,磷占总积累量的 22.0%,从而指出苗期追肥的重要作用。

2)氮磷在植株各器官积累率 植株各器官的全氮全磷百分含量列于表 6。可以看出,在整个生育期中,植株氮磷百分含量随着植株的增长下降趋势明显。出苗后地上部全氮为 6.197%,全磷为 0.351%,地下部全氮为 4.878%,全磷为 1.189%。幼苗期为一生氮磷百分含量最高时期,开花后各器官氮磷百分含量下降较大,此后至鼓粒期除结荚期叶全氮增加到 4.970%,其他变幅不大。鼓粒期叶全氮仍保持在 4%以上。叶片含氮量与叶绿素含氮量有密切关系,叶还是氮的暂时贮藏库,鼓粒期运向种子。据研究,茎叶转运到种子的氮约 60%。因此,叶的含氮量和每节荚数有一定关系。结荚鼓粒期叶的含氮量与产量关系密切,可做为一个重要的高产生理指标。

表 6 氮磷在各器官积累率

Table 6 The accumulating rate of N and P in different organs of plant (%)

器 官 Organs	根 Root	茎 Stem	叶 Leaves	叶 柄 Petiole	荚 Pods	荚 皮 Pod wastes	籽 粒 Seeds
N							
分 枝 期 Branching	2.0174	3.5050	5.4208	3.2340			
开 花 期 Blooming	1.2670	1.5785	4.5325	1.1620			
结 荚 期 Podding	1.0010	1.4035	4.9700	1.1270	3.6050		
鼓 粒 期 Seed filling	1.1830	1.400	4.0670	1.1900	3.7946		
成 熟 期 Maturing	0.6165	0.4439	1.4813	0.8470		0.9450	6.3819
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>							
分 枝 期 Branching	0.3307	0.3620	0.3879	0.3985			
开 花 期 Blooming	0.2917	0.3151	0.3307	0.2942			
结 荚 期 Podding	0.2812	0.3020	0.3281	0.3098	0.3932		
鼓 粒 期 Seed filling	0.2214	0.2553	0.3724	0.2812	0.3801		
成 熟 期 Maturing	0.1600	0.2344	0.2005	0.2447		0.2631	0.6631

3)植株不同部位氮磷分配率 随着籽粒的形成和氮磷素向籽粒中运转,氮磷素在根茎叶等器官中的分配比率越来越小(表 7)。开花期 70%以上的氮素和 45%以上的磷素存在于叶片中,成熟期籽粒中的氮素和磷素分别占总量的 75.4%和 55.6%。值得指出,干物质

与氮磷的积累趋势大致是一致的。

表 7 植株不同部位氮磷分配比率

Table 7 The distribution rate of N and P in different organs of plant

(%)

生育期 Growing stage	根 Root	茎 Stem	叶 Leaves	叶柄 Petiole	荚 Pod	荚皮 Pod wastes	籽粒 Seeds
N							
分枝期 Branching	11.17	10.36	74.26	4.20			
开花期 Blooming	6.49	14.02	71.36	8.12			
结荚期 Podding	4.21	16.23	62.14	10.47	6.95		
鼓粒期 Seed filling	3.89	13.17	42.46	11.92	28.56		
成熟期 Maturing	1.70	2.88	10.11	5.73		4.49	75.09
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>							
分枝期 Branching	20.00	13.33	60.00	6.67			
开花期 Blooming	12.90	24.18	45.09	17.81			
结荚期 Podding	9.40	27.72	33.89	22.99	6.01		
鼓粒期 Seed filling	5.65	18.64	30.80	22.72	22.20		
成熟期 Maturing	3.14	10.83	9.74	11.80		8.90	55.59

### 三、讨论

在一定范围内,叶面积指数和产量呈正相关。各生育阶段必须遵循着合理的动态变化规律才能逐步完成产量目标。在非旱即涝,多低温寡照灾害性天气频繁的驻马店地区夏大豆 6 月上旬前播种是争取植株高大,枝繁叶茂实现各期有足够叶面积的关键。1993 年 6 月 6 日播种,较晚播抢回活动积温约 400℃,日照时数约 150 小时,加之合理肥水,叶面喷肥调剂,促使了大豆正常生长发育,克服了叶面积的大起大落,始终处于慢一快一慢的高产变化规律。开花期、结荚期、鼓粒期叶面积指数分别为 3.98、5.80、4.91。鼓粒期每一叶面积指数生产 53.38kg 籽粒。

光合势是叶面积(m<sup>2</sup>)和光合时间(日)的乘积,是一个双向的综合指标。光合势越大光合产物积累也就越多。因此,提高光合势,尤其是生育后期的光合势对提高产量至为重要。所以,千方百计养根保叶延缓叶片寿命是后期管理的中心环节。如 1992 年高产试验田由于遇特大干旱,鼓粒后,在水源短缺的情况下,仅 21 天就到了黄叶期,光合势仅 30799.7m<sup>2</sup>·日,百粒重 15 克左右,成为产量骤减的主要原因。而 1993 年鼓粒后 30 天才进入黄叶期,光合势达 49099.50m<sup>2</sup>·日,占总光合势的 27%,比 1992 年黄叶期延缓 9 天,光合势增加 59%,百粒重 18 克以上,成为亩突破 250kg 大关的重要原因。

中油—89D 亩产 262.1kg 籽粒,吸收氮磷分别为 22.28kg、3.13kg,每生产 100kg 籽粒需吸收 N 8.50kg  $P_2O_5$  1.19kg。王滔(1984)研究表明,亩产 224kg 吸收氮 20.9kg、磷 2.3kg,每生产 100kg 籽粒需氮 9.3kg 磷 1.02kg。随着产量水平的提高,生产百公斤籽粒所需氮量似乎有减少的趋势,虽然是总需肥量增加了,这可能有品种的差异。本试验为如何满足高产栽培中对养分的需求,提供了一个参考依据。

## 参 考 文 献

- [1] 费家骅等,1986,中国夏大豆栽培与综合利用。山东科学技术出版社
- [2] 董钻等,1993.大豆特异高产株型材料创新的思路和实践,大豆通报 1
- [3] 卢增辉等,1991,夏大豆高产的形态生理指标及栽培技术研究,大豆科学 5
- [4] K·欣森等,1982,热带地区的大豆生产
- [5] 李奇真等,1989,夏大豆的生理基础及高产栽培技术研究,中国农业科学 22(4)

## STUDY ON PHYSIOLOGICAL INDEX OF SUMMER SOWING SOYBEANS YIELDED 262.1kg/mu

Lu Zenghui Chang Congyun Dai Shujue Zhao Changjun

*(Institute of Crop Breeding and Cultivation, CAAS)*

Zhao Junjie Wang Baiye

*(Shunhe Countryside, Zhumudian City, Henan Province)*

Zhang Guiying Xu Guozheng

*(Science and Technology Commission of Zhumudian City, Henan)*

## Abstract

The results of the study on physiological index of summer sowing soybean Zhongyou-89D yielded 262.1 kg/mu of showed that leaf area index was 3.98 on flowering, 5.80 on podding and 4.91 on seed filling; The total photosynthetic power was  $18.2 \times 10^4 \text{ m}^2/\text{day}$ , and average net photosynthetic rate was  $4.81 \text{ g/m}^2 \cdot \text{day}$ ; The total accumulation of N and P were 22.54kg and 3.13kg, and it needs 8.60kg N and 1.19kg P in formulation of 100kg seed; The total accumulation of dry material was 876.47kg, the ratio of grain/stem was 0.51, and the economic index was 0.30.

**Key words** Leaf area index; Photosynthetic power; The accumulation and distribution of dry material and N and P; Physiological index