

大豆光合生理生态的研究

第1报大豆比叶重的变异性*

苗以农 殷爱武 李春荣 杨文杰 张绍纲

(东北师范大学 生物系)

提 要

本文研究了20个品种大豆比叶重 (SLW) 的变异性。新品种的 SLW, 一般地高于老品种。盛花期和鼓粒期上层叶的 SLW 高于其它生育期的 SLW。盛花期和鼓粒期的平均 SLW 分别为50.64和61.53g/m²。花末期的 SLW 下降为47.51g/m²。一日中的 SLW 一般从8时至16时逐渐增加, 以傍晚时为最高。大豆盛花期和鼓粒期上层叶的 SLW 能够充分表现出大豆基因型的特征。

比叶重即单位叶面积干重 (leaf dry weight per unit leaf area 缩写, SLW)。在多数作物叶性状中, SLW 与光合作用的关系密切。大豆植株第一片真叶与光合速率呈正相关, 而与上层叶的相关性很小 (小島等, 1972, 1975)。在苜蓿 (Pearce 等, 1969; Delaney 和 Dobrenz, 1974) 和大豆 (Bowes 等, 1972; Dornhoff 和 Shibles, 1970, 1976) 中, SLW 常与净光合作用相关。Buttery 和 Buzzell (1981) 发现 SLW 和净同化速率之间有显著的相关性。然而也有不少人报道 SLW 和光合速率不存在相关性。Lugg 等 (1979) 认为 SLW 受太阳辐射能的影响很大。

我们在已有资料基础上, 进一步研究大豆 SLW 在品种间、不同生育时期、一日中不同时间、不同密度、不同叶位的变异性, 从中选出有用的品种 (或者品系), 进行有关光合生理生态的研究。

材 料 和 方 法

在田间条件下, 于1978—1981年种植栽培种大豆20个品种。密度: 稀植为5株/m², 密植为13—15株/m²。在大豆不同生育期, 晴朗天气条件下, 于10时—14时, 用打孔器打顶数第4—5节上长成叶圆片50枚, 在80℃恒温下烘干, 称重计算 SLW。太阳辐射能资料抄自长春市气象站记录。

结 果 与 讨 论

1. 大豆品种的 SLW

供试大豆品种间 SLW (2—4年测定的平均值) 变化幅度为46.45—61.14g/m²。

* 参加此项工作的还有徐克章、许守民、曲熙忠和赵田夫同志。

60年代和70年代育成的新品种的 SLW ($50-61\text{g}/\text{m}^2$) 高于40年代育成的老品种的 LSW ($46-49\text{g}/\text{m}^2$), 见表1。

表1. 大豆品种间 SLW 的变异

品 种	SLWg/m ²	品 种	SLWg/m ²	品 种	SLWg/m ²
小金黄 (老品种)	48.21	S17 (新品种)	54.72	铁7515 (新品种)	50.68
早丰1号 (老品种)	49.92	73234 (新品种)	52.82	合丰23号 (新品种)	61.14
大白眉 (老品种)	46.50	7133-2 (新品种)	56.70	黑农10号 (新品种)	49.57
公65	50.77	公交7513 (新品种)	55.01	矮农8号 (新品种)	51.63
吉林8号 (新品种)	50.72	公交7705 (新品种)	52.54	十胜长叶	52.76
吉林18号 (新品种)	54.41	公交7424-3 (新品种)	53.50	阿姆素	52.48
九农12号 (新品种)	53.32	铁丰18号 (新品种)	55.24		

合丰23号、铁丰18号、公交7513等是目前推广或将推广的优良品种, 其 SLW 大, 产量也高。

2. 不同生育时期的 SLW

根据统计10个中晚熟大豆品种的 SLW 数字表明, 从营养生长的分枝期至黄叶期, SLW 总变化趋势是, 盛花期高 ($50.64\text{g}/\text{m}^2$), 花末结荚期低 ($47.51\text{g}/\text{m}^2$), 鼓粒期最高 ($61.53\text{g}/\text{m}^2$), 黄叶期又下降, 呈双峰曲线, 看表1, 图2。这与小金黄品种大豆 SLW 的资料一致 (苗以农等1982)。大豆叶片净同化率在开花期和鼓粒前也出现两个峰 (Dornhoff 等, 1970; 中世古公男等1979)。据大庭等 (1961) 的研究, 大豆结荚率是在开花开始后的40天内决定的, 它与开花开始后30天的日照时数呈正相关关系。因此可以认为大豆在初花至盛花和结荚至鼓粒时期, 尤其无限结荚习性大豆植株上层长成叶片积累较多的有机物资, 是对开花、受精、结荚、鼓粒生理需要的一种适应现象。

表2. 大豆不同品种不同生育期 SLW 的变化

品 种	不同生育期 年 份	初花期	盛花期	花 末 期	结 荚 期	鼓 粒 期	鼓粒末期	平 均
S17	1978	48.32	55.28	54.70	58.50	60.47	55.43	55.45
	1979	51.47	52.42	54.85	60.90	64.10	59.97	57.28
	1980	51.43	55.27	42.24	40.74	62.52	57.94	51.63
	1981	52.96	43.96	49.13	57.72	57.03	66.38	54.53
	平 均	51.04	51.73	50.23	54.46	61.03	59.93	54.89
7133-2	1978	51.02	56.59	55.79	59.49	60.53	66.88	58.38
	1979	54.10	54.95	54.77	63.02	65.07	67.82	59.95
	1980	52.23	42.85	34.52	60.75	61.49	69.29	53.52
	1981	47.79	45.41	49.94	58.80	57.92	69.69	54.92
	平 均	51.28	49.96	48.75	60.51	61.25	68.42	56.69
阿 姆 素	1978	43.79	53.42	50.32	51.02	54.72	54.92	51.36
	1979	51.45	44.90	49.90	58.62	61.05	58.50	54.07
	1980	51.56	46.98	42.71	42.07	58.70	59.79	50.30
	1981	50.78	41.45	49.13	59.46	57.92	66.41	54.19
	平 均	49.36	46.68	48.01	52.79	58.09	59.90	52.48

73234	1979	51.90	52.27	48.72	62.97	61.07	58.57	55.91
	1980	47.85	55.87	36.67	41.19	63.86	68.45	52.31
	1981	50.02	41.54	44.68	56.12	52.72	56.48	50.26
	平 均	49.92	49.89	43.35	53.42	59.21	61.16	52.82
合丰23号	1978	48.87	50.35	51.22	57.62	70.17	62. 2	56.79
	1979	43.02	69.48	54.14	74.97	76.63	70.93	65.03
	1981	64.05	61.75	51.51	60.84	72.59	58.95	61.61
	平 均	51.98	60.87	52.29	64.47	73.13	64.13	61.14
黑农10号	1979	44.80	44.82	44.57	52.41	57.20	52.20	49.33
	1980	43.90	43.99	38.90	52.79	56.94	52.40	48.15
	1981	55.46	45.38	43.98	49.28	55.27	58.15	51.25
	平 均	48.05	44.72	42.48	51.49	56.47	54.25	49.57
总 平 均		50.27	50.64	47.51	56.14	61.53	61.24	54.50

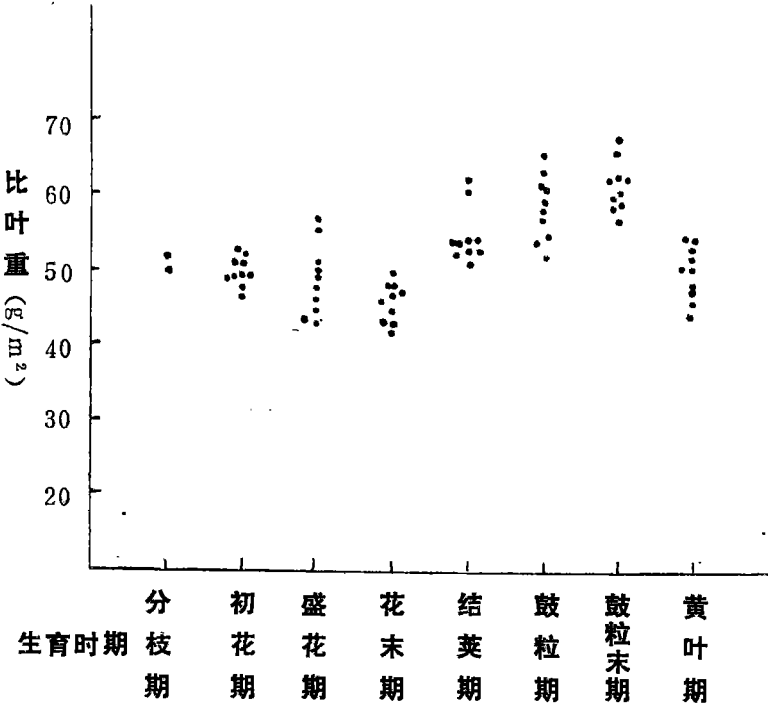


图 1 大豆不同生育时期比叶重的变化 (10个品种, 1981—1982)

从表 2，还可以看出，大豆品种间 SLW 的差异在不同生育时期表现是不同的。初花期 SLW 最高为51.98,最低为48.05,相差为3.93g/m²；盛花期为60.87—44.72,相差16.15；花末荚初为52.29—42.48,相差9.81g/m²；结荚期为64.47—51.49,相差12.98g/m²；鼓粒期为73.13—56.47,相差16.66g/m²；鼓粒末期为68.42—54.25,相差14.17g/m²。这说明大豆盛花期和鼓花期品种间的 SLW 有明显差异，与 Dornhoff (1970) 和 Lugg (1979) 结果相似。

大豆盛花期的 SLW 与鼓粒期的 SLW 之间呈显著正相关 (r=0.82)。

为什么供试的大多数品种在开花末结荚初的 SLW 下降? 我们认为, 可能由于大豆营养和生殖生长并进时期较长, 从初花至结荚后期 (营养生长停止时期) 约经历40天左右, 尤其花末荚初, 代谢库 (Sink) 之间 (营养器官和生殖器官、生殖器官和根瘤、生殖器官之间) 争夺光合产物激烈。在此时期, 叶的 ^{14}C —同化物的运转率在50—60%之间, 也就是说, 叶片将输出一半以上的同化产物供应给代谢库 (Sink), (由田谷一等1975)。开花结荚多植株, 更需较多的光合产物。另一方面, 此时期叶片本身自由水含量增大, 呼吸代谢旺盛, 消耗有机物多, 净同化率下降, SLW 降低 (苗以农等, 1964, 1982; 张荣贵, 1979)。Schou 等 (1978) 认为, 大豆开花末期和结荚初期是对光照强度反应最大的时期, 增加光照的植株成熟时, 每株荚数比对照多48%, 总种子重比对照增加57%。鼓粒期上层叶比叶重增大也可能与叶栅栏细胞层数增加有关。

3. 一日中的 SLW 变化

从表3可以看出, 大豆的 SLW 在一日中一般地从4时 ($54\text{g}/\text{m}^2$) 至16时 ($59\text{g}/\text{m}^2$) 逐渐增加, 以傍晚为最高。

表3. 一日中大豆的 SLW 变化* (g/m^2)

品 种 一日中的时间	7133-2	S ₁₇	阿 姆 素	73-234	平 均
4时	58.0	53.8	53.1	52.1	54.0
8时	57.0	52.2	52.3	54.1	54.6
12时	59.7	58.7	54.0	54.8	56.8
16时	61.0	59.2	57.5	60.4	59.5

*全生育期7次测定的平均值。

由于 SLW 反应了叶片光合产物的积累情况, 其高峰出现于一日中大豆叶片光合作用速率高峰 (12时—14时) 之后, 叶片非结构碳水化合物含量最高之时, 是合乎规律的 (户义等, 1973; Chatterton 等, 1969; 潘瑞炽和苗以农等1964, 1982)。我们多年测定大豆花末结荚初期的 SLW 的日变化, 有趣的是: 早晨光线较弱的4时的 SLW ($51.2\text{g}/\text{m}^2$) 高于光线强的8时的 SLW ($46.7\text{g}/\text{m}^2$), 见表4。这一结果与 Chatterton (1969) 等测定紫苜蓿 SLW 的日变化的资料一致。

表4. 大豆不同品种在花末结荚初期SLW的日变化 (1979年)

品 种 一日中的时间	7133-2	S ₁₇	阿 姆 素	73-234	平 均
4时	55.2	53.0	47.2	49.6	51.2
8时	49.7	50.5	44.3	42.5	46.7
12时	55.3	57.5	50.2	44.3	51.8
16时	58.9	58.4	58.1	58.5	58.4

我们认为出现这种现象的原因, 可能由于大豆光合产物主要在夜间输出 (夏叔芳等1981), 是否该时期叶片将产物全部运出的时间是在8时左右而不是在这之前。

4. 植株上下层叶的 SLW

大豆植株上层叶 SLW $51.11\text{g}/\text{m}^2$ (4个品种的平均值) 高于下层叶 SLW $31.86\text{g}/\text{m}^2$ 。上层叶 SLW 从花末至鼓粒期逐渐增高, 黄叶期降低, 而下层叶的 SLW 则从花末期至黄叶期缓慢地下降, 见图2。

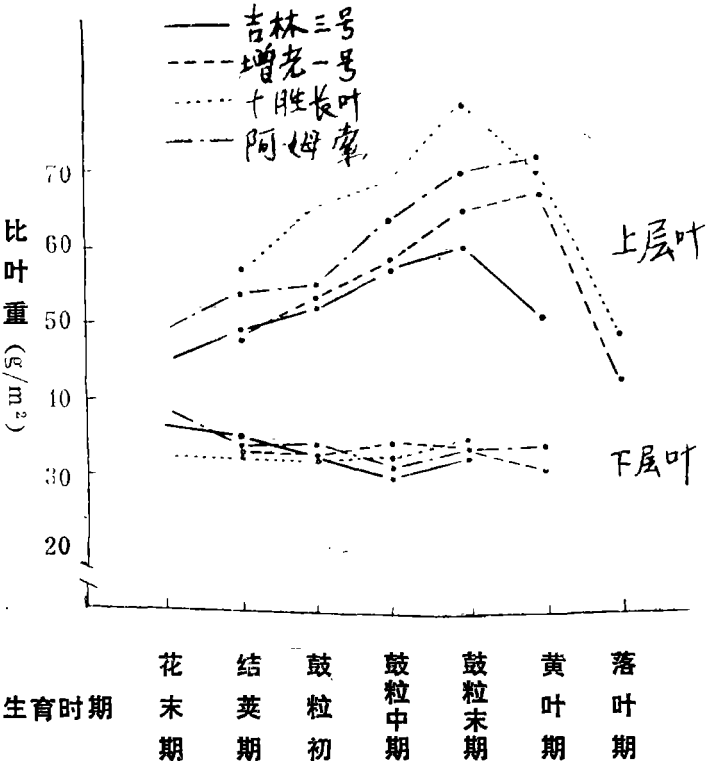


图 2 大豆不同生育时期上下层叶比叶重的变化

这说明上层叶，叶令小，截取光线较多，光合作用强，积累物质多；下层叶衰老又被上层叶遮阴截取光线少，光合作用弱，积累物质少 (Dornhoff 和 Shibles 1970)。

5. 稀植和密植条件下的 SLW

稀植 (5株/m²) 平均的 SLW (57.48g/m²) 高于密植 (13—15株/m²) 的 SLW (52.42g/m²)，两者相差为5.06。品种间有区别：例如，公交7513两者相差较大为7.21；铁丰18号两者相差较小为2.3g/m²。不同生育时期也不同：例如，花末期和鼓粒末期两者相差显著分别为8.15和7.97g/m²；初花期和鼓粒期两者相差较小，分别为2.53和3.56g/m²，见表5。

表5. 稀和密植条件下大豆 SLW 的变化 (1980)

生 育 期	品 种	稀 密	铁丰18	公交7513	铁7515	公交7705	公交7424—3	平 均
分枝期		稀	55.49	56.61	53.16	53.53	54.64	54.68
		密	51.57	47.91	49.31	47.00	51.63	49.48
初花期		稀	43.37	49.97	42.66	47.04	48.25	46.25
		密	43.57	42.96	39.97	45.96	46.32	43.72
盛花期		稀	48.47	49.54	46.94	51.27	55.61	50.36
		密	46.55	47.07	42.10	47.39	44.65	45.55

花 末 期	稀	58.52	63.22	56.41	60.88	65.89	60.98
	密	52.80	53.35	51.65	52.32	54.06	52.83
结 荚 期	稀	—	57.72	53.55	55.16	64.90	57.83
	密	57.81	53.55	45.41	50.48	57.83	53.74
鼓 粒 期	稀	69.31	72.20	64.31	68.38	63.10	67.46
	密	68.84	64.45	59.87	66.46	61.40	64.20
鼓粒末期	稀	67.51	65.49	63.23	69.85	—	66.52
	密	62.58	55.02	57.30	59.33	—	58.55

稀植叶的 SLW 之所以高于密植的 SLW, 主要由于稀植植株叶片接受较多的太阳辐射能和根系吸收较多的水分及矿物质养料, 从而使叶片具有较高的光合作用速率 (Beuerlein 和 Pendleton 1971), 不仅使叶片加厚, 而且积累有机物质也多。

6. 年度间 SLW 的差异及其与太阳辐射能量的关系

供试 6 个品种的平均 SLW 在年度间虽有差别, 但阿姆索的 SLW 在 4 年中均为中等, 合丰 23 号 3 年中均为高等, 黑农 10 号 3 年中两个低等, 一个中等, 73234 两个中等一个高等, 说明品种的 SLW 在 3—4 年中基本一致, 相对稳定, 见表 6。

大豆每年的 SLW (6 个品种平均值) 各年间也略有差别, 例如 1979 年为 $55.55\text{g}/\text{m}^2$ 较高, 1980 年为 $53.49\text{g}/\text{m}^2$ 较低, 造成这种差别的主要原因可能与太阳辐射量有密切的关系, 即太阳辐射量多, SLW 值高, 辐射量少 SLW 低, 见表 7, 但这种关系较复杂, 需要进一步深入的研究。

表 6. 大豆品种的 SLW 年度间的比较*

品 种	1978	1979	1980	1981
S ₁₇	高	高	中	中
7133—2	高	高	中	中
阿 姆 索	中	中	中	中
73234	—	高	中	中
合丰 23 号	—	高	高	高
黑农 10 号	—	低	低	中

•高 = 高 SLW ($>55\text{g}/\text{m}^2$)

中 = 中 SLW ($50-55\text{g}/\text{m}^2$)

低 = 低 SLW ($<50\text{g}/\text{m}^2$)

表 7. 大豆叶 SLW 和太阳辐射量

年 度 类 别	1978	1979	1980	1981
每年 6 个品种平均的 SLW	55.06	55.55	53.49	54.46
每年生长季节总辐射能量 卡/ cm^2	33283.90	33885.55	30147.70	33886.70

结 语

大豆的 SLW 因品种、不同生育期、一日中不同时间、叶令、叶位、种植密度、年度以及环境条件的不同而有差异。在盛花期和鼓粒期,大豆品种间的 SLW 的差异较大。上述两个生育期的上层长成叶的 SLW 能够充分表现大豆基因型的特征,因此可以利用此点,进行品系选择,这至少对深入进行光合生理生态的研究和生产潜力的测定是有益的。

大豆的 SLW 受太阳辐射的影响可能是重要的。作者建议测定 SLW,在一日中 12—16 时进行为宜。

参 考 文 献

- 1、苗以农等:1964《吉林师大学报》(自然科学)2:119—124。
- 2、苗以农等:1982《东北师大学报》(自然科学版)1:59—63。
- 3、张荣贵、宋宇:1979,《中国农业科学》2:40—46。
- 4、叔夏芳等:1981,《植物生理学报》1:135—142。
- 5、潘瑞炽和苗以农等:1964,《植物生理通讯》2:39—42。
- 6、小岛睦男:1972,《农业技术研究所报告》D第23号:97—145。
- 7、小岛睦男:1975,《农业技术》第30卷10号:443—447。
- 8、大庭寅雄等:1961,《日作纪》30:68—71。
- 9、中世古公男等:1979《日作纪》48:82—90。
- 10、户义次等:1973《作物の光合成と物质产生》145—166。
- 11、由田谷一等:1975《日作纪》44(2):185—193。
- 12、Beuerlein, J. E. and Pendleton, J. W. 1971. Crop Sci. 11: 217—219.
- 13、Bowes, G. W. L. Ogren, and R. H. Hageman. 1972. Crop Sci. 12: 77—79.
- 14、Buttery, B. R. and R. I. Buzzel. 1981. Can. J. Plant Sci. 61:191—198.
- 15、Chatterton, N. J., D. R. Lee, and W. E. Hungerford. 1972. Crop Sci. 12:576—578.
- 16、Delaney, R. H. and A. K. Dobrenz. 1974. Crop Sci. 14:444—447.
- 17、Dornhoff, G. M. and R. M. Shibbes. 1970. Crop Sci. 10:42—45.
- 18、Dornhoff, G. M. and R. M. Shibbes. 1976 Crop Sci. 16:377—381.
- 19、Lugg, D. G. and T. R. Sinclair. 1979. Crop. Sci. 19:887—892.
- 20、Schou, T. B. Jeffers, D. L. and J. G. Sheeler. 1978. Crop Sci. 18:29—34.
- 21、Pearce, R. B., G. E. Carlson, D. K. Barnes, R. H. Hanrt, and C. H. Han son. 1969. Crop Sci. 9:423—426.

A STUDY OF PHYSIO-ECOLOGY OF PHOTOSYNTHESIS IN SOYBEAN

I. Variability in Specific Leaf Weight

Miao Yi-nong Yin Ai-wu Li Chun-rong

Yang Wen-jie Zhang Shao-gang

(Biology Department, Northeast Normal University)

Abstract

The objective of the study was to determine the variability in specific leaf weight (SLW=leaf dry weight per unit leaf area) of 20 soybean lines by examining the seasonal and diurnal change in SLW over a period of 3-4 years. The SLW was sampled in the field with a leaf punch on the fully expanded leaf. The newer soybean lines generally had higher SLW than the older ones.

The SLW of upper fully expanded leaf was higher at the full-bloom and pod-fill stages than at other stages. The mean SLW at these stages were 50.64 and 61.53 g/m² respectively. The SLW was highest at the pod-fill stage. A sharp decline (47.51g/m²) in SLW was found at the end of bloom.

The SLW increased gradually from 8-16 hours during the day. Solar radiation may be an important factor affecting SLW. The samples, the authors suggest, should be collected from 12-16 hours during the day.

The data reported here indicated that genotypes of soybean may vary enough in the SLW of upper fully-expanded leaf particularly during the full-bloom and pod-filling stage, to allow lines to be selected, at least for intensive physio-ecological investigation and a measure of productivity potential.