

丰产大豆干物质生产 与分配特点的研究

张恒善 |高维三|

(吉林市农业科学研究所)

提 要

大豆干物质日生产量受叶面积和净光合生产率高低影响。在高产栽培条件下,大豆插墒以后净光合生产率对干物质日生产量起主导作用。丰产大豆干物质积累与分配的特点是:全株干重积累速度在生育进程中是迅速而稳健的递升,开花以后,茎、叶干物质积累速度缓慢上升;结荚或鼓粒期缓慢下降;花荚、籽实干重迅速递增。

大豆生物学产量与经济产量呈正相关,经济系数与产量呈正相关。大豆由低产变高产应着重提高生物学产量;而高产再高产应在获得一定生物学产量前提下提高经济系数。

栽培措施对提高生物学产量和经济产量有显著作用,也相应地提高了经济系数。应当因地制宜地选用良种,培肥地力,合理密植以及采用灌水、喷洒激素等促进与控制相结合的栽培措施,达到大豆高产稳产的目的。

绿色叶子光合作用所合成的有机物质是作物干物质生产的基础,研究生物学产量和经济产量的形成过程与干物质生产和分配的关系,以及其生物学产量和经济系数与经济产量相关程度,对提高大豆产量有着理论和实践意义。

关于作物干物质生产与分配问题,学者们已作了比较深入的研究⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾。

为了探索大豆生产规律,我们进行了大豆干物质的生产与分配及其对产量影响的研究。

材料与方 法

研究材料来自我所 1961~1980 年所内和农村基点亩产 250 斤~480 斤的豆田,经过

参加此项研究工作的还有刘金印、赵正清、王维田、王大秋等同志。本文承吉林市农科所马国辅研究员、梁振富、杨振棠等同志审阅指导,特此致谢。

系统的调查干物质日生产量、不同器官在不同生育期的干物重、生物学产量、经济产量及经济系数的部分资料。

土壤属沿江砂质壤土,基础肥力如表1。采0~30厘米土层进行土壤养分分析。按物候期(10天左右)取样,鲜样放在105℃烘箱杀生后晾晒,再烘干至恒重,即为干物重。干物质日生产量 V (克/平方米·日) $=\frac{W_2-W_1}{t}$, W_2 为后期平方米干重(克/平方米), W_1 为前期平方米干重(克/平方米), t 为两次测定相隔时间(日)。生物学产量为成熟时地上部分(子叶痕以上的茎、荚皮和籽实)的风干重。经济系数(粒茎比) $=\frac{\text{经济产量}}{\text{生物产量}}$ 。

表1 土壤基础肥力表

试验地点	肥力等级	有机质(%)	pH值	含氮量		含磷量	
				全氮(%)	水解氮毫克/克土100	全磷(%)	速效磷毫克/克土100
基点高肥区(1977年)	高	3.21~4.46	—	0.13~0.22	8.5~10.98	0.27~0.42	49.5~57.0
基点中肥区(1977年)	中	1.36~2.17	—	0.03~0.05	4.27~6.00	0.12~0.16	19.0~48.0
基点低肥区(1977年)	低	—	—	—	2.0	—	2.0
所内试验区(1979年)	中	1.74	5.8	0.11	4.48	0.18	39.69
所内试验区(1980年)	中	1.45	6.8	0.08	6.85	0.14	42.93

结果与分析

(一) 大豆干物质生产与积累

1、大豆日干物质生产量

(1) 叶面积指数、净光合生产率与干物质日生产量

作物干物质日生产量=叶面积指数×净光合生产率;而大豆干物质日生产量在开花以前随着叶面积指数增加而提高,未受净光合生产率下降的影响,说明营养生长为主的苗期至开花期叶面积指数对干物质日生产量起主导作用。在营养生长和生殖生长交错的末花至结荚初,叶面积指数达到高峰,净光合生产率形成低谷,干物质日生产量也随着急剧下降。凡该期净光合生产率下降陡度大的,干物质日生产量亦低;下降陡度小者,亦高(见图1)。说明该时期净光合生产率对干物质日生产量起主导作用。到以生殖生长为主的结荚鼓粒期,叶面积指数下降,净光合生产率回升,干物质日生产量也急剧回升,说明该时期净光合生产率对大豆干物质日生产量仍然起主导作用。

(2) 丰产大豆干物质日生产量的特点

品种与干物质日生产量 从图1可以看出,在高产栽培条件下,中早熟品种九农十三号,除在盛花至末花期干物质日生产量稍低外,其余各期均高于中晚熟品种九农九

号。九农十三号生育期间平均干物质日生产量为 10.81 克/平方米·日, 比九农九号 9.81 克/平方米·日高 1.0 克/平方米·日, 前者每亩生物学产量为 752 斤, 后者为 728 斤。

栽培环境与干物质日生产量 1961 年(丰年)在大豆生育期间, 雨水比较调和, 气温适宜, 光照充足, 大豆干物质日生产量在生育进程中稳健递升。1962 年(欠年), 大豆生育期间的雨量分布不均, 低温、日照少, 豆株徒长, 倒伏重, 于盛花至末花阶段, 干物质日生产量下降陡度大。1963 年的气象条件介于前两年之间(平年), 盛花至末花期干物质日生产量稍有下降。从图 2 不难看出, 凡生育中期倒伏轻的年度, 其干物质日生产量亦高, 最后干物质生产总量, 即生物学产量也高。三年生物学产量分别为亩产 706 斤、608 斤和 676 斤。由此说明, 在高产栽培条件下, 改善豆田插墒后的群体通风透光条件, 防止倒伏, 提高净光合生产率, 是提高干物质日生产量的主要因素, 也是提高生物学产量的基础。

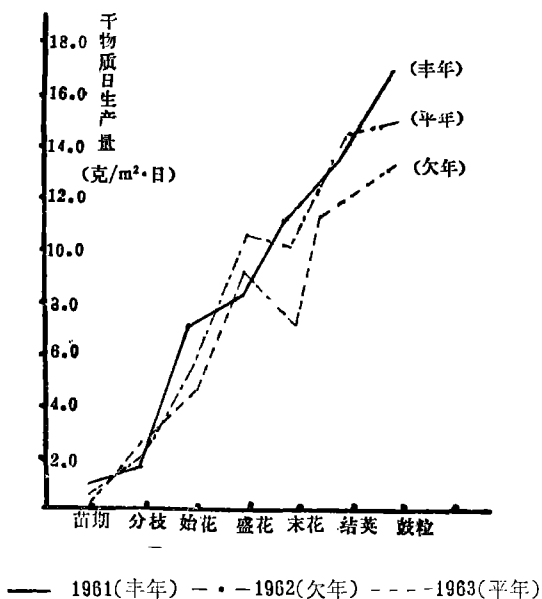


图2 不同年度日干物质生产量比较图

丰年(1961年)与欠年(1962年)比较, 丰年干物质积累快而稳健, 如图4。其中结

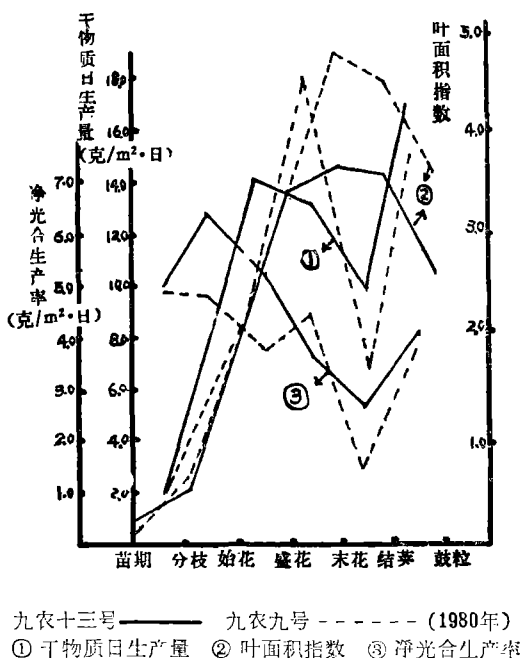


图1 干物质日生产量与叶面积指数、净光合生产率关系图

2、丰产大豆干物质积累的特点

种植的品种和栽培环境不同, 大豆干物质日生产量的高低不同。在不同生育时期, 全株的干物质积累和各器官的干物质积累数变化较大, 而且对产量形成有着深刻的影响。

从图3看出, 九农十三号在苗期比九农九号干物质积累慢, 分枝至始花期两个品种茎、叶干重差异不大。始花至盛花期九农十三号茎叶干重 > 九农九号; 末花期以后, 九农九号茎叶干重 > 九农十三号, 而花荚和籽实的干重则是九农十三号始终高于九农九号。成熟期九农十三号生物学产量为亩产 751.85 斤, 经济产量为 406 斤。九农九号生物学产量为亩产 728.26 斤, 经济产量为 335 斤。

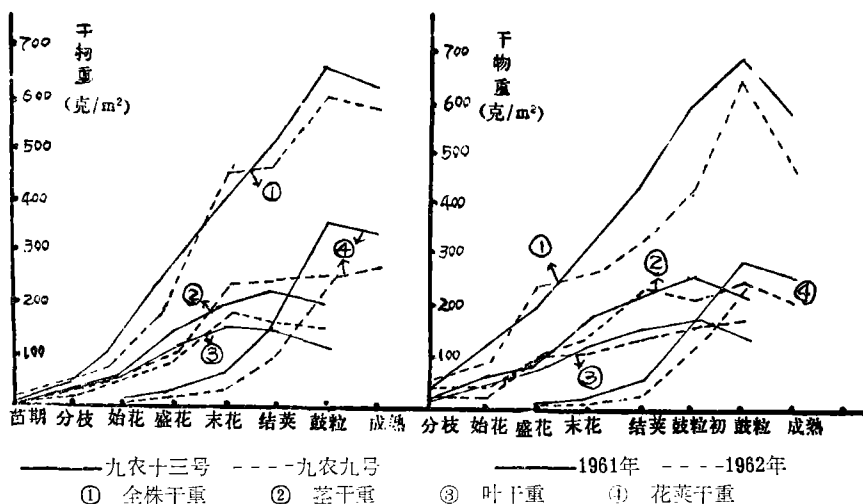


图3 不同熟期品种干物质积累比较图

图4 丰欠年大豆干物质积累比较图

实器官荚和籽实干重更为明显, 丰年大豆生物学产量为 706 斤, 经济产量为 353.3 斤, 欠年大豆生物学产量亩产为 608.0 斤, 经济产量为 266.0 斤。

通过上述资料比较分析, 可以看出, 丰产大豆干物质积累的特点是: 全株干重在生育进程中积累速度快而且稳健, 开花以后茎、叶干重缓慢上升; 结荚或鼓粒初期缓慢下降, 而结实器官花荚干重则迅速增加。

3、大豆生物学产量与经济产量相关分析

大豆生物学产量是干物质日生产量积累的结果。据统计分析, 大豆在亩产 100~480 斤范围内, 生物学产量与经济产量呈强正相关, $r=0.95^{**}$ ($n=34$)。回归方程 $\hat{y} = -0.24 + 0.515^{**}x$ 。当亩产在 250~480 斤范围内, 生物学产量与经济产量呈弱正相关 $r=0.47^{*}$ ($n=24$)。回归方程 $\hat{y} = 77.62 + 0.315^{*}x$ (如图 5、6)。

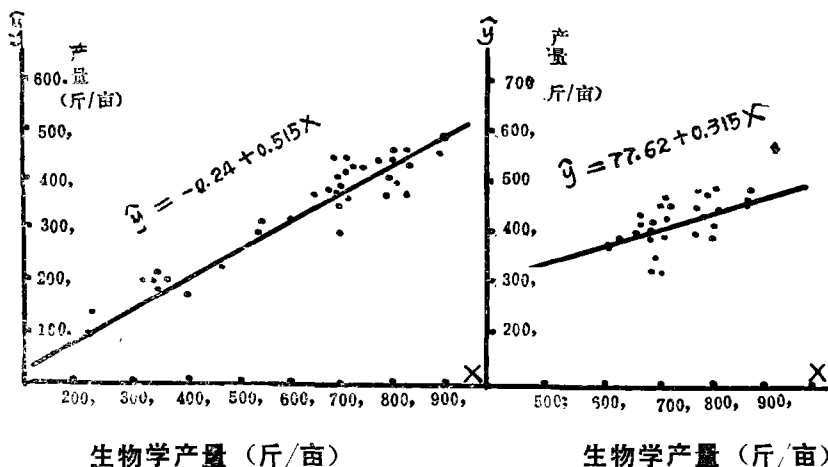


图5 亩产100—400斤大豆生物学产量与产量直线回归图

图6 亩产250—480斤大豆生物学产量与产量直线回归图

从回归方程看出，每增加一斤生物学产量时，可增加 0.515 斤或 0.315 斤大豆经济产量。故大豆无论从低产变高产，还是高产再高产都是提高生物学产量的问题；但高产再高产提高生物学产量不如低产变高产显著，这与经济系数有关。

(二) 大豆干物质的分配

1、丰产大豆干物质分配的特点

干物质在不同器官的分配是光合产物运转的结果。九农十三号在开花以前，叶干重与全株干重之比 > 九农九号叶干重与全株干重之比，开花以后则相反。然而，九农十三号盛花以后花荚和籽实干重占全株干重之比迅速递增，并一直高于九农九号，成熟时九农十三号经济系数为 0.54 比九农九号 0.46 高 0.08。

1961 年（丰年）大豆茎、叶干重占全株比例盛花以后低于 1962 年（欠年），而花荚和籽实干重占全株干重之比一直高于 1962 年。丰年经济系数为 0.50，欠年为 0.46。

因此，初步认为，丰产大豆干物质在各器官分配比例是：苗期至分枝期叶茎之比为 6 : 4，始花期叶茎之比近于 1 : 1，盛花期茎叶花之比为 5.3 : 4.4 : 0.3，末花期茎叶花之比为 4.8 : 3.8 : 1.6，结荚期茎叶荚之比为 4.4 : 2.8 : 2.8，鼓粒期茎叶荚之比为 2.8 : 1.9 : 5.3，成熟期粒茎之比（经济系数）为 0.52 左右。

2、大豆经济系数与产量相关分析

据统计分析，在大豆亩产 200~480 斤范围内，大豆产量与经济系数呈强正相关 $r = 0.86^{**}$ ($n=38$)，回归方程 $\hat{y} = -55.06 + 8.96^{**}x$ (如图 7)。在亩产 330~480 斤范围内，大豆经济系数与产量呈中度正相关 $r = 0.65^{**}$ ($n=23$)，回归方程 $\hat{y} = 4.26 + 8.82^{**}x$

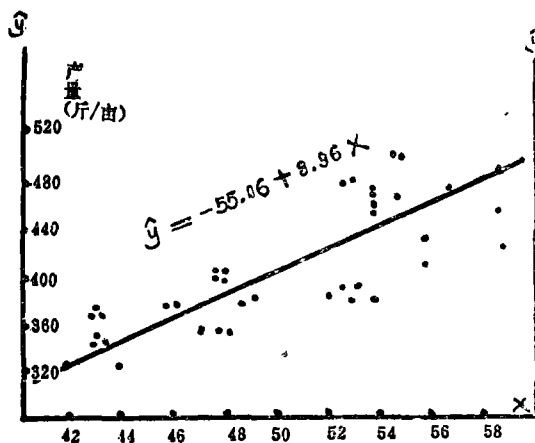


图 7 亩产 200—480 斤大豆经济系数与产量直线回归图

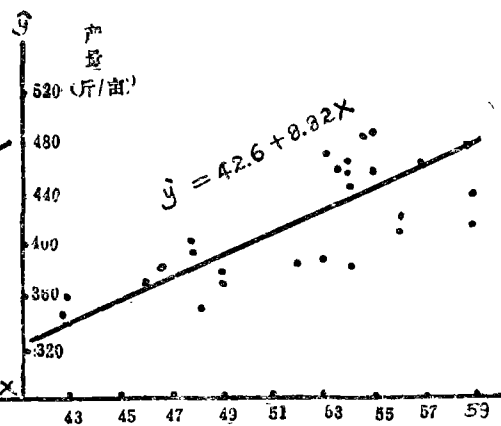


图 8 亩产 330—480 斤大豆经济系数与产量直线回归图

(如图 8)。这意味着经济系数每提高百分之一，即相当于每亩增产大豆 8.82 斤或 8.96 斤。可见提高大豆经济系数对提高大豆产量的重要意义。

(三) 提高大豆生物学产量和经济系数的主要措施

1、因地制宜选用良种

据对高产栽培条件下不同成熟期品种的统计分析,生育日数(出苗到成熟)在102—135天范围内,生育日数与经济系数呈负相关 $r = -0.66^{**}$ ($n=25$)。经济系数最低者为0.42,最高达到0.59,品种间高低相差0.17,一般是早熟品种经济系数>中熟>晚熟。熟期相近的品种,小叶株型收敛的品种经济系数>大叶繁茂型品种。在相同栽培条件下,繁茂型品种生物学产量高,经济系数低;收敛型品种生物学产量低,经济系数高(见表2、3)。因此,在高产栽培条件下应选小叶半矮或矮秆型、株型收敛抗倒的、经济系数高的中早熟或早熟品种。一般生产条件下,应选大叶繁茂型、生物学产量高的中晚品种。从而调节与平衡生物学产量与经济产量之间关系,以达到提高经济产量的目的。

2 增施粪肥,培肥地力

从表2看出,随着土壤基础肥力递增,大豆生物产量和经济系数均有大幅度增加,也相应地提高了大豆产量。如中肥比低肥增产34.6~82.3%,高肥比低肥增产76.2~179.2%。因此培肥地力是提高大豆产量的基础。

表2 不同品种、不同肥力生物学产量、经济系数、产量变化表 (1977年)

试验品种	生态类型	基础肥力	生育日数	生物学产量 (斤/亩)	经济系数	产 量 (斤/亩)	增 减 (%)
黑河三号	小叶株型收敛	低	102	318.9	0.52	165.5	100.0
		中	102	559.6	0.54	302.2	182.3
		高	104	810.9	0.54	462.2	279.2
丰收选	大叶繁茂	低	106	495.9	0.44	218.2	100.0
		中	104	713.4	0.45	295.9	134.6
		高	107	828.1	0.48	397.5	182.1
矮大豆	矮秆株型收敛	低	107	409.6	0.49	200.7	100.0
		中	118	627.5	0.51	320.0	160.4
		高	117	760.2	0.57	433.3	215.8
九农九号	中叶繁茂	低	127	415.9	0.47	195.5	100.9
		中	128	621.1	0.44	273.3	139.7
		高	127	699.0	0.50	344.5	173.2

3 合理密植

随着密度增加,大豆生物学产量因品种抗倒性不同有增有减,而经济系数随着密度

增加而有递减的趋势（表3）。因此，按照“肥地宜稀，薄地宜密；分枝性强的繁茂型品种宜稀，分枝少的株型收敛的品种宜密”的大豆合理密植原则，并以适宜的叶面积指数为依据，在提高生物学产量的同时也要保持一定的经济系数，是大豆合理密植的标志。

表3 不同品种、不同密度、生物学产量、经济系数与产量 (1979年)

试 验 品 种	基础肥力	实际密度 (株/米 ²)	生物学产量 (斤/亩)	经济系数	产 量 (斤/亩)
黑 河 三 号	高	22.9	672.4	0.59	396.7
		33.7	680.4	0.59	401.7
		41.0	683.9	0.56	383.0
九 农 十 三 号	高	22.0	761.8	0.49	373.3
		35.8	652.2	0.46	300.0
		37.0	640.2	0.44	281.7
九 农 九 号	高	23.7	701.6	0.43	301.7
		30.5	744.2	0.43	320.0
		38.8	651.2	0.43	280.0

4 灌水与喷三碘苯甲酸

1979年吉林地区干旱严重，大豆灌水田块亩产生物学产量为713.1斤，经济产量为349.4斤，经济系数为0.49；而未灌水田块亩产生物学产量651.5斤，经济产量为286.7斤，经济系数为0.44，灌水比未灌水增产21.9%。

1980年大豆始花期豆株生育过旺，连续两次喷250ppm三碘苯甲酸，减轻了倒伏，亩产生物学产量750斤，经济产量360.4斤，经济系数为0.48，而未喷田块的生物学产量为696.9斤，经济产量为292.7斤，经济系数为0.42，喷者比未喷增产23.1%。

综上所述，因地制宜地采取促进与控制相结合的栽培措施，在提高生物学产量的基础上，提高经济系数，是实现大豆高产稳产的主要途径。

参 考 文 献

1. 作物产量变异生理基础（译文集），科学出版社 1960年。
2. 费家骅（1963年）：夏大豆不同生育期干物质、糖类 and 氮化物质积累的初步研究，作物学报2卷1期。
3. L. J 伊文思主编：作物生理学（译文集），农业出版社，1979年。
4. 作物的光合作用与物质生产（译文集），科学出版社，1979年。
5. 董钻等（1979年）：大豆品种生产力的比较研究，沈阳农学院学报第1期（总第13期）。
6. 大豆生理，东北师范大学生物系《大豆生理》编写组编著，科学出版社，1981年。
7. 昆野昭晨：《农业与园艺》第五卷第2—3号，1979年。

STUDIES ON THE CHARACTERISTICS OF PRODUCTION AND DISTRIBUTION OF DRY MATTER IN HIGH-YIELD SOYBEAN

Zhang Heng-shan Gao Wei-san

(Jilin Institute of Agricultural Sciences)

Abstract

The day-yield of dry matter of soybean is affected by leaf area and net photosynthesis rate. Under high-yield cultural technique, the net photosynthesis rate plays a leading part in the day-yield of dry matter of soybean after closing of crop. The principal characteristics of accumulation and distribution of the dry matter for high-yield soybean are as follows: The accumulative rate of dry weight for the whole plant increases rapidly and steadily during the course of growth and development of plant while that for stem and leaves increases slowly after anthesis and declines slowly at the pod elongation stage or the beginning of seed-filling period, but the dry weight of flowers, pods and kernels increase rapidly.

The biological yield of soybean positively correlates to its economic yield, i. e. $r=0.95^{**}$ and $y=-2.24+0.515^{**}x$ or $r=0.47^{*}$ and $y=77.6+0.315^{*}x$. The economic index of soybean positively correlates to its yield, i. e. $r=0.86^{**}$ and $y=-55.06+8.96^{**}x$ or $r=0.65^{**}$ and $y=42.6+8.82^{**}x$. It should attach importance to raise the biological yield for transforming low yield into high yield and for higher yield to raise the economic index under the prerequisite of certain biological yield.

The cultural practices have a notable effect on the increasing of biological yield and economic yield.