

大豆早熟品种生长发育特点和产量形成规律的探讨*

II. 大豆早熟品种产量形成的几项规律

董加耕 董 钻 裘碧梧

(沈阳农业大学)

提 要

根据3个大豆品种6个播期的多次取样资料,以Logistic方程分析了单株生物产量的积累,以对称“S”形曲线分析了单株荚重和单荚重的积累进程。大豆早熟品种单株生物产量积累,在出苗后50天左右达到最大值,始花至鼓粒盛期最快。早熟品种单株荚重的有效积累时间比晚熟品种短约10天,但单个荚重的平均增长速率比晚熟品种快约10mg/荚·日。

关键词 早熟大豆;Logistic方程,对称“S”形曲线

个体生长是产量形成的基础。一般说来,作物产量形成包括营养体形成、花器和产量容器的形成、产量内容的积累和转移三个阶段。就大豆而言,单株生物产量、单株荚重、单荚重与产量形成有密切的关系。

关于大豆产量形成的特点,前人已经进行过不少的研究。据 Hanway 和 Weber(1971)报导,生产能力不同的8个大豆品种具有相同的籽粒物质积累速率。Egli 和 Leggett(1973)指出,大豆品种间干物质积累速率有明显的差异。据 Koller(1971)的资料,大豆籽粒的生长速率和发育阶段密切相关。Egli(1973)的研究证明,大约在籽粒积累了其最终重的15~30%时荚干重达到最大值。Gbikpi 和 Crookston(1980)的研究表明,晚发育豆荚的籽粒生长速率显著快于早发育豆荚的籽粒生长速率;但是,早发育者的充实期比晚发育者长,所以粒重也高。Mcblain 和 Hume(1980,1981)对早熟大豆品种高产生理的研究表明,较长的鼓粒期是早熟大豆高产的一个理想性状。

* 本文于1990年5月15日收到。

This paper was received on May 15, 1990.

本文拟根据 3 个品种 6 个播期的资料,分析早熟大豆产量形成的规律性。

材料和方法

1988 年,以合丰 26 号、红丰 3 号、辽豆 3 号为试材,从 4 月 28 日起,每两周播种一次,共播 6 次。在大豆生育期间定期取样测定了植株各器官及单株生物产量的增长动态。始花后,于 8 月 10 日选择大小一致的花朵,挂牌。每隔 8 天取荚一次,每次取荚 20 个,自然风干后称重。每次取样的同时,选择“相似荚”20 个,挂牌标记,以备下一次取荚之用。如此直至成熟。

结果与分析

一、单株生物产量的积累(g/株)

从 Logistic 方程 $\hat{Y} = \frac{K}{1 + ae^{-bx}}$ 可较好地描述 3 个品种 6 个播期的单株生物产量的生长过程。其一阶导数 $\frac{\hat{ay}}{\hat{ax}} = \frac{abke^{-bx}}{(1 + ae^{-bx})^2}$ 可以用于表示单株生物产量积累速率的动态变化过程(图 1,表 1)。

式中,k—理论最大单株生物产量(g/株)

x—出苗后天数

a、b—方程系数

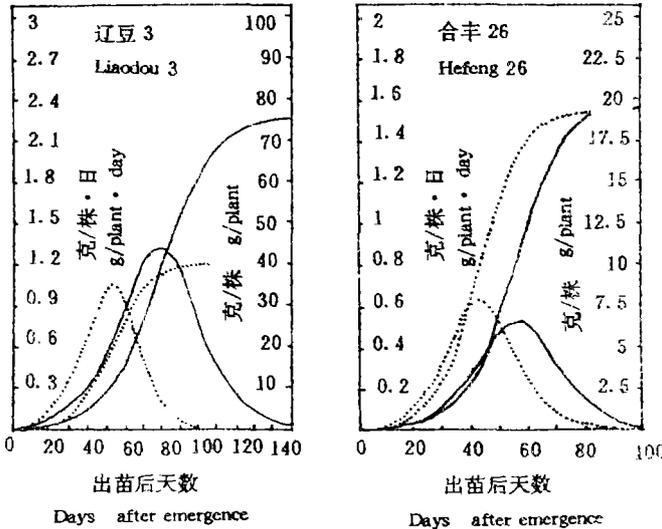


图 1 单株生物产量积累及积累速率(1988,沈阳)

Fig. 1 Plant biomass accumulation and accumulation rate

— : 4 月 28 日播(sowing date 4.28) : 7 月 8 日播(sowing date 7.8)

以合丰 26 号第一播期为例,其单株生物产量的 Logistic 方程为:

$$\hat{Y} = \frac{20.29}{1 + 391.80e^{-0.1067x}}$$

其单株生物产量积累速率方程为:

$$\frac{\partial \hat{Y}}{\partial x} = \frac{848.22e^{-0.1067x}}{(1 + 391.80e^{-0.1067x})^2}$$

余者类推

根据实测数据所建立的方程,经检验均达到了极显著水平,如表 1 所列。

表 1 单株生物产量的 Logistic 方程参数

Table 1 The logistic equation parameters of plant biomass

品 种 Varieties	播 期 Sowing date	a	b	k	R [*]
合 丰 26 号 He Feng 26	1	391.80	0.1067	20.29	-0.9283
	2	533.18	0.1187	22.20	-0.9588
	3	171.68	0.1064	20.50	-0.9615
	4	253.45	0.1250	23.82	-0.9404
	5	279.27	0.1433	16.23	-0.9505
	6	306.09	0.1324	19.48	-0.9783
红 丰 3 号 Hong Feng 3	1	273.33	0.0941	24.00	-0.8865
	2	184.74	0.0983	20.92	-0.9224
	3	166.69	0.0983	22.07	-0.9496
	4	197.73	0.1128	22.50	-0.9785
	5	215.35	0.1049	24.75	-0.9764
	6	181.26	0.1013	25.45	-0.9832
辽 豆 3 号 Liao Dou 3	1	235.77	0.0699	76.41	-0.9047
	2	258.73	0.0725	69.23	-0.9350
	3	213.94	0.0778	59.93	-0.9574
	4	193.99	0.0319	63.90	-0.9508
	5	241.84	0.0900	51.98	-0.9598
	6	247.91	0.1058	40.31	-0.9726

*注:R 为方程相关系数。

R—The values of relative coefficient

表 2 列出了单株生物产量增长的特征参数。

从表 2 资料可以看出,单株生物产量最大积累速率出现的时间(X_1),随着播期的延迟而提前,晚熟品种提前幅度尤大。这表明,延迟播种加快了单株生物产量的积累进度(见图 1)。例如,合丰 26 号在 4 月 28 日播种,其单株生物产量最大积累速率在出苗后第 55.9 天出现,而在 7 月 8 日播种,单株生物产量最大积累速率则出现于出苗后第 43.2 天。

早熟品种单株生物产量最大积累速率(Y_1)和出苗至成熟的平均积累速率(Y_2)都小于

晚熟品种,晚熟品种的平均积累速率约为早熟品种的2倍。例如,合丰26号4月28日播种,单株生物产量最大积累速率和出苗至成熟的平均积累速率分别为0.541g/株·日和0.202g/株·日;而辽豆3号则相应地为1.355g/株·日和0.556g/株·日。始花至鼓粒盛期单株生物产量的平均积累速率(Y_4)既大于出苗至始花期单株生物产量的平均积累速率(Y_3),又大于鼓粒盛期至成熟期的平均积累速率(Y_5)。

因此,始花至鼓粒盛期是单株生物产量的主要积累时期。

表2 单株生物产量增长的特征参数

Table 2 The characteristic parameters of plant biomass increasing

品 种 Varieties	播 期 Sowing date	X_1	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5
合 丰 26 号 He Feng 26	1	55.9	0.541	0.202	0.044	0.401	0.154
	2	52.8	0.658	0.238	0.052	0.495	0.180
	3	48.3	0.545	0.232	0.062	0.415	0.197
	4	44.2	0.744	0.299	0.063	0.536	0.260
	5	39.3	0.581	0.206	0.049	0.423	0.105
	6	43.2	0.644	0.255	0.043	0.434	0.239
红 丰 3 号 Hong Feng 3	1	59.6	0.564	0.235	0.049	0.405	0.244
	2	53.0	0.514	0.215	0.057	0.393	0.176
	3	52.0	0.542	0.240	0.055	0.391	0.240
	4	46.8	0.634	0.265	0.057	0.452	0.237
	5	51.2	0.649	0.288	0.042	0.379	0.368
	6	51.3	0.644	0.295	0.046	0.383	0.377
辽 豆 3 号 Liao Dou 3	1	78.1	1.335	0.556	0.132	0.998	0.515
	2	76.6	1.254	0.526	0.106	0.888	0.544
	3	68.9	1.165	0.497	0.116	0.860	0.487
	4	64.3	1.308	0.560	0.135	0.970	0.526
	5	69.9	1.169	0.479	0.093	0.813	0.451
	6	52.1	1.66	0.426	0.085	0.752	0.363

表中:

X_1 —单株生物产量积累速率达到最大时的时间(出苗后天数)

X_1 —The date of the highest accumulating rate of biological yield(days from emergence)

Y_1 —单株生物产量的最大积累速率(克/株·日)

Y_1 —The highest accumulating rate of biological yield (g/plant·day)

Y_2 —出苗至成熟单株生物产量的平均积累速率(克/株·日)

Y_2 —The accumulating rate of biological yield from emergence to maturity (g/plant·day)

Y_3 —出苗至始花单株生物产量的平均积累速率(克/株·日)

Y_3 —The average accumulating rate of biological yield from emergence to flowering (g/plant · day)

Y_4 —始花至鼓粒盛期单株生物产量的平均积累速率(克/株·日)

Y_4 —The average accumulating rate of biological yield from flowering to seed full filling (g/plant · day)

Y_5 —鼓粒盛期至成熟单株生物产量的平均积累速率(克/株·日)

Y_5 —The average accumulating rete of biological yield from seed full filling to maturity (g/plant · day)

二、单株荚重的积累进度

根据合丰 26 号、红丰 3 号和辽豆 3 号 3 个品种 1~6 期的取样资料,以对称“S”形曲线分析了单株荚重的积累进度特征。

方程为: $\hat{P}=a+bx$

\hat{P} :单株荚重积累进度概率单位

x :开花后天数

a, b :方程系数

以合丰 26 号为例,第 1 播期的单株荚重积累进度方程为:

$$\hat{P}=0.8244+0.1217x$$

各品种各播期的方程参数及积累特征参数如表 3 所列。以 \hat{P} 为 4、5、6 时分别表示单株荚重积累的始盛期、高峰期、盛末期,其积累进度相应为 15.9%、50%和 84.1%。由方程可以求得积累始盛期(x_1)、积累高峰期(x_2)、积累盛末期(x_3)、有效增长期(x_4)四项积累特征参数(表 3)。

从单株荚重的增长的始盛期、高峰期、盛末期出现的时间看,早熟品种大约比晚熟品种提前 10~15 天。合丰 26 号第 1、第 6 播期处理,单株荚重的增长于出苗后第 34.3 天和第 29.6 天进入高峰期。相应地,红丰 3 号在第 33.7 天和第 37.3 天,而辽豆 3 号则是在第 53.8 天和第 36.6 天。播期越推迟,早熟品种间的积累进度差异越明显,晚熟品种的积累进度受播期影响尤甚。

早熟品种单株荚重的有效积累时间比晚熟品种短,二者相差约 10 天左右。合丰 26 号、红丰 3 号、辽豆 3 号 6 个播期的有效积累时间分别为 14.4~18.0 天、15.6~20.4 天、18.4~28.9 天。

表3. 单株荚重积累进度特征参数

Table 3 The characteristic parameters of accumulating progress of pod weight per plant (1988)

品种 Varieties	播期 Sowing date	a	b	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	F*
合丰 26 号 He Feng 26	1	0.8244	0.1217	26.0	34.3	42.5	16.4	28.57
	2	0.8234	0.1386	22.9	30.1	37.3	14.4	95.03
	3	1.6503	0.1126	20.8	29.7	38.6	17.7	54.34
	4	2.0558	0.1108	17.5	26.5	35.5	18.0	25.51
	5	0.7782	0.1380	23.3	30.5	37.8	14.4	40.83
	6	1.2940	0.1251	21.6	29.6	37.6	15.9	51.98
红 丰 3 号 Hong Feng 3	1	0.9946	0.1186	25.3	33.7	42.2	16.8	11.67
	2	1.0605	0.1182	24.8	33.3	41.7	16.9	56.89
	3	0.5433	0.1313	26.3	33.9	41.5	15.2	44.73
	4	0.7136	0.1200	27.2	35.4	43.7	16.5	90.00
	5	0.5059	0.1281	27.2	35.0	42.8	15.6	27.89
	6	1.3480	0.0976	27.1	37.3	47.6	20.4	18.68
辽 豆 3 号 Liao Dou 3	1	0.4419	0.0846	42.0	53.8	65.6	23.6	93.87
	2	1.4617	0.0692	36.6	51.0	65.5	28.8	34.60
	3	1.7664	0.0691	32.2	46.7	61.2	28.9	19.00
	4	1.0077	0.0927	32.2	43.0	53.8	21.5	71.97
	5	1.7224	0.0809	28.1	40.4	52.8	24.6	21.43
	6	1.0374	0.1081	27.4	36.6	45.8	18.4	47.14

* F 为方程显著性检验值。

* F is the significant value of equation test.

三、单荚重的积累进度

我们在第6播期小区内,用“相似荚”的方法研究了早、晚熟品种单荚重的增长动态特征。同样,以对称“S”形曲线分析了单荚重的积累进程。3个品种的对称“S”形曲线方程是:

合丰26号: $\hat{P}=2.1072+0.1146X$ ($F=122.7^{**}$)

红丰3号: $\hat{P}=2.26089+0.09679X$ ($F=137.09^{**}$)

辽豆3号: $\hat{P}=1.96234+0.08581X$ ($F=89.89^{**}$)

研究结果表明,单荚重的积累进度趋势与单株荚重相同。早熟品种比晚熟品种快。3个品种单荚重积累快慢的次序为合丰26号、红丰3号、辽豆3号。这与熟期早晚次序相一致(图2)。

合丰26号单荚重积累的高峰期在开花后第25.2天;红丰3号在第28.3天;辽豆3号在第35.4天。3个品种的单荚重有效增长时间分别为17.5、18.6和24.6天。

观测结果还表明,早熟品种单荚重的平均增长速率比晚熟品种快。合丰26号、红丰3号、辽豆3号单荚重的积累速率为38.5、38.7和28.6mg/荚·日。

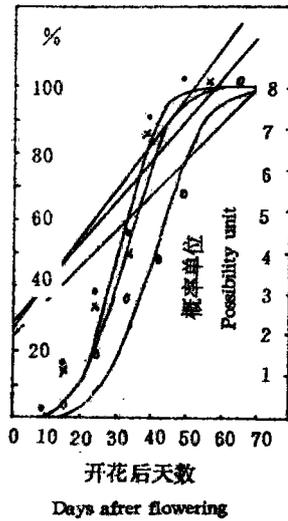


图 2 早、晚熟大豆单荚重积累动态

Fig. 2 Single pod weight accumulation of early and late soybeans

○: 辽豆 3 号 (Liao Dou 3) ×; 红丰 3 号 (Hong Feng 3) ●: 合丰 26 号 (He Feng 26)

结 语

1. 以 Logistic 方程可以较好地描述大豆单株生物产量的积累, 其一阶导数可用于表示单株生物产量的积累速率。早熟品种单株生物产量的积累进度比晚熟品种快。播期推迟, 积累进度加快, 晚熟品种尤其如此。

2. 大豆单株荚重的增长动态可用对称“S”形曲线予以表示。早熟品种单株荚重增长高峰期出现的时间比晚熟品种大约提前 10~15 天。

3. 大豆单荚重的积累进程也可用对称“S”形曲线表示。早熟品种的单荚重的增长速度比晚熟品种快。早熟品种合丰 26 号单荚重增长的高峰期在开花后第 25.5 天, 红丰 3 号在第 28.3 天, 晚熟品种辽豆 3 号则在第 35.4 天。有效增长时间相应地为 17.5、18.6 和 24.6 天。

4. 大豆早熟品种的单株生物产量积累快、单株荚重增长快、单荚重增长也快。这是大豆早熟品种在适当的季节播种能够获得相当高产量的主要原因之一。

参 考 文 献

- [1] 于振文: 1987, 影响大豆籽粒生长速率的生理因素综述《国外农学—大豆》, (2)。
- [2] Hanway, J. J and Weber, C. R.: 1971, A dry matter accumulation in soybean varieties, *Agron. J.*, (63), 227~230
- [3] McBlian, B. A and Hume: 1980, Physiological studies of higher yield in new early maturing soybean cultivars, *Can. J. Plant. Sci* (60), 1315~1326.

STUDIES ON THE GROWTH, DEVELOPMENT AND YIELD
OF EARLY—MATURING SOYBEANS

II. Several Rules of Yield Formation of Early—maturing Soybeans

Dong Jiageng Dong Zuan Qiu Biwu

(*Shenyang Agricultural University*)

Abstract

Three varieties of soybean (*Glycine max* (L) Merr.) differing in maturity were grown with 6 sowing dates in 1988. The growth analyses of biomass and pod with the Symmetrical "S" Curve were conducted on individual plant.

The plant biomass accumulation of soybeans could be well described with the Logistic equation. The rates of accumulation of early—maturing soybeans were faster than those of late—maturing soybeans. The rates of accumulation became faster as the date of planting was delayed. Late—maturing cultivars responded more considerably by postponing of planting date than early—maturing soybeans. The growth of the pod weight per plant was described with the symmetrical "S" curve, so was for the single pod weight. The time of maximum growth period of pod weight per plant of early—maturing soybeans were 10—15 days earlier than late—maturing soybeans. The rates of accumulation of single pod on early—maturing soybeans were higher than those on late—maturing soybeans. The effective growth periods of early—maturing soybeans were shorter than late—maturing soybeans.

Key words Early maturing soybean; Logistic equation; The symmetrical "S" curve