

# 地膜花生干物质积累和产量形成规律研究

桑选民 常铁牛 胡恩龙 张启俊

(山西省农业科学院棉花研究所, 运城) (山西省万荣县科委, 万荣)

## 摘 要

研究表明, 地膜花生和露地花生全株干物质积累, 荚果体积增长和荚果产量形成过程, 均可用S曲线数学模型(logistic分布)来描述: ①地膜花生全株干物质积累的增长速率转折点出现在出苗后76—82天期间, 而露地花生为出苗后69—70天。在其转折点前后是干物质积累的高峰期。②地膜花生单株荚果总体积增长速率转折点为结荚期后25天, 露地花生为28天。在转折点前后是其荚果体积增长的高峰期。③地膜花生单株荚果干物质积累增长速率在饱果期后28天达到转折点; 露地花生为18天达到转折点。转折点前后是其单株荚果总干物质积累的高峰期。

关键词 地膜 花生 干物质

地膜花生栽培技术的增产增收作用是明显的。但在实践中也确实有增产幅度相差悬殊, 甚至有减产减收的问题。究其原因, 除部分是由于生产条件较差之外, 主要还是由于对地膜花生生育规律定量研究甚少, 配套技术不够完善, 技术措施失误而造成的。针对这个问题, 我们于1986—1987年着重对地膜花生干物质积累和产量形成规律进行了定量研究。现将资料整理如下。

## 试验经过

1. 试验地 1986年在运城市三家庄。井灌地, 前茬为蓖麻。底肥施有机肥5000kg/亩, 浇底墒水60方/亩; 1987年在万荣县岔门口村。井灌地, 前茬棉花。底肥5000kg/亩农家肥, 尿素15kg/亩, 磷酸二铵20kg/亩, 浇底墒水55方/亩。据肥力测定, 三家庄地有机质为1.630%, 全氮量0.091%, 全磷0.095%; 岔门口地有机质1.232%, 全氮0.052%, 全磷0.151%。

2. 供试品种 1983年为豫花1号, 1987年为花37。

3. 供试地膜 侯马塑料厂生产的线型微膜, 厚度 $0.007 \pm 0.002$ mm。覆盖度1986年为60.0%, 1987年为68.8%。

注: 本试验曾得到本院研究员陈奇恩、闵侃, 山西农业大学副教授陆强的支持与指导, 万荣县崔春贞、董铁民、刘义智同志曾参加部分工作, 谨致谢意。

4. 播种方式 先盖后种, 打孔穴播。

5. 种植方式 1986年为低垅沟种, 一膜 4 行(膜内、膜侧各 2 行)。沟深 10cm, 平均行距 33cm, 穴距 23cm, 每亩理论穴数 8571, 每穴 2 粒。1987年为平盖平种, 一膜 2 行, 平均行距 40cm, 穴距 20cm, 每亩穴数 8330, 每穴 2 粒。

6. 小区面积 两年分别为 0.048 亩和 0.03 亩, 设盖膜和不盖膜两个处理, 重复 3 次, 均为 6 个小区。

7. 田间管理 1986年花生生育期间共降水 141.7mm, 浇水 4 次, 每次 70 方/亩左右。1987年花生生育期间降水 432.5mm, 属多雨年份。生育期浇水 2 次, 水量 55—60 方/亩。两年各喷缩节安一次(3.0—3.5g/亩), 喷多菌灵一次(40—50ml/亩)。

## 试验结果

### 一、对生育进程的影响

由于地膜覆盖的综合效应, 明显地加快了花生的生育进程。地膜花生的各生育期均比不覆盖花生提早 5—8 天。

### 二、对干物质积累的影响

据两年定期挖苗测定资料, 地膜花生单株干重始终明显高于不覆盖花生。地膜花生全株干物质积累进程见表 1。

表 1 地膜花生全株干物质积累进程 (单位: g 1987, 万荣)

取样日期	生育天数 (x)	全株干重 (y)	$\frac{k-y}{y}$	$\ln \frac{k-y}{y}$	y
5 月 20 日	22	1.36	41.45	3.72	1.75
6 月 10 日	42	5.50	9.50	2.25	5.18
6 月 30 日	62	12.80	3.51	1.26	13.74
7 月 20 日	82	37.52	0.54	-0.62	28.69
8 月 9 日	102	44.51	0.30	-1.20	43.75
8 月 29 日	122	50.10	0.15	-1.89	52.43

根据表 1 中 x、y 值资料, 地膜花生全株干物质积累符合 S 曲线数学模型。

$$S \text{ 曲线数学方程: } \hat{y} = \frac{k}{1 + ae^{-bx}}$$

方程中:  $\hat{y}$  代表与 x 对应的 y 的理论值; k 代表 x 最后阶段的  $\hat{y}$  值 (饱和值)。

$$\text{根据求极限值公式: } k = \frac{y_2^2(y_1 + y_3) - 2y_1y_2y_3}{y_2^2 - y_1y_3}$$

其中:  $y_1 = 1.36$ ,  $y_2 = 12.80$ ,  $y_3 = 44.51$ 。代入方程计算得  $k = 57.74$ 。根据表 1 资料, 计算得曲线相关系数  $r = -0.9867^{**}$ , 达极显著水平。  $a = 113.92$ ,  $-b = -0.0576$ ,

代入S 曲线方程求得地膜花生全株干物质积累S 曲线的数学模型为：

$$\hat{y} = \frac{57.74}{1 + 113.92e^{-0.0576x}}$$

据此作S 曲线图 1。

从图 1 可知，用logistic 方程描述地膜花生全株干物质积累过程，是非常符合的。由方程可知：①当x=0 时， $\hat{y} = \frac{k}{1+a} = 0.504g$ ，表明地膜花生刚出苗时，其全株干重理论值为0.544g；②当全株干重 $\hat{y} = k / 2 = 28.87g$ 时， $x = \frac{\ln(\frac{1}{a})}{-b} = 82$ 天，是其全株干物质积累的转折点，也是地膜花生全株干物质积累的高峰时期。

对照处理露地花生全株干物质积累过程也符合S 曲线数学模型。其相关系数 $r = -0.9844^{**}$ 达极显著水平； $a = 337.84$ ， $-b = -0.0848$ ， $k = 39.82g$ 。由此得出露地花生全株干物质积累的理论S 曲线数学模型为：

$$\hat{y} = \frac{k}{1 + ae^{-bx}} = \frac{39.28}{1 + 337.84e^{-0.0848x}}$$

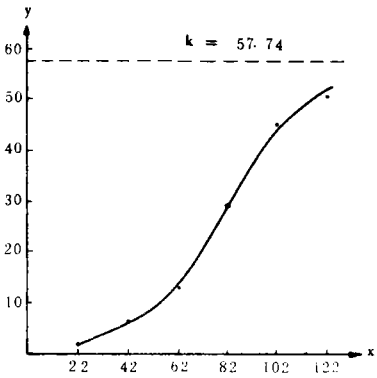


图 1 地膜花生干物质积累S 曲线图

根据1986—1987年对地膜花生和露地花生全株干物质积累的数学模型对比（见表 2），可以看出以下四点趋势。

表2 花生全株干物质积累理论S 曲线数学模型比较表（1986—1987，晋南）

年份	处理	S 曲线数学模型	$\hat{y} (g)$	$\hat{y} = k / 2$ 时各值			b	r
			(x = 0)	x(天)	日期	$\hat{y} (g)$		
1986	覆盖	$\hat{y} = \frac{66.65}{1 + 84.49e^{-0.0588x}}$	0.7796	76	7月24日	33.33	0.0588	-0.9977**
	不盖	$\hat{y} = \frac{53.74}{1 + 189.77e^{-0.0954x}}$	0.2817	70	7月23日	26.87	0.0754	-0.9963**
1987	覆盖	$\hat{y} = \frac{57.74}{1 + 113.92e^{-0.0576x}}$	0.504	82	7月20日	28.87	0.0576	-0.9867**
	不盖	$\hat{y} = \frac{39.28}{1 + 337.84e^{-0.0848x}}$	0.116	69	7月12日	19.91	0.0848	-0.9844**

第一，当x = 0 时，地膜花生的 $\hat{y}$  值均明显地高于露地花生的 $\hat{y}$  值，其幅度为1.767—3.35倍；

第二，地膜花生全株干物质积累达到转折点时经历时间比露地花生生长 6—13天。从绝对日期上分析，地膜花生全株干物质积累达到转折点的时间均晚于露地花生 1—8 天；

第三, 当 $\hat{y} = k / 2$ 时, 地膜花生全株干物质的 $\hat{y}$ '值均明显大于露地花生的 $\hat{y}$ 值, 其幅度为6.46—8.96g, 计高24.04—45.00%:

第四, 地膜花生全株干物质积累在达到转折点的76—82天内, 平均每天积累干物质质量1986年为0.4283g/天, 1987年为0.3459g/天; 而露地花生, 1986年为0.3798g/天, 1987年为0.2869g/天。相比之下, 地膜花生全株干物质日积累量均比露地花生高。其幅度为0.0485—0.0590g/天, 计高出12.77—20.56%。

### 三、对荚果产量形成的影响

1. 对荚果体积增长的影响 地膜花生荚果体积增长进程, 始终快于露地花生。从结荚期开始, 地膜花生单株荚果体积增长和生育天数的关系(见表3), 也符合S曲线数学模型。其相关系数 $r = -0.9911^{**}$ , 达极显著水平。 $k = 84.205$ ,  $a = 508.80$ ,  $-b = -0.2452$ , 由此得出地膜花生单株荚果体积增长的理论S曲线数学模型:

$$\hat{y} = \frac{84.205}{1 + 508.8e^{-0.2452x}}。$$

从地膜花生单株荚果体积增长的理论S曲线数学模型的内含信息得知:

当 $x = 0$ 时,  $\hat{y} = 0.1652\text{cm}^3$ , 即推断当地膜花生刚达到结荚期时单株荚果体积理论值为 $0.1652\text{cm}^3$ ; 当 $\hat{y} = k / 2$ 时,  $x = 25$ 天。说明当地膜花生从结荚期开始, 第25天时是其单株荚果增长的转折点, 在这前后是其荚果体积增长的高峰期。

表3 地膜花生单株荚果体积与生育天数表 (1987, 万荣)

取样日期	发育天数	单株荚果 体积(y)	$\frac{k-y}{y}$	$\ln \frac{k-y}{y}$	$\hat{y}$
6月20日	2	0.23	360.76	5.89	0.27
6月30日	12	4.48	17.79	2.88	3.03
7月10日	22	18.83	3.47	1.24	25.43
7月20日	32	73.70	0.14	-1.95	70.23
7月30日	42	83.25	0.011	-4.47	82.79
8月9日	52	83.73	0.0057	-5.17	84.08
8月29日	62	84.20	$5.94 \times 10^{-5}$	-9.73	84.19

对照处理露地花生单株荚果体积增长过程也符合S曲线数学模型。其相关系数 $r = -0.9776^{**}$ 达极显著水平。计算求得 $k = 77.504$ ,  $a = 364.50$ ,  $-b = -0.2095$ 。由此得出露地花生单株荚果体积增长的理论S曲线数学方程:

$$\hat{y} = \frac{77.504}{1 + 364.5e^{-0.2095x}}。$$

根据地膜花生和露地花生单株荚果体积增长的两个理论S曲线数学模型的内含信息分析

(见表 4), 可以看出: ①当  $\hat{y} = k / 2$  时, 地膜花生单株荚果体积增长达到转折点的时间为 25 天, 而露地花生则为 28 天, 在绝对时间上地膜花生比露地花生早 11 天; ②地膜花生单株荚果体积增长的高峰期 7 月 10—20 日的 10 天内平均每天单株荚果体积理论增长速度为  $4.48 \text{ cm}^3$ , 而露地花生为  $3.70 \text{ cm}^3$ ; ③地膜花生单株荚果体积, 在结荚期后的 62 天内其增长率  $b = 24.52\%$ , 而露地花生为  $20.95\%$ 。

表 4 花生单株荚果体积增长 S 曲线数学模型比较表

处理	S 曲线数学模型	$\hat{y}$	$\hat{y} = k / 2$ 时各值			b	r
		x = 0	x (天)	月、日	$\hat{y}$		
覆盖	$\hat{y} = \frac{84.205}{1 + 508.8e^{-0.2452x}}$	0.1652	25	7.13	42.103	0.2452	-0.9911**
不盖	$\hat{y} = \frac{77.504}{1 + 364.5e^{-0.2095x}}$	0.2121	28	7.24	38.752	0.2095	-0.9776**

2. 对荚果干物质积累的影响 地膜花生荚果干物质积累的进程始终明显地快于露地花生, 从饱果期开始, 地膜花生单株荚果干物质积累和荚果发育天数的关系, 也可以用 S 曲线来描述。计算求得相关系数  $r = -0.9830^{**}$ , 达极显著水平;  $k = 35.75 \text{ g}$ ,  $a = 15.91$ ,  $-b = -0.0979$ 。代入方程求得地膜花生单株荚果干物质积累的 S 曲线数学模型为:

$$\hat{y} = \frac{35.75}{1 + 15.91e^{-0.0979x}}$$

从模型的内含信息得知, 当  $x = 0$  时,  $\hat{y} = 2.11 \text{ g}$ , 即推断出地膜花生刚进入饱果期时, 其单株荚果干物质总干重为  $2.11 \text{ g}$ ; 当  $\hat{y} = k / 2$  时,  $x = 28$  天, 说明当地膜花生饱果期后 28 天时, 其单株荚果干物质积累达到转折点。在这前后是其单株干物质积累的高峰期。到转折点时, 其单株荚果总干重为  $17.88 \text{ g}$ 。地膜花生饱果期后的 62 天内, 其单株荚果干物质积累的增长速率  $b = 9.79\%$ 。

露地花生单株荚果干物质积累, 也符合 S 曲线的数学模型。其相关系数  $r = -0.9784^{**}$ , 达极显著水平。经计算:  $k = 22.35$ ,  $a = 6.376$ ,  $-b = -0.1029$ 。由此求得露地花生单株荚果干物质积累的理论 S 曲线数学模型:

$$\hat{y} = \frac{22.35}{1 + 6.376e^{-0.1029x}}$$

根据地膜花生和露地花生单株荚果干重积累的两个 S 曲线数学模型内含信息的对比分析 (见表 5), 可以看出, ①当  $x = 0$  时, 地膜花生单株荚果干物质少于露地花生; ②自饱果期开始, 地膜花生全株荚果干物质积累达到转折点的时间比露地花生长 10 天, 计增加  $55.6\%$ ; ③当  $\hat{y} = k / 2$  时, 地膜花生单株荚果干物质要比露地花生高  $59.9\%$ ; ④地膜花生荚果干物质积累的日增重, 在 8 月 5 日以前, 28 天日平均增重为  $0.5841 \text{ g}$ , 而露地花生在 8 月 2 日前 18

天内平均日增重为0.4528g。转折点以后,地膜花生自8月4日至9月8日的35天内,平均日增重0.5106g,露地花生为0.4137g。⑤从二者荚果干物质积累的高峰期分析,地膜花生在7月30日至8月9日的10天中,单株荚果干物质理论增值为8.55g,平均日增重为0.855g,露地花生在7月30日至8月9日的10天内,单株荚果干物质积累的理论值为5.57g,平均日增重为0.557g。

表5 花生单株荚果干物质积累S曲线数学模型比较(1987,万荣)

处理	S 曲线数学模型	$\hat{y}$ x = 0	$\hat{y} = k/2$ x (天)	$\hat{y} = k/2$ 月. 日	$\hat{y} = k/2$ $\hat{y}$	b	r
覆盖	$\hat{y} = \frac{35.75}{1 + 15.91e^{-0.0979x}}$	2.11	28	8.5	17.88	0.0979	-0.9830**
不盖	$\hat{y} = \frac{22.35}{1 + 6.376e^{-10.29x}}$	3.03	18	8.2	11.18	0.1029	-0.9784**

3. 荚果及籽仁产量 根据1986—1987年试验单收产量资料地膜花生均比露地花生极显著增产。两年平均亩增产荚果70.18kg,平均增产率为22.56%;亩增产籽仁62.52kg,平均增产率为29.26%。两年平均提高出米率3.75%,仅此一项即可提高籽仁亩产14.45kg。

## 结论与讨论

1. 地膜花生单株荚果干物质积累增长速率在饱果后28天时达到转折点,露地花生18天。转折点前后是其单株荚果总干物质积累的高峰期。在此期间,地膜花生单株荚果干物质理论值平均日增重为0.855g/天,比露地花生日均增重0.557g/天,高53.5%。

2. 地膜花生在7月中旬是荚果体积增长的高峰期,7月下旬是全株干物质增长的高峰期,8月上旬是单株荚果干物质增长的高峰期。露地花生在7月下旬是荚果体积增长的高峰期,7月中、下旬是其全株干物质增长的高峰期,8月上旬是其荚果干物质积累的高峰期。

3. 地膜花生生育提早5—8天,全株干物质日均增加量大,荚果体积增长快,荚果干物质积累日增值大,因此,合理运筹水肥,及早管理,是夺取早熟丰产的关键。

4. 在1986年大旱之年,生育期浇4次水,实产花生荚果417.9kg/亩,而第二水(7月16日)未浇,只浇3次水的,亩产仅为316.3kg。这表明在7月中旬如遇干旱,浇水是一项关键措施。

5. 水地地膜花生,两年平均每亩增收花生籽仁62.52kg,共增收125.04元,两年每亩平均用线型微膜仅3.0kg,投资16.50元。扣除用膜投资,每亩纯经济效益为108.54元。1987年我们在万荣县岔门口村示范水地地膜花生10亩,亩产达400kg以上。目前晋南大面积春播水地花生尚不覆盖,推广此项技术十分必要。

## **Study on Dry-matter Accumulation and yielding-process of Peanut under Film Mulching Condition**

Sang Xuanmin

Chang Tieniu

( Cotton Research Institute, Shanxi Academy of Agri. Sci. )

Hu Enlong

Zhang Qijun

( Sci. & Techn. Committee of Wanrong County, Shanxi Province )

### **Abstract**

The results show that the plant dry-matter accumulation, the pod-yielding and the pod-volume increasing of peanut under film-mulching( FM) and no-mulching(NM)condition can all be described by the logistic model. ①The turning point of the plant dry-matter increasing rate appeared on July 20th, 1986( July 24th, 1987) for the peanut growing under FM, but on July 12th—July 13th, 1987 under NM. The greatest increasing period is just around the turning point. ②Turning of the pod-volume increasing rate appeared on July 13rd, 1987 for the peanut growing under FM, but on July 24th, 1987 under NM. The greatest increasing period is around the turning point. ③The turning point of the increasing rate of the pod dry-matter per plant appeared on Aug. 5th, 1987 under NM. And, the greatest increasing period is around the turning point.

**Key words:** Peanut film-mulching; Logistic model