

# 花生生育规律及其油分累积动态与 土壤湿度关系研究初报

凌菱生 李玉潜 叶秀媛 崔佑权\*

(农学系)

## 提 要

本文设置应用不同畦宽的试验田及玻璃室有底测坑,控制调节不同土壤水分研究,对花生不同生育期的生育规律及对油分累积动态的效应等问题。试验应用了测定土壤结构的理化分析;花生花芽分化及荚果发育进程的细胞解剖;油分的累积过程中有关脂、肪糖、淀粉的消长关系的生化分析等方面。初步证明不同畦宽,不同土壤渍水状况下对各生育期的总耗水量,花生主茎,分枝茎,叶,花等器官发育,花芽分化,子房柄发育,荚果发育等过程,及叶绿素,叶净同化率以及油分累积动态等均有不同程度的差异影响。本研究结果对调节土壤分水,控制春花生徒长,改进栽培技术,增加结荚率,饱果率而达到增产效果提供理论依据。

荚果产量和种子含油量是花生重要经济性状,而荚果发育状况及其含油量与花生生长发育过程有直接的关系,尤其与生育过程的环境条件更为密切,为此,本试验拟在前人研究的基础上<sup>[2][3][7][8]</sup>进一步探索花生生育特性与油分累积规律及其适宜土壤水分的关系,作为改进花生栽培技术,提高结荚率、饱果率及种子含油量的理论依据。

## 材 料 与 方 法

试验分大田处理区及玻璃室有底测坑区。大田区采用3尺、5尺、6尺畦宽处理,三次重复,对比法排列,以3尺畦区为对照,研究不同畦宽的土壤水分状况的差异对花生生育及油分累积的影响及探索各生育间的适宜土壤水分范围。试区于早期灌水使保持最大持水量的58~75%;玻璃室有底测坑区设开花期、结荚期、成熟期渍水处理,以不渍水区作对照,4次重复,对比法排列,测坑面积1 M<sup>2</sup>,当土壤持水量在60~70%以下时灌水。

试验于1963年在广州沙河,广东省水利科研所汉灌站内进行,大田于3月11日、测坑于3月12日播种,品种用狮选64号,规格7×5寸(双粒)田间管理与大田区同。定期测定土壤持水量、各期耗水量、茎叶生长、叶片干物及同化率、花芽分化、开花、子房发育,用索氏(Soxhlet)抽提法测定脂肪含量,用Somoggi法测定还原糖、蔗糖、

\* 广东水利科学研究所灌站技术员

淀粉等。于7月下旬收获。

### 结果分析

#### (一) 不同畦宽土壤水分状况的变化及各生育期耗水量

各处理中以3尺对照区比5尺、6尺区土壤持水量较低，差距经常保持在4~8%之间，最大达12~17%，其中尤以0~15cm土层比0~30cm土层差距更大。5尺与6尺畦处理的差距较微。

各生育期耗水量，中幼苗期总耗水量以3尺对照区为最高（I区），达160.6mm，5尺区、6尺区较少，分别为152.9mm、124.5mm，II区也有类似趋势，同样开花下针期、结荚期的总耗水量及平均日耗水量都以3尺对照区较大（表1）

表1 花生各生育期耗水量比较 (单位: mm)

重复	项目	幼苗期		开花下针期		结荚期		成熟期		全期日平均耗水量
		总耗水量	平均日耗水量	总耗水量	平均日耗水量	总耗水量	平均日耗水量	总耗水量	平均日耗水量	
I	CK	160.0	3.0	156.4	7.8	253.9	9.10	114.8	3.7	5.2
	5尺	152.9	2.9	142.6	7.1	235.2	8.20	132.3	4.3	5.0
	6尺	124.5	2.3	158.2	7.9	267.0	9.50	120.7	3.9	5.1
II	CK	147.4	2.8	166.0	8.3	238.9	8.5	129.2	4.2	5.2
	5尺	138.5	2.6	153.5	7.7	331.0	8.2	122.8	4.0	4.9
	6尺	109.1	2.1	170.0	8.5	238.5	8.6	125.2	4.0	4.9

#### (二) 全生育期主茎、分枝茎生长与土壤水分状况的变化

1. 主茎及分枝茎生长速度: 花生出苗后14~15天, 主茎高约2厘米, 初花期以前生长缓慢, 每周增高平均0.79cm至花针期显增, 每周平均增2.12cm, 转入结荚期增高最大, 每周平均增高6.91cm, 成熟增速下降。对照区增高较慢, 最后茎高比5及6尺区较矮。

出苗后10~14天, 主茎有2.5~3片真叶时植株地上部形成第一对分枝茎。初花期前分枝茎比主茎矮<sup>[1]</sup>, 转入花期, 分枝茎已赶上并超过主茎高度(图1)最后比主茎长。对照区分枝茎增速较慢, 最后茎长较短。茎生长速高峰与降雨, 土壤含水量, 灌水等高峰期一致<sup>[13][14]</sup>这时地温影响不明显。

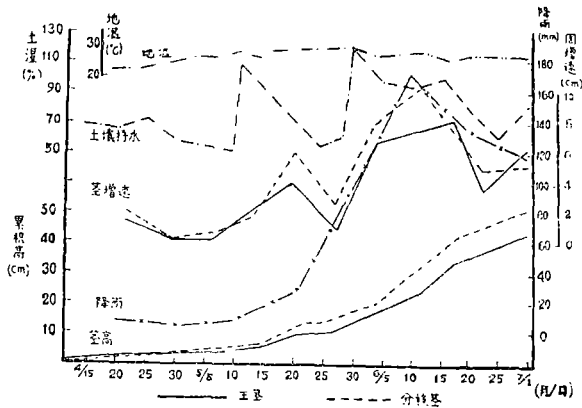


图1 不同期茎高、茎增速与土壤水变化

图1 不同期茎高、茎增速与土壤水变化  
茎生长速高峰与降雨, 土壤含水量, 灌水等高峰期一致<sup>[13][14]</sup>这时地温影响不明显。

花期渍水处理的主茎比对照区高一倍(表2), 结荚期、成熟期渍水处理的主茎高与对照差异略少, 而第一对分枝比对照稍长。可见土壤水过多甚至在短暂渍水状态下, 即使处在成熟期的花生株, 都在一定程度上促进了茎生长。因此, 栽培上通过不同生育期控制适宜土壤水分以防止花生植株徒长很重要。

2. 分枝数增长速度: 当第一对分枝出现后的一周内, 主茎有5~6叶时, 自主茎第1、2片真叶叶腋处长第3、4条一次分枝, 并同时在第一对一次分枝基生节上长出第二次分枝。第4条一次分枝长出后于一周间长出第5条一次分枝, 且同时增长一条二次分枝; 第6条分枝在第5条一次枝长出后3~4天出现。可见栽培上促进4条第一次分枝与早生的第二次分枝, 可起到主要增产作用。

结荚期前, 第一次分枝数已固定。第二次分枝数在苗期转入初花期间比第一次分枝增速大, 但后期试区有出现第二次分枝死亡现象。可见分枝大抵在初花期转入盛花期时基本恒定<sup>[11]</sup>。此后长出的分枝不一定成为有效枝。

表2 不同期渍水对花生植株性状及叶绿素影响

处 理	株 高 (cm)		第一对分枝长 (cm)		分 枝 数		主茎叶数		分枝叶数		叶绿素 (mg/g)	
	处理前	处理后	处理前	处理后	处理前	处理后	处理前	处理后	处理前	处理后	处理前	处理后
花期渍水	8.22	23.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CK <sub>1</sub>	8.16	16.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
结荚期渍水	12.4	45.2	7.5	40.6	5.0	5.0	13.0	17.8	9.0	11.0	0.956	0.298
CK <sub>2</sub>	19.3	33.4	16.5	37.0	5.3	6.0	15.0	19.0	13.2	15.6	0.765	0.080
成熟期渍水	35.7	42.6	35.7	49.8	8.7	7.5	20.0	21.4	10.8	18.0	0.701	0.234
CK <sub>3</sub>	28.7	43.0	30.4	43.0	5.3	7.1	16.7	22.6	10.1	17.5	0.616	0.850

不同处理区, 以对照分枝数增长速度较大, 略与土壤水较多成负相关现象。如渍水处理区, 不仅对分枝不起促进作用, 甚至会导致死亡(表4)。

### (三) 全生育期叶片生长、净同化率与土壤水分状况的变化

1. 主茎叶与分枝叶的生长速度: 主茎叶在出苗后二周内平均每周长2.2片至花针期, 约比苗期增速一倍; 结荚期增速趋升(图2)

成熟期稍下降; 至收获期10天增速接近终止。分枝茎在苗期增叶少, 至结荚期几乎赶上

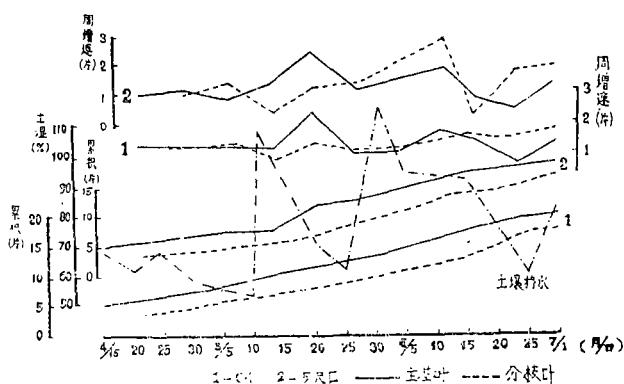


图2 不同期不同畦宽主茎叶、分枝叶增长与土壤水变化

主茎叶的增速度。全期主茎叶19.5~21.25片，分枝叶17.3~19.1片，但主茎比分枝较短，着叶密度较大。

表3 不同生育期花生叶片数的变化

处理	生长期		幼苗期		花针期				结荚期				成熟期			
	各期天数		4/1—4/29		4/30—5/18				5/20—5/10				4/17—7/17			
	项目		29		20				28				31			
	主茎	第一分枝	主茎	第一分枝	主茎	第一分枝	主茎	第一分枝	主茎	第一分枝	主茎	第一分枝	主茎	第一分枝		
总叶数	日增叶数	总叶数	日增叶数	总叶数	日增叶数	总叶数	日增叶数	总叶数	日增叶数	总叶数	日增叶数	总叶数	日增叶数			
CK	7.25	0.25	4.78	0.16	12.30	0.54	8.43	0.41	16.30	0.74	12.33	0.56	19.80	0.66	17.28	0.56
5尺	7.10	0.24	4.43	0.15	11.80	0.54	7.80	0.37	16.40	0.74	13.75	0.63	19.80	0.63	17.48	0.56
6尺	7.30	0.25	4.15	0.14	11.72	0.56	8.98	0.43	17.15	0.78	18.88	0.86	21.25	0.69	19.08	0.62

不同处理，以6尺区总叶数最多（表3），对照区次之；分枝叶以6尺区最多，5尺区次之。但前生长期以对照区最多（图2）。

2. 叶面积、干物重及净同化率的变化：叶面积在苗期增加缓慢，花针期则比苗期增长一倍；至结荚期增达3倍以上。及至成熟期前2周终止增长。叶面积系数的增加与叶干物重成正相关（图3）。

不同处理区比较，对照区不论叶面积系数，干物重及净同化率都占较优势。渍水处理区（表2）比对照区处理前叶绿素含量较多，但处理后显著低。可见土壤水过多，对增加叶绿素不利，从而对增加叶面积系数，干重及净同化率等作用相对也不大。

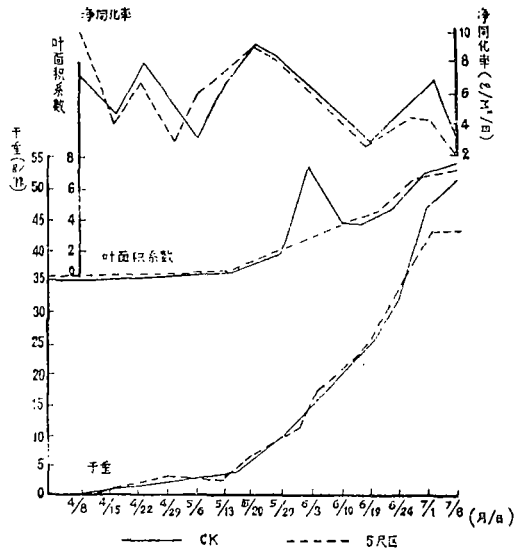


图3 不同期不同畦宽叶面积、干重及净同化率变化

(四) 开花及子房柄发育与土壤水分状况的变化

1. 开花数变化：对照区全开花期平均单株62.25朵，5尺区52.20朵，6尺区57.35朵。但自5月14日~6月13日，在这期间5尺区平均单株花数37.34朵，对照区35.45朵，可见对照区的前期花较多，阶段抽样调查期是土壤持水最高期间(>80%)，可见并不是土壤水越高对开花越有利。

开花下针期渍水处理各区中，不渍水的对照区单株花数为37.38朵，开花下针期渍

水区为34.87朵,但渍水区的单株花数在生育前中期略高,至中后期,比不渍水区略少(图4)。

2. 花芽分化:国内外对花生花芽分化作过不少研究<sup>[1][7][4]</sup>。我们观察:在主茎(胚芽体)刚出土,第一对真叶未完全伸展时发现在第一次分枝的基生节叶腋处见第一个花序的萼片已形成,状为半园球形突起,为花生花芽分化开始期,真叶张开2片时萼片分化形成;3~4叶期为花瓣分化及雌雄分化形成期;4~5叶期花粉母细胞及四分体形成期。6~7叶为存花粉充实及花粉完熟期并形成蕾状物;7~7.5叶期已露出叶腋为现蕾期,现蕾的次晨第一朵花开放。花芽分化的过程约23~25天,花芽分化期较高温,全期变幅在20~25℃左右。

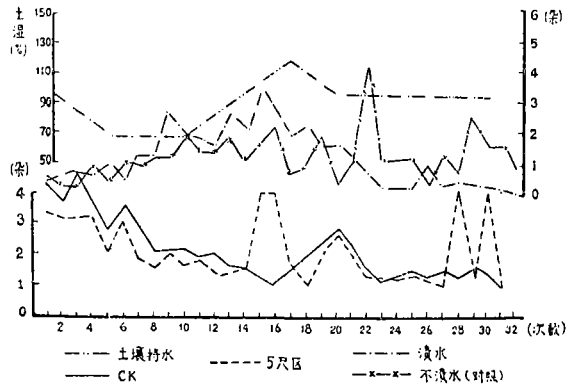


图4 不同期不同畦宽及渍水的花数变化(5月14日~6月13日)

(2) 不同处理区比较,3尺畦区的花芽分化始期比其他区约慢半片叶龄,各期分化慢半期至一个期,可见花生花芽分化期对土壤水很敏感<sup>[5]</sup>。

3. 子房柄(花生果针)的解剖结构:花生子房柄的组织有表皮、皮层(2~4层),具有相同干茎的典型维管束组织;属分散维管束型,且各维管束分散于轴上成维管束环,维管束有由原壁细胞组成的韧皮木质部,这二部份在果针入土前特别发达,占维管束五分之三以上面积。子房柄解剖见木质部具大型导管2个,中小型导管2~3个。维管束数与前日本人安母贞雄(1943年)观察结果略异,为12~15个。未见有18个维管束的;且数目也不是全期固定不变。这可能因取材自不同花生品种类型有关。不同处理间的子房柄维管束数略异,如对照区比其他区初期少0.5~1.0个,到结荚期无甚差异,表皮细胞的层数,初期对照区少1~2层,到成熟期则无差异。在开花后25天前未见形成维管束的环状结构,其中对照区尤为明显。

#### (五) 荚果发育与土壤水分状况的变化

1. 荚果的生长速度:采用当天开的花,大批固定,分期取样,并以开花当天作发育始期依据,见初花后4~5天出现子房柄,第8~9天入土,第10天在土壤内开始发育。这时子房长度约3mm左右。花后20天子房增长可达3~4倍(图5)盛花期花的子房比初花期花增长较快。荚果发育期在花后55天基本结束,后期荚长略有缩减。荚果增宽、在花后10天仅相当于增长 $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{2}{3}$ ,到20天增达2~4倍,25天基本恒定。到收获期荚果长2.6cm(表5),约为厚度的两倍。荚壳厚变化很慢,在荚果迅速增大期极少变化,转入荚大稳定期才迅速减薄。这与种子发育高峰期趋势一致。

不同处理间比较,以对照区荚增长速略低,但荚宽荚厚则相反,至最后荚长、荚宽均以对照区最大(表6)。对照区比其他区饱果数较多,如平均单株饱果为15.55个

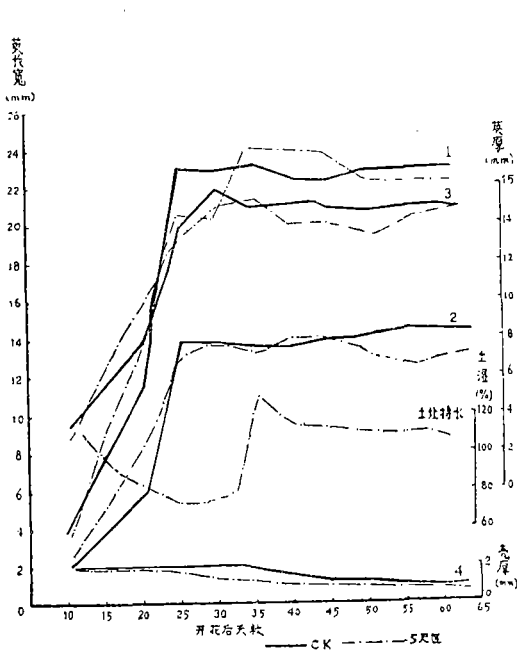


图5 不同期荚果体积增重与土壤水变化 (1、2、3、4分别为荚果长、宽、厚及壳厚)

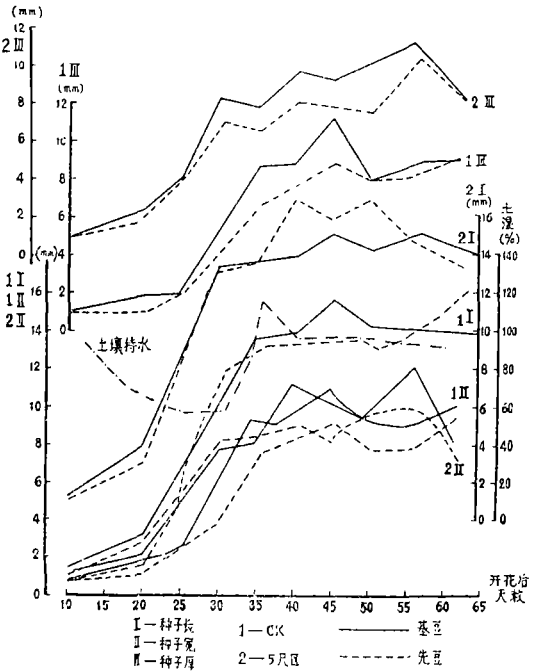


图6 不同期种子体积增长与土壤水变化

表4 渍水测坑花生荚果产量 [g/坑(m<sup>2</sup>)]

处 理	花期渍水	荚期渍水	成熟期渍水
处理坑	63.15	73.13	15.83
对照坑	99.73	70.50	51.30

5尺区13.5个,6尺区13.75个。这与对照区全期总花数、果针数较多是一致的,但由于对照区单位面积果数,果重仍比其它区较低,重复区平均折算亩产:5尺区277.5斤;对照区为265斤。

表5 不同发育期荚果长,厚体积及入土深度的变化

数值 项目	天数	5	15	25	35	45	56	66	77
	果针入土深(cm)		0.375	5.005	6.400	6.560	6.930	6.670	6.830
果 宽 (cm)		0.115	0.680	1.192	1.295	1.213	1.225	1.215	1.320
果 长 (cm)			1.230	2.400	2.580	2.480	2.290	2.450	2.600
果 体 积(ml)			0.346	1.415	2.510	2.140	2.030	2.070	2.600

2. 种子的发育速度：胚株发育在花后10天与子房发育同时开始，荚内基豆首先发育，这时仅长1 mm，20天后种子增达2倍多；30天后比入土时达10~20倍；至40天左右种子长厚体积较稳定，但仍有少量增加，至最后略有缩减<sup>[12]</sup>。胚株厚度，花后20天前增长比增宽较大，至最后也略有缩减（表5）。到收获时种子长1.5厘米，比厚长 $\frac{1}{2}$ ，体积约为0.6ml（表6）。

荚内种子发育速度，基豆与先豆略异，先豆比基豆初期稍迟发育，25天后先豆长度可赶上基豆；45天后则明显超过基豆。

(3) 不同处理的种子长度，对照区基豆的较小，但种子宽、厚则处理间不明显。先豆长度，对照区比6尺区为小，但又比5尺区较大。宽厚方面，对照区略优，全期发育与土壤水增多的趋势不很一致。可见种子发育期土壤水不宜过多<sup>[6]</sup>。本试验这时已达饱和水，使种子后期发育几乎是停滞现象，这与渍水处理荚果发育的抑制现象相一致。（表6）

#### (六) 花生荚果发育与碳水化合物、油分消长关系

1. 荚果各部分干物质变化：荚果鲜重及果壳鲜重在30~35天达高峰，（表7）。

表6 不同发育期先豆，基豆的长、厚、体积变化

数值 \ 项目	天数						
	15	25	35	45	56	66	77
基豆长(cm)	0.340	0.892	1.329	1.290	1.308	1.205	1.400
先豆长(cm)	0.255	0.958	1.280	1.361	1.174	1.363	1.650
基豆厚(cm)	0.159	0.482	0.827	0.836	0.948	0.820	1.020
先豆厚(cm)	0.135	0.387	0.796	0.779	0.900	0.729	1.006
基豆体积(ml)		0.170	0.440	0.470	0.540	0.400	0.550
先豆体积(ml)		0.126	0.400	0.455	0.560	0.400	0.650

表7 不同发育期荚果各部份的重量变化 单位：g

时 间 (天)	5	15	25	35	45	56	66	77
荚果鲜重	2.36	342.40	1672.00	1948.00	1823.90	1823.00	1761.00	2045.00
果壳鲜重		335.00	1373.00	1096.60*	918.00	669.00	670.00	719.00
基豆鲜重		7.37	164.20	426.70	464.00	579.00	545.00	605.00*
先豆鲜重			134.80	425.20	445.90	575.40	546.00	721.80*
荚果干重	0.96	35.38	270.55	536.70	615.20	868.00	869.50	1188.00*
果壳干重		34.04	215.60	252.22	213.50	251.30	243.50	301.00*
基豆干重		0.89	29.05	149.00	212.50	327.00	320.00	415.00*
先豆干重		0.45	25.90	135.50	189.20	309.70	306.00	472.00*

\* 为最高值

而先豆, 基豆则至收获时才达高峰, 荚果鲜重的高峰出现与荚果基本定形期相适应。

2. 荚果发育期中内含物的变化: 水份含量是前期增加, 后期减少, 但种子的最大含水期是在荚果最大含水期的后10天; 荚壳内种子的最大含水期是在体积最大期的前10天。

荚壳在发育期中, 前45天含水量比先豆, 基豆高; 淀粉量、蔗糖量(26.8mg)、还原糖量(11.2mg)都比先豆高; 其中还原糖、蔗糖前期急剧增, 后期急剧下降; 淀粉是在还原糖、蔗糖含量下降时增加的。到一定程度则稳定下来。但总干物量(313mg)到后期(45天)则被先豆(474mg)及基豆(400mg)的干物重超过了。

基豆在整个发育期中还原糖含量极低, 蔗糖含量稍高, 两者在后期下降; 含油率55天开始上升, 以后略有下降, 但在75天前, 每粒种子的含油量一直上升。

3. 基豆与先豆的体积与内含物质的变化: 在发育初期基豆优于先豆, 但中后期先豆的长度及含水量(38天)、干物量(55天)、厚度和含油分(70天)都超过基豆。

不同处理比较, 花期渍水的基豆干物量、含油量、含油率都高于对照区及荚期渍水区(表8)。

表8 花生不同期渍水处理基豆含油量比较

项目 处理	含油 (%)	比邻近对 照区增加 (%)	油(mg)/ 每粒基豆	比邻近对 照区增加 (mg)	为邻近对 照区产量	干物(mg)/ 每粒基豆	比邻近对 照区增加 (mg)	为邻近对 照区产量 (%)
ck <sub>1</sub>	54.48		202.21			371.23		
花期渍水	58.52	+4.04	241.30	+38.5	119.38	412.41	41.13	111.0
ck <sub>2</sub>	54.76		194.62			355.37		
荚期渍水	56.38	+2.62	180.32	-14.3	92.66	319.88	-35.49	89.99
ck <sub>3</sub>	55.77		183.80			329.74		
成熟期渍水	52.16	-2.55	95.90	-87.0	52.17	183.64	-46.10	55.66

## 讨 论

(一) 大田试验结果表明: 不同畦宽的土壤持水量差异达12~17%, 这差异对花生生长发育有一定影响, 但对油分积累方面则影响较少; 各生育的耗水量以3尺对照区比5尺、6尺畦区大。

(二) 主茎、分枝茎的生长以3尺对照区较慢, 株高较矮; 花期渍水的株高比对照区高一倍, 结荚期渍水亦有相同趋势。可见, 即使处在生育中后期的花生株在渍水状态下仍可促进茎的生长, 因而在栽培上控制土壤适宜水分, 防止徒长很重要。

(三) 各生育期渍水对叶片和分枝的增长都起抑制作用, 叶绿素也显著减少; 不渍水区不论在叶面积系数、干物重及叶的净同化率方面都占优势, 单株开花数也最多, 次为5尺畦区, 最差为6尺畦区。

(四) 花芽分化的迟早也因土壤水不同有较明显差异, 3尺畦区的花芽分化比其



它处理区慢半片叶龄左右,可见花生花芽分化期对土壤水极为敏感<sup>〔6〕〔7〕〔8〕〔9〕</sup>。

(五)花生子房解剖表明:3尺畦区比其他处理区在生育初期维管束数少0.5~1.0个,表皮细胞的层数少约两层,到生育后期无甚差异。

(六)荚壳及种子后期的体积略减少,这与水分含量下降有关<sup>〔11〕〔12〕</sup>,荚壳中可溶性糖减少,可能直接用于本身多糖的合成,并在荚壳干物重较稳定时期,种子的干物还可增加一倍。

(七)据前人研究认为:“荚果发育过程中,单双糖逐步减少,油分增加,至60天糖复高,荚量干物减少。因此,花生栽培上为保持产量及品质,必须成熟后即收<sup>〔10〕〔5〕</sup>。本试验结果,荚果发育过程中,主要是荚壳中单、双糖含量下降,而在种子中则不显著。种子含油量在55天后略有下降,但实际每粒种子含油量还在上升,干物质亦未发现下降现象,因此,认为以绝对含油量来衡量种子油量的高低更为正确。

荚壳中形成多糖之前,碳水化合物主要是以可溶性糖状态存在;种子中生成脂肪之前,碳水化合物主要是以淀粉形式存在,由淀粉粒再变为脂肪滴。

(八)成熟期渍水的花生种子含油量最差,这可能是荚果成熟期(花后46~78天)土壤水分过多对油分合成不利<sup>〔13〕</sup>。因油分形成是疏水的过程,如这时破坏了水分的生理平衡则油含量显著下降。

#### 参 考 文 献

- 〔1〕 中国农业科学院花生研究所编,1963,《花生栽培》36—65,上海科技出版社。
- 〔2〕 许运天,1952,落花生入地结实生理研究,《农业学报》3(1):80—84。
- 〔3〕 涩谷常纪,1936,落花生地下结荚的生理学及形态学的研究(I、II),《农业及园艺》11:1887—1894,2125—2132。
- 〔4〕 罗葆兴、郑广柔等,1979,花生花芽分化发育研究初报,《广东农业科学》(2):14—18。
- 〔5〕 罗瑶年等,1981,花生苗期、花针期土壤临界水分的研究,《花生科技》(4):17—21。
- 〔6〕 姚君平、罗瑶年等,1981,花生结荚、饱果期临界水分研究初报,《花生科技》(3):21—26。
- 〔7〕 加藤照孝,1955,落花生的花芽分化と花芽の发育に就つて,《日本园艺学会 杂志》24(1):29—32。
- 〔8〕 Pickett T. A. 1950. Composition of developing peanut seed, *Plant Physiol*, 25: 210—224。
- 〔9〕 James M. D. and E. C. James etc. 1973. Irrigation and water uses. *Peanuts—Culture and Uses*, American Peanut Research and Education Association Inc. Chapter II, :351—375。
- 〔10〕 William Y. C. and Bobby R. J. 1973. Physiochemical properties of peanuts. *Peanut—Culture and Uses*, American Peanut Research and Education Association Inc. Chapter 6: 209—235。
- 〔11〕 Young J.E., Cox F. R. and C. K. Martin. 1979. A peanut model, *Peanut Sciences*, Vol. 6 No. 1: 27—36。
- 〔12〕 Ignacio J. D. and A. J. Norsaen, 1981. Shell and seed size relationships in peanuts, *Peanut Science*, Vol, 8 No. 1: 21—34。
- 〔13〕 Betty K. 1973. water relations of peants. *Peanuts—Culture and Uses*, American Peanut Research and Education Association Inc. Chppter 7: 265—268。

A PRIMARY STUDY ON THE RELATION OF SOIL MOISTURE  
TO PROCESSES OF PLANT GROWTH REGULARITY AND  
OIL ACCUMULATION OF PEANUT

Ling Lingsheng Li Yuechan Ye Shouyuan

(Department of Agronomy)

Chi Youchuan

(Water Economy Research Institute of Gaungton)

In the present research the relation of soil moisture to the growth processes of the stems, differentiation of flower buds, gynophore development and its biotome, pod development, and the accumulation of seed oil was primarily studied.

It was found that there was a significant increase of porosity and decrease of specific weight and volume weight of the soil in narrow row plots as compared with those in wide row plots. There was more nitrate nitrogen in the soil layer less than 15cm. deep in the narrow row, in which the plant-height was however shorter, and the differentiation of flower bud was later by 1/2 leaf age than in wide row. In the treatment of non-waterlogging plot, the number of flowers, the coefficient of leaf area, the dry matter weight, and the rate of pure assimilation of leaf were all of superior.

The soluble saccharides in the pod shell were used to synthesize polysaccharides and then starch that was finally changed to be oil droplet.

In the treatment of waterlogging plot, the oil content in the seed was lowest during the mature period.