

花生生长发育过程研究

何 荣 邵水鰲
(广东农科院經作系)

傅家瑞 何国藩*
(中山大学生物系)

花生是我国的主要油料作物之一，解放以来在党的领导下，不論是栽培面积或单位面积产量以及在科学研究上，都有很大的发展，并且取得了不少的成績。为了进一步提高花生的生产，必須深入研究花生的生长发育过程，从而做到有預见性地来控制它的生长发育以达到丰产优质的目的。

根据华南地区气候土壤的特点以及該地区花生品种的特性，我們选取了不同类型的、普遍栽培的优良品种作为材料，企图通过对这些品种的观察来了解不同类型花生的生长发育特性。原先的合作单位有四个，品种类型亦較多，可是由于某种原因未能全部作出总结，其中只将蔓生型天津种与丛生型六月豆的試驗結果整理出来。对于这些花生品种特性的了解，将为选育品种和栽培方面提供必要的理論根据。

試驗材料和方法

本試驗自1957年3月开始至9月結束，分別在广东省农业科学院和中山大学两地进行。供試的花生品种系六月豆和天津种。根据生长习性，前者是属于丛生型而后者属于蔓生型；根据《中国花生栽培学》对我国花生品种的分类标准，前者称为珍珠豆型而后者称为普通型蔓生种〔1〕。六月豆原产广东从化，天津种原产广东番禺，均为当地普遍栽培的优良农家品种。試驗材料系盆栽，每一品种栽植100盆。盆直径为14寸，高12寸，土壤系砂质壤土，前作系多年生禾本科牧草。每盆栽土的重量一致，其中一半装入盆底压实作为底土，另一半混合基肥作为表土。盆底放有半寸厚直径0.3厘米的一层小砂粒，在靠盆壁的相对两侧分別插入瓦筒一只，作为浇水之用。按照大田施肥量計算（一般大田施肥量为干猪粪1,000斤，过磷酸鈣30斤，石灰100斤，草木灰200斤），每盆施基肥干猪粪91.48克，过磷酸鈣2.75克，石灰7.39克，草木灰17.38克，不另施追肥。种子系精选的基豆，发芽率在98%以上，每盆播三粒，出苗后选留一株。其中选取10—15盆作茎蔓生长調查，10—15盆作开花調查；其余的作荚果发育过程研究。

在花生生育过程中，除作好物候观察外，每隔10天測量主茎和侧枝的长度，并記錄侧枝发生日期。在开花下針期間，每天記錄单株的开花数和每一花朵着生的节位，从而統計出每一花序的花数，每株的开花总数，并且还获得开花曲綫及开花延續期的資料。

* 现任职于韶州师专。

在盛花期中,选取单个花器官用紙牌作标志,对它们的发育过程进行观察,记录花蕾由出现至开放的时间,又由开花至子房柄出现的时间。在开花前一天起每隔两小时对花萼管的长度测量一次,借此了解花萼管伸长的特性。在子房柄入土后,定期挖土测量它的长度,从而确定它的生长停止期。

为了观察荚果的发育过程,在盛花期间用紙牌标记基部节位同一天入土的子房柄样本,俟入土后若干天,分别挖土取样,测量荚果的大小、荚壳的厚薄、种子的发育,并进行样本的摄影。此外,还在荚果入土42—66天之间取样,除测定荚果的重量外还用索氏法测定种子的含油量。

試驗結果

I. 物候观察

春植花生在四月上旬播种,经过9—10天齐苗,当第三片真叶开展后出现第一对侧枝,播后约一个月便开始开花。秋植六月豆出苗快,开花期提早,一般在播后22天。六月豆在播后110多天便可收获;天津种的生育期较长,在播后140多天才可收获(表1)。

表1. 两类型花生的物候观察

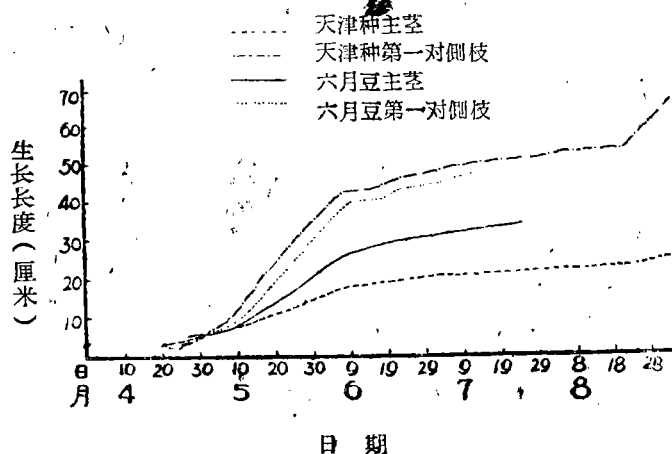
日期 品种	项目	播种期	始苗期	齐苗期	第三片叶展开,第一对分枝出现	现蕾期	始花期	收获期
六月豆		1/Ⅳ	8/Ⅳ	10/Ⅳ	15/Ⅳ	30/Ⅳ	4/V	25/Ⅶ
天津种		5/Ⅳ	11/Ⅳ	14/Ⅳ	17/Ⅳ	4/V	7/V	2/Ⅸ
(秋植)六月豆		6/Ⅶ	12/Ⅶ	15/Ⅶ	16/Ⅶ	28/Ⅶ	31/Ⅶ	

II. 主茎和分枝的生长

不論六月豆或天津种花生,其主茎和侧枝的生长速度均以播种后30—69天为最大,在这段時間內,天津种侧枝的长度占茎部总长度的73—80%;

六月豆则占70—78%。69天后生长趋于缓慢。当侧枝生长最迅速的时期,每日的增长量可达1厘米多。花生出苗后,最初是主茎的伸长,其后由于侧枝生长速度比主茎更大,从而赶上并超过主茎。天津种第一对侧枝的长度在播种后27天便超过主茎;六月豆在33天后也超过主茎长度(图1)。

图1 花生植株高度的生长曲线



天津種的分枝多, 根據統計數字, 第一次分枝最多有16條, 第二次分枝最多有47條, 第三次分枝亦可多達44條; 六月豆則分枝較少, 第一次分枝為8條, 第二次分枝最多亦為8條, 通常沒有第三次分枝。綜合試驗結果, 可見天津種花生的主莖較短, 側枝較長, 其分枝數量亦較多, 因而提供開花期較長、開花節位較多的物質基礎。

在結莢末期如遇雨水充足, 側枝有重新進行迅速伸長的現象, 這可能由於莢果發育後期有機營養的重新分配。

從圖一中可見主莖與分枝在整個生育期中的生長情況, 但其中是以第一對側枝(屬於第一次分枝)的長度來表示植株的分枝生長量。

III. 開花習性

根據試驗結果, 不論是天津種或六月豆, 由現蕾至開花的天數一般均為3—4天。起初, 花萼管的伸長很慢, 至開花的前一天下午僅長達1厘米多, 其後則開始迅速伸長, 甚至每2小時增長度可達5—6毫米之多, 直至開花前2小時伸長重又緩慢(表2)。

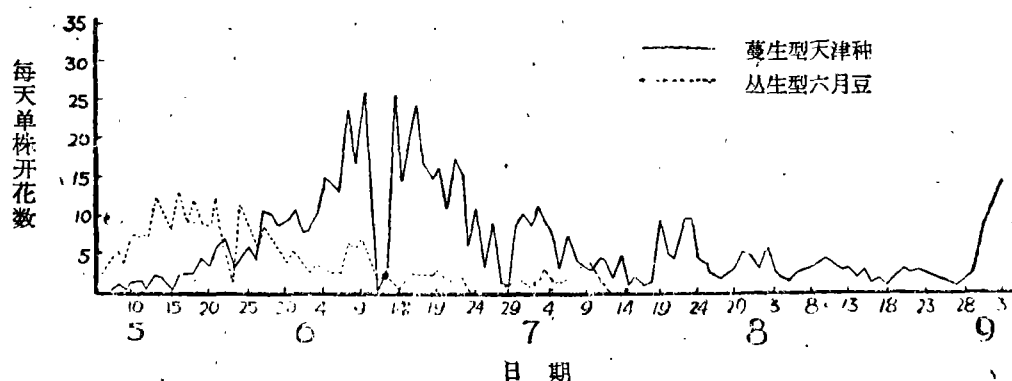
表2 花生花萼管的生長速度

长 度(厘米)	时 间	开 花 前 一 日							开 花 当 日			观察时间
		上午 8时	11时半	下午 5时	6时	8时	10时	12时	上午 2时	4时	6时	
品 种												
天 津 种		1.16	1.41	1.77	—	2.23	2.73	3.20	3.83	4.23	4.55	5月24日
六 月 豆		—	—	—	1.15	1.46	1.96	2.45	2.81	3.15	3.25	5月23日

根據觀察, 花萼管的伸長與土壤的濕度關係密切, 如氣候干旱, 土壤濕度低, 花萼管短, 花瓣亦不張開; 其次, 節位不同, 花萼管長度亦異, 一般在基部節位的、前期開放的花, 其花萼管比高節位的、後期開放的花來得長。

天津種花生在始花後約一周便有75%植株開花, 在盆栽的條件下其開花期延續110多天, 直至收穫期為止, 但其開花主要集中於始花期後兩個月內, 而開花高峰往往出現在始花期後36天左右(圖2)。單株的平均開花數為775朵, 最多的可達1,079朵, 最少的亦有623朵。

圖2 花生的開花曲綫



六月豆花生在始花期后7天左右便达开花高峰。虽然开花延续期约有70多天,可是其开花主要集中于始花期后一个月内,占整个花期的开花数60%以上(图2)。单株的平均开花数为333朵,最多的可达399朵或更多,而最少的也有200朵左右。

花生的花在茎上的分布主要是集中于基部的第一、二对侧枝上,例如六月豆的第一、二对侧枝开花百分率便达89%,而在天津种上甚至达到93.6%。其中又以天津种的开花更为集中,在第一对侧枝上的花竟占开花总数的69.2%(表3)。这个事实说明了花生基部的第一、二对侧枝是开花结荚的主要部位,它的生长发育良好是取得增产的保证。对于蔓生品种,尤应注意培育第一、二对侧枝。

丛生型花生可以在主茎高节位上开花,以六月豆来说,在第五节位或以上便有可能开花,但通常是在主茎的第7、8节位上才开花。在主茎的低节位上均为分枝。主茎的每一分枝的节位上均能开花,甚至在同一节位上又开花又发生第二次分枝。在第一次分枝上的开花节位很多。在第一对侧枝上花朵着生节位可达第25节,并且一般可从第一节开始开花。至于第二次分枝的开花主要是分布于第一、二对侧枝上,其他侧枝上的第二次分枝甚少有花朵着生。在第一对侧枝的第14—16节位上仍可发生第二次分枝。第二次分枝开花通常达到第17节位上(表3)。总之,分布在第一、二对侧枝上的花,大部分是着生于第一次分枝上,只是小部分(15—35%)着生于第二次分枝上,后者又多系在后期开放,结荚率一般较低。

六月豆每一花序的开花数为2—15朵,单生的甚少。着生于不同节位上的花序其开花数也有差异,例如着生于第一对侧枝的第8节位以内的花序,以4—7朵者为多,占62%;而着生于第一对侧枝的第二次分枝上的花序,则以3—6朵者为多(表3)。同一花序中的花在同一天内可以有2—3朵开放。根据盆栽的试验观察,单株在一天内最高的开花数可以达到23朵。

表3 花器官的生长习性

品种	单株在一天内最高的开花数	花朵着生节位的范围				每一花序的开花数		花朵在侧枝上的分布比率 (开花百分率)		
		主茎	第一次分枝	第二次分枝	第三次分枝	最多的	一般的	第一对侧枝上	第二对侧枝上	其他侧枝上
六月豆	23	5-8	1-25	1-17	0	15	3-7	56%	33%	11%
天津种	38	—	3-28	3-19	3-16	6	2-5	69.2%	24.4%	6.4%

天津种花生的主茎不开花。不论在第一次分枝上,或是在第二、三次分枝上,分枝基部的第一、二节位均为营养节,一般只发生分枝;第三、四节位是生殖节,第五、六节位又为营养节。一般地生殖节与营养节是相互交替的。在不同的植株上或在同一植株上,有时也会出现第一、二、三节位为营养节,而第四、五、六节位为生殖节的交替。根据试验观察,发现天津种的某些节位也可能出现既有分枝又着生花朵的现象。这种混合节在第二次分枝上出现的次数较多。这种现象,是否天津种的特性,尚待进一步观察。着生在天津种第一次分枝上的花朵最高节位可达第28节,但这只限于在第一对侧枝上;至于第二次分枝的开花节位亦可达第19节;只有从第一对侧枝上发生的第三次分枝

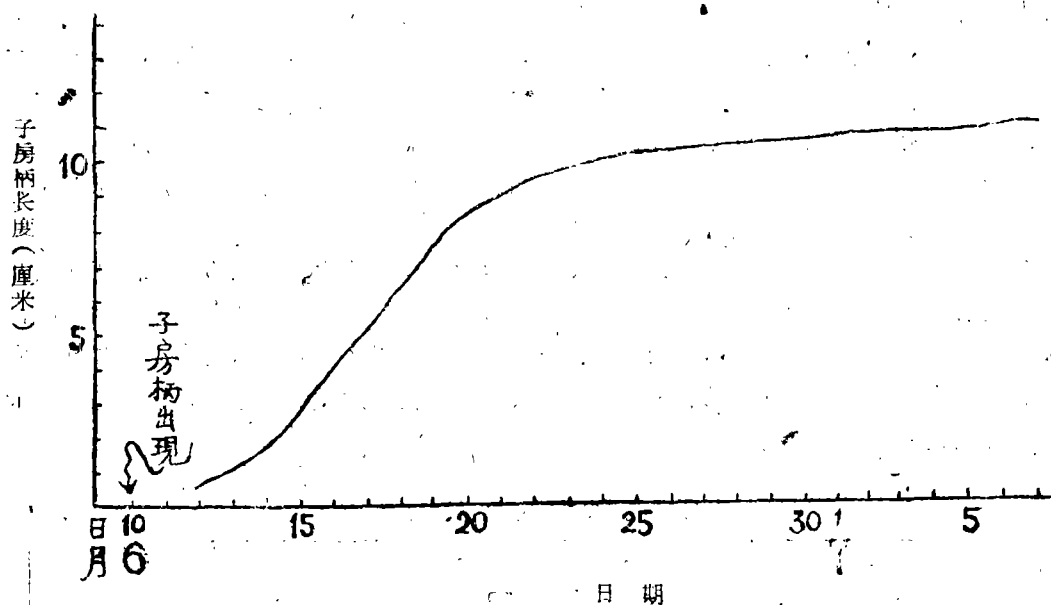
才能开花，它的开花最高节位可达第16节（表3）。

天津种每一花序的开花数可达6朵，而一般以2—5朵为多（表3）。在同一花序中的花，可能是隔天开放的，亦可能是隔数天开放的，而以后一种情况较多，间隔长的可达11—15天之久，但鲜有在同一天内开放两朵花。

IV. 子房柄（果针）的形成

根据试验观察，不论是天津种或六月豆由开花至子房柄出现的天数一般均为4—5天。子房柄出现后，第一、二天生长很缓慢，自第三天起便迅速伸长，最快的每天可达14毫米，至第9天生长又复缓慢（图3）。如无机机械损伤或虫害，子房柄可继续伸长至14厘米以上，一般地为12厘米左右。

图3 天津种花生子房柄的生长曲线



从植株低节位处发生的子房柄，一般在出现后4—5天便可入土，处于高节位的子房柄入土需时较长。离地10厘米以上的子房柄入土结实能力较弱，因子房柄长度在10厘米以上时生长缓慢，停留在地面上的时间较长，易受外界的伤害。为了使高节位的子房柄易于入土结实，可用培土、撒土压蔓等方法。

子房柄入土的深度因品种类型而异，六月豆的入土在2.3—4.7厘米之间，而以2.8—3.1厘米为较多，天津种在3—7厘米之间。着生不同节位也影响到子房柄入土的深度，一般地着生基部的子房柄入土较深，而着生在高节位的子房柄入土较浅，但由基部发生的子房柄亦有一些是入土较浅的。

V. 荚果的发育

在子房柄入土后经过不同天数取样观察，天津种子房柄入土3天外形无显著变化，

只是比未入土的子房柄花青素含量较少,此时子房柄的生长点仍然向下。天津种花生入土6天的子房开始膨大,子房柄呈棍棒状,其生长点开始水平方向弯曲生长。入土9天的子房膨大呈鸡胆状,表面有纵脉纹,基豆开始发育膨大,内果皮与中果皮纤维层明显,肉眼可见。入土12天的荚果较入土9天的增加2倍,而入土18天的荚果其形状大小已达定型。入土9天至18天荚果增长迅速,果长增加达5倍,果宽增加达3倍,以后荚果的增长很少。从总的趋势来看,入土30天以后,外形略有缩小,这是由于荚果趋向成熟,荚壳栅状组织的变化,水份减少的缘故。入土9天至30天种子生长很快,至入土48天以后种子几乎停止增大(表4及图版I)。

六月豆以入土6天至20天的荚果增长最快,果长增加达6倍,果宽增加达4倍,入土20天后增长很少。种子则以入土10天至30天增长最快,以后虽有增大但较缓慢,入土40天以后荚果水份减少,荚壳变薄变硬,种子充实度增加(表5及图版II)。空腔在初期随荚果发育而增大,其后却随种仁的发育而逐渐减少。

表4 天津种花生的荚果发育过程(长度单位:厘米)

入土时间 (天)	荚果长	荚果宽	种子长	种子宽	荚壳厚	空腔*
9	0.75	0.42	0.15	0.09	0.05	0.14
12	1.85	0.85	0.43	0.20	0.10	0.23
14	2.70	1.18	0.63	0.27	0.15	0.31
18	3.63	1.20	1.05	0.47	0.10	0.27
24	3.68	1.42	1.46	0.83	0.17	0.18
30	3.50	1.59	1.70	0.91	0.15	0.19
36	3.47	1.48	1.62	0.95	0.14	0.13
42	3.54	1.36	1.74	0.89	0.12	0.12
48	3.70	1.42	1.83	0.94	0.14	0.10
54	3.56	1.36	1.80	0.94	0.11	0.10
60	3.56	1.34	1.77	0.93	0.10	0.10
66	3.58	1.34	1.86	0.93	0.10	0.10

*系指种子与荚壳的间隙。

表5 六月豆花生的莢果发育过程(长度单位:厘米)

入土時間 (天)	莢果長	莢果寬	種子長	種子寬	莢壳厚	空腔
6	0.50	0.31	0.10	0.14	0.04	0.05
10	1.40	0.66	0.30	0.15	0.15	0.08
15	1.57	1.72	0.60	0.30	0.15	0.08
20	2.98	1.25	1.06	0.68	0.16	0.07
25	2.86	1.32	1.26	0.82	0.16	0.05
30	2.81	1.28	1.36	0.87	0.15	0.03
35	2.92	1.39	1.50	0.90	0.15	0.04
40	2.71	1.24	1.41	0.91	0.12	0.03
45	2.89	1.35	1.43	0.91	0.14	0.04

根据省农科院同年秋植花生六月豆莢果发育过程的观察,以入土9天至21天莢果发育最快,莢果增长达四倍半,莢果增宽达三倍半,而种子发育则以入土9至39天发育最快,入土39天以后又复缓慢,可见同一品种于不同的播种期中其莢果发育过程基本上一致(表6)。

表6 秋植六月豆花生的莢果发育过程(长度单位:厘米)

入土時間 (天)	莢果長	莢果寬	種子長	種子寬	壳厚	空腔
9	0.50	0.33	0.10	0.05	0.05	0.60
15	1.30	0.63	0.22	0.11	0.10	0.21
21	2.23	1.01	0.48	0.30	0.10	0.26
27	2.61	1.21	0.77	0.51	0.10	0.25
33	2.86	1.23	1.10	0.66	0.10	0.18
39	2.95	1.27	1.27	0.90	0.10	0.08
45	2.80	1.21	1.30	0.87	0.097	0.07
51	2.78	1.08	1.20	0.85	0.09	0.05
56	2.61	1.13	1.30	0.93	0.093	0.02
63	2.91	1.11	1.41	0.90	0.095	0.02

表7 天津种花生荚果的经济性状调查(每次取样10个荚果)

子房入土后 天数	荚果干重 (%)	种子百粒重 (克)	种子晒干后 含水率(%)	折仁率 (%)	含油率 (%)
42	43.3	75.2	7.16	64.95	49.13
48	53.4	94.1	6.22	62.01	51.64
54	53.9	92.2	6.33	59.49	51.57
60	57.3	117.5	4.35	67.04	49.76
66	61.5	136.6	4.02	69.21	52.12

从表7中可以看出,入土42天的蔓生天津种花生无论干重百分率,种子含油量都较低。此时荚果含水多,荚壳组织松软,故晒干后其折仁率反较入土48与54天者为高,可是随着种子的成熟过程,荚果的充实度增加较速于含水量的减少,故60—66天的荚果其折仁率增加。从含油率来看,以入土66天时为最高。经入土后48天的种子均能全部发芽。在上表中,入土60天的含油率反比54天的低,可能是分析中的误差。

六月豆在子房柄入土45天以后种子饱满,发芽率已达百分之百。

讨 论

国内外的学者曾分别对花生的茎蔓生长、开花、子房柄入土、荚果发育以及种子的含油量等各个方面进行过好些研究〔2、3、4、5、6、7、8、9、10〕。本研究是以不同类型的花生为试验材料,并且是从幼苗生长开始进行观察,直至种子收获测定含油量和发芽率,因此对于不同类型的花生在整个生育期中的特性获得比较系统的研究,这样便能较好地育种及栽培提出生物学的理论根据。

幼苗茎部的生长以在播种后30—69天内为最迅速,这个时期正好是在始花后。试验结果与Yarborough〔10〕及傅家瑞〔3〕的结果基本一致。在69天以后,由于大量开花结荚,有机养料的运输集中到生殖器官中去,因此营养器官的生长渐趋缓慢。

从主茎和分枝的生长速度来看,天津种在播种后第27天,第一对侧枝的长度已超过主茎,六月豆则需33天后才超过主茎长度,可见丛生型的花生主茎优势较强,相反地其分枝性就较弱。根据试验结果,天津种所发生的第三次分枝数量不少,而且在其上还着生一定数量的花朵;反之,六月豆既无第三次分枝,且第二次分枝的开花数量亦较少。抑制主茎优势能增强植株的分枝性,采用适时摘心的措施,可以达到这个目的,且有提高花生产量的效果〔11〕。

天津种每天的开花数多于六月豆,而且花朵的分布也较为分散。在开花后约10天,第二次分枝便能开花;而在开花后约4周,第三次分枝也能开花,因此远在到达开花高峰以前,每天的开花往往均同时发生于第一、二、三次分枝上。六月豆的开花较为集中,主要分布于第一次分枝上,尤其是在基部的节位上。花多是果多的前提条件,促进

花的生长发育是十分重要的过程,对于不同的开花习性的类型应当采取不同的措施。由于丛生型的开花较为集中,在水分、养分的供应上务须适时,各项田间管理工作也应及早进行,以保证植株早期所形成的花器充分发育。蔓生型的开花分散,花期较长,因此,在促进前期多分枝的基础上,应同时保证植株营养的继续供应。

从开花曲线图来看,每天的开花数量常出现高低相隔的现象,其中以在盛花期中最为明显,而在两个类型中又以蔓生种为明显。这种现象估计是由于开花多而引起有机养料的大量消耗,致使翌日开花数量受到一定的影响。因此,在开花期间增施肥料对于开花期的延续以便提高每天开花数将有显著的效果。

入土后6天的子房柄,子房开始膨大,由于子房柄端部上下两侧的发育速度不同,使子房向水平方向发展。在荚果发育初期,胚珠发育缓慢,其后荚壳的水分逐渐消失厚度缩小而种子则逐渐膨大。根据试验结果,荚果和种子发育过程可分为三个时期,第一个时期是由子房柄入土后9—18天,为荚壳形成期;第二个时期是种子发育期,直至第30天;第三个时期是脂肪积累时期。三个时期不是截然分开的,在荚果形成时期中种子也同时发育,而脂肪的积累也在种子发育过程中进行。三个时期交错进行,这是符合种子与果实成熟过程中生理变化的一般规律。

摘 要

本研究全部盆栽,以丛生型六月豆及蔓生型天津种为试验材料。

两个类型茎蔓生长的速度趋势基本上一致,但它们的主茎与分枝特性却有显著差别。

观察了花萼管的伸长、开花及子房柄的发育,并且详细地比较了两个类型的不同开花习性,最后分别观察两个类型的荚果发育过程,并且分析含油量与测定发芽率。

参 考 文 献

- 〔1〕 花生研究所主编:《中国花生栽培学》,(在印刷中)。
- 〔2〕 许运天:1952. 农业学报 3(1): 80—84。
- 〔3〕 傅家瑞:1957. 中山大学学报(自然科学版) 1957(1): 146—165。
- 〔4〕 詹英贤:1956. 《花生及其栽培》,科学技术出版社。
- 〔5〕 3.A. 鲁申娜:1957. 《落花生》,科学出版社。
- 〔6〕 涩谷常纪:1936. 农业及园艺 11(8)。
- 〔7〕 Katayama, Yoshiwo and Takashi Nagatomo, 1958, Bull. Fac. Agric. Univ. Miyazaki, 3(1/2): 61—68。
- 〔8〕 Seshadri, C. R. and co-worker, 1954. Indian. Jour. Agric. Sci. 24(3)
- 〔9〕 Smith, B. W. 1950. Amer. Jour. Bot. 37: 802。
- 〔10〕 Yarborough, J.A., 1950. Amer. Jour. Bot. 37: 779—785。
- 〔11〕 孙大容等:1959.《中国农科院作物育种栽培研究所科学研究报告》325—333页。

图版说明 (比例: 照片中每一方格相当于一厘米大小)

图版 I: 天津种花生的荚果发育

(图中第一列为荚果外形, 第二列为纵剖面, 第三列为横剖面。)

1. 入土后 3 天及 6 天的子房。6 天的开始膨大。
2. 入土后 9 天的子房形状, 基豆开始发育。
3. 入土后 12 天形成幼果, 荚果发育迅速。
4. 入土后 14 天的荚果, 空腔很大, 种子很小。
5. 入土后 18 天的荚果, 形状大小定型, 空腔尚大。
6. 入土后 24 天的荚果, 种子增长迅速。
7. 入土后 30 天的荚果。
8. 入土后 48 天的荚果。 } 种子发育良好, 空腔极小。

图版 II: 六月豆花生的荚果发育

1. 入土后 6 天及 10 天的子房。6 天的子房开始膨大, 生长点向水平弯曲。
2. 入土后 15 天及 20 天的幼果, 荚果发育迅速。
3. 入土后 25 天的荚果。
4. 入土后 30 天的荚果。 } 种子增长迅速, 空腔减少。
5. 入土后 35 天及 45 天的荚果, 种子饱满充实。