

五、落花生灌溉時期與灌溉量對於落花生收量之影響

落花生為耐旱性相當強的作物，但在本省春作之生育前期及秋作之生育後期仍易受乾旱影響，收量顯著減少，為謀落花生生產之安定或增多，近年來逐漸有增加落花生灌溉栽培之傾向；但因灌溉時期，灌溉量，或灌溉方法之不同致使成敗不一。本試驗旨在究明灌溉對落花生生育與收量之影響及最經濟最有效之灌溉方法，民國47年蒙農復會補助本場舉辦各種有關試驗，茲將三年之試驗結果，編就綜合報告。

一、試驗方法及材料

本試驗分為：(一)灌溉時期試驗；(二)生育時期別濕潤及乾旱處理試驗(三)灌溉量試驗；均在臺南區農業改良場砂壤土舉行。

(一) 灌溉時期試驗，供試品種，臺南白油豆一號。灌溉時期分為1. 開花始灌溉一次區。2. 開花後15日灌溉一次區。3. 開花後30日灌溉一次區。4. 開花後45日灌溉一次區。5. 開花始及開花後15日灌溉二次區。6. 開花始及開花後30日灌溉二次區。7. 開花始及開花後45日灌溉二次區。8. 開花後15日及30日灌溉二次區。9. 開花後15日及45日灌溉二次區。10. 開花後30日及45日灌溉二次區及。11. 無灌溉區(對照區)等11處理。每一處理一小區小區面積為(2.4m×5m)平方公尺，小區間設寬50Cm之畦防止鄰區之灌溉影響。採用隨機區組法，四重複。每次灌溉量為50mm，一天分上午及下午二次灌溉。本試驗於本場朴子分場辦理，民國47年2月19日播種，6月30日收穫。

(二) 生育時期別濕潤及乾旱處理試驗，供試品種，臺南六號試驗處理分為：播種後(0~30日)、(30~60日)、(60~90日)及(90日~120日)等四生育時期處理。各適於發芽及花芽分化期，開花盛期及結實初期，結實期及成熟期。其處理方法為1. 全期濕潤期。2. 播種至30日乾燥，其餘期間保持濕潤。3. 播種至60日乾燥，其餘期間保持濕潤。4. 播種至90日乾燥，其餘期間保持濕潤。5. 全期乾燥區。6. 播種至30日濕潤，其餘期間保持乾燥。7. 播種至60日濕潤，其餘期間保持乾燥。8. 播種至90日濕潤，其餘期間保持乾燥等8個處理區。濕潤處理為保持土壤有效水分在圃場容水量(Field capacity)以上。乾燥處理為不灌水栽培，至植株開始萎凋時才灌10mm。試驗在玻璃室水泥框(0.8×1.7m)，栽植16株。試驗期間利用 Tensiometer 測定各水泥框內土壤有效水分含量。

(三) 灌溉量試驗，供試品種，臺南6號。試驗處理分為：1. 土壤有效水分保持40%以上，降至40%以下時灌溉20mm。2. 土壤有效水分保持40%以上以下時灌溉40mm。3. 土壤有效水分保持60%以上，以下時灌溉20mm。4. 土壤有效水分保持60%以上以下，時灌溉40mm，及5 無灌溉區等5個處理。每小區種9行，行長4m，栽培於(4×4)平方公尺深50Cm之水泥框內。每小區埋2個石膏板於地面下15Cm處理，利用 Bouyoucos meter 每隔一天測各小區土壤有效水分。採用隨機區組法，四重複。本試驗在民國48年春作(3月19日至7月20日)秋作(9月9日至12月23日)，49年春作(3月31日至7月23日)，秋作(9月8日至正月5日)等春秋各試驗二次。

二、試驗結果

(一) 灌溉時期試驗，本試驗除開花後45日前後共有 109mm之降雨，因而停止灌溉外，其餘時間皆按擬定期時灌溉其試驗結果如表一本試驗期間降雨量，3月(4天94.0mm)，4月(2天6.1mm)，5月(5天178.9mm)，6月(7天86.5mm)。根據試驗結果，比無灌溉區之收量差異在5%水準顯著，僅為開花後15日(約播種後45日)灌溉一次區，及開花始(約播種後30日)與開花後15日灌溉二次區。本年在播種後30~60日期間(4月間)之降雨量極少，在此期間灌溉似有顯著的效果。因在播種後30~60日間，正值落花生生理上最重要之開花盛期及挿入土中之子房柄開始膨大時間。灌溉對開花授精，子房柄伸長，及土中莢果膨大均有良好的影響。至於開花後30日及45日等生育後半期之灌溉似不大顯著。由本試驗結果可能推斷，在春作生育初中期如久旱無雨，僅灌溉 50mm 即可增17%左右之種實收量。

表1 灌溉時期及次數對落花生收量之影響

試驗處理別	每公頃種籽收量	指數
無灌溉	1,558	100
開花始灌溉一次	1,477	94
開花後15日灌溉一次	1,829	117
開花後30日灌溉一次	1,561	100
開花後45日灌溉一次	1,549	99
開花始及開花後15日灌二次	1,820	116
開花始及開花後30日灌二次	1,720	110
開花始及開花後45日灌二次	1,586	101
開花後15日及30日灌溉二次	1,752	111
開花後15日及45日灌溉二次	1,592	102
開花後30日及45日灌溉二次	1,730	114
L.S.D 5%	229	
1%	310	

(二) 生育期別濕潤及乾旱處理試驗：本試驗為探明落花生最易受缺水影響的時期，以供決定灌溉適期之參考。將落花生之生育期按其開花結實之特性分為：1. 花芽分化期（播種後0~30日間）。2. 開花盛期（播種後30~60日間）。3. 結實期（播種後60~90日間）。4. 成熟期（播種後90~120日間）等四期，分別作濕潤及乾旱處理。其結果如表2。

表2 生育時期別濕潤及乾旱處理對生育及收量之影響

(a) 民國48年春作

處理別	株高 (Cm)	鮮株重 (g)	每株成熟莢數 (個)	乾莢重 (g/plot)	每小區種籽種 (g/plot)
全期濕潤	57.3	140.0	26.4	446	335
播種至播種後30日乾旱	65.3	166.7	16.1	252	178
播種至播種後60日乾旱	55.2	154.3	12.4	108	60
播種至播種後90日乾旱	22.4	42.5	3.2	24	15
全期乾旱區	14.9	27.5	2.1	16	9
播種至播種後30日濕潤	26.8	37.9	10.7	157	122
播種至播種後60日濕潤	33.6	36.4	9.9	204	165
播種至播種後90日濕潤	41.5	79.6	20.7	348	265

(b) 民國48年秋作

處 理 別	株 高 (Cm)	鮮 株 重 (g)	每 株 成 熟 莢 數 (個)	乾 莢 重 (g/plot)	每 小 區 種 籽 重 (g/plot)
全 期 濕 潤	42.3	51.4	23.2	469	366
播種至播種後30日乾旱	34.9	23.8	21.0	353	280
播種至播種後60日乾旱	25.6	22.8	18.4	279	208
“ ” 90日乾旱	8.7	16.0	4.8	51	35
全 期 乾 旱 區	9.6	11.7	5.5	59	40
播種至播種後30日濕潤	21.3	23.2	10.9	205	161
“ ” 60日濕潤	31.9	33.1	22.0	334	291
“ ” 90日 “	48.3	46.6	33.8	622	452

(c) 生育時期別濕潤及乾旱對每小區種籽收量的影響

濕 潤 期 間	春 作	秋 作
花 芽 分 化 期	222	317
開 花 盛 期	236	347
結 實 期	209	325
成 熟 期	147	222

* 各生育期濕潤處理小區收量計算法：

$$\text{花芽分化期} \frac{a+f+g+h}{4}$$

$$\text{開花盛期} \frac{a+b+g+h}{4}$$

$$\text{結實期} \frac{a+b+c+h}{4}$$

$$\text{成熟期} \frac{a+b+c+d}{4}$$

乾 旱 期 間	春 作	秋 作
花 芽 分 化 期	65	141
開 花 盛 期	51	111
結 實 期	78	132
成 熟 期	140	236

* 各生育期乾旱處理小區收量計算法：

$$\text{花芽分化期} \frac{b+c+d+e}{4}$$

$$\text{開花盛期} \frac{c+d+e+f}{4}$$

$$\text{結實期} \frac{d+e+f+g}{4}$$

$$\text{成熟期} \frac{e+f+g+h}{4}$$

由上表，無論春作或秋作在開花盛期（播種後30~60日）土壤保持濕潤時，其種子收量最高；如在開花盛期缺乏水分，種子收量會顯著的減少。其次在春作以花芽分化期（播種後0~30日間），秋作以結實期（播種後60~90日間）對於濕潤及乾旱處理之反應比較敏感。其理由似因春作生育前期及秋作生育後期之濕度低的關係（因本試驗春秋兩作均在玻璃室進行生育全期不會受降雨量之影響）。對於水分之反應比較鈍感之時期為成熟期。在各種濕潤及乾旱處理中，在春作以全期濕潤區，次為播種後至90日保持濕潤以後乾旱區之收量最多。秋作則稍與春作不同，以播種後至90日保持濕潤以後乾旱處理時之收量最多。其收量與生育均超出全期濕潤區。無論春，秋作均以全期乾旱區之生育及收量最低。根據觀察結果，全期乾燥區植株短矮而葉

色濃，開花結實數少而其生育較慢。又隨乾旱期間之延長，生育收量亦愈劣。二個相等日數而不同時期的乾旱處理區的生育與收量相較，即90日者d區與f區，60日者c區與g區，30日者b區及h區，均以生育前期乾旱者較生育後期乾旱者劣，因此，在各種生育期中對於水分之感應最高時期可認為開花盛期（播種後30~60日，已有一部份早開花者開始在土中膨大）。花芽分化期及結實期對水分之反應春作及秋作所示結果不同，但其差異不顯著。生育前半期（花芽分化期+開花盛期）之充足的水分供應，似比生育後半期（結實及成熟期）對生育及收量更為重要。

(三) 灌溉量試驗：本試驗在民國48年及49年春秋四作舉行，旨在測知開始灌溉的土壤有效水份及灌溉水量對生育收量之影響。試驗結果如表3

表3 土壤水分條件及一次灌溉量對落花生收量之影響

(a) 春作：民國48年及49年

土壤水分	處理別	每次灌水量(mm)	年次	乾莢收量(kg/ha)	種籽收量(kg/ha)	同指數(%)	總灌溉量(mm)
40%以上	平	30	48	2,977	2,054	118	100
		20	49	3,321	2,335	123	60
40%以上	平	50	48	3,102	2,105	121	120
		40	49	3,221	2,304	123	120
60%以上	平	30	48	2,802	1,979	114	120
		20	49	3,354	2,356	125	60
60%以上	平	50	48	3,192	2,253	130	120
		40	49	3,379	2,456	131	120
無灌溉	平	—		2,502	1,739	100	—
		—		2,632	1,839	100	—
				2,597	1,804	100	—

種籽收量之L.S.D.1959 5%=215. 1%=301

(b) 秋作：民國48年及49年

土壤水分	處理別	每次灌水量(mm)	年次	乾莢收量(kg/ha)	種籽收量(kg/ha)	同指數(%)	總灌溉量(mm)
40%以上	平	30	48	3,302	2,406	116.7	90
		20	49	3,644	2,303	143.6	165
40%以上	平	50	48	3,143	2,353	114.1	100
		40	49	3,803	2,521	157.2	250

平	均			3,474	2,437	135.7	175
60 % 以上		30	43	3,123	2,310	112.0	90
		20	49	3,742	2,491	155.3	185
平	均			3,433	2,401	133.7	138
60 % 以上		50	43	3,453	2,505	121.5	150
		40	49	3,924	2,767	172.5	290
平	均			3,694	2,635	147.0	220
無	灌	—	48	2,847	2,052	100.0	—
	溉	—	49	2,144	1,604	100.0	—
平	均			2,435	1,833	100.0	—

種籽收量之L.S.D. 1959 5% = 339 1% = 517

1959 5% = 206 1% = 283

根據上表結果得知落花生之灌溉可能增加子實收量約 20~30% (春作), 30~47% (秋作)。土壤有效水分保持60%而減低到60%以下時定為灌溉時期, 可能比無灌溉者增收25.5% (春作 $\frac{31+20}{2}$) 及40.3% (秋作 $\frac{33+27}{2}$)。如以土壤有效水分之40%為標準行灌溉時, 比無灌溉者春秋各增收 22.5%及32.9%。一次灌溉水量50~40mm時, 比無灌溉區平均多收23.3%(春作)及41.3%(秋作); 如灌溉 30~20mm時則春秋各增收21.4%及31.9%。因此可知在本試驗範圍內土壤有效水分減到 60%時即行灌溉 50~40mm, 其增收率最高, 可比無灌溉區春秋各期增收30.5%及40.7% (均在 1%水準顯著)。

在春作生育期間48及49年其降雨日數均在40天左右, 降雨量各為930mm及566mm; 但如要保持上述土壤有效水分, 須要灌溉 3~4 次, 其總灌溉量根據試驗結果需要80~120mm。秋作時48年降雨量僅 32mm (降雨日數5天), 49年則為 215mm, 但集中於 9 月間降雨, 因此生育中後期均處在乾旱環境中。根據二年平均其灌溉次數約 5~6 次, 總灌溉量需要 130mm~220mm。即秋作比春作需要更多之灌溉, 同時其灌溉效果亦更大。

灌溉對於落花生生育及莢果形狀之影響如表 4。根據該表可知灌溉時, 株高, 乾莖葉重, 成熟莢數均有增加。但是一次灌溉水量愈多其莢重愈輕, 尤其是莢果的寬度愈縮小。

表 4 灌溉對生育及莢果形狀之影響 (30株平均)

處 理 別	一次灌溉水量 (mm)	株 高 (cm)	乾 莖 葉 重 (g)	成 熟 莢 數 (個)	莢 果 重 (g)	莢 果 之 大 小 (cm)
土壤水分 40 %	20	25.3	13.8	17.3	1.12	1.29×2.81
土壤水分 40 %	40	25.6	15.5	20.0	1.01	1.23×2.65
土壤水分 60 %	20	26.1	13.5	15.8	1.19	1.29×2.71
土壤水分 60 %	40	26.7	15.0	21.4	0.93	1.27×2.71
無 灌 溉 (ck)		16.7	11.4	13.6	1.20	1.36×2.79

三、討 論

普通落花生之根部可能伸長至 60~120公分，由土壤深處吸收水分利用，因此被認為不需灌溉的深根性作物。蓋谷氏 (1935) 謂落花生之結實，水分為其絕對條件之一。如缺乏土壤水分，尙未達到萎凋點以前落花生之結實會被延遲或停止。本省春作落花生之生育初期 (2~4 月) 或秋作落花生之生育中後期 (10~12 月)，往往受乾旱之影響，減低產量甚鉅，致使單位面積產量尙不及世界各主產地之標準。根據 WHITE 及 BAVEL (1955) 之報告，謂美國落花生行灌溉栽培時，比無灌溉者增加 59~73 % 之莢果產量。在日本山形農試所砂丘地灌溉試驗結果收量增加 30~50 %，在神奈川農試驗在洪積火山灰土壤灌溉結果其增收率到達 10~15 %。因此可說落花生之灌溉栽培其效果是非常的顯著。

一般而言灌溉的效果，可能因品種，氣象，土壤，栽培條件 (肥料栽植密度) 等而不同。如生育期間有潤澤的雨量時可不必灌溉，但高溫低濕時，或在保水力差的土壤，則需要灌溉。因此在各種環境下實施灌溉栽培，需要一定的標準來決定究在何時灌溉及每次灌溉量若干，始能對作物之生育及收量有最佳的效果。目前本省除水稻有充分灌溉與甘蔗有少量灌溉外，其他作物在制度上都沒有灌溉之方便；如要保持落花生相當的收量，灌溉栽培似為不可缺之手段。灌溉水源有限，縱不能對落花生等旱地作物實施全面灌溉，但由於實施水稻輪流灌溉，或防止輸水中之損失等，以節省下的水，應用於落花生等之灌溉栽培，仍不失為目前比較容易實行的辦法。如遇久旱無雨時，對於這些少量的剩餘水如何予以最經濟與最有效的利用，實為目前最需要研究之問題。

欲知最有效的灌溉時期，必須探究落花生之生育期中對水分之缺乏最受影響，之時期即對於水分的臨界點 (Critical point)。西村 (1950)，蓋谷 (1955) 等之報告，落花生子房柄伸入土中約 10 日以內，由植株整個看時，適於有效開花之最盛期前後 10 日間最易受乾旱的障害。VJNGANT (1955) 亦謂在開花及莢果之發育期最需要水分。根據實驗二、生育期間分為四期，以播種後 30~60 日間 (適值開花盛期及早開花者之結實初期) 最需水分。又由實驗一可知開花後 15 日約播種後 45 日左右，灌溉一次比無灌溉區增收 17 %。因此可說這段時間是對水分之缺乏最易感應之時期。花芽分化期 (播種至播種後 30 日) 及結實期 (播種後 60~90 日間) 兩者間對灌溉及乾旱處理其差異似不大顯著；但在春作之花芽分化期及秋作之結實期，需水之急僅次於開花及結實初期。這似由於春作生育初期無雨而濕度低，至結實期適值雨期，秋作則生育中後期無雨低濕的關係。對灌溉或乾旱等水分之變異反應最小的是成熟期 (播種後 90~120 日)，因此成熟期似不需多量的灌水。

關於灌溉時期除由作物本身之生理上需水期間外，本實驗另用 Bouyoucos meter 或 Tensiometer 等實測地面下 15 公分處之土壤水分 (因落花生根部在地面下 10~20 公分處分布最多)，為灌溉開始的標準。根據實驗三，土壤有效水分保持 60 % 以上時比 40 % 以上時生育及收量皆好。又實驗二的結果，以全期保持圍場容水量 (Field Capacity) 時生育及收量均比其他處理為優，根據此等事實推測，土壤有效水分愈多，對落花生生育及收量愈好。但實用上如以土壤有效水分保持 100 % (即圍場容水量) 以下時即行灌溉，恐需要多量的灌溉水。正如上述不大合乎經濟原則，另一方面如土壤有效水分愈近初期萎凋點約 (PF3.8~3.9) 時，土壤保持水分之能力增加，作物之水分利用愈困難。因此採用土壤有效水分之 40~60 % 為灌溉標準時，比無灌溉區最少還可以增收 20~50 %。根據實驗結果，以 60 % 為灌溉標準，其收量平均比 40 % 標準時增加 10 % 左右。因此如以土壤水分為灌溉的指標時似與美國蔬菜灌溉同樣的標準為 50~60 % 較宜。

關於灌溉水量，杉山 (1959) 謂一次灌溉量以足夠補充土壤含水量到達圍場容水量為準；灌水過多時，不僅滲透而流失，同時因養分之流失及過濕之害可能招致減收。根據本試驗結果，春作以一次灌溉量 40~50 mm 較 20~30 mm 時多收 5 % 左右，秋作時多收 10 % 左右。因此一次灌溉量似以一次灌溉 40~50 mm 時比 20~30 mm 迅速而容易到達根群分布最多之 10~20 cm 深處。關於生育期間總灌溉量普通是用總蒸發散量 (Evapo-transpiration) 一有效雨量一土壤貯留量計算。但目前本省尙缺乏此種資料，不能推算總灌溉量，尙俟將來進一步研究之。據 MATLOCK 在 Oklahoma 試驗結果，認為 25 英寸約 640 mm 水量對落花生之生育及收量最佳。根據本試驗結果，春作因生育期間降雨量較多 (48 及 49 年各 930 及 565 mm)，如

保持土壤有效水分40~60%以上，要灌溉20~40mm 3~4次，總灌溉量平均約需80~120mm；秋作時因雨量較少要灌溉5~6次，總灌溉量平均約需130~220mm。秋作比春作需要更多之灌溉量，同時其灌溉效果亦更大。如無法灌溉3~6次僅能灌一次時，應在開花盛期及結實初期（開花後15日左右）灌溉50mm，即能提高約17%之收量。

另值得注意者為灌溉區，一次灌溉量愈多，其莢重愈輕，莢果愈小，尤其是莢果寬度變小。這種現象可能因灌溉後土壤組織（特別在結實層 Fruiting zone）緊壓使莢果之膨大受影響。其他除生育收量外，灌溉對含油量或肥料之效用有何關係，灌溉方法等問題，尚須俟將來之試驗闡明。

四、摘 要

本試驗為探究最經濟最有效之灌溉方法，於民國47年至49年之三年間，用臺南六號在臺南區農業改良場之砂壤土舉行落花生灌溉時期及灌溉量對落花生收量之影響試驗。試驗進行中以 Tensiometer 及 Bouyoucosmeter 測定土壤有效水分量。其結果摘錄如次。

- (一) 落花生生育期間以開花盛期及早開花者結實初期（播種後30~60日）對土壤水分之缺乏最敏感之時期，即為灌溉之臨界期（Critical point）。次為花芽分化期（播種後至播種後30日）及結實期（播種後60~90日）較為重要，成熟期（播種後90~120日）對於水分缺乏之影響最少。
- (二) 灌溉時期之標準以保持土壤有效水分60%，以下時即行灌溉區比40%為標準時增收10%左右，比無灌溉區增收20~47%一次灌溉量似以40~50mm為宜，其收量比一次灌溉20~30mm約增5%（春作）~10%（秋作）左右。根據二年結果，春作降雨量較多，如果保持土壤有效水分40~60%時，需要一次灌溉20~40mm，生育期間灌3~4次，總灌溉量約需80~120mm；秋作灌5~6次，約需130~220mm。
- (三) 如水源充足時土壤有效水分宜保持60%，以下時灌溉40~50mm即可增收30%（春作）~47%（秋作）。如水源有限，宜在開花後15日左右之臨界期灌溉50mm一次，即可增收17%左右。
- (四) 灌溉會使土壤緊壓，可使莢果形狀縮小。灌溉量愈多莢果愈小。莢寬之減少率比莢長之減少率為大。