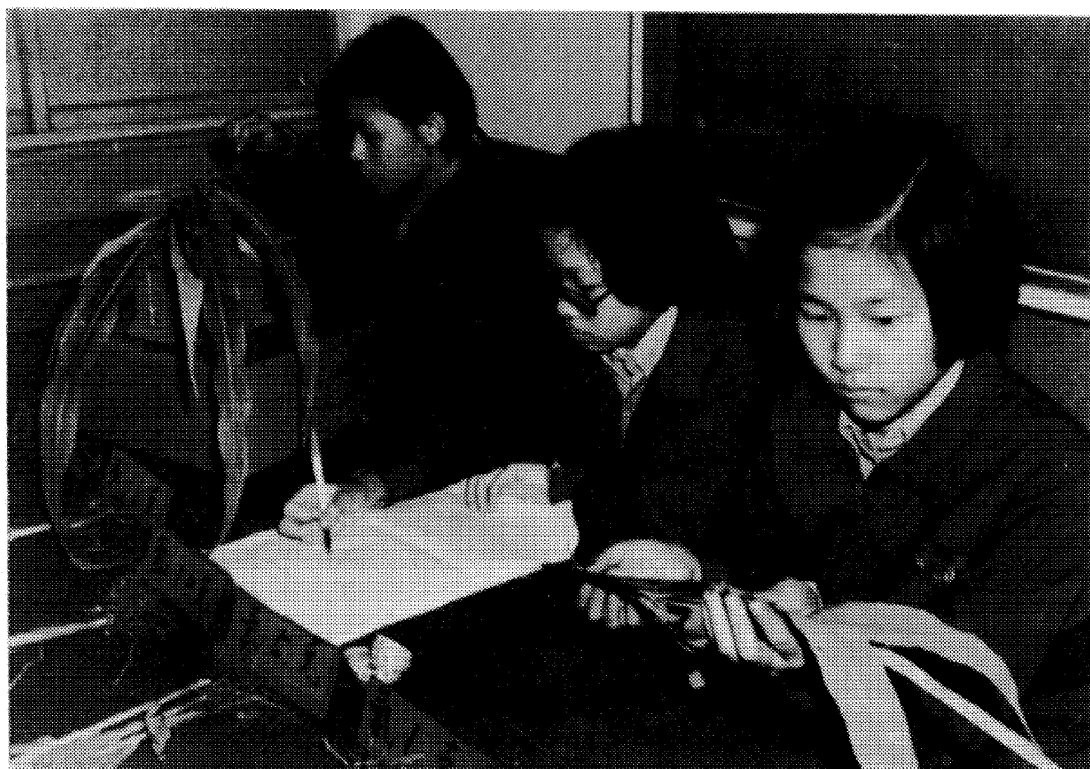


施肥量對玉蜀黍生理反應之研究

國中組生物科第三名

嘉義縣立嘉義國民中學

作者：張倫馨、廖儷鎮、張紋
華、盧慧玲
指導老師：林建生



一、研究動機與目的

植物的生長，需要吸收許多的營養物，始能生長良好，通常植物所需的營養物有氮、磷、鉀、鈣、鐵、硫、矽、硼等等，一般不致缺乏，但以氮、磷、鉀在土壤中的存量較少，而且又為植物最需要，吸收量最多的營養物，此一營養物，通常稱為肥料三要素。

本研究工作，將以每年大宗進口的的主要雜糧之一——玉蜀黍

作為研究材料，以供農業栽培上的參考。玉蜀黍在生育期間為需肥量較多農作物，本省各地因土壤肥瘠不同，若以目前傳統的標準施肥量盲目的施用，易使植物所需的某種肥料反而缺乏，導致植物生長發育不良，產量因而減低；或因施肥過量，植物不但不能完全吸收，反而阻礙植物生長，並使土壤中的肥料易於滲透和流失，實在很不經濟。因此，我們設計不同的施肥量來栽培玉蜀黍做實驗，並用各種方法來測定玉蜀黍植株的生理反應情形，以決定肥料施用量，從而減少肥料的浪費，發揮最大的肥效，促進生產，降低農業栽培上的成本，以獲得更多的收益。

二、研究內容

1. 探討氮肥施用量對玉蜀黍組織內含硝酸態氮積蓄量多寡之影響。
2. 探討磷肥施用量對玉蜀黍組織內含磷積蓄量多寡之影響。
3. 探討鉀肥施用量對玉蜀黍組織內含鉀積蓄量多寡之影響。
4. 探討氮、磷、鉀肥施用量與土壤含水量對玉蜀黍組織內各種養分積蓄量多寡之影響。
5. 探討氮肥施用量對玉蜀黍生育性狀差異之影響。

三、使用器材

1 儀器：

比色計、比色管、電烘箱、鐵皿、分析天平、台秤栽培鉢、試管架、試管、直尺、剪刀、濾紙、刮勺、漏斗及漏斗架、標籤紙、玉米種子、種植用的土壤。

2 藥品：

氮肥（硝酸銨）、磷肥（過磷酸鈣）、鉀肥（氯化鉀）、準確含氮液、酚二磺酸劑、準確含磷液、磷試劑、準確含鉀液、鉀試劑、蒸餾水、氨水、純錫棒、95%之酒精。

四 研究方法

1. 施用氮肥多寡影響組織含氮量之實驗

(1)將氮肥0 g (對照用)、1 g、5 g、10 g、15 g、20 g、25 g、30 g，分別與土壤混合後，裝入八個直徑30 cm，深20 cm的栽培鉢標明施肥量，播以玉米種子，澆水置於實驗室。

(2)吸取標準含氮液1, 2, 3, …… 7 C.C. 分別裝入試管內，各加1:1氨水，使成鹼性至10 c.c.，即成每10 c.c.含氮0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7 mg之黃色深淺不同的標準液。

(3)摘取播種後生長四週施用氮肥量不同的玉蜀黍葉片250 mg (如彩圖四)，切成碎片，裝入試管內，加水5 c.c.充分搖動、過濾、加酚二磺酸劑0.1—0.2 c.c.，再加氨水作成10 c.c.，搖勻後與標準液，同置於比色計內，做色度比較，以求出組織含硝酸態氮的毫克數。

(4)重覆步驟(1)、(3)共計實驗四次。求其平均值。

2. 施用磷肥多寡影響組織含磷量之實驗

(1)將直徑30 cm，深20 cm的栽培鉢八個，以磷肥0 g (對照用)，1 g，5 g，10 g，15 g，20 g，25 g，30 g，分別與土壤混合後，裝入栽培鉢內，標明施肥量，點播玉米種子，每天澆水。

(2)吸取準確含磷液0.1, 0.2, 0.3, …… 0.7 c.c. 裝入各試管內，加試劑做成10 c.c.，並攪以錫棒即成爲含磷0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7 mg之深淺不同的藍色標準液。

(3)摘取播種後生長四週磷肥施用量不同的玉蜀黍葉，切成碎片250 mg，放入試管中，加稀釋試劑10 c.c.，充分動搖，過濾後，用純錫棒充分攪動，觀察各濾液之顏色反應，與標準液同置於比色計內，做色度比較，記錄其組織內之含磷量。

(4)重覆步驟(1)、(3)共計實驗四次，求其平均數。

3. 施用鉀肥多寡影響組織含鉀量之實驗

- (1)將直徑 30 cm，深 20 cm 的栽培鉢，裝入混含有 0g（對照用），1 g，5 g，10 g，15 g，20 g，25 g，30 g 之鉀肥的土壤，每鉢標明施用量，點播玉蜀黍種子，澆水置於實驗室。
- (2)吸取準確含鉀液 0.1，0.2 ……… 0.7 c.c. 裝入試管內，各加鉀試劑 6.2 c.c.，動搖後，再加 95 % 之酒精至 10 c.c. 的混濁液，稍久，用濾紙過濾，分別置於 110°C 電烘箱內烘乾，以分析天平稱出附於濾紙之標準混濁物重。
- (3)取不同鉀肥施用量並種植四週的玉蜀黍葉片，切細 250 mg 裝入試管中，各加鉀試劑，做步驟(2)同樣的處理，再與標準混濁物重比較，即可求其組織內含鉀重，並記錄下來。
- (4)重覆上述步驟(1)、(3)，共計實驗四次，求其平均值。

4. 施肥量與土壤含水量影響組織含 N、P、K 之實驗

- (1)將氮肥 15 g、磷肥 10 g，鉀肥 5 g，與土壤混合裝入直徑 30 cm，深 20 cm 的栽培鉢。
- (2)每鉢取 50 g 之土壤風乾，置鐵皿中，放入電烘箱內，調節溫度 105°C，烘乾四小時。
- (3)冷卻後，用天平量其土重（稱至 0.01 g），依下列公式，以測定土壤含水量：

$$\text{土壤含水百分率} = \frac{(\text{風乾土重}) - (\text{烘乾土重})}{\text{烘乾土重}} \times 100\%$$

- (4)此項操作重覆烘乾及秤量 2 - 3 次，至獲得重量不變為止，再按每鉢調整土壤含水量，使成爲 12%，14%，16%，18%，20%，22%，24%，26% 等分別標明。
 - (5)每鉢點播玉蜀黍種子，置於實驗室內。
 - (6)根據上述組織內 N、P、K 之測定法測定，並重覆實驗四次，再求平均值。
- ### 5. 施用氮肥量多寡影響植株生育性狀之實驗
- (1)將直徑 30 cm，深 20 cm 的栽培鉢，裝入土壤，每鉢分別

與 0 g , 1 g , 5 g , 10 g , 15 g , 20 g , 25 g , 30 g 之氮肥混合，並標明其施氮肥量。

(2)每鉢點播玉米種子，置於實驗室，每天澆水。

(3)待播後五週，測定植株生育性狀的差異情形。

(4)重覆實驗四次，將結果記錄下來，並求其平均數。

五、研究結果

1 氮肥施用量與組織含氮量的數據。

表一、不同氮肥施用量對組織含氮量所測結果

組別	氮肥施用量 組(毫克) 組織含量	實驗次數					備註
		1	2	3	4	平均值	
對照組	0 公克	0.1	0	0.1	0.1	0.08	1 本實驗於播種後，四週測定之。 2 本實驗葉片分析，用比色法來測定。
	1 公克	0.3	0.2	0.2	0.3	0.25	
實驗組	5 公克	0.4	0.4	0.6	0.2	0.4	
	10 公克	0.6	0.4	0.5	0.7	0.55	
	15 公克	0.7	0.6	0.7	0.5	0.625	
	20 公克	0.6	0.6	0.6	0.5	0.575	
	25 公克	0.4	0.5	0.6	0.5	0.5	
	30 公克	0.2	0.5	0.5	0.3	0.375	

2 磷肥施用量與組織含磷量的數據。

表二、不同磷肥施用量對組織含磷量所測結果

組別	磷肥施用量 組織含磷量(毫克)	實驗次數				平均值	備註
		1	2	3	4		
對照組	0 公克	0	0.1	0	0	0.025	1 本實驗於播種後，四週測定之。 2 本實驗葉片分析，用比色法來測定。
實驗組	1 公克	0.1	0.1	0.2	0.3	0.175	
	5 公克	0.6	0.4	0.3	0.5	0.45	
	10 公克	0.5	0.6	0.6	0.7	0.62	
	15 公克	0.4	0.6	0.6	0.6	0.55	
	20 公克	0.4	0.5	0.6	0.5	0.5	
	25 公克	0.4	0.5	0.5	0.3	0.425	
	30 公克	0.5	0.2	0.2	0.4	0.325	

3. 鉀肥施用量與組織含鉀的數據。

表三、不同鉀肥施用量對組織含鉀量所測結果

組別	鉀肥施用量 組織含鉀量(毫克)	實驗次數				平均值	備註
		1	2	3	4		
對照組	0 公克	0	0.1	0	0.1	0.05	1 本實驗於播種後，四週測定之。 2 本實驗葉片分析，用比濁法來測定。
實驗組	1 公克	0.4	0.3	0.4	0.4	0.375	
	5 公克	0.6	0.7	0.6	0.6	0.625	
	10 公克	0.6	0.6	0.7	0.5	0.6	
	15 公克	0.5	0.6	0.6	0.7	0.6	
	20 公克	0.4	0.6	0.6	0.6	0.55	
	25 公克	0.4	0.7	0.6	0.5	0.55	
	30 公克	0.4	0.5	0.6	0.5	0.5	

附註：標準混濁物重測定結果如下：

含 鉀 量	混濁物重 + 濾紙重
0 mg	1200 mg 以下
0.1 mg	1200 ~ 1230 mg
0.2 mg	1231 ~ 1260 mg
0.3 mg	1261 ~ 1290 mg
0.4 mg	1291 ~ 1330 mg
0.5 mg	1331 ~ 1370 mg
0.6 mg	1371 ~ 1420 mg
0.7 mg	1421 ~ 1470 mg

※濾紙淨重爲 880 mg。

4. 施用氮、磷、鉀肥料與土壤含水量對組織含量的數據。

表四、施肥與不同的土壤含水量對組織含 N、P、K 量所測
結果

土壤含水量	肥料種類	組織含 N、P、K 量 (毫克)	實 驗 次 數				平均值	備 註
			1	2	3	4		
12%	N		0.1	0.1	0	0.1	0.075	1 本實驗用 N 肥 15g，P 肥 10g，K 肥 5g 混合施用。 2 本實驗各以播種後，生長四週作組織之測定。 3 鉀之測定，其標準混濁物，如(表三)附註所示。
	P		0.1	0	0	0.1	0.05	
	K		0.1	0	0	0	0.025	
14%	N		0.1	0.2	0.1	0	0.1	
	P		0.2	0.2	0.2	0.1	0.175	
	K		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
16%	N		0.1	0.1	0.2	0.2	0.15	
	P		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
	K		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
18%	N		0.2	0.3	0.3	0.2	0.25	
	P		0.3	0.2	0.3	0.4	0.3	
	K		0.1	0.2	0.1	0.2	0.15	
20%	N		0.4	0.3	0.4	0.4	0.375	
	P		0.4	0.5	0.3	0.4	0.4	
	K		0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	
22%	N		0.4	0.5	0.6	0.4	0.475	
	P		0.3	0.5	0.5	0.5	0.45	
	K		0.4	0.4	0.3	0.3	0.35	
24%	N		0.6	0.6	0.7	0.7	0.65	
	P		0.5	0.4	0.6	0.6	0.5	
	K		0.5	0.4	0.5	0.6	0.475	
26%	N		0.6	0.7	0.7	0.7	0.675	
	P		0.5	0.5	0.5	0.6	0.525	
	K		0.4	0.5	0.4	0.6	0.475	

5. 不同的氮肥施用量與植株生育性狀的數據

表五、不同的氮肥施用量與植株生育性狀測定結果

組別	植株的性狀 氮肥施用量	實驗次數				平均值	備註	
		1	2	3	4			
對照組	0公克	株高(cm)	29.2	32.1	30.0	30.8	30.53	1 本實驗以播種後第五週，進行測定植株的生育性狀。 2 本實驗工作須重覆四次，再求平均值。
		莖徑(cm)	0.6	0.7	0.65	0.65	0.65	
		株重(g)	9.5	12.0	10.1	10.8	10.6	
實	1公克	株高(cm)	31.2	30.1	35.5	32.8	32.4	
		莖徑(cm)	0.71	0.63	0.9	0.8	0.76	
		株重(g)	25.8	22.2	32.6	28.8	27.35	
驗	5公克	株高(cm)	48.0	45.8	48.1	48.3	47.55	
		莖徑(cm)	0.91	0.8	0.95	0.93	0.89	
		株重(g)	32.6	30.8	33.1	32.8	32.32	
組	10公克	株高(cm)	47.9	48.9	48.5	48.5	48.45	
		莖徑(cm)	1.00	1.1	1.2	1.1	1.1	
		株重(g)	35.5	36.1	36.2	36.8	38.4	
實	15公克	株高(cm)	64.0	66.8	64.1	63.8	64.42	
		莖徑(cm)	1.1	1.3	1.2	1.0	1.15	
		株重(g)	45.1	48.5	48.1	45.0	46.68	
驗	20公克	株高(cm)	57.5	58.1	55.3	56.1	51.15	
		莖徑(cm)	1.0	1.0	0.9	1.1	1.0	
		株重(g)	44.1	45.6	45.1	47.5	45.57	
組	25公克	株高(cm)	25.5	25.0	24.3	23.1	24.48	
		莖徑(cm)	0.8	0.75	0.7	0.65	0.725	
		株重(g)	11.0	9.9	9.2	9.01	9.78	
實	30公克	株高(cm)	18.0	20.5	20.8	18.8	19.52	
		莖徑(cm)	0.5	0.6	0.6	0.5	0.55	
		株重(g)	4.2	8.5	9.0	3.1	6.2	

六、討 論

- 1 實驗一所得的結果顯示，玉蜀黍對氮肥需要量極為顯著，故可確定氮肥在玉蜀黍栽培上佔極重要的地位。由實驗二、三的結果比較，玉蜀黍對於磷肥的需要量僅次於氮肥，而鉀肥的需要量最少，但仍不能缺肥。
- 2 按圖一所示玉蜀黍對氮、磷、鉀肥施用過多時，組織內養分的存量反而減少；此乃因施肥過多時，可增加土壤溶液之滲透壓（Osmotic pressure），致植物吸收水分逐漸困難，不但有礙根部對養分之吸收，且極度的阻礙根之生長與分佈，致溶於水中的肥料，無法被利用，生育亦即受阻。
- 3 土壤水分的供給，為提高肥料效應的主要因素之一。當我們施用的肥料，必先溶解於水中，再由根部吸收，而運輸至植物體內各部組織。由實驗四顯示，土壤水分含量直接可影響肥效；當土壤水分含量缺少時肥料因無法溶解於水中而被根部所吸收。所以，肥料施用量雖多，只能有少部份被吸收利用，因而不能發揮肥效。但如土壤水分過多時，對於水溶性的肥料，易於流失而影響肥效，或阻礙植株生長。
- 4 氮為構成植物體內蛋白質的基本成分，土壤中缺乏氮肥時，可阻礙蛋白質之合成，且植株的葉綠素、酵素、維生素及生長素等，均系含有氮化合物。本實驗五的結果中，少量的氮肥供給，對此等物質無法充分支配一切代謝機能的正常進行，致阻礙植株生長與發育；但如施肥超過其生理所需之濃度時，則亦發生高度的毒害作用（Toxicity），致影響植株的生育。

七、結 論

- 1 本實驗結果，玉蜀黍 N、P、K 施肥量為 3 : 2 : 1，對植株生育良好，無缺肥徵兆。但在地方較高者，可酌減施肥量。
- 2 凡水溶性之肥料，宜分次施用，以免有效成分流失或阻害植株生長。

3. 超量的施肥，對植株生育有極度的阻礙作用。
4. 播種後四週，觀察有否缺肥徵兆。
5. 土壤水分含量要保持 24% 以上，始能充分發揮肥效。

總之，為求適量的肥料，而發揮最大的肥效，玉蜀黍施肥量，常因各地生育環境不同而異，故應在播種後，在適當的時期，做組織內養分含量之分析及植株生育各種性狀之測定等工作，由此也可以間接測得該地區土壤肥力的高低，進而能決定“正確”的肥料施用量。

八、參考資料

1. 普通植物學 李學勇編著
2. 植物生理學 易希道編著
3. 生物科學 美國生物科學課程研究會編 教育部中等教育司譯
印
4. 肥料手冊 農村經濟叢書（1952）
5. 作物學 趙連芳、湯文通編著
6. 土壤學 郭魁士編著
7. 普通植物學 李揚漢編譯
8. 肥料學 盛澄淵編著

評語：(一)施肥增產玉蜀黍用意甚佳。
 (二)表達能力甚佳，但參考資料須加強。
 (三)土壤內的重要成分須先加分析為宜。