

稻田轉作玉米缺鎂防治試驗

陳 忠 明²

摘 要

花蓮地區稻田轉作種植玉米時常發生缺鎂現象，導致光合作用受抑制，生育及產量均受影響。為探討花蓮地區稻田轉作之玉米缺鎂防治對策，本試驗利用台農351號玉米，施以不同鎂資材，探討其效果。試驗結果，未施用改良劑之處理，玉米在生育初期即開始呈現缺鎂症狀，葉片上產生黃色條紋，爾後逐漸轉劇，至成熟期達到高峯，嚴重者葉片開始萎凋，其缺鎂症狀及玉米子實收量均比施用改良劑之處理明顯且低，施用硫酸鎂、白雲石粉、蛇紋石粉皆有矯正缺鎂症及增產效果，其中以硫酸鎂500公斤/公頃之處理，效果最佳，在缺鎂嚴重地區（光復）可增產32.8~52.2%，在缺鎂較輕微之其他地區則增產19~27%。

前 言

由於水田與旱田呈現不同氧化還原的土壤條件，稻田轉作雜糧及其他作物時土壤之物理性及化學性亦隨之而異。水田土壤不論其原有土壤PH值如何，浸水後其PH值均趨近於中性，而連帶使土壤可溶性磷、鉀、鈣、鎂、矽、鐵、錳、硼等濃度或有效性增加，但在旱田耕作下，土壤PH值不易改變，而易導致上述元素的缺乏⁽⁴⁾，加上目前推廣稻田轉作玉米的栽培品種多具有中晚熟與高產特性，與以往的栽培品種不同，對鎂的需求量高。鎂與葉綠素之形成有關，雖非構成葉綠素的元素，但如土壤中鎂缺乏則葉綠素之生成會被抑制，於是葉脈間開始萎黃化，嚴重者最後葉片全部會黃化，老葉也開始掉落而乾枯⁽⁶⁾影響玉米生產至鉅，為使玉米在轉作過程中，能充份發揮高產潛力，並探討不同鎂資材對缺鎂土壤種植玉米之增產效果，本試驗以台農351號及不同鎂資材為材料，探討本區稻田轉作玉米缺鎂之情形及其對策，以供玉米肥培技術之參考。

材料與方法

- (一)供試品種：高產玉米台農351號。
- (二)田間設計：逢機完全區集設計，六處理，三重複，小區面積34.3平方公尺，行株距70×25公分。
- (三)試驗地點：光復鄉、富里鄉、鳳林鎮、壽豐鄉。
- (四)試驗時間：73年秋作至76年春作。
- (五)試驗處理：下面各處理資材除硫酸鎂噴施區外，均在玉米種植前一次施用於土壤中。
1. 73年秋作：(1)對照區，不施鎂資材。
 - (2)堆肥3噸/公頃。
 - (3)白雲石粉1,000公斤/公頃。

1. 花蓮區農業改良場研究報告第37號，本計畫經費承農業委員會補助（計畫號碼74農建—4.1—產植—111.75農建—7.1—糧—92）。

2. 作物環境課助理。

(4)白雲石粉1,000公斤/公頃+堆肥3噸/公頃。

(5)蛇紋石粉1,000公斤/公頃。

(6)蛇紋石粉1,000公斤/公頃+堆肥3噸/公頃。

2. 74年春作：(1)鉀少量(氧化鉀50公斤/公頃)對照(→)。

(2)處理(1)+硫酸鎂500公斤/公頃。

(3)處理(1)+蛇紋石粉1,000公斤/公頃。

(4)鉀多量(氧化鉀100公斤/公頃)對照(⇔)。

(5)處理(4)+硫酸鎂500公斤/公頃。

(6)處理(4)+蛇紋石粉1,000公斤/公頃。

3. 74年秋作、75年春作、秋作、76年春作。

(1)對照區：不施鎂資材。

(2)硫酸鎂少量區：施硫酸鎂250公斤/公頃(MgO 40kg/ha)其中75年春作施硫酸鎂375公斤/公頃(MgO 60kg/ha)。

(3)硫酸鎂多量區：75年春作施硫酸鎂750公斤/公頃(MgO 120公斤/公頃)，75年秋作及76年春作則施硫酸鎂500公斤/公頃(MgO 80kg/ha)。

(4)蛇紋石粉1,000公斤/公頃。

(5)白雲石粉500公斤/公頃。

(6)硫酸鎂噴施區：葉片出現缺鎂症狀時噴1%硫酸鎂，每10天一次，共四次。

四 施肥法與用量

(1)各處理三要素均同，N-P₂O₅-K₂O = 200 - 100 - 50 公斤/公頃。

(2)全量磷肥及氮、鉀肥用量各45%當基肥，氮、鉀肥用量各30%於玉米植株膝高期時當追肥施用，另25%於雄穗抽穗期當穗肥施用。

(五)試驗地種植前土壤理化性 (Soil properties of the experimental field prior to experiment)：

73年秋作 (Fall crop 1984)

試區 Plot	土類 Soil material	土系 Soilseries	深度 Depth (cm)	質地 Texture	pH	OM (%)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O ₅ (kg/ha)	MgO (kg/ha)
光復 Kuanfu	片沖積岩土 Schist alluvial soils	Js	30	SiL	6.0	2.1	212	166	240
富里 Fuli	"	Sw	120	SL	7.0	3.6	481	361	294

74年春作 (Spring crop 1985)

試區 Plot	土類 Soil material	土系 Soilseries	深度 Depth (cm)	質地 Texture	pH	OM (%)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O ₅ (kg/ha)	MgO (kg/ha)
光復 Kuanfu	片沖積岩土 Schist alluvial soils	Js	30	SiL	5.9	2.3	481	197	240
富里 Fuli	"	Sw	120	SL	7.4	3.1	91	207	294

74 年秋作 (Fall crop 1985)

試區 Plot	土類 Soil material	土系 Soilseries	深度 Depth (cm)	質地 Texture	PH	OM (%)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	MgO (kg/ha)
光復 Kuanfu	片岩 沖積土 Schist alluvial soils	Js	30	SiL	5.9	2.3	481	197	240
鳳林 Feng Lin	"	Js	50	L	5.2	2.0	567	210	286

75 年春作 (Spring crop 1986)

試區 Plot	土類 Soil material	土系 Soilseries	深度 Depth (cm)	質地 Texture	PH	OM (%)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	MgO (kg/ha)
光復 Kuanfu	片岩 沖積土 Schist alluvial soils	Js	30	SiL	6.2	1.7	412	50	124
壽豐 Shoufeng	"	Js	40	L	7.5	1.1	34	43	215

75 年秋作及 76 年春作 (Fall 1986 & Spring 1987)

試區 Plot	年期 Crops	土類 Soil material	土系 Soilseries	深度 Depth (cm)	質地 Texture	PH	OM (%)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	MgO (kg/ha)
光復 Kuanfu	75 年秋作 Fall, 1986	片岩 沖積土 Schist alluvial soils	Js	30	SiL	4.6	0.2	504	128	36
	76 年春作 Spring, 1987	"	Js	30	SiL	5.3	1.9	323	48	103

結果與討論

(→) 73 年秋作 (見表 1) :

1. 光復試區: 施蛇紋石粉 1,000 公斤/公頃處理之玉米子實產量 (3,921 公斤/公頃) 比對照區 (3,330 公斤/公頃) 增產 17.7%, 只施用白雲石粉 1,000 公斤/公頃之處理 (3,640 公斤/公頃) 較對照區增產 9.3%, 而施用蛇紋石粉 1,000 公斤/公頃與堆肥 3 噸/公頃之處理 (3,446 公斤/公頃) 較對照區增產 3.5%, 施用白雲石粉 1,000 公斤/公頃 + 堆肥 3 噸/公頃之處理 (3,730 公斤/公頃) 較對照區增產 12.0%, 只施堆肥 3 噸/公頃之處理 (3,624 公斤/公頃) 較對照區增產 8.8%。
2. 富里試區: 每公頃施用蛇紋石粉 1,000 公斤/公頃之處理玉米子實產量 (5,563 公斤/公頃) 比對照區 (5,324 公斤/公頃) 增產 4.4%, 施用白雲石粉 1,000 公斤/公頃之處理 (5,152 公斤/公頃) 較對照區減產 3.3%, 而施用蛇紋石粉 1,000 公斤/公頃再加堆肥 3 噸/公頃之處理 (5,556 公斤/公頃) 較對照區增產 4.3%, 施用白雲石粉 1,000 公斤/公頃, 再加堆肥 3 噸/公頃之處理 (5,618 公斤/公頃) 較對照區增產 5.5%, 只施堆肥 3 噸/公頃之處理 (5,444 公斤/公頃) 較對照區增產 2.2%。

根據73年秋作光復及富里試驗結果，兩處試區之玉米子實產量施用蛇紋石粉之效果較只施白雲石粉為穩定，但如以堆肥同時與白雲石粉施用之效果則優於單施蛇紋石粉，只施堆肥之處理雖然有增產但效果不大，且資材取得比蛇紋石粉與白雲石粉難。

(⇒)74年春作(見表2)

- 1.光復試區：玉米子實公頃產量以鉀少量(氧化鉀 50kg/ha)對照區處理(1)最低只有 3,051公斤，鉀少量+硫酸鎂 500 公斤/公頃的處理(2)收量為4,645 公斤比對照(1)增產 52.2%，鉀少量+蛇紋石粉 1,000公斤/公頃的處理(3)產量為4,072 公斤/公頃比對照(1)增產33.4%，鉀多量(氧化鉀100 kg/ha)之對照區處理(4)產量為3,378 公斤比鉀少量之對照(1)增產10.7%，鉀多量+硫酸鎂 500 公斤/公頃的處理(5)產量4,422公斤增產44.9%鉀多量+蛇紋石粉1,000 公斤/公頃的處理(6)收量最高 4,781 公斤/公頃，增產率為 56.7%。
- 2.富里試區：玉米子實公頃產量以處理(4)鉀多量對照區最低只有 3,884 公斤，比處理(1)鉀少量對照區 4,054公斤減少 5%的產量，處理(2)(3)(5)及(6)之收量分別比處理(1)對照區增產27%，4%，19%及 2%，其差異均達 5%顯著水準。處理對玉米產量的影響，因土壤酸鹼度不同而有所差異。

根據74年春作試驗結果可知，在富里試區產量較不顯著，而在光復試區，則有明顯產量差異，但兩處試區仍以施用硫酸鎂防治效果較為穩定。

(⇒)74年秋作(見表3)

- 1.鳳林試區：施硫酸鎂 500 公斤/公頃處理之玉米子實產量(3,921 公斤/公頃)比對照區(3,120 公斤/公頃)增產 25.7%，以 1% 硫酸鎂葉面施肥之處理產量(3,787公斤/公頃)較對照區增產 21.4%，施用白雲石粉500 公斤/公頃之處理產量(3,640公斤/公頃)較對照區增產 16.7%，施用蛇紋石粉1,000 公斤/公頃之處理產量(3,446 公斤/公頃)較對照區增產 10.5%，施用硫酸鎂 250 公斤/公頃防治之處理產量(3,630 公斤/公頃)較對照區增產 6.4%。
- 2.光復試區：每公頃施硫酸鎂500 公斤/公頃之處理玉米子實產量(3,977 公斤/公頃)比對照區(2,994公斤/公頃)增產 32.8%，以 1% 硫酸鎂噴施之處理產量(3,779公斤/公頃)增產 26.2%，施用白雲石粉 500 公斤/公頃之處理，產量(3,748公斤/公頃)比對照區增產 25.2%，以硫酸鎂 250 公斤/公頃防治之處理產量(3,709 公斤/公頃)增產 23.9%，施蛇紋石粉 1,000 公斤/公頃之處理產量(3,462 公斤/公頃)增產 15.6%。

根據74年秋作在鳳林、光復兩處試區之玉米子實產量以每公頃施硫酸鎂 500 公斤之防治效果較為穩定且佳，蛇紋石粉及白雲石粉防治效果次於施用硫酸鎂。

(⇒)75年春作(見表4)

- 1.光復試區：施多量硫酸鎂(MgO 120 公斤/公頃)之處理玉米子實產量(4,489 公斤/公頃)比對照(3,296kg/ha)增產 36.2%施少量硫酸鎂(60公斤/公頃)之處理產量(4,117 公斤/公頃)較對照區增產 24.9%，以 1% 硫酸鎂葉面噴施之處理產量(3,899 公斤/公頃)較對照增產 18%，施蛇紋石粉1,000 公斤/公頃之處理產量(3,450 公斤/公頃)比對照區增產 4.6%，而施白雲石粉 500 公斤/公頃之處理產量(3,382 公斤/公頃)亦有 2.6% 增產。
- 2.壽豐試區：每公頃施多量硫酸鎂處理玉米子實產量(3,975 公斤/公頃)比對照區(3,144 公斤/公頃)增產 26.4%，次為施少量硫酸鎂之處理產量(3,743 公斤/公頃)增產 19.1%，以 1% 硫酸鎂葉面噴施之處理增產 15%，施用蛇紋石粉 1,000 公斤/公頃之處理，產量(3,382 公斤/公頃)比對照區增產 7.6%，施白雲石粉 500 公斤/公頃之處理產量(3,363 公斤/公頃)亦增產 6.9%。

根據75年春作光復、壽豐兩處試區之防治效果及增加產量仍以施用硫酸鎂 750 公斤/公頃(即施 MgO 120 公斤/公頃)較其他處理為佳，蛇紋石粉及白雲石粉防治效果則次於施用硫酸鎂。

- (⇒)75年秋作光復試區(見表5)：施硫酸鎂 500 公斤/公頃處理之玉米子實產量(3,824 公斤/公頃)比對照區(2,854 公斤/公頃)增產 34%，以 1% 硫酸鎂葉面施肥之處理產量(3,084 公斤/公頃)較對照區增產 19.4%，施用白雲石粉 500 公斤/公頃之處理產量(3,356 公斤/公頃)較對照區增產 17.6%，施用蛇紋石粉 1,000 公斤/公頃之處理產量(3,319 公斤/公頃)較對照區增產 16.3%，施用硫酸鎂 250 公斤/公頃防治之處理產量(3,453 公斤/公頃)較對照區增產 21%。玉米子實產量以每公頃施硫酸鎂 500 公斤之防治效果較為穩定且佳，蛇紋石粉及白雲石粉防治效果次於施用硫酸鎂。

內76年春作光復試區(見表6):每公頃施硫酸鎂500公斤/公頃之處理玉米子實產量(4,305公斤/公頃)比對照區(2,761公斤/公頃)增產56%,而以1%硫酸鎂噴施之處理產量(3,726公斤/公頃)增產35%,施用白雲石粉500公斤/公頃之處理,產量(4,511公斤/公頃)比對照區增產63%,以硫酸鎂250公斤/公頃防治之處理產量(4,202公斤/公頃)增產52%,施蛇紋石粉1,000公斤/公頃之處理產量(3,851公斤/公頃)增產40%。本期作仍以施硫酸鎂500公斤之防治及增產效果最佳。

綜觀此次從73年秋作至76年春作,在光復、富里、鳳林、壽豐四個試驗區,一系列所作試驗結果在玉米缺鎂地區以施用硫酸鎂500公斤/公頃在玉米種植前施用於土中之防治效果最為穩定,而在產量方面也得到最佳的增產效果。今後擬繼續探討土壤施用硫酸鎂的方法,如撒施或條施,當基肥或缺鎂症狀出現時才施用,以及其施用方式及施用時期等,以期找出經濟有效之防治方法。

表1. 73年秋作光復、富里試區農藝性狀及產量調查表

Table 1. Effects of different treatments on the agronomic characters and yields of corn in kuanfu and Fuli (Fall crop 1984)

處 理 Treatment	株 高 (cm) Plant height		莖 徑 (cm) Stalk diameter		產 量 (kg/ha) Yield			
	光 復 Kuanfu	富 里 Fuli	光 復 Kuanfu	富 里 Fuli	光 復 Kuanfu	指數 (%) Index	富 里 Fuli	指數 (%) Index
	1. CK	221.0	236.4	2.4	2.4	3,330	100 ^a	5,324
2. Compost 300kg/ha	220.4	230.9	2.4	2.5	3,624	108.8 ^a	5,444	102.2 ^a
3. Dolomitic limestone 1ton/ha	213.8	233.2	2.4	2.4	3,640	109.3 ^a	5,152	96.7 ^a
4. Compost+Dolomitic limestone	225.8	225.6	2.5	2.7	3,730	112.0 ^a	5,618	105.5 ^a
5. Magnesium silicate 1ton/ha	227.8	231.6	2.6	2.6	3,921	117.7 ^a	5,563	104.4 ^a
6. Compost+Magnesium silicate	226.4	231.3	2.4	2.6	3,446	103.5 ^a	5,556	104.3 ^a

※ 英文字母相同者表示差異未達5%顯著水準。

※ Means in the column followed by the same letters are not significantly different at 5% level.

表2. 74年春作光復、富里試區農藝性狀及產量調查表

Table 2. Effects of different treatments on the agronomic characters and yields of corn in kuanfu and Fuli (spring crop 1985).

處 理 Treatment	株 高 (cm) Plant height		莖 徑 (cm) Stalk diameter		產 量 (kg/ha) Yield			
	光 復 Kuanfu	富 里 Fuli	光 復 Kuanfu	富 里 Fuli	光 復 Kuanfu	指數 (%) Index	富 里 Fuli	指數 (%) Index
	(1) K ⁻ (CK ₁) K ₂ O 50kg/ha	168	190	2.3	2.2	3,051	100 ^a	4,054
(2) K ⁻ +MgSO ₄ 500kg/ha	212	200	2.8	2.4	4,645	152.2 ^c	5,150	127 ^b
(3) K ⁻ +MgSiO ₂ 1ton/ha	185	213	2.5	2.6	4,072	133.4 ^{bc}	4,226	104 ^a
(4) K ⁺ (CK ₂) K ₂ O 100kg/ha	168	189	2.4	2.1	3,378	110.7 ^{ab}	3,884	95 ^a
(5) K ⁺ +MgSO ₄ 500kg/ha	200	219	2.7	2.5	4,422	144.9 ^c	4,829	119 ^b
(6) K ⁺ MgSiO ₂ 1ton/ha	190	210	2.5	2.6	4,781	156.7 ^c	4,138	102 ^a

※ 英文字母相同者表示差異未達5%顯著水準。

※ Means in the column followed by the same letters are not significantly different at 5% level.

表 3. 74年秋作鳳林、光復試區農藝性狀及產量調查表
 Table 3. Effects of different treatments on the agronomic characters and yields of corn in Fenglin and Kuanfu(Fall crop 1985).

處 理 Treatment	株 高 (cm) Plant height		莖 徑 (cm) Stalk diameter		產 量 (kg/ha) Yield			
	鳳 林 Fenglin	光 復 Kuanfu	鳳 林 Fenglin	光 復 Kuanfu	鳳 林 Fenglin	指數 (%) Index	光 復 Kuanfu	指數 (%) Index
(1) CK	221.0	217.5	2.3	2.3	3,120	100 ^a	2,994	100 ^a
(2) MgSO ₄ 250 kg/ha	221.4	218.0	2.4	2.4	3,630	106.4 ^a	3,709	123.9 ^b
(3) MgSO ₄ 500 kg/ha	228.5	223.6	2.7	2.8	3,921	125.7 ^b	3,977	132.8 ^{bc}
(4) 蛇紋石粉 t/ha Serpentine powder	221.6	218.3	2.4	2.5	3,446	110.5 ^b	3,462	115.6 ^b
(5) 白雲石粉 500 kg/ha Dolomite powder	223.8	218.5	2.4	2.5	3,640	116.7 ^b	3,748	125.2 ^b
(6) MgSO ₄ 葉 施 Foliar spray	227.5	220.7	2.6	2.6	3,787	121.4 ^b	3,779	126.2 ^b

※ 英文字母相同者表示差異未達 5% 顯著水準。
 ※ Means in the column followed by the same letters are not significantly different at 5% level.

表 4. 75年春作光復、壽豐試區農藝性狀及產量調查表。
 Table 4. Effects of different treatments on the agronomic characters and yields of corn in Kuanfu and Fuli(spring crop 1986).

處 理 Treatment	株 高 (cm) Plant height		莖 徑 (cm) Stalk diameter		產 量 (kg/ha) Yield			
	光 復 Kuanfu	壽 豐 Shou feng	光 復 Kuanfu	壽 豐 Shou feng	光 復 Kuanfu	指數 (%) Index	壽 豐 Shou feng	指數 (%) Index
(1) CK	213	212.3	2.1	2.0	3,296	100 ^a	3,144	100 ^a
(2) MgSO ₄ 250 kg/ha	213.6	217.4	2.4	2.3	4,117	124.9 ^b	3,743	119.1 ^b
(3) MgSO ₄ 500 kg/ha	221.3	218.6	2.8	2.6	4,489	136.2 ^b	3,975	126.4 ^b
(4) 蛇紋石粉 t/ha Serpentine powder	213.8	214.0	2.3	2.3	3,450	104.6 ^a	3,363	106.9 ^a
(5) 白雲石粉 500 kg/ha Dolomite powder	214.5	213.4	2.3	2.2	3,382	102.6 ^a	3,382	107.6 ^a
(6) MgSO ₄ 葉 施 Foliar spray	220.4	216.6	2.7	2.4	3,889	118.0 ^b	3,615	115.0 ^b

※ 英文字母相同者表示差異未達 5% 顯著水準。
 ※ Means in the column followed by the same letters are not significantly different at 5% level.

表5 75年秋作光復試區農藝性狀及產量調查表。
Table 5. Effects of treatments on agronomic characters and yields of corn (fall crop 1986) at kuanfu plot.

處理 Treatment	株高 (cm) Plant height	莖徑 (cm) Stalk diameter	產量 (kg/ha) Yield	指數 (%) Index
(1) CK	219.5	2.2	2,854	100 ^c
(2) MgSO ₄ 250 kg/ha	220.0	2.5	3,453	121 ^{ab}
(3) MgSO ₄ 500 kg/ha	226.4	2.8	3,824	134 ^a
(4) 蛇紋石粉 t/ha Serpentine powder	220.3	2.5	3,319	116.3 ^b
(5) 白雲石粉 500kg/ha Dolomite powder	225.0	2.6	3,356	117.6 ^{ab}
(6) MgSO ₄ 葉施 Foliar spray	227.5	2.8	3,084	119.4 ^{ab}

※ 英文字母相同者表示其差異未達5%顯著水準。

※ Means in the column followed by the same letters are not significantly different at 5% level.

表6 76年春作光復試區農藝性狀及產量調查表。
Table 6. Effects of treatments on agronomic characters and yields of corn (spring crop 1987) at kuanfu plot.

處理 Treatment	株高 (cm) Plant height	莖徑 (cm) Stalk diameter	產量 (kg/ha) Yield	指數 (%) Index
(1) CK	216.0	2.4	2,761	100 ^d
(2) MgSO ₄ 250 kg/ha	216.6	2.5	4,202	152 ^{abc}
(3) MgSO ₄ 500 kg/ha	221.3	3.0	4,305	156 ^{ab}
(4) 蛇紋石粉 t/ha Serpentine powder	216.8	2.7	3,851	140 ^{bc}
(5) 白雲石粉 500kg/ha Dolomite powder	217.5	2.8	4,511	163 ^a
(6) MgSO ₄ 葉施 Foliar spray	220.4	2.9	3,726	135 ^c

※ 英文字母相同者表示差異未達5%顯著水準。

※ Means in the column followed by the same letters are not significantly different at 5% level.

參考文獻

1. 台灣省政府農林廳彙編。74年度土壤肥料試驗報告P 111~160。
2. 台灣省政府農林廳。1984。台灣主要什糧生產成本之經濟分析報告。
3. 台灣省農業試驗所編。1981“作物需肥診斷技術”，本省現行植物體分析法P53~59。
4. 農林廳編印。1987。農業試驗工作報告。農化組花蓮場部份P 26。
5. 盧煌勝、萬雄。1980。台灣玉蜀黍增產可能途徑及解除限制因子對策，科學農業叢書第7號，台灣省糧食增產之研究P 112~122。
6. 林慶喜。1986。花蓮地區作物營養缺乏症及其防治法P 23。花蓮區農業改良場編印。
7. Spvague, H. B. 1947. Hunger digns in crops, 3rd ed. 2: 25.58, Davud Mebay company.
8. Ken mler, G. 1980. Kieserite MgSO₄ for better crops Kali and salg AG.
9. Mugwira, L. M. and K. I. patel. 1976. Soybeangrowth and composition as effected by K. Ca and Mg rates and corn rotation. Alabama A & M umiersity, USA. Communications in soil science and plont Analysis 7 (3) : 319-330.