



## บรรณานุกรม

1. Barton, C.J. Analyst. 20(1948) : 1068
2. Mitchell, R.L. and Robertson, I.M. J. Soc. Chem. Ind. 55(1963) :  
269
3. Seemann, H. Ann. Phys. 59(1949) : 45
4. Bohlin, H. Ann. Phys. 61(1950) : 421
5. Hanawalt, J.D., Rinn, H.W. and Frevel, L.K. Ind. Eng. Chem., Anal.  
Ed., 8(1936) : 244 and 10(1938) : 457
6. Herbstein, F.H., Smuts, J. and Niekerk, J.N. Anal. Chem. 32(1960)  
: 20
7. ชวีช จาปะเกษตร " โฟแทสทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย " ใน การประชุมทาง  
ธรณีวิทยาและแหล่งแร่. กรุงเทพมหานคร : กรมทรัพยากรธรณี, 2521
8. Hill, W.L., and Hendricks, S.B. Ind. Eng. Chem. 28(1936) : 28
9. Klug, H.P. and Alexander, L.E. X-Ray Diffraction Procedures. New  
York : John Wiley and Sons, 1954.
10. Cullity, B.D. Elements of X-Ray Diffraction 2d ed. : Addison Wesley  
Publishing Co., 1978.
11. Taylor, A. X-Ray Metallography. New York : John Wiley and Sons,  
1961.

12. Inorganic Index to the Powder Diffraction File : ASTM Publication, 1967.
13. The Powder Diffraction Files (Inorganic) set 1 - 18 : Published by the Joint Committee on Powder Diffraction Standards, 1969.
14. Ersson, N.O. Table for the XDC-700 Camera and an Introduction to the Determination of Accurate Data Read from Diffractograms Obtained by the Guinier-Hagg Type Camera XDC-700, Institute of Chemistry, University of Uppsala, Sweden, 1975.
15. Hagg, G., and Ersson, N.O. An Easily Adjustable Guinier Camera of High Precision, Institute of Chemistry, University of Uppsala, Sweden, (n.d.)
16. Jenkins, R. and De Vries, J.L. Practical X-Ray Spectrometer. 2d ed. New York : Springer-Verlag, 1969.
17. Jenkins, R. and De Vries, J.L. An Introduction to X-Ray Powder Diffractometry. : Holland, (n.d.)
18. Jacob, K.D. Fertilizer Technology and Resources in the United State. New York : Academic Press, 1965.
19. Waggaman, Wm. H. Phosphoric Acid, Phosphates and Phosphatic Fertilizers 2d ed. New York : Hafner Publishing Co., 1969.
20. Norman, A.G. Advances in Acronomy New York: Academic Press, 1969.

21. Gilbeart, H.C. Commercial Fertilizers. New York : McGraw-Hill Book Co., 1969.
22. Vincent, S. Chemistry and Technology of Fertilizers. London : Reinhold Publishing Co., 1960.
23. William, H. Methods of Analysis - A.O.A.C. 11th ed. Washington : the A.O.A.C. Publication, 1970.



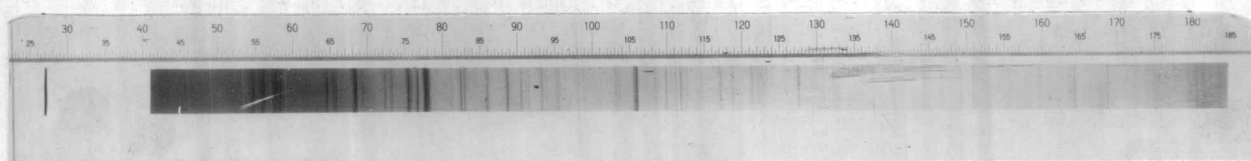
ตารางที่ 1.1A (ต่อ)

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4^*$ (Mascagnite)			$\text{NH}_2\text{CONH}_2$			$\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{MgSO}_4$					
2.30	40	041	4.74	5	-	4.06	21	-			
2.16	40	222	4.46	11	-	3.14	100	-			
$\text{NH}_4\text{NO}_3$ (IV)			4.02	100	110	3.01	12	-			
			3.63	44	101	2.66	18	-			
			3.06	51	111	2.12	10	-			
			2.84	30	200	2.03	11	-			
			2.53	46	-	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$					
2.43	30	-	11.7	100	010						
$\text{NH}_4\text{NO}_3$ (III)			$\text{K}_2\text{SO}_4$						5.85	10	020
									4.18	28	021
			4.16	23	111				4.92	21	-
			3.00	77	022	3.90	91	-			
			2.90	100	130	3.70	83	-			
2.87	53	200	3.35	16	-						
2.42	25	-	3.00	25	-						
$\text{NH}_4\text{Cl}$			$\text{KCl}$			2.95	30	-			
						3.146	100	200	$\text{CaHPO}_4$		
			2.224	59	-	3.72	10	-			
			1.82	23	-	3.47	10	-			
			1.41	20	-	3.38	100	-			
$\text{NH}_4\text{Cl}$			$\text{KNO}_3$			3.13	30	-			
						2.99	90	-	2.76	80	-
						2.76	80	-	2.50	50	-
						2.50	50	-	2.26	60	-
						2.26	60	-	2.16	20	-
2.24	4	110	4.66	23	-	1.93	40	-			
1.58	25	211	4.58	11	-	1.86	60	-			
$\text{NH}_4\text{Cl}$			3.78	100	111	1.73	20	-			
			3.73	56	-	$\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 2\text{KNO}_3$					
			3.03	55	-				4.27	5	-
			2.19	41	-				3.31	100	-
			2.16	40	-				3.04	40	-
			2.79	21	-						
						2.33	25	-			
						2.13	15	-			

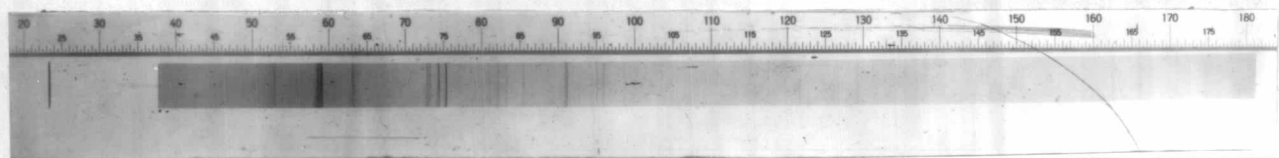
สำหรับภาพถ่ายจากกล้องกิเนียร์-เฮก์ ของสารมาตรฐานที่เป็นสารประกอบในปุ๋ย  
ผสม 8 ตัวอย่าง และตัวอย่างปุ๋ย 9 ตัวอย่าง แสดงดังรูปที่ 1.1A - 1.4A



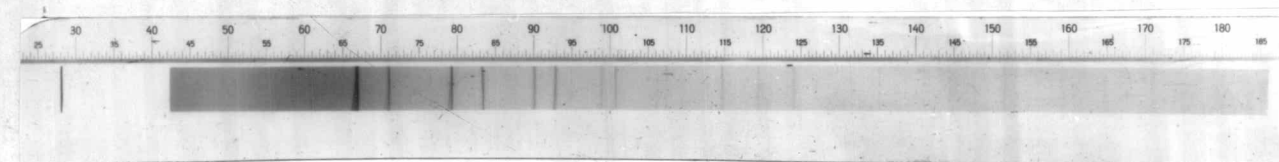
(1)  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$



(2)  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

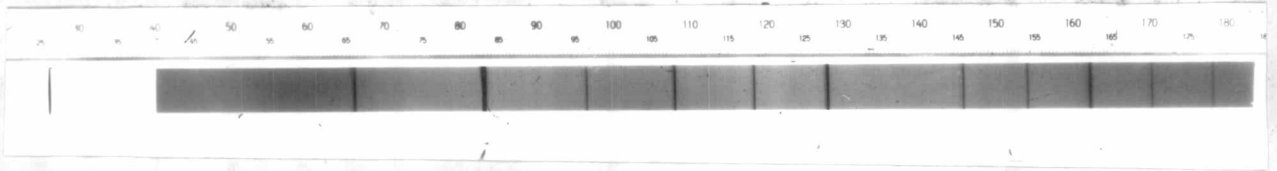


(3)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

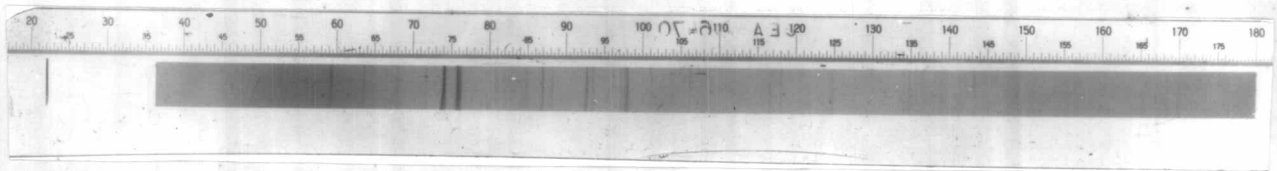


(4)  $\text{NH}_2\text{CONH}_2$

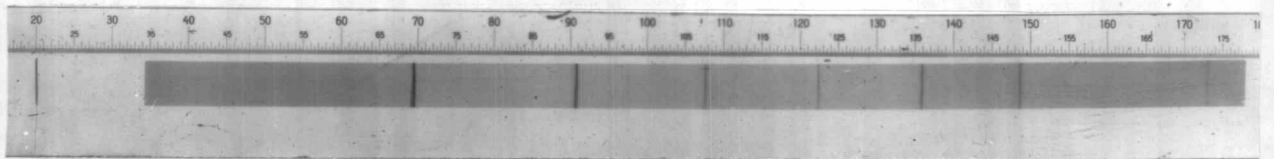
รูปที่ 1.1 A ภาพถ่ายผลึกผงของสารมาตรฐานชนิดต่าง ๆ โดยใช้รังสี  
 $\text{CuK}\alpha(1)$  ( $\lambda = 1.54051 \text{ \AA}$ ) ใช้เวลาในการถ่ายภาพ  
2 ชั่วโมง ที่ 34 Kv, 20 mA



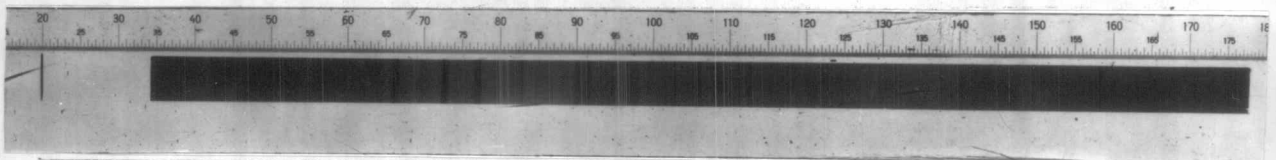
(5)  $\text{NH}_4\text{Cl}$



(6)  $\text{K}_2\text{SO}_4$



(7)  $\text{KCl}$

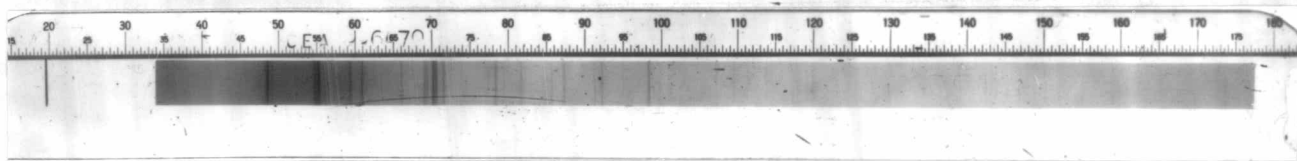


(8)  $\text{CaHPO}_4$

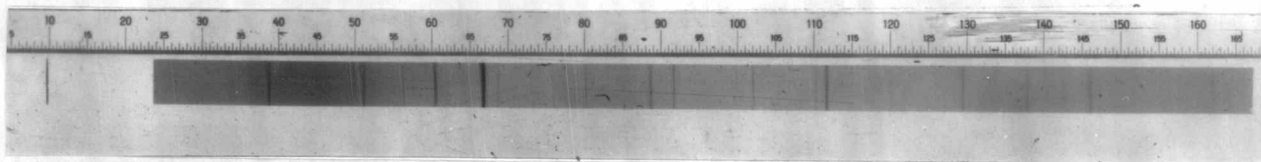
รูปที่ 1.2 A ภาพถ่ายผลึกผงของสารมาตรฐานชนิดต่าง ๆ โดยใช้รังสี

$\text{CuK}\alpha(1)$  ( $\lambda = 1.54051 \text{ \AA}$ ) ใช้เวลาในการถ่ายภาพ

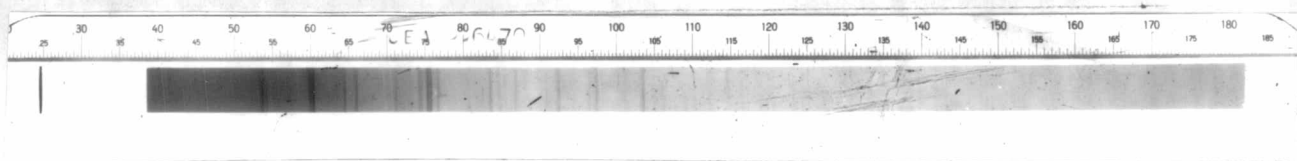
2 ชั่วโมง ที่ 34 Kv, 20 .mA



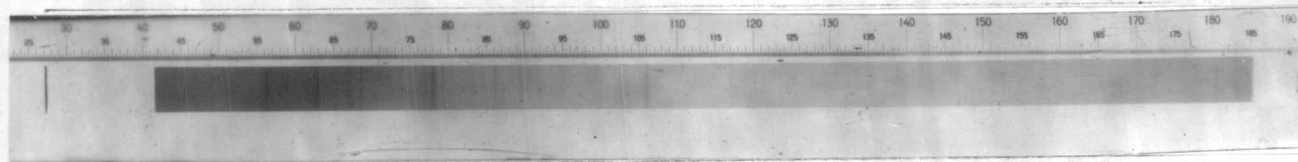
(1) ตัวอย่างปฏึกที่ 3 เกรด 16-20-0



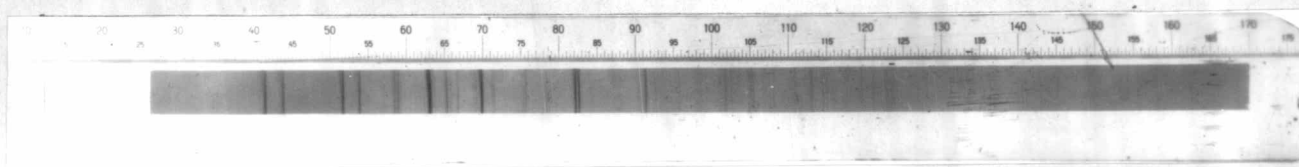
(2) ตัวอย่างปฏึกที่ 24 เกรด 18-22-0



(3) ตัวอย่างปฏึกที่ 36 เกรด 18-22-0



(4) ตัวอย่างปฏึกที่ 42 เกรด 20-20-0



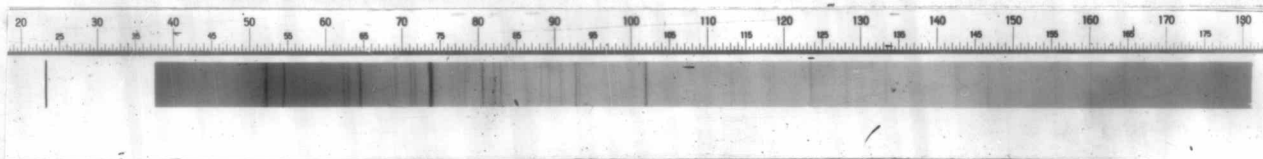
(5) ตัวอย่างปฏึกที่ 44 เกรด 20-20-0

รูปที่ 1.3 A ภาพถ่ายผลึกผงของตัวอย่างปฏึกเกรดต่าง ๆ ซึ่งใช้รังสี

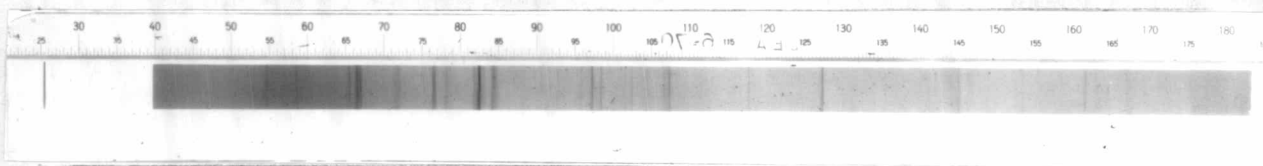
( $\text{CuK}\alpha(1)$  ( $\lambda = 1.54051 \text{ \AA}$ ) ใช้เวลาในการถ่ายภาพ

22 ชั่วโมงที่ 34 Kv, 20 mA

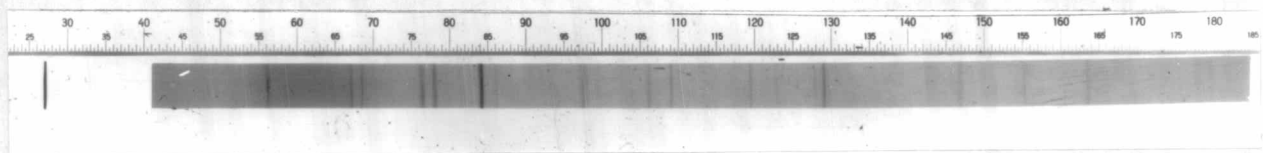




(6) ตัวอย่างปุยที่ 54 เกรด 23-23-0



(7) ตัวอย่างปุยที่ 62 เกรด 13-13-21



(8) ตัวอย่างปุยที่ 70 เกรด 16-16-8



(9) ตัวอย่างปุยที่ 71 เกรด 16-16-8

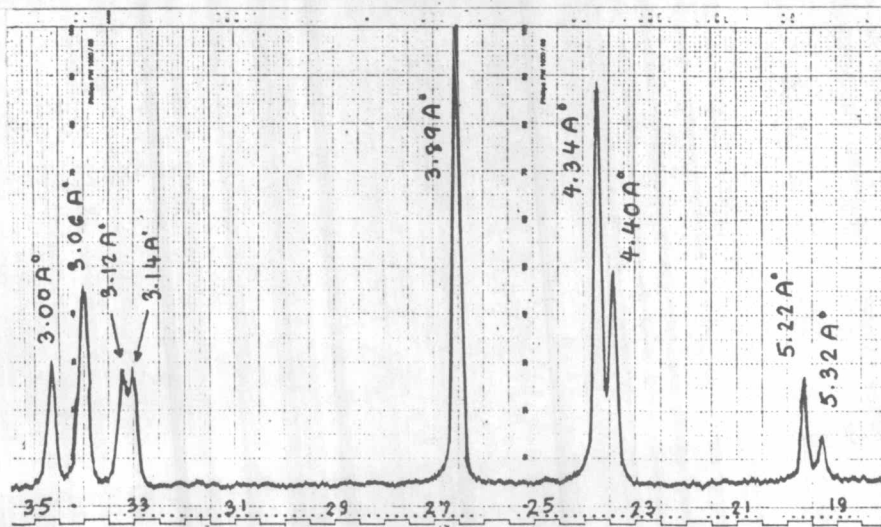
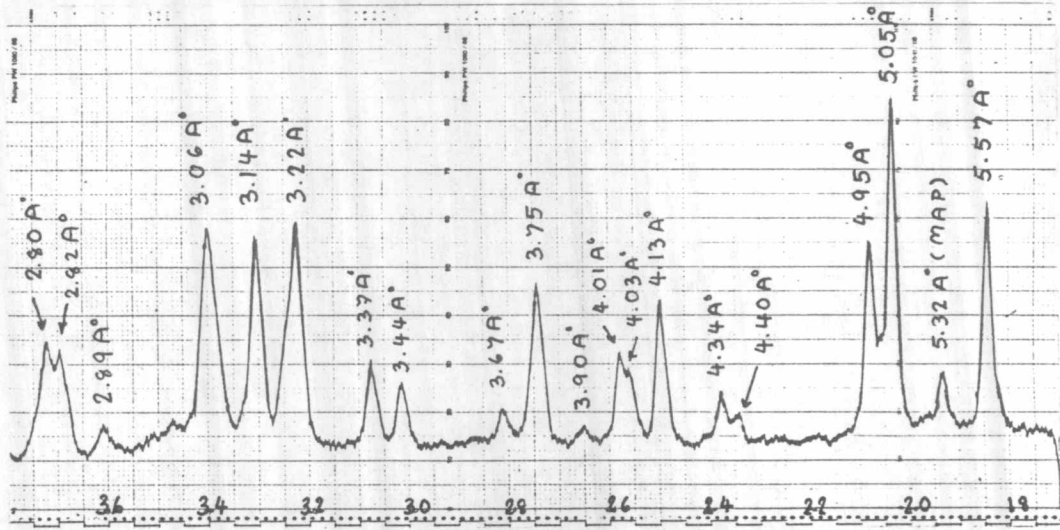
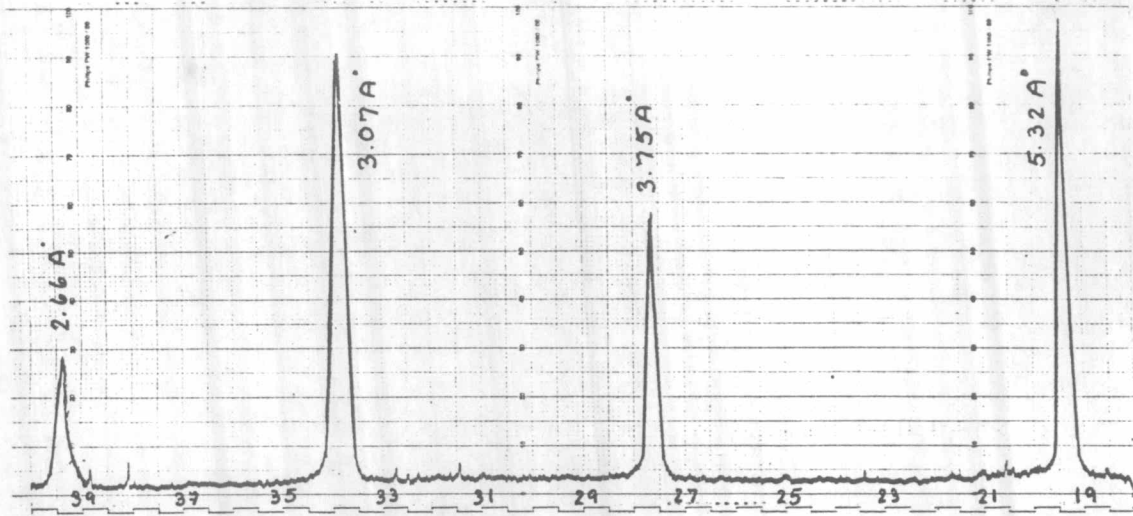
รูปที่ 1.4 A ภาพถ่ายผลึกผงของตัวอย่างปุยเกรดต่าง ๆ ซึ่งใช้รังสี

$\text{CuK}\alpha(1)$  ( $\lambda = 1.54051 \text{ \AA}$ ) ใช้เวลาในการถ่าย

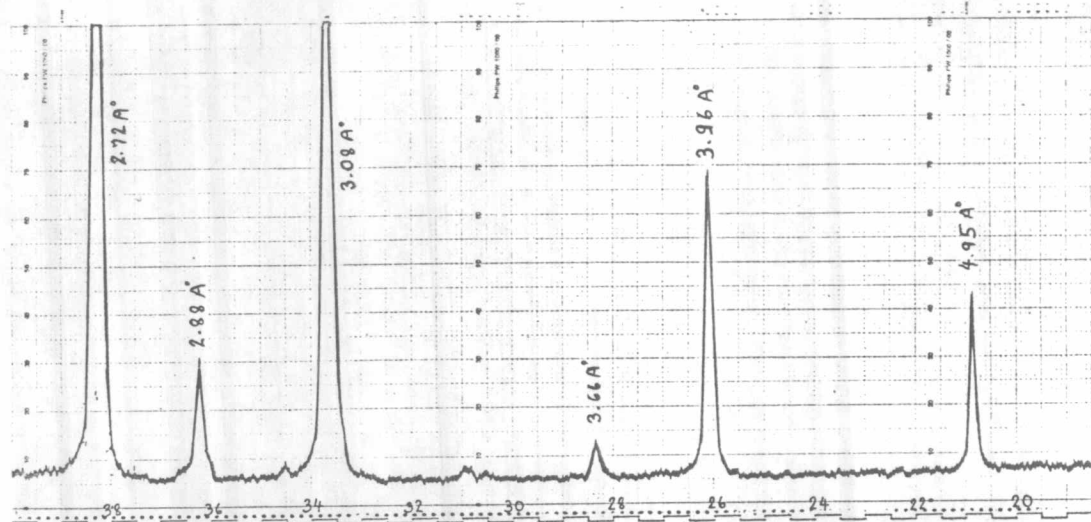
ภาพ 2 ชั่วโมงที่ 34 Kv; 20 mA

ตั้งแต่รูปที่ 1.5 A ถึง 1.19A เป็นดิฟแฟรกโทแกรมของสารมาตรฐาน 11 ตัวอย่างและ ตัวอย่างย่อย เกเรตต่าง ๆ 32 ตัวอย่างจากดิฟแฟรกโทมิเตอร์โดยใช้  $\text{CoK}\alpha$  ( $\lambda = 1.7809 \text{ \AA}$ ) และใช้ กำลังของหลอดรังสีเอ็กซ์ที่ 30 Kv, 15 mA โดยใช้ฉัตรการชแกน (R) และสเกล (S) ต่าง ๆ กัน อักษรย่อของสารประกอบชนิดต่าง ๆ ที่แสดงในดิฟแฟรกโทแกรมมีความหมายดังนี้

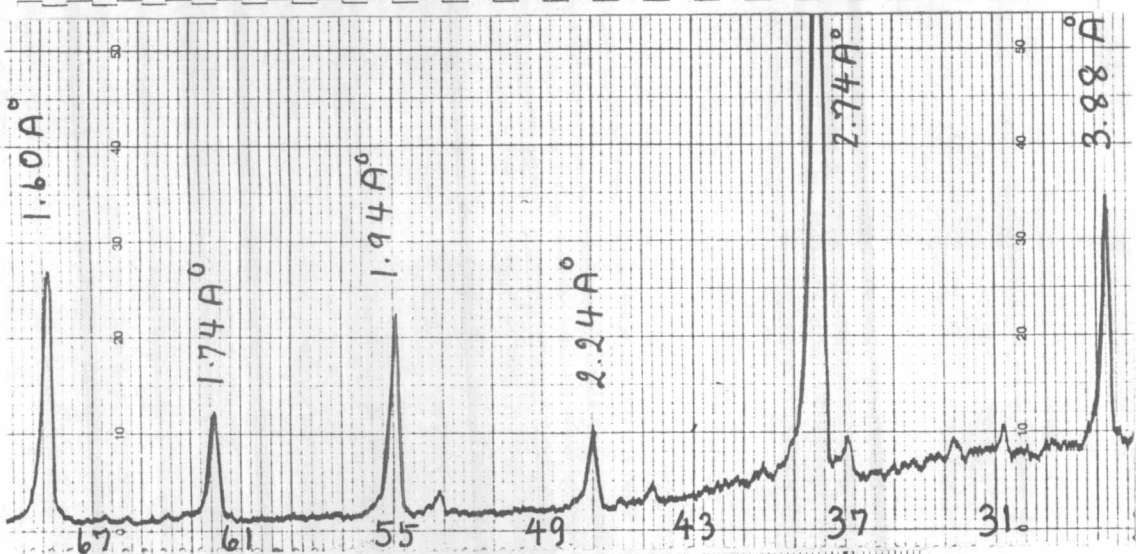
MAP	=	โมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$
DAP	=	ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
AS	=	แอมโมเนียมซัลเฟต, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
AS*	=	แอมโมเนียมซัลเฟต, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4^*$ (Mascagnite)
AC	=	แอมโมเนียมคลอไรด์, $\text{NH}_4\text{Cl}$
AN(III)	=	แอมโมเนียมไนเตรต, $\text{NH}_4\text{NO}_3$ (III)
AN(IV)	=	แอมโมเนียมไนเตรต, $\text{NH}_4\text{NO}_3$ (IV)
UR	=	ยูเรีย, $\text{NH}_2\text{CONH}_2$
KS	=	โพแทสเซียมซัลเฟต, $\text{K}_2\text{SO}_4$
KCl	=	โพแทสเซียมคลอไรด์, $\text{KCl}$
KN	=	โพแทสเซียมไนเตรต $\text{KNO}_3$
KSM	=	แลงซีไนต์, $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{MgSO}_4$
MCPH	=	โมโนแคลเซียมฟอสเฟตโมโนไฮเดรต, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
DCP	=	ไดแคลเซียมฟอสเฟต, $\text{CaHPO}_4$
AN.2KN	=	$\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 2\text{KNO}_3$



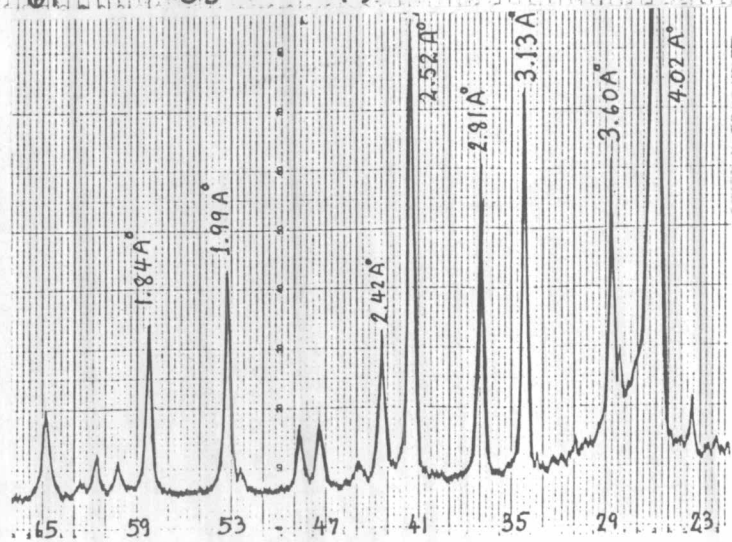
รูปที่ 1.5 A (1)  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ,  $R = 1/2^\circ$  2 $\theta$ /นาทึ ,  $S = 16 \times 2$  (2)  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ,  
 $R = 1/2^\circ$  2 $\theta$ /นาทึ  $S = 8 \times 4$  (3)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $R = 1/2^\circ$  2 $\theta$ /นาทึ ,  
 $S = 16 \times 2$



(4)

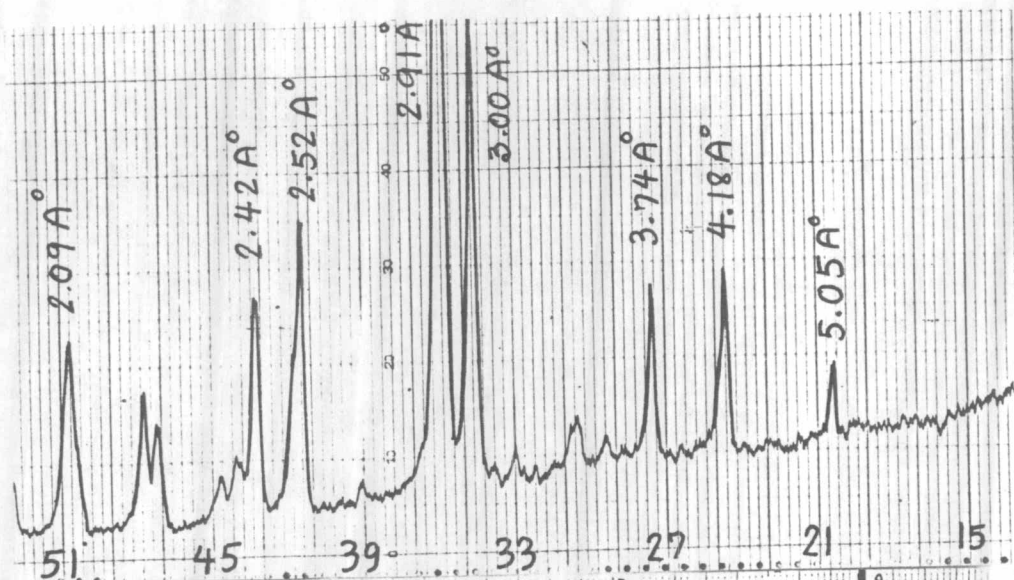


(5)

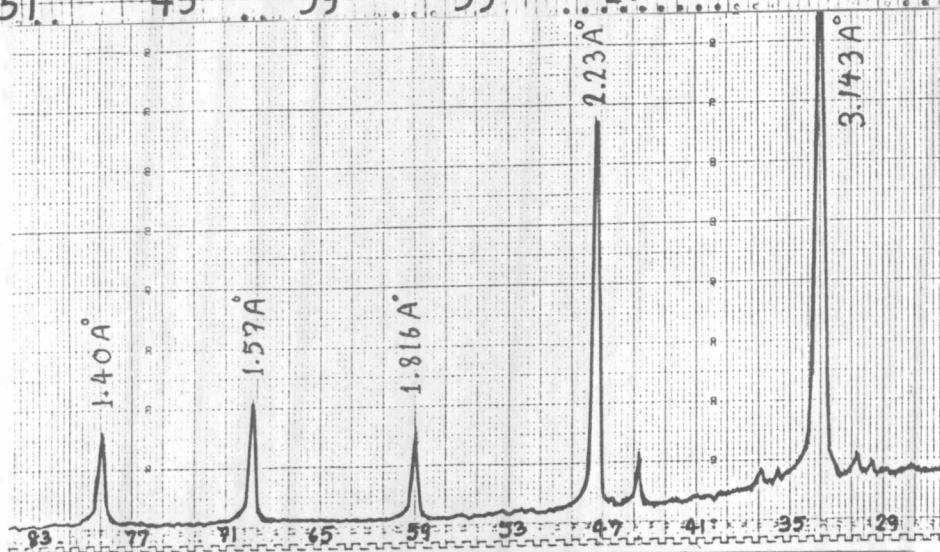


(6)

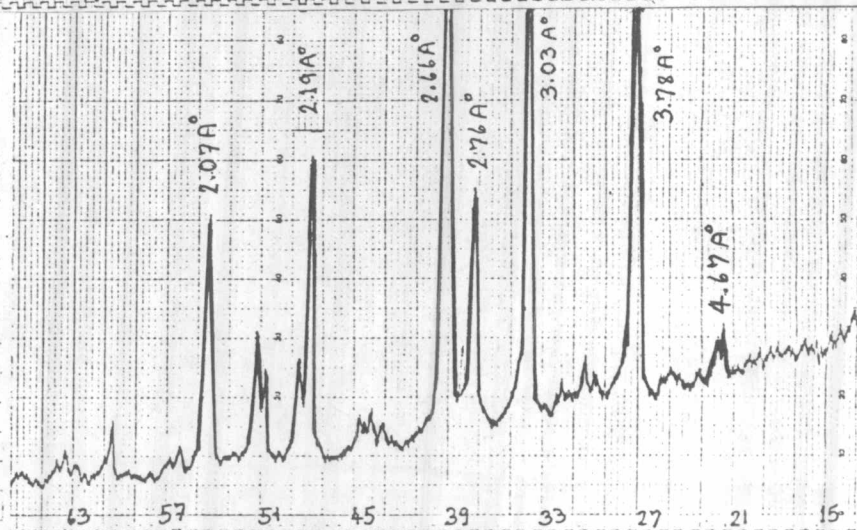
รูปที่ 1.6 A (4)  $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{IV})$ ,  $R = 1/2^\circ$   $2\theta/\text{นาที}$ ,  $S = 16 \times 2$  (5)  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $R = 2^\circ$   $2\theta/\text{นาที}$   
 $S + 8 \times 4$  (6)  $\text{NH}_2\text{CONH}_2$ ,  $R = 2^\circ$   $2\theta/\text{นาที}$   $S = 16 \times 2$



(7)

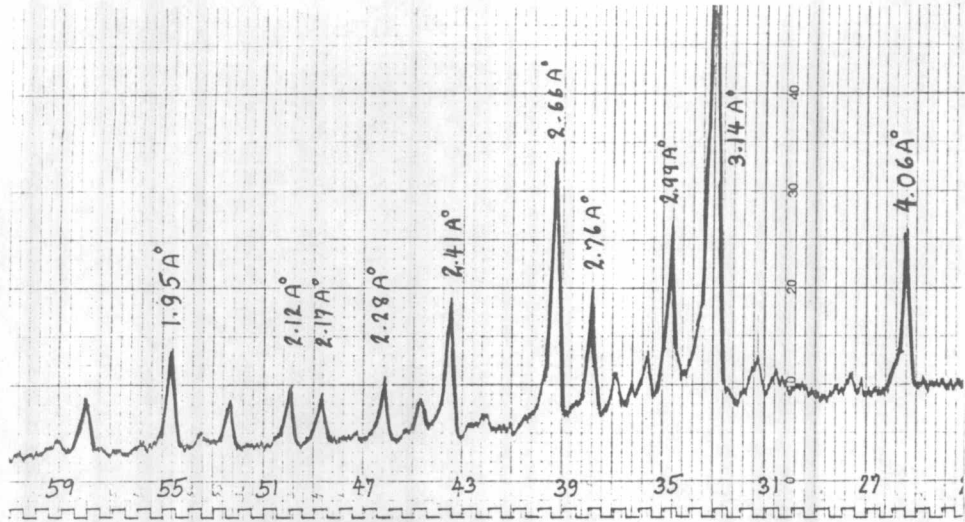


(8)

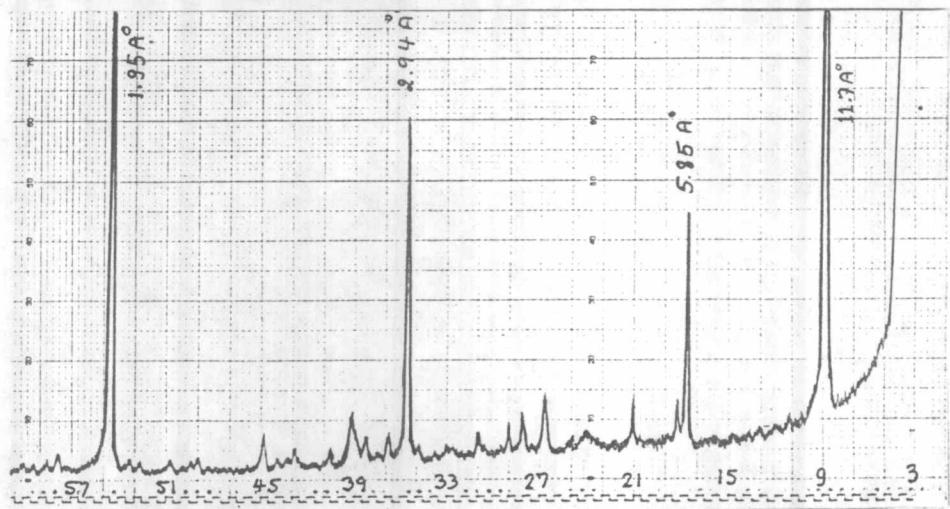


(9)

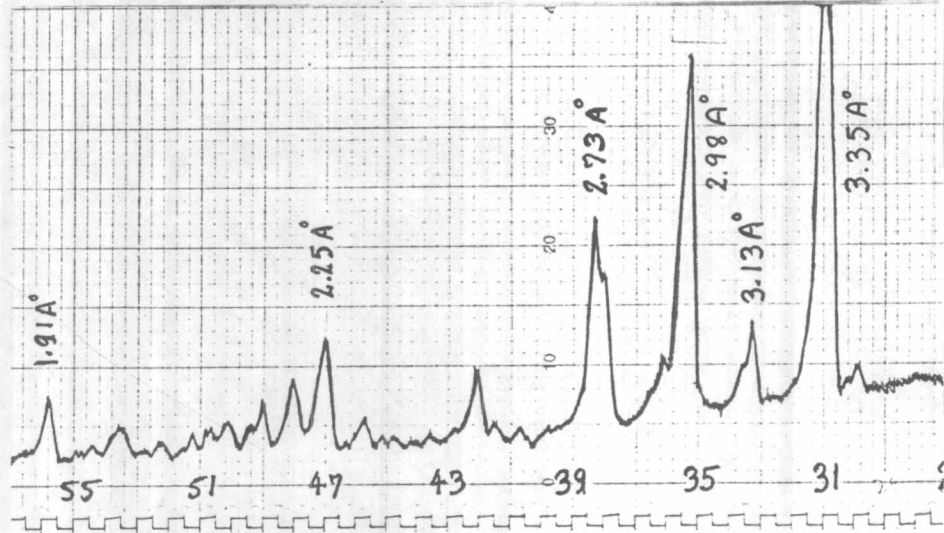
รูปที่ 1.7 A (7)  $K_2SO_4$ ,  $R = 2^\circ$  2 $\theta$ /นาที,  $S = 8 \times 4$  (8)  $KCl$ ,  $R = 2^\circ$  2 $\theta$ /นาที,  
 $S = 8 \times 4$  (9)  $KNO_3$ ,  $R = 2^\circ$  2 $\theta$ /นาที,  $S = 8 \times 4$



(10)

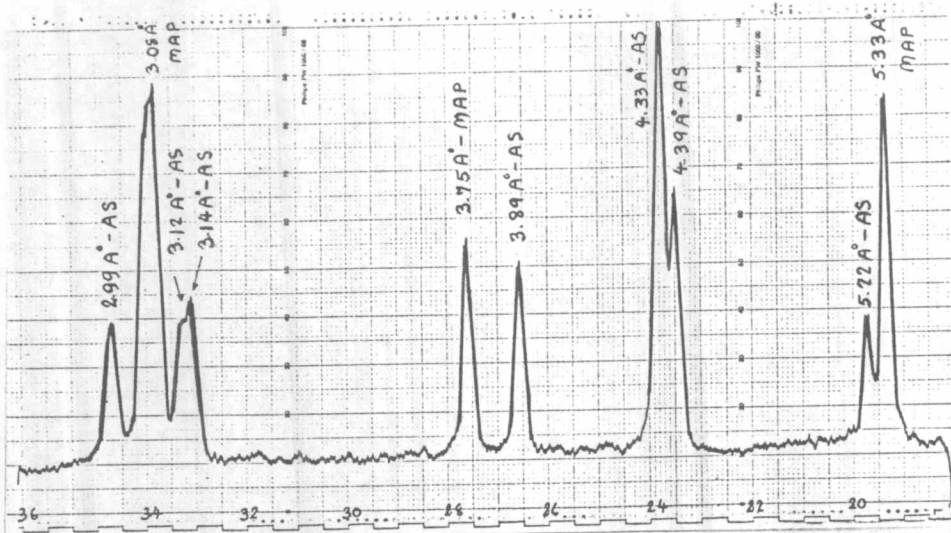


(11)

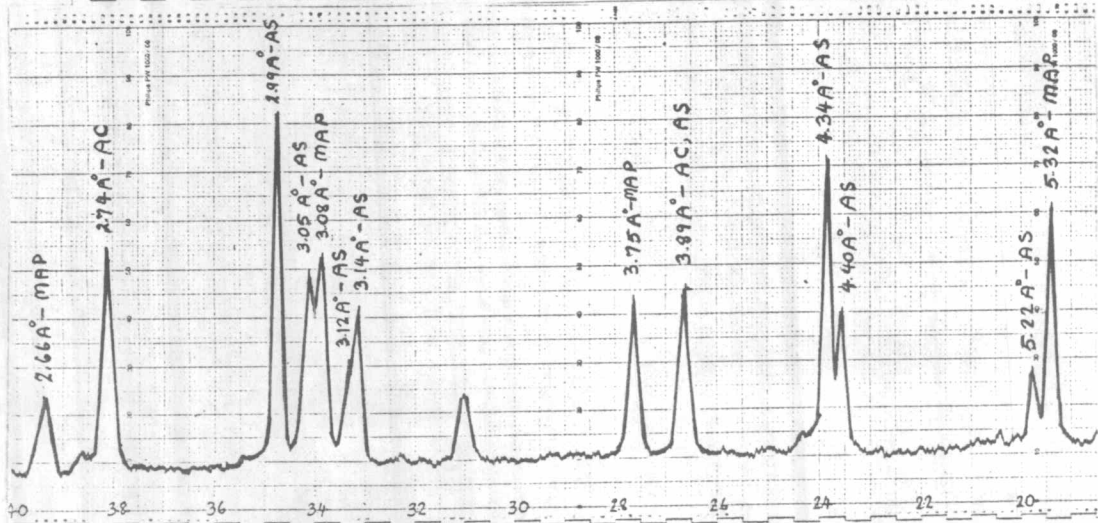


(12)

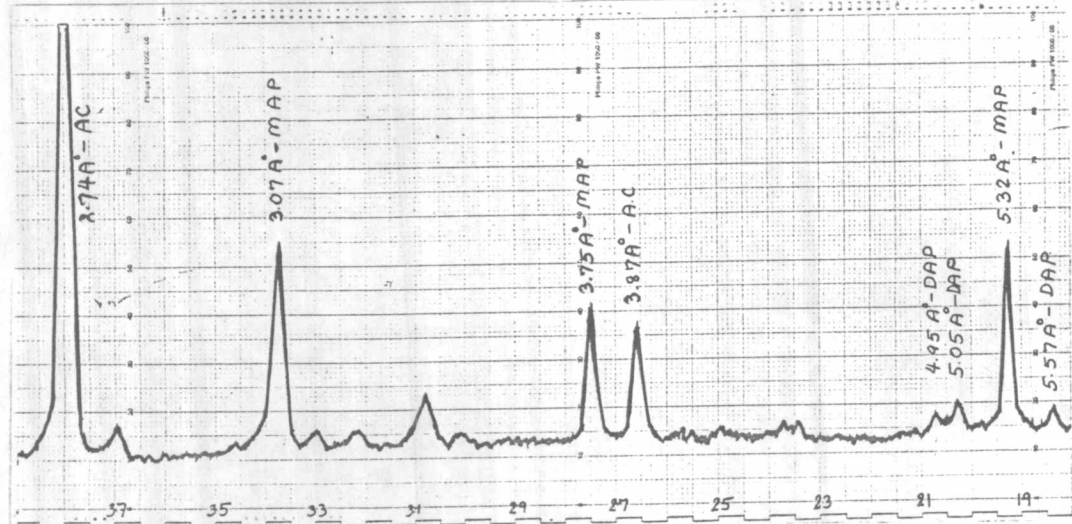
รูปที่ 1.8 A (10)  $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$ ,  $R = 2^\circ$  2θ/นาที,  $S = 8 \times 4$  (11)  $Ca(H_2PO_4) \cdot H_2O$ ,  
 $R = 1/2^\circ$  2θ/นาที  $S = 16 \times 2$  (12)  $CaHPO_4$ ,  $R = 2^\circ$  2θ/นาที,  $S = 8 \times 4$



( 1 )

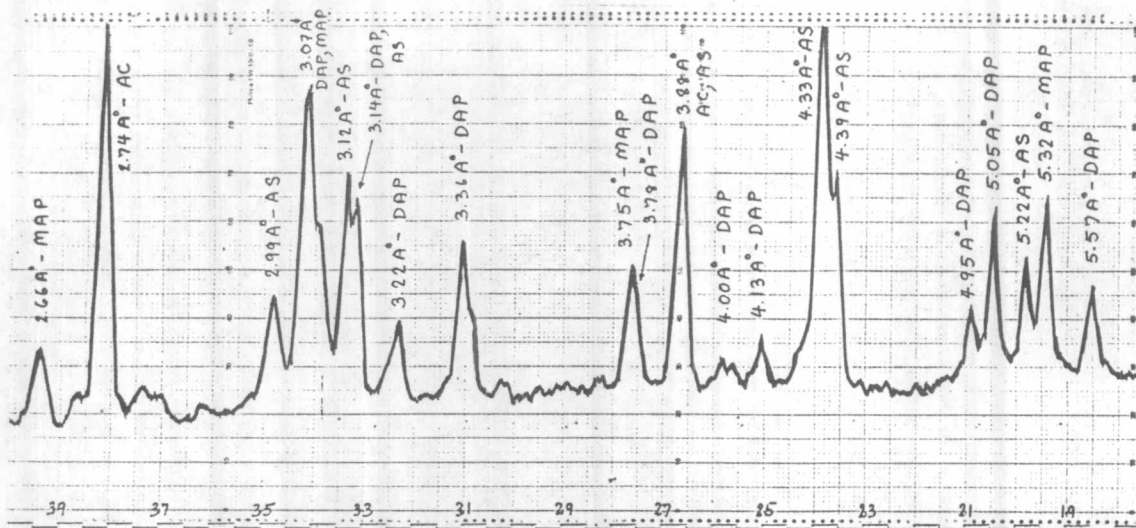


( 2 )

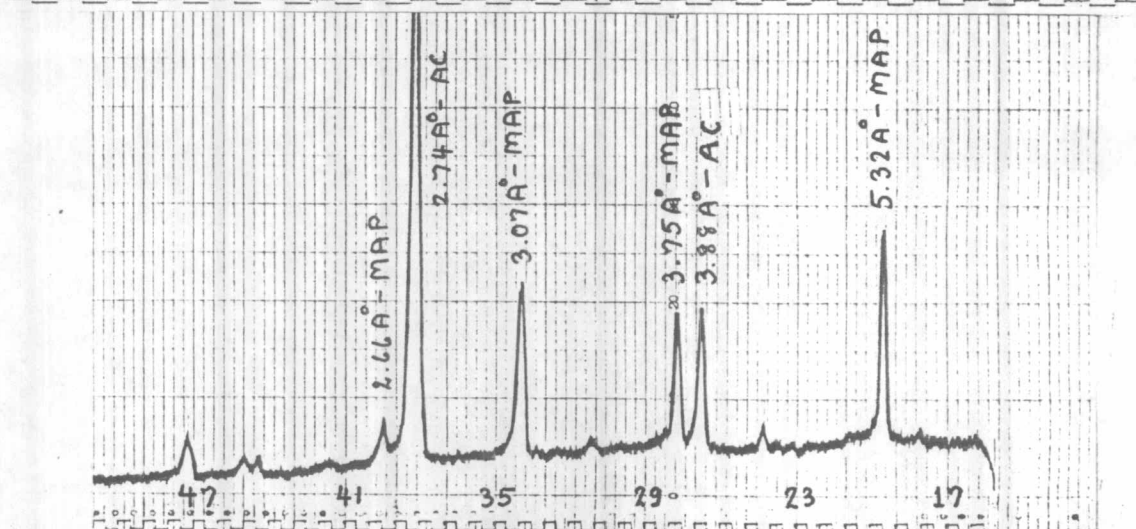


( 3 )

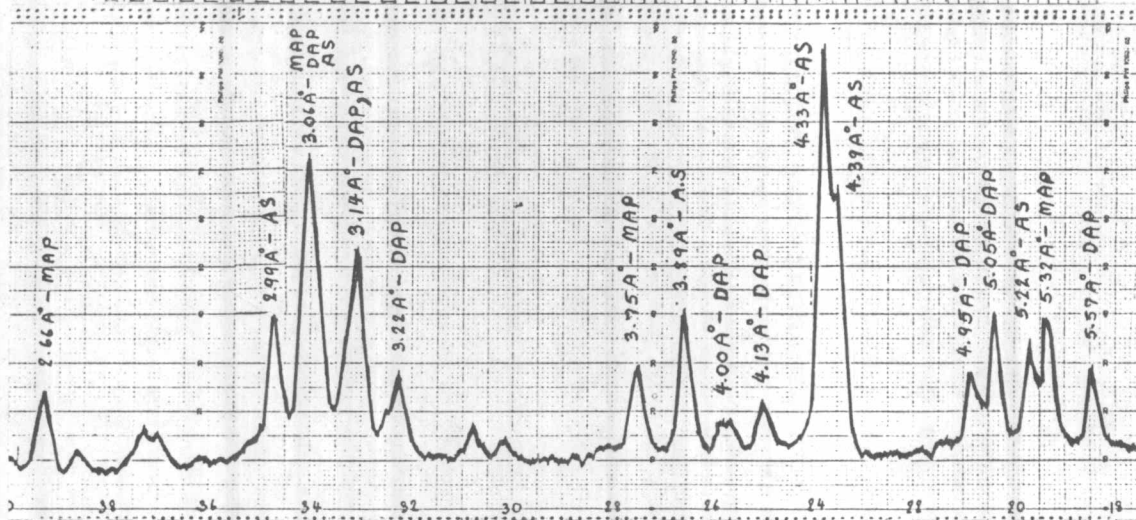
- รูปที่ 1.9 A (1) ตัวอย่างปุ๋ยที่ 3 เกรด 16-20-0  $R = 1/2^\circ$  2 $\theta$ /นาที ,  $S = 8 \times 4$   
 (2) ตัวอย่างปุ๋ยที่ 15 เกรด 16-20-0  $R = 1/2^\circ$  2 $\theta$ /นาที ,  $S = 8 \times 4$   
 (3) ตัวอย่างปุ๋ยที่ 18 เกรด 16-20-0  $R = 1/2^\circ$  2 $\theta$ /นาที ,  $S = 16 \times 2$



(4)



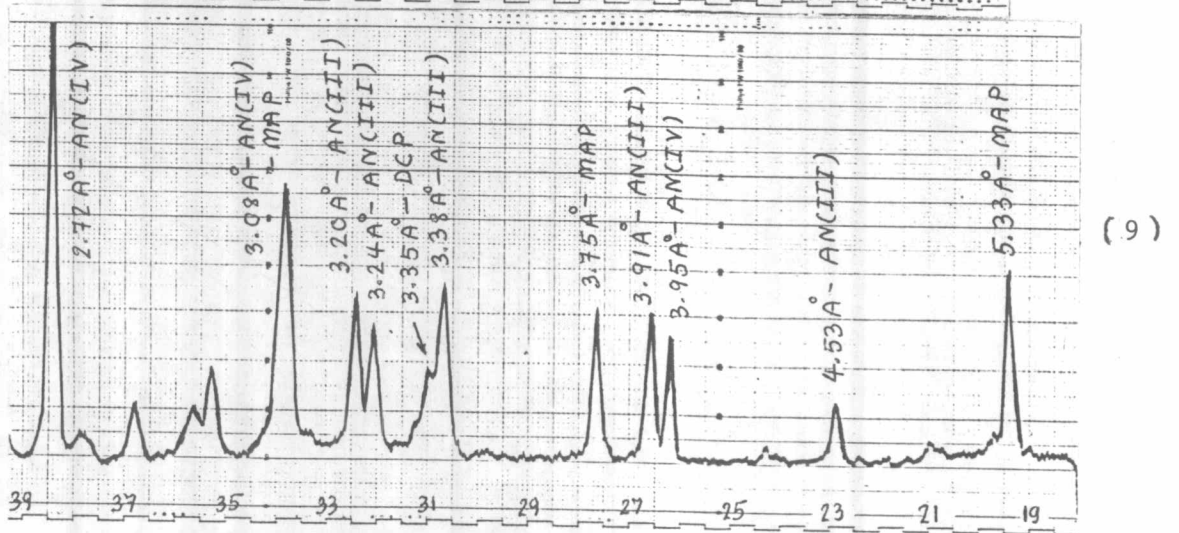
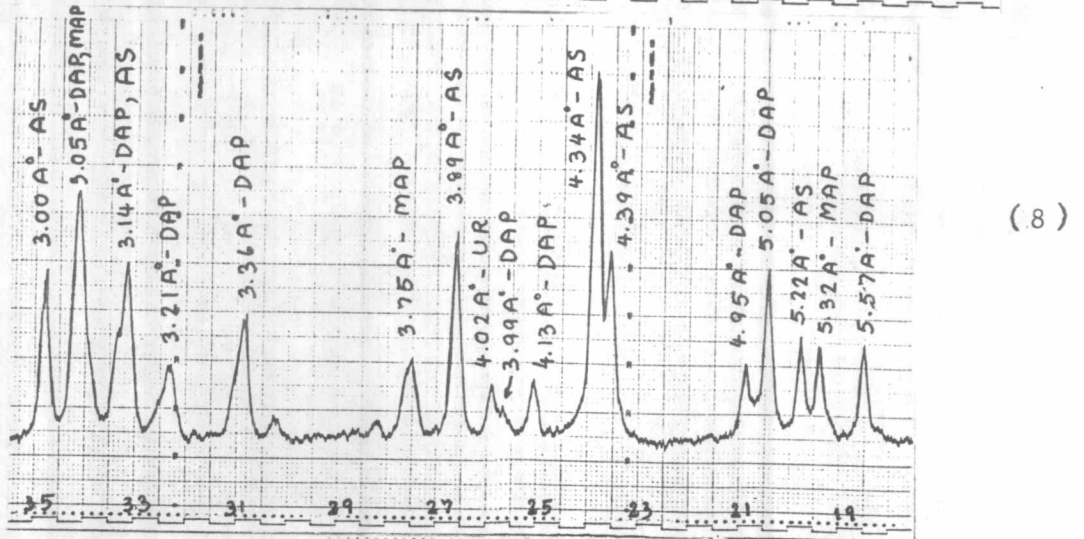
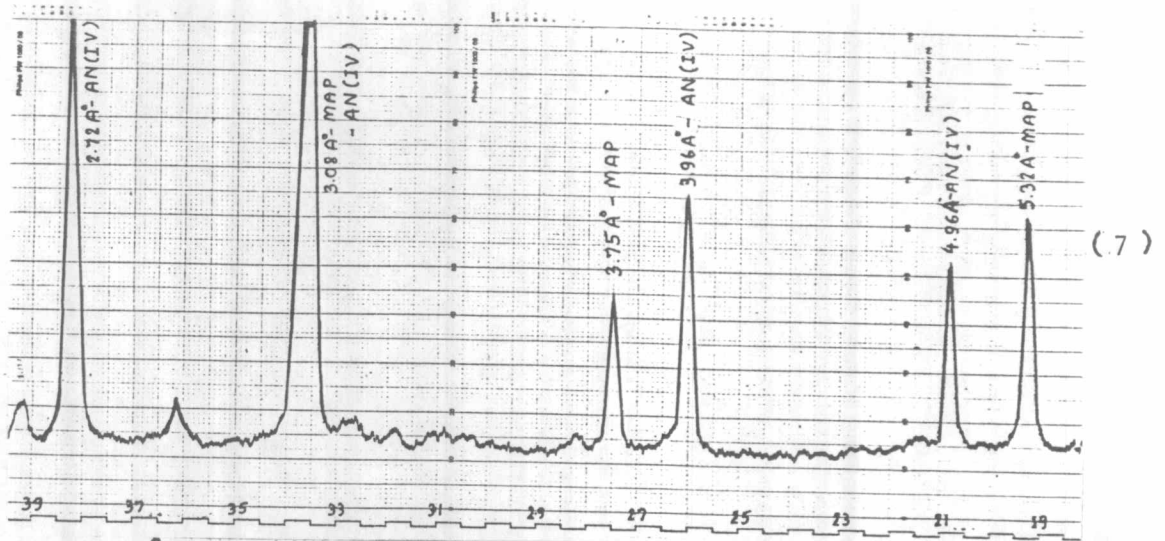
(5)



(6)

- รูปที่ 1.10 A (4) ตัวอย่างปฏึกที่ 21 เกรด 16-20-0,  $R = 1/2^\circ$   $2\theta$ /นาที,  $S = 8 \times 4$   
 (5) ตัวอย่างปฏึกที่ 25 เกรด 18-22-0,  $R = 2^\circ$   $2\theta$ /นาที,  $S = 8 \times 4$   
 (6) ตัวอย่างปฏึกที่ 35 เกรด 18-22-0,  $R = 1/2^\circ$   $2\theta$ /นาที,  $S = 8 \times 4$

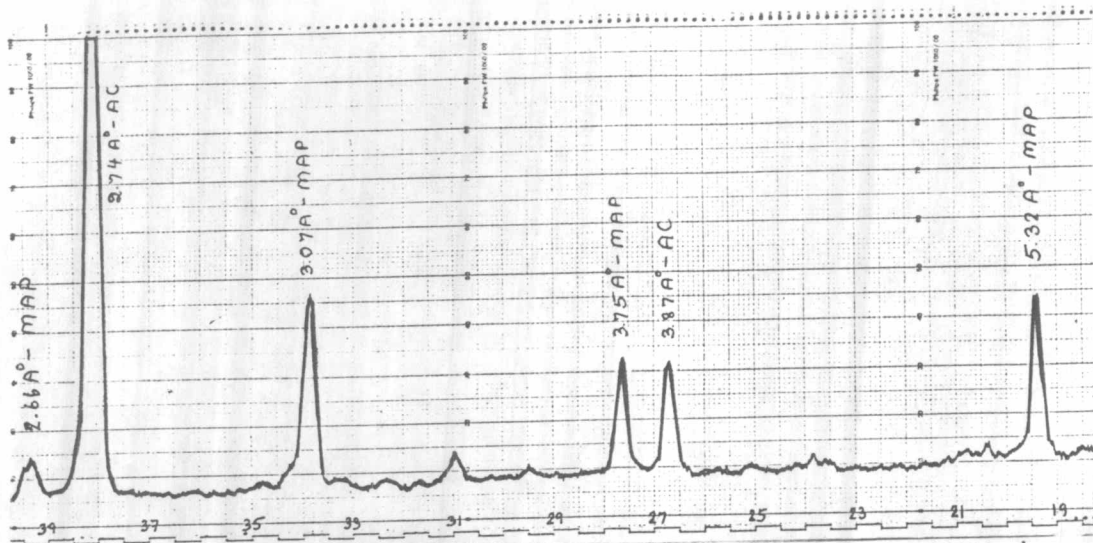




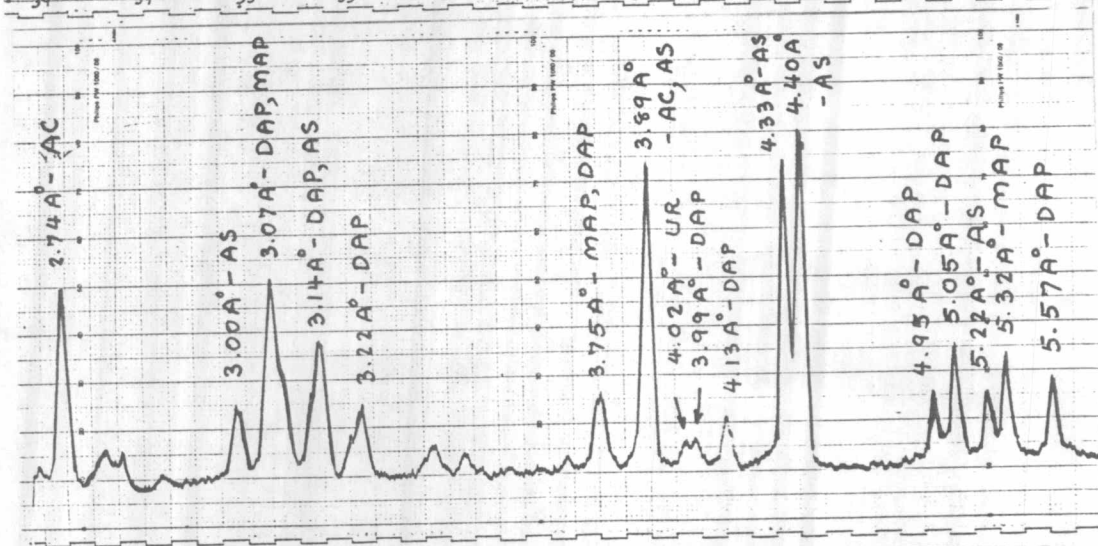
รูปที่ 1.11 A (7) ตัวอย่างบุงที่ 37 เกรด 26-14-0,  $R = 1/2^{\circ}$  20/นาทื ,  $S = 8 \times 4$

(8) ตัวอย่างบุงที่ 40 เกรด 20-20-0,  $R = 1/2^{\circ}$  20/นาทื ,  $S = 8 \times 4$

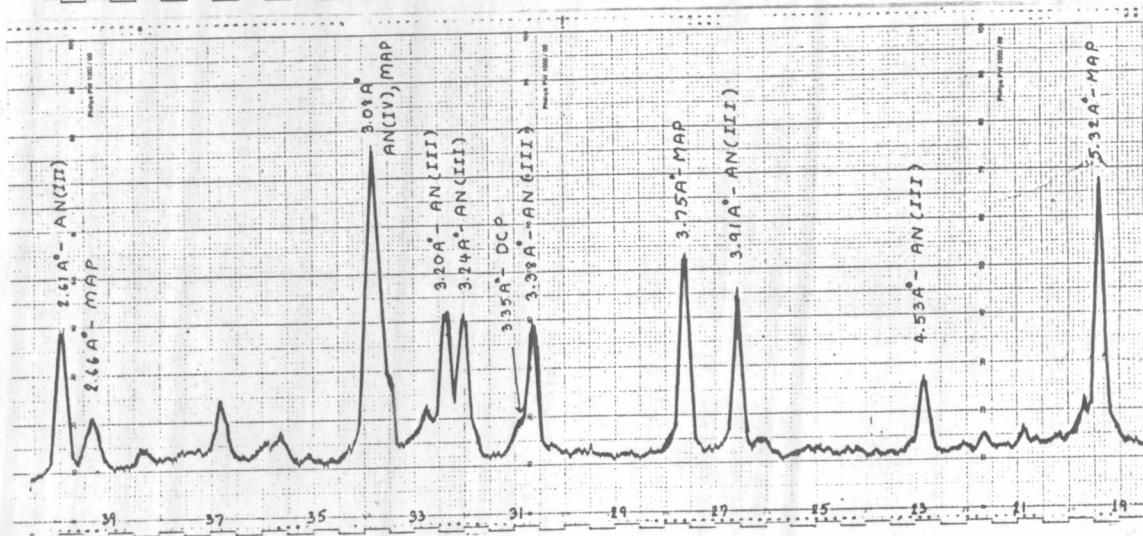
(9) ตัวอย่างบุงที่ 44 เกรด 20-20-0,  $R = 1/2^{\circ}$  20/นาทื ,  $S = 8 \times 4$



(10)



(11)

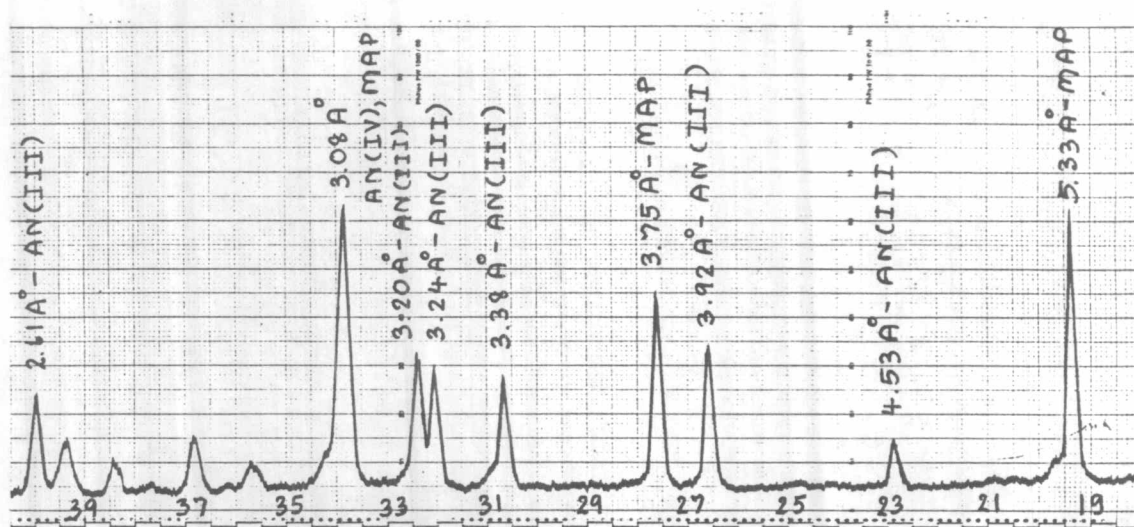


(12)

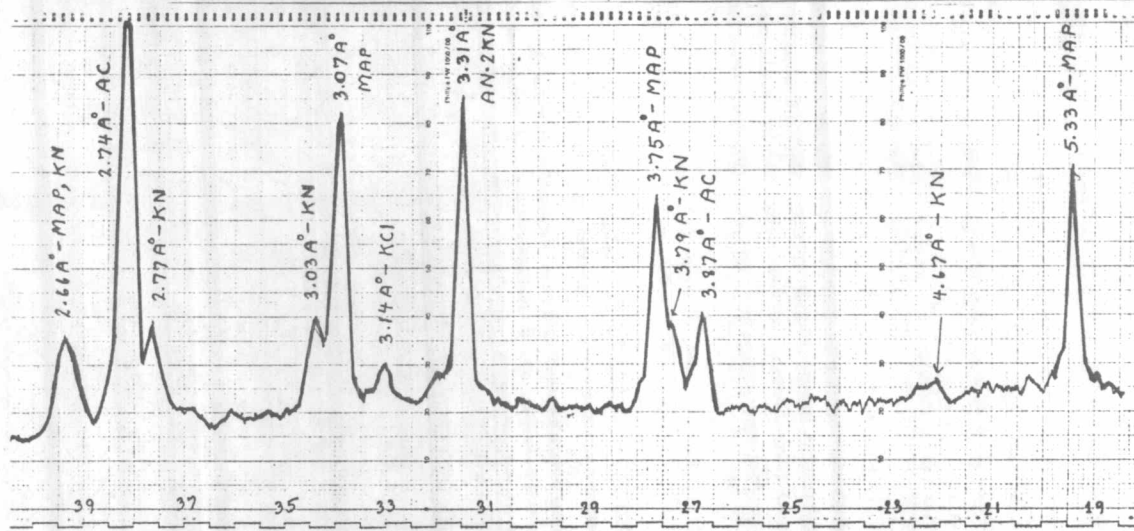
รูปที่ 1.12 A (10) ตัวอย่างปุ๋ยที่ 49 เกรด 18-24-0,  $R = 1/2^0$  2θ/นาที,  $S = 8 \times 4$

(11) ตัวอย่างปุ๋ยที่ 51 เกรด 18-24-0,  $R = 1/2^0$  2θ/นาที,  $S = 8 \times 4$

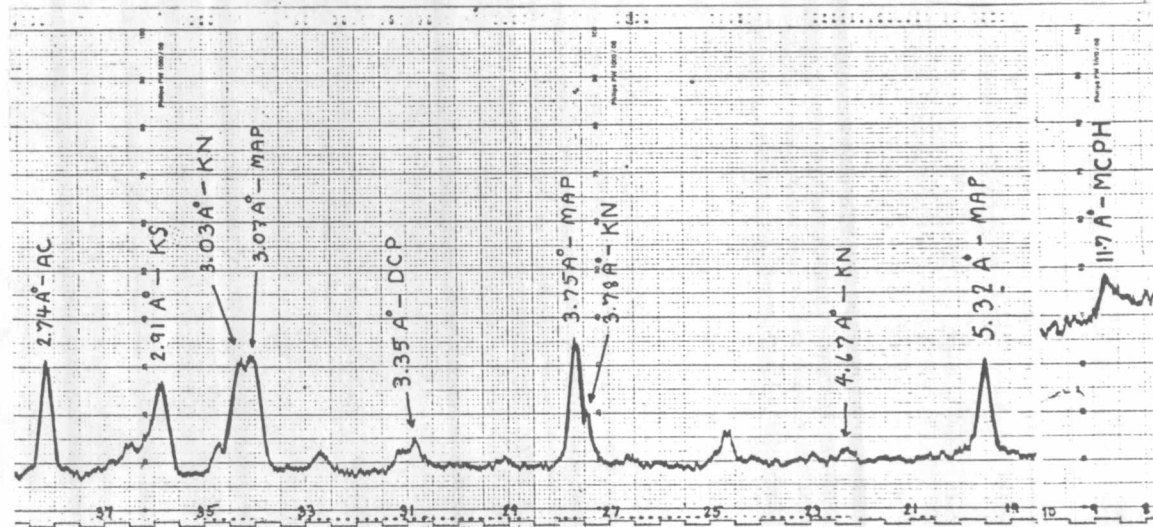
(12) ตัวอย่างปุ๋ยที่ 53 เกรด 22-22-0,  $R = 1/2^0$  2θ/นาที,  $S = 8 \times 4$



(13)



(14)

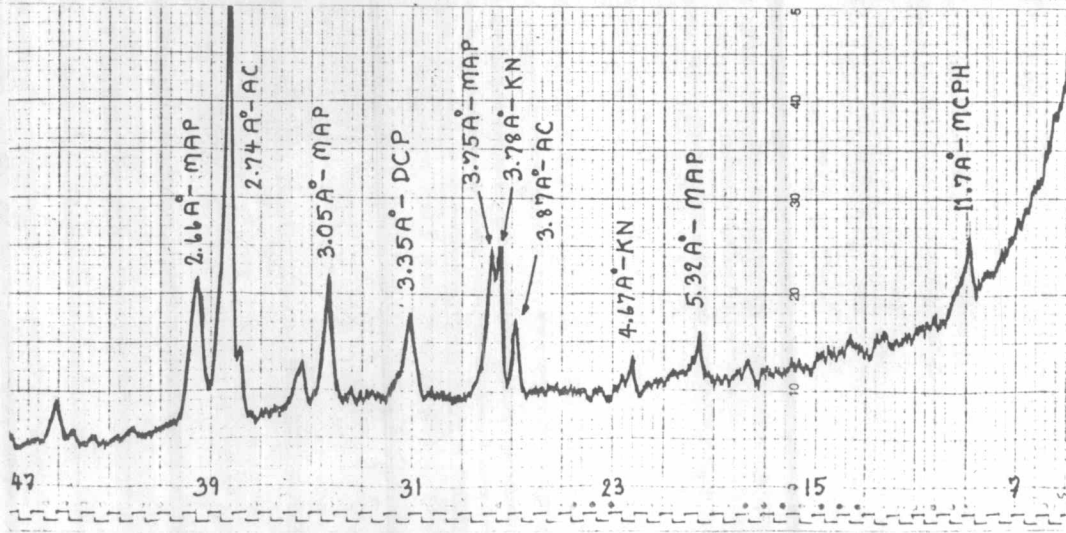
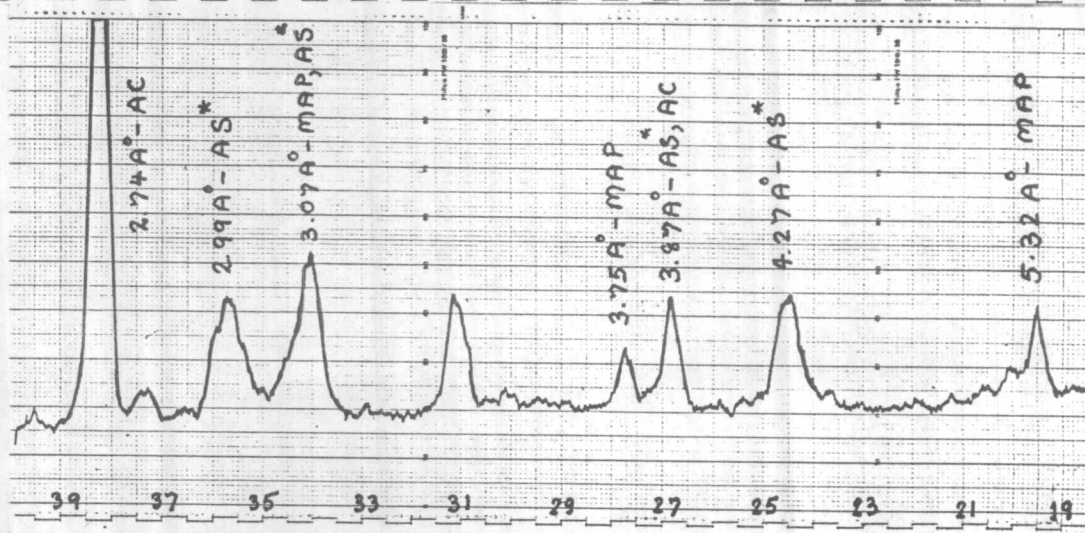
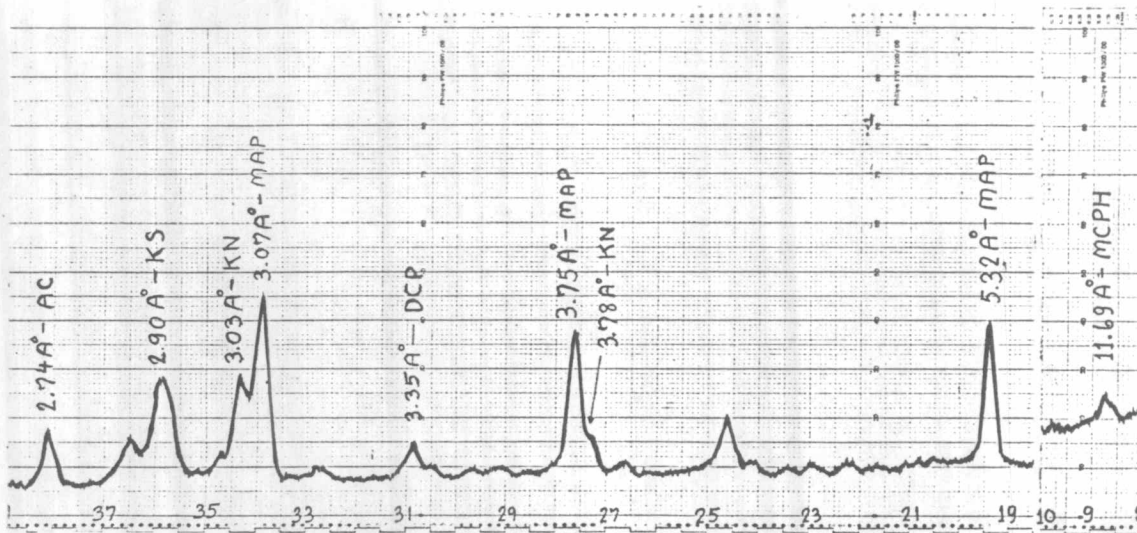


(15)

รูปที่ 1.13 A (13) ตัวอย่างปุ๋ยที่ 54 เกรด 23-23-0,  $R = 1/2^\circ$  2 $\theta$ /นาที,  $S = 16 \times 2$

(14) ตัวอย่างปุ๋ยที่ 55 เกรด 16-16-16,  $R = 1/2^\circ$  2 $\theta$ /นาที,  $S = 8 \times 4$

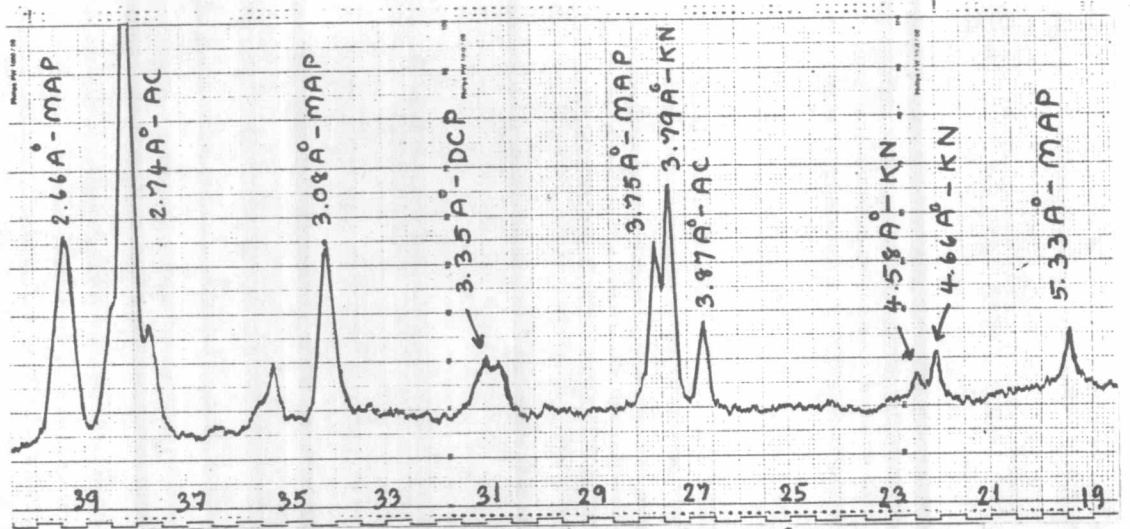
(15) ตัวอย่างปุ๋ยที่ 59 เกรด 4-16-24,  $R = 1/2^\circ$  2 $\theta$ /นาที,  $S = 8 \times 4$



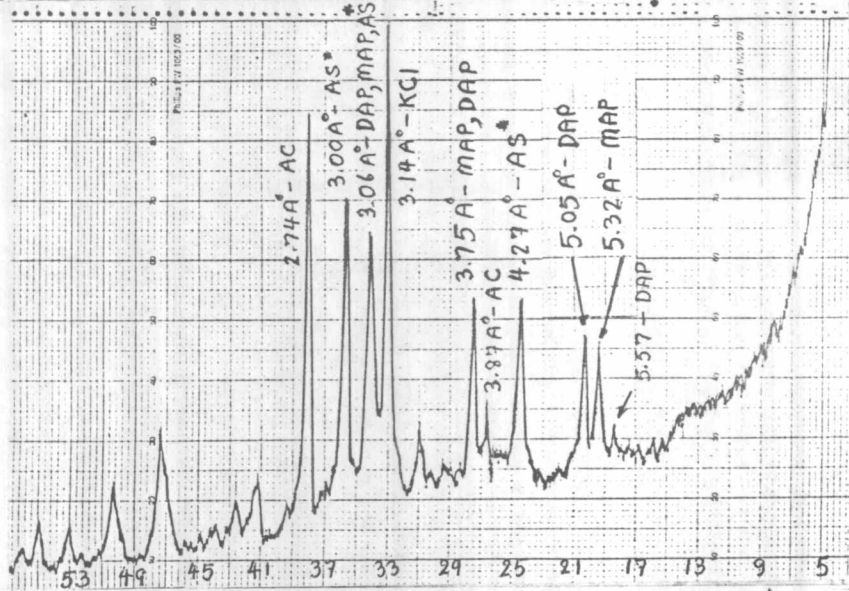
รูปที่ 1.14 A (16) ตัวอย่างปุ๋ยที่ 60 เกรด 6-18-24,  $R = 1/2^\circ$   $2\theta$ /นาที,  $S = 8 \times 4$

(17) ตัวอย่างปุ๋ยที่ 61 เกรด 10-16-9,  $R = 1/2^\circ$   $2\theta$ /นาที,  $S = 8 \times 4$

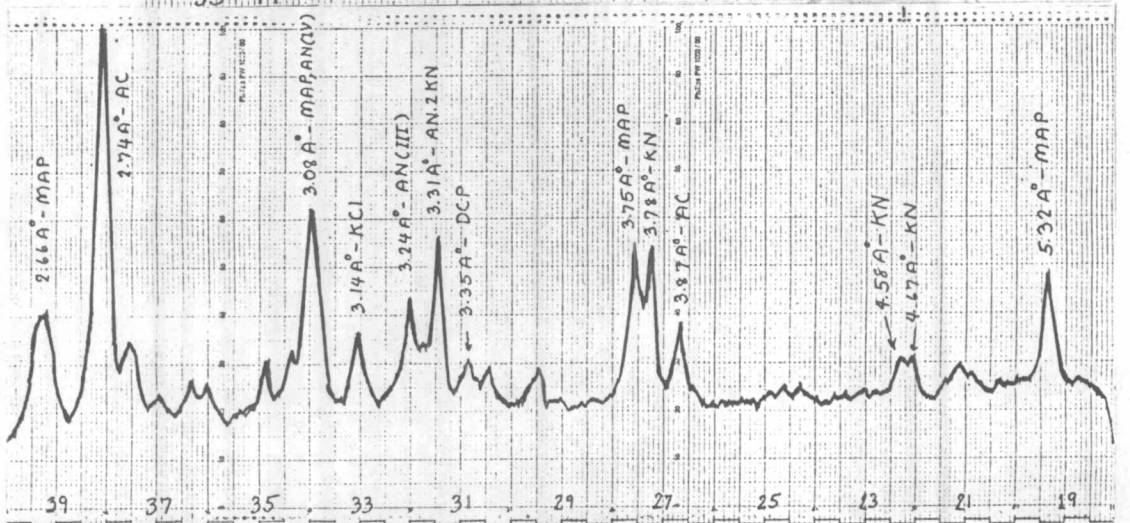
(18) ตัวอย่างปุ๋ยที่ 62 เกรด 13-13-21,  $R = 1/2^\circ$   $2\theta$ /นาที,  $S = 8 \times 4$



(19)



(20)

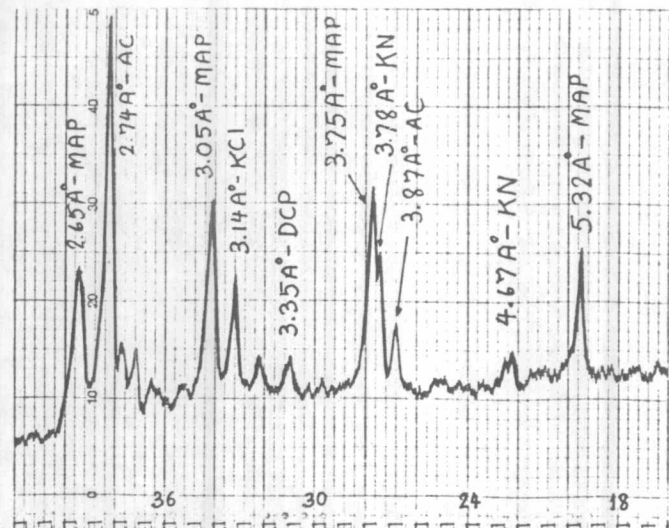


(21)

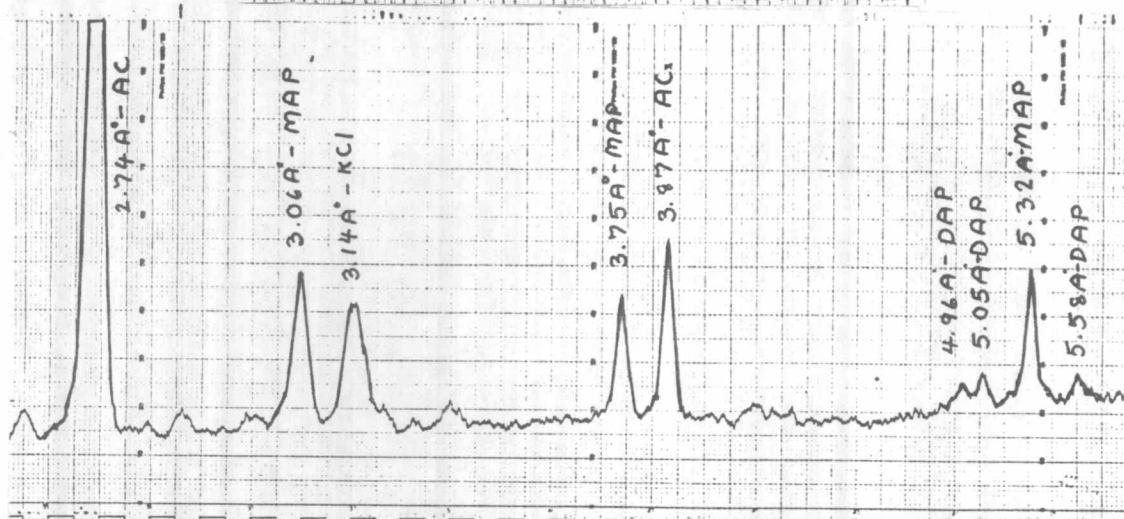
รูปที่ 1.15 A (19) ตัวอย่างปุยที่ 63 เกรด 13-13-21 , R = 2° 20/ นาที S = 4 x 8

(20) ตัวอย่างปุยที่ 64 เกรด 13-13-21 , R = 1/2° 20/นาที S = 8 x 4

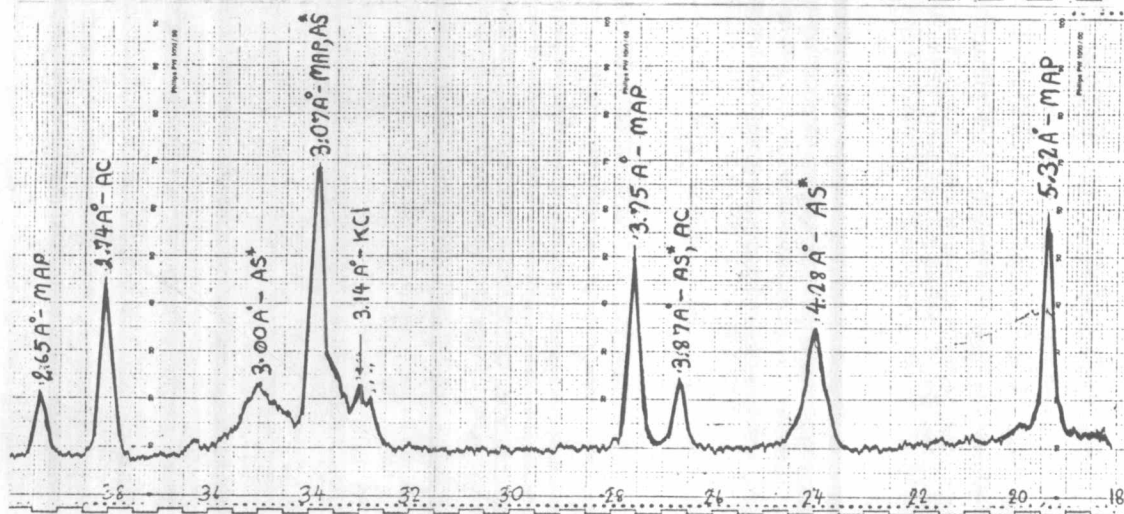
(21) ตัวอย่างปุยที่ 65 เกรด 14-8-18, R = 1/2° 20/นาที S = 8 x 4



(22)



(23)

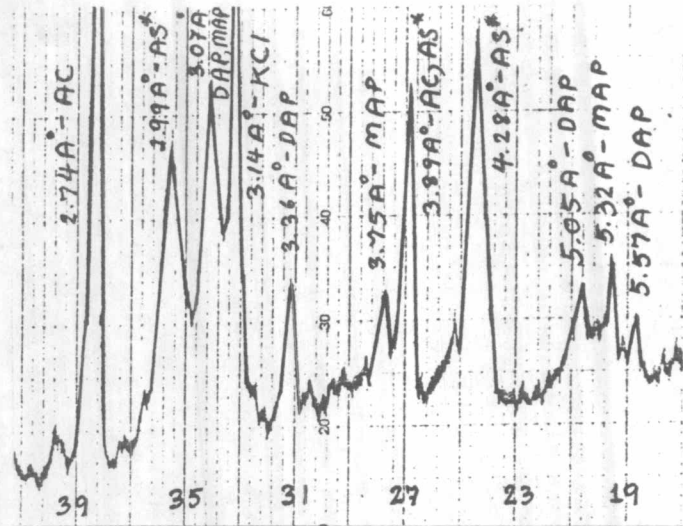


(24)

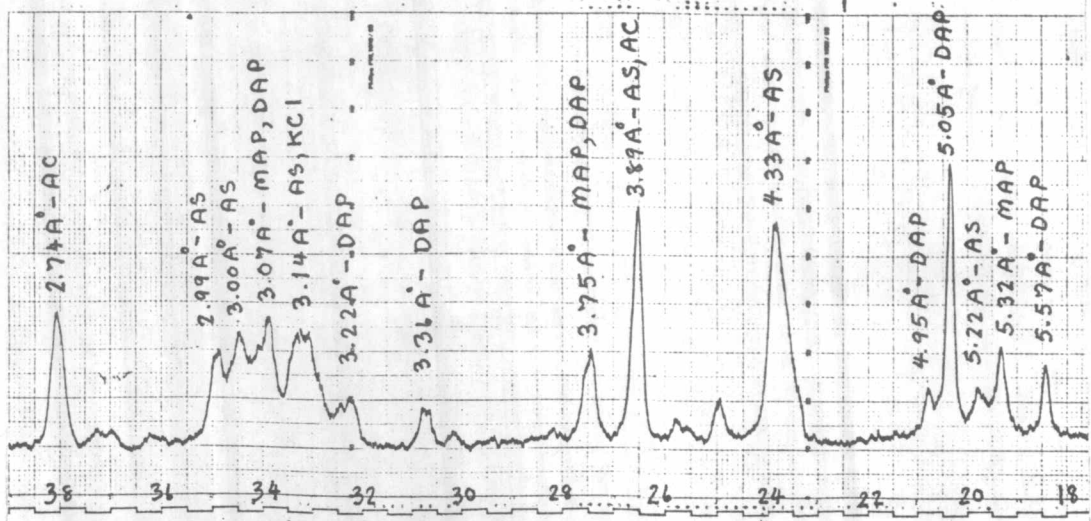
รูปที่ 1.16 A (22) ตัวอย่างนุ้ที่ 68 เกรด 14-14-21 ,  $R = 2^\circ$  20/นาทื ,  $S = 8 \times 4$

(23) ตัวอย่างนุ้ที่ 70 เกรด 16-16-8 ,  $R = 1/2^\circ$  20/นาทื ,  $S = 8 \times 4$

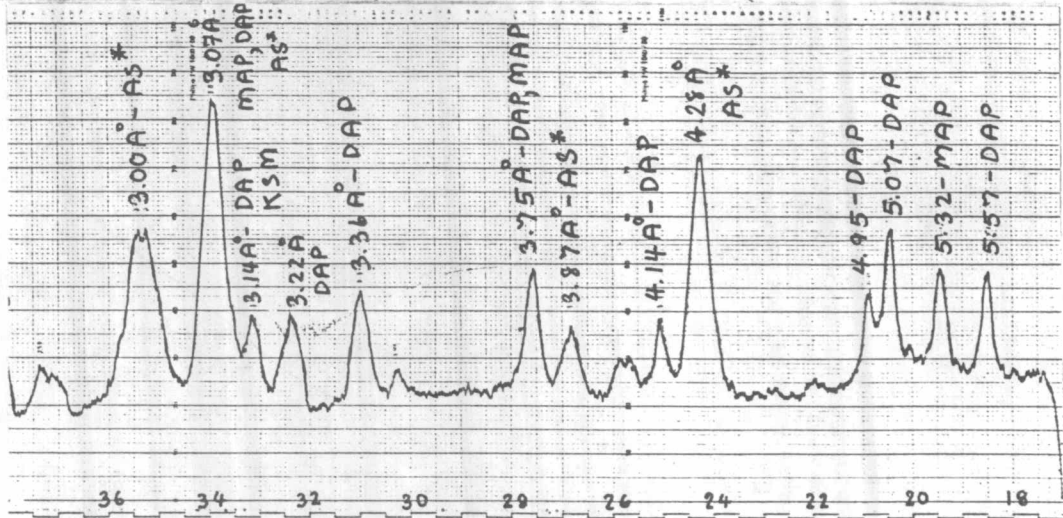
(24) ตัวอย่างนุ้ที่ 71 เกรด 16-16-8 ,  $R = 1/2^\circ$  20/นาทื ,  $S = 8 \times 4$



(25)



(26)

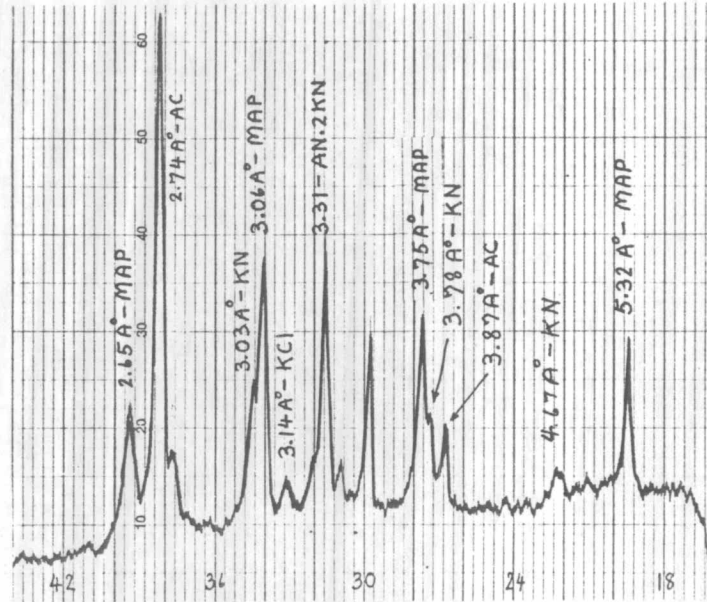


(27)

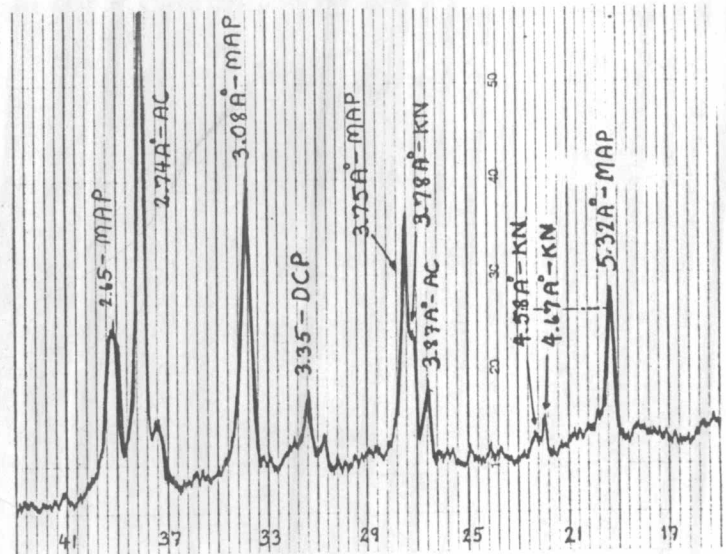
รูปที่ 1.17 A (25) ตัวอย่างปุ๋ยที่ 77 เกรด 12-10-18,  $R = 2^{\circ} 2\theta/\text{นาที}$  ,  $S = 4 \times 8$

(26) ตัวอย่างปุ๋ยที่ 78 เกรด 12-24-12,  $R = 1/2^{\circ} 2\theta/\text{นาที}$  ,  $S = 8 \times 4$

(27) ตัวอย่างปุ๋ยที่ 79 เกรด 12-24-12,  $R = 1/2^{\circ} 2\theta/\text{นาที}$  ,  $S = 8 \times 4$



(28)

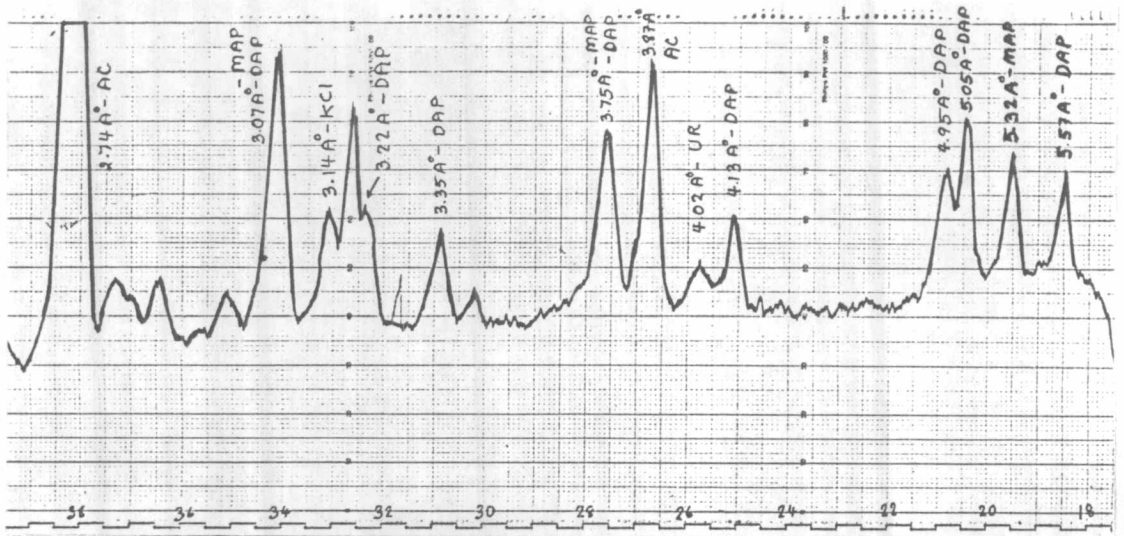


(29)

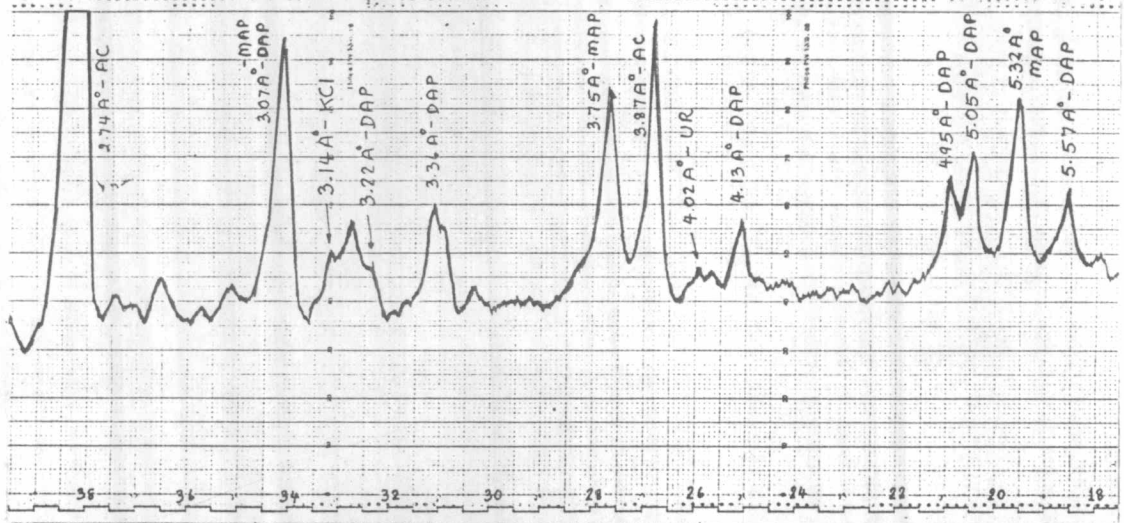
รูปที่ 1.18 A (28) ตัวอย่างนํยที่ 80 เกรด 22-11-11, R = 2° 2θ/นาที , S = 8 x 4

(29) ตัวอย่างนํยที่ 81 เกรด 20-11-11, R = 2° 2θ/นาที , S = 8 x 4

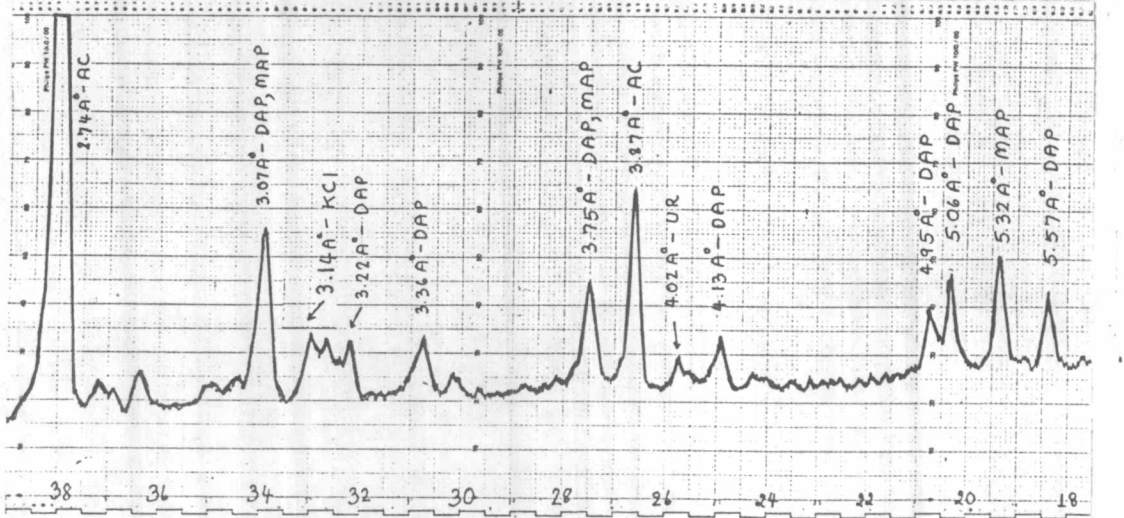




(30)



(31)



(32)

รูปที่ 1.19 A (30) ตัวอย่างบุนที่ 84 เกรด 18-24-6,  $R = 1/2^\circ 2\theta/\text{นาที}$ ,  $S = 2 \times 16$

(31) ตัวอย่างบุนที่ 88 เกรด 18-22-6,  $R = 1/2^\circ 2\theta/\text{นาที}$ ,  $S = 4 \times 8$

(32) ตัวอย่างบุนที่ 96 เกรด 16-20-6,  $R = 1/2^\circ 2\theta/\text{นาที}$ ,  $S = 8 \times 4$



เอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์สเปกตรัมและวิธีการคำนวณหาปริมาณธาตุต่าง ๆ โดยวิธีค่ากำลังสองน้อยที่สุด

เอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์สเปกตรัมของปุ๋ยผสม 6 ตัวอย่างซึ่งวิเคราะห์จากเอ็กซ์เรย์สเปกโตรมิเตอร์ PW 1410/20 AHP โดยใช้ TLAP เป็นผลึกที่ใช้วิเคราะห์ พีคของธาตุต่าง ๆ ที่สามารถแสดงให้เห็นได้ในช่วงมุม  $2\theta = 5 - 60^\circ$  แสดงในตารางที่ 2.1 A และสเปกตรัมของปุ๋ยทั้ง 6 ตัวอย่าง แสดงดังรูปที่ 2.1 A - 2.6 A เป็นสเปกตรัมซึ่งได้จากการชกนมุม  $2\theta$  โดยใช้อัตราการใช้  $2^\circ 2\theta/\text{นาที}$  และมีความเข้มเต็มสเกล =  $1 \times 10^5$  cps

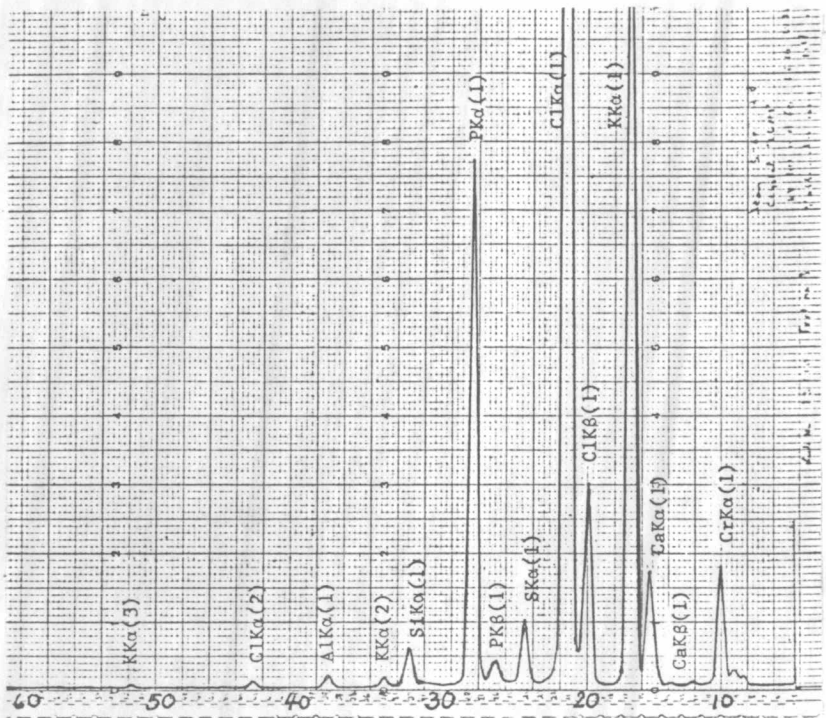
ตารางที่ 2.1 A ธาตุต่าง ๆ ที่สามารถแสดงให้เห็นในการชกนมุม  $2\theta$  ตั้งแต่  $5 - 60^\circ$  ของเอ็กซ์เรย์สเปกโตรมิเตอร์ PW 1410/20 AHP

ธาตุ	ชนิดของพีค	ความยาวคลื่น ( $\text{\AA}$ )	มุม $2\theta$ ที่คำนวณจาก ผลึก TLAP
Na	K $\alpha$ (1)	11.9101	55.10
Mg	K $\alpha$ (1)	9.8900	45.17
Al	K $\alpha$ (1)	8.3401	37.80
	K $\beta$ (1)	7.9600	36.01
Si	K $\alpha$ (1)	7.1262	32.13
	K $\beta$ (1)	6.7530	30.41
P	K $\alpha$ (1)	6.1580	27.67
	K $\beta$ (1)	5.7960	26.02
	K $\alpha$ (2)	12.3160	57.15
S	K $\alpha$ (1)	5.3731	24.09
	K $\beta$ (1)	5.0316	22.54
	K $\alpha$ (2)	10.7462	49.33
	K $\beta$ (2)	10.0632	46.01

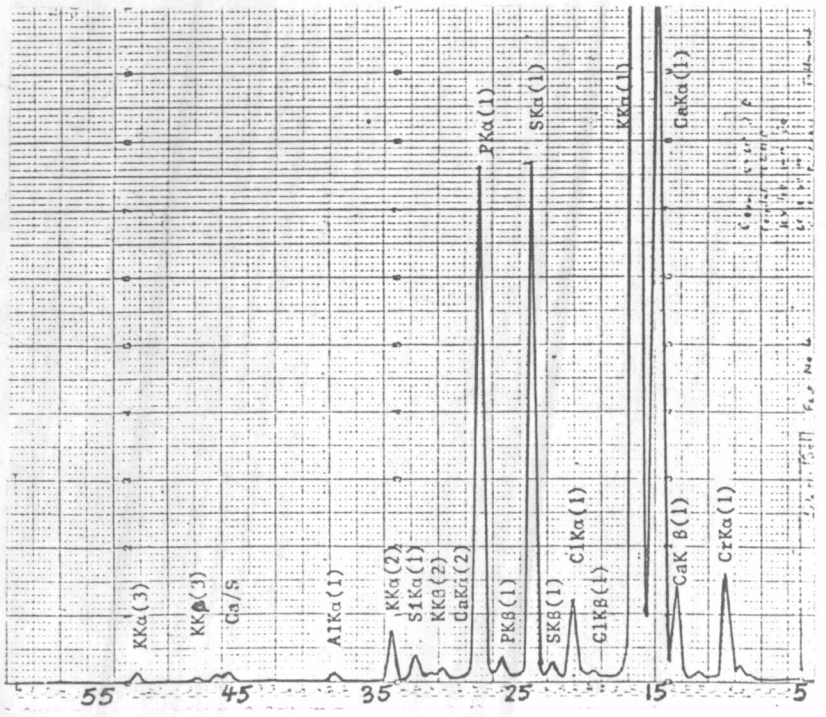
ตารางที่ 2.1 A (ต่อ)

ธาตุ	ชนิดของพีค	ความยาวคลื่น (Å)	มุม 2θ ที่คำนวณจาก ผลึก TLAP
Cl	Kα(1)	4.7288	21.16
	Kβ(1)	4.4034	19.69
	Kα(2)	9.4575	43.10
	Kβ(2)	8.8068	40.00
K	Kα(1)	3.7424	16.71
	Kβ(1)	3.4539	15.42
	Kα(2)	7.4849	33.80
	Kβ(2)	6.9078	31.12
	Kα(3)	11.2273	51.70
	Kβ(3)	10.3620	47.46
Ca	Kα(1)	3.3595	14.99
	Kβ(1)	3.0897	13.78
	Kα(2)	6.7190	30.26
	Kβ(2)	6.1794	27.77
	Kα(3)	10.0784	46.08
	Kβ(3)	9.2691	42.20
Ti	Kα(1)	2.7497	12.26
	Kβ(1)	2.5139	11.21
Cr-tube	Kα(1)	2.2910	10.21
	Kβ(1)	2.0849	9.29
	Kα(2)	4.5820	20.50
	Kβ(2)	4.1697	18.64
	Kα(3)	6.8730	30.96
	Kβ(3)	6.2546	28.12
	Kα(4)	9.1640	41.70
	Kβ(4)	8.3395	37.79
	Kα(5)	11.4550	52.83
	Kβ(5)	10.4244	47.76
Mn	Kα(1)	2.1031	9.37
Fe	Kα(1)	1.9373	8.63

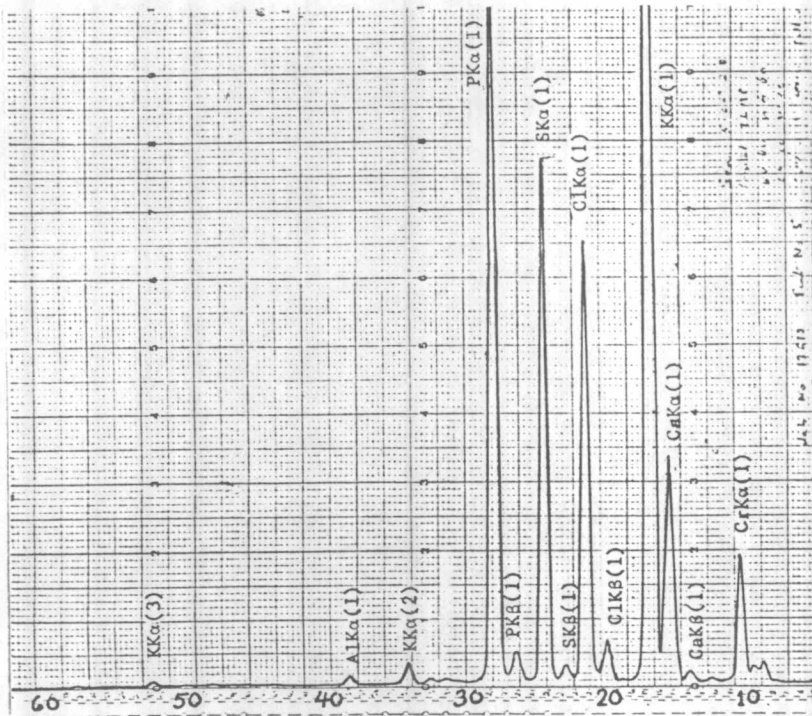




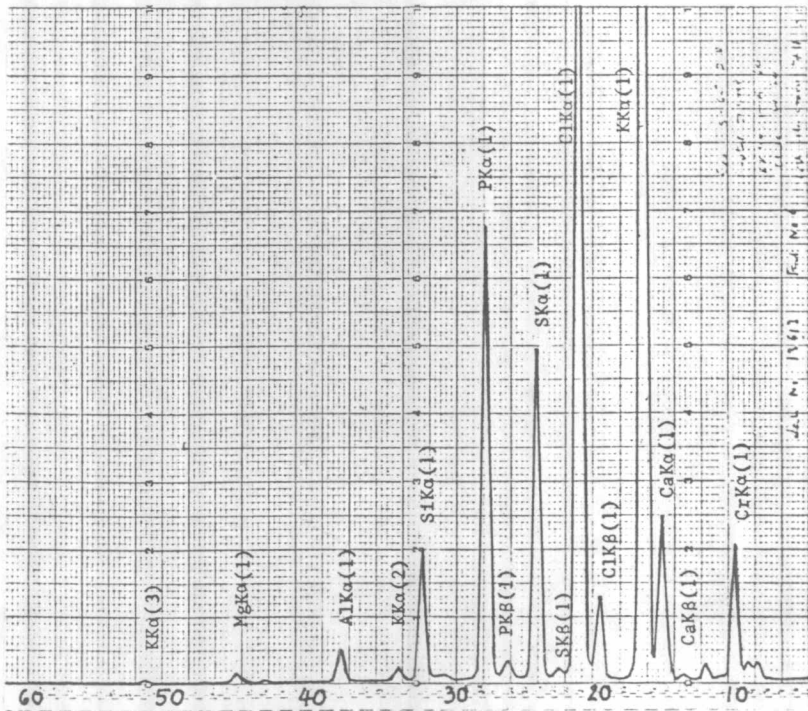
รูปที่ 2.3 A ตัวอย่างปุ๋ยที่ 3 เกรด 16-16-8



รูปที่ 2.4 A ตัวอย่างปุ๋ยที่ 4 เกรด 16-16-8



รูปที่ 2.5 A ตัวอย่างปุ๋ยที่ 5 เกรต 12-24-12



รูปที่ 2.6 A ตัวอย่างปุ๋ยที่ 6 เกรต 10-16-9

การคำนวณหาปริมาณธาตุต่าง ๆ จาก XRFs ซึ่งในที่นี้ได้้นำหลักการของ linear least-squares regression มาใช้เพื่อให้ข้อมูลหรือตำแหน่งของจุดต่าง ๆ ซึ่งมีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงในรูป  $Y = D + EX$  ของข้อมูล  $(X_i, Y_i)$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  เมื่อ  $D$  เป็นจุดตัดและ  $E$  เป็นความลาดซึ่งคำนวณได้จากเครื่องคำนวณ HP9815 A ในตอนแรกจะป้อนข้อมูล  $X$  (KCPS) และ  $Y$  (ความเข้มข้นของธาตุจากการหาปริมาณทางเคมี) เข้าไปในเครื่องคำนวณ ซึ่งจะคำนวณค่า  $D$  และ  $E$  พร้อมกับค่า  $\chi^2$  จากนั้นจึงนำค่า  $X$  ไปคำนวณหาค่า  $\hat{Y}$  อีกทีหนึ่งซึ่งเป็นค่าที่คำนวณสมการเส้นตรงที่ได้ การคำนวณแสดงได้ดังนี้คือ

1. การหาค่า coefficient  $D$  และ  $E$

$$E = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i - \frac{\sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{n}}{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n X_i)^2}{n}}$$

$$X_i = \text{ค่าของ KCPS (kilocounts per second) ที่ } i$$

$$Y_i = \text{ค่าของความเข้มข้นของธาตุที่ } i \text{ ซึ่งหาได้จากกราฟวิเคราะห์ทางเคมี}$$

$$n = \text{จำนวนตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์}$$

$$D = \bar{Y} - E\bar{X}$$

$$\text{เมื่อ } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n}$$

2.  $\gamma^2$  (coefficient of determination)

$$\gamma^2 = \frac{\left[ \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i - \frac{\sum_{i=1}^n X_i \cdot \sum_{i=1}^n Y_i}{n}}{n} \right]^2}{\left[ \frac{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n X_i)^2}{n}}{n} \right] \left[ \frac{\sum_{i=1}^n Y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n Y_i)^2}{n}}{n} \right]}$$

3. การหาค่า  $\hat{Y}$  บนเส้นตรงที่จุดใด ๆ ของ X

$$\hat{Y} = D + EX$$

การคำนวณค่า D, E,  $\gamma^2$  และ Y จะใช้ระบบกึ่งคอมพิวเตอร์โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะวิเคราะห์ใน 472 step machine ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณฟอสฟอรัสในปุ๋ยทั้ง 6 ชนิด โดยเครื่องคำนวณ HP 9815A แสดงดังรูปที่ 2.7 A

นอกจากนี้ยังได้คำนวณหาค่าทางสถิติของผลต่างระหว่างความเข้มข้นของธาตุที่วิเคราะห์ได้จาก XRFs กับความเข้มข้นของธาตุที่วิเคราะห์ทางเคมี ซึ่งได้แก่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และค่า coefficient of variation (C.V)

$$\text{เมื่อ } S.D = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$C.V = \frac{100(S.D)}{\bar{X}} \%$$



LEAST SQUARES REGRESSION (LIN) DISPLAY 1=KCPS OR RATIO 2=CONCENTRATION		COEFFICIENTS	
SAMPLE	1	E=	0.0027027
R =	954.04133	D=	1.5049133
C =	3.69000	R>2=	0.9778771
-----		-----	
SAMPLE	2	ENTER R(X)	
R =	2858.52620	R =	954.04133
C =	9.01000	C(X)=	4.08340
-----		-----	
SAMPLE	3	ENTER R(X)	
R =	2170.15020	R =	2858.52620
C =	7.76000	C(X)=	9.23066
-----		-----	
SAMPLE	4	ENTER R(X)	
R =	2103.28180	R =	2170.15020
C =	7.19000	C(X)=	7.37019
-----		-----	
SAMPLE	5	ENTER R(X)	
R =	3491.15760	R =	2103.28180
C =	10.72000	C(X)=	7.18946
-----		-----	
SAMPLE	6	ENTER R(X)	
R =	2090.82940	R =	3491.15760
C =	7.60000	C(X)=	10.94048
-----		-----	
SAMPLE	7	ENTER R(X)	
		R =	2090.82940
		C(X)=	7.15591

รูปที่ 2.7 A ตัวอย่างการคำนวณค่า E(ความลาด), D(จุดตัด),  $R > 2(\gamma^2$ , relation coefficient) และความเข้มข้นของ P 6 ตัวอย่าง โดยวิธีค่ากำลังสองน้อยที่สุด จากเครื่องคำนวณ HP 9815 A, R เป็นค่า KCPS, C เป็นความเข้มข้นที่คำนวณได้จากทางเคมี C(X) เป็นควมเข้มข้น ซึ่งคำนวณจากสมการเส้นตรงที่ค่า R(X) ใด ๆ

## ประวัติผู้เขียน

นายกิตติ อมรจารุสิริ เกิดเมื่อวันที่ 29 มิถุนายน 2496 ที่จังหวัดกาญจนบุรี ได้รับ  
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อปี พ.ศ. 2519 และ  
ได้เข้าศึกษาชั้นปริญญาโทในสาขาวิชาเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2520  
โดยรับทุนอุดหนุนการศึกษาจากโครงการพัฒนามหาวิทยาลัย

