



5.1 การหาปริมาณธาตุอาหารพืชโดยวิธีทางเคมี

5.1.1 ไนโตรเจน : ปริมาณของธาตุไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียมไนโตรเจน, ไนเตรตไนโตรเจนและยูเรียไนโตรเจน คำนวณได้จากปริมาณของก๊าซแอมโมเนียที่กักกันได้

ตัวอย่างการคำนวณเปอร์เซ็นต์ของแอมโมเนียมไนโตรเจนในปุ๋ยผสมเกรด 16-20-0

$$\% N = \frac{2(V - B)}{W} \times M \times 0.01401 \times 100$$

เมื่อ $M =$ ความเข้มข้นของกรดซัลฟูริกที่ใช้ไตเตรต $= 0.0996 M$

$B =$ ปริมาตรของกรดที่ใช้ในการทำปฏิกิริยากับ blank $= 0.05 \text{ cm}^3$

$W =$ น้ำหนักของตัวอย่างปุ๋ยที่ใช้วิเคราะห์ $= 0.3970 \text{ gm}$

$V =$ ปริมาตรของกรดที่ใช้ในการทำปฏิกิริยากับตัวอย่างปุ๋ย
 $= 22.85 \text{ cm}^3$

$$\begin{aligned} \%N &= \frac{2(22.85 - 0.05)}{0.3970} \times 0.0996 \times 0.01401 \times 100 \\ &= 16.02 \end{aligned}$$

ผลของการทดลองซึ่งได้จากค่าเฉลี่ยของการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 2 ครั้งของปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจน (NH_4^+-N), ไนเตรตไนโตรเจน (NO_3^--N) และยูเรียไนโตรเจน ($\text{U} - \text{N}$) คิดเป็นเปอร์เซ็นต์แสดงดังตารางที่ 5.5

5.1.2 ฟอสฟอรัส : P_2O_5 ในรูปต่าง ๆ กันคือ P_2O_5 ที่ละลายในน้ำ, P_2O_5 ที่ไม่ละลายในซีเตรต, P_2O_5 ทั้งหมด และ P_2O_5 ที่เป็นประโยชน์ต่อพืช คำนวณได้จากสัมพันธระหว่าง absorbance กับความเข้มข้นของสารละลายฟอสฟอรัสมาตรฐาน (ppm) ดังตารางที่ 5.2 และกราฟมาตรฐานรูปที่ 5.1

ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณ P_2O_5 ทั้งหมดในตัวอย่างปุ๋ยเกรด 16-20-0

$$\% P_2O_5 = 250 \times \frac{50}{10^6} \times 100 \times \frac{P}{W \times D} \times 2.29$$

$$P = \text{ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสอ่านจากกราฟ} = 2.42 \text{ ppm}$$

$$W = \text{น้ำหนักของตัวอย่างปุ๋ยที่ใช้วิเคราะห์} = 0.3406 \text{ gm}$$

$$D = \text{ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ใช้} = 1 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} \% P_2O_5 &= 250 \times \frac{50}{10^6} \times 100 \times \frac{2.42}{0.3406 \times 1} \times 2.29 \\ &= 20.35 \end{aligned}$$

ผลการทดลองซึ่งได้จากค่าเฉลี่ยของการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 2 ครั้งของปริมาณ P_2O_5 ที่ละลายในน้ำ ($P_2O_5 - W$), P_2O_5 ที่ไม่ละลายในซีเตรต ($P_2O_5 - I$), P_2O_5 ทั้งหมด ($P_2O_5 - T$), P_2O_5 ที่เป็นประโยชน์ ($P_2O_5 - A$) คิดเป็นเปอร์เซ็นต์แสดงดังตารางที่ 5.5

5.1.3 โพแทสเซียม : โพแทสเซียมในรูปของโพแทสเซียมที่ละลายน้ำและโพแทสเซียมทั้งหมดซึ่งคำนวณได้จากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมมาตรฐาน (ppm) กับความเข้มซึ่งเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่อ่านได้ ดังตารางที่ 5.3 และกราฟมาตรฐานรูปที่ 5.2

ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำในตัวอย่างปุ๋ยเกรด 14-14-21

$$\% K_2O = 500 \times \frac{100}{10^6} \times 100 \times \frac{K}{W \times D} \times 2.41$$

$$K = \text{ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่อ่านได้จากกราฟ} = 16.97 \text{ ppm}$$

$$W = \text{น้ำหนักของตัวอย่างปุ๋ยที่ใช้วิเคราะห์} = 0.9678 \text{ g}$$

$$D = \text{ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ใช้} = 10 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} \% K_2O &= 500 \times \frac{100}{10^6} \times 100 \times \frac{16.97}{0.9678 \times 10} \times 2.41 \\ &= 21.13 \end{aligned}$$

ผลการทดลองซึ่งได้จากค่าเฉลี่ยของการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 2 ครั้งของปริมาณโพแทสเซียม

ในรูปของโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ ($K_2O - W$) และโพแทสเซียมทั้งหมด ($K_2O - T$) คิดเป็นเปอร์เซ็นต์แสดงดังตารางที่ 5.5

5.1.4 แคลเซียมและแมกนีเซียมทั้งหมด : ปริมาณของแคลเซียมและแมกนีเซียมคำนวณได้จากความสัมพันธ์ระหว่าง absorbance กับความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมและแมกนีเซียมมาตรฐาน (ppm) ดังตารางที่ 5.4 และกราฟมาตรฐานรูปที่ 5.3 และ 5.4

ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมดในตัวอย่างปุ๋ยเกรด 10-16-9

$$\% \text{ Mg} = 250 \times \frac{100}{10^6} \times \frac{M}{W \times D} \times 100$$

เมื่อ $M =$ ปริมาณของธาตุแมกนีเซียมจากกราฟ = 2.50 ppm

$W =$ น้ำหนักของตัวอย่างปุ๋ยที่ใช้วิเคราะห์ = 0.3998 g

$D =$ ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ใช้ = 10 cm^3

$$\begin{aligned} \% \text{ Mg} &= 250 \times \frac{100}{10^6} \times \frac{2.50}{0.3998 \times 10} \times 100 \\ &= 1.56 \end{aligned}$$

ผลการทดลองซึ่งได้จากค่าเฉลี่ยของการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 2 ครั้งของปริมาณแคลเซียมทั้งหมด (Ca) และแมกนีเซียมทั้งหมด (Mg) คิดเป็นเปอร์เซ็นต์แสดงดังตารางที่ 5.5

5.1.5 กำมะถันทั้งหมด ปริมาณของกำมะถันทั้งหมดคำนวณได้จากตะกอนของ BaSO_4 ซึ่งเผาที่อุณหภูมิ 800°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณกำมะถันทั้งหมดในตัวอย่างปุ๋ยเกรด 16-20-0

$$\% \text{ S} = B \times 0.1374 \times \frac{100}{W}$$

เมื่อ $W =$ น้ำหนักของตัวอย่างปุ๋ยที่ใช้วิเคราะห์ = 0.9517 g

$B =$ น้ำหนักตะกอน $\text{BaSO}_4 = 1.0427 \text{ g}$

$$\begin{aligned} \% \text{ S} &= 1.0427 \times 0.1374 \times \frac{100}{0.9517} \\ &= 15.05 \end{aligned}$$

ผลการทดลองซึ่งได้จากค่าเฉลี่ยของการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 2 ครั้ง ของปริมาณกำมะถันทั้งหมดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์แสดงดังตารางที่ 5.5

5.1.6 คลอรีนทั้งหมด ปริมาณคลอรีนทั้งหมดวิเคราะห์โดยวิธีโพเทนชิโอเมตริก ไตเตรชัน ซึ่งหาจุดยุติโดยการเขียนกราฟระหว่างค่ามิลลิโวลต์ที่อ่านได้กับปริมาณของ AgNO_3 ที่เติมลงไปแต่ละครั้ง

ตัวอย่างการหาจุดยุติของตัวอย่างปุ๋ยเกรด 10-16-9 โดยการเขียนกราฟแสดงได้จากตารางที่ 5.4 และรูปที่ 5.5 และการคำนวณหาปริมาณคลอรีนทั้งหมดแสดงโดย

$$\% \text{Cl} = \frac{(C - B) \times A}{1000} \times \frac{250}{D} \times 35.453 \times \frac{100}{W}$$

เมื่อ $C =$ ปริมาตรของ AgNO_3 ที่ใช้ไตเตรตกับตัวอย่างปุ๋ย = 13.7 cm^3

$B =$ ปริมาตรของ AgNO_3 ที่ใช้ไตเตรตกับ blank = 0.0

$A =$ ความเข้มข้นของ AgNO_3 ที่ใช้ในการไตเตรต = 0.1004 M

$D =$ ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์ = 50 cm^3

$W =$ น้ำหนักของตัวอย่างปุ๋ยที่ใช้วิเคราะห์ 1.4045 g

$$\begin{aligned} \% \text{Cl} &= \frac{(13.70 - 0) \times 0.1004}{1000} \times \frac{250}{50} \times 35.453 \times \frac{100}{1.4045} \\ &= 17.36 \end{aligned}$$

ผลการทดลองซึ่งได้จากค่าเฉลี่ยของการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 2 ครั้งของปริมาณคลอรีนทั้งหมดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์แสดงดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า absorbance กับความเข้มข้นของธาตุ
ฟอสฟอรัส

ความเข้มข้นของ P (ppm)	Absorbance
1	0.096
2	0.191
3	0.282
4	0.360
5	0.440
6	0.531

ตารางที่ 5.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณไฟฟ้าที่อ่านได้กับความเข้มข้นของธาตุ
โพแทสเซียม

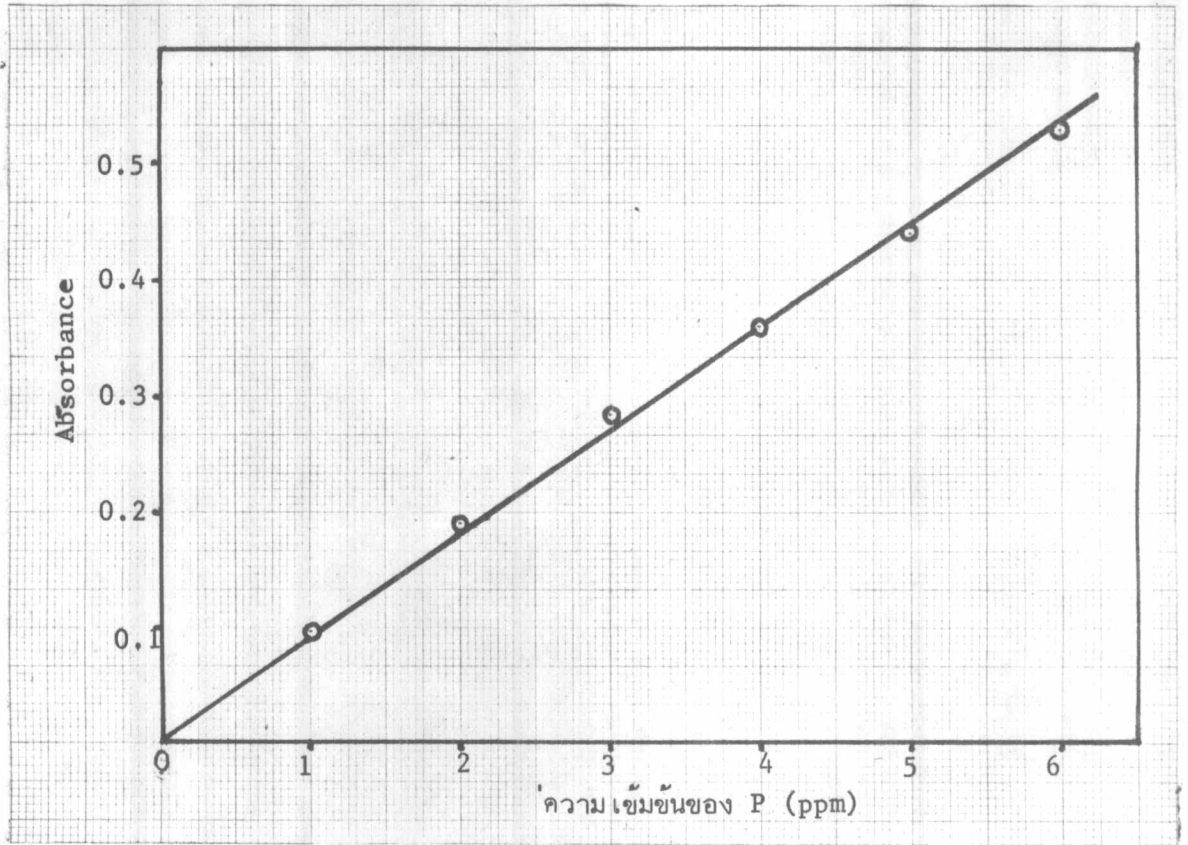
ความเข้มข้นของ K (ppm)	สัญญาณไฟฟ้าที่อ่านได้ (หน่วย)
2.5	15.1
5	30.0
10	59.2
15	89.4
20	100

ตารางที่ 5.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Absorbance กับความเข้มข้นของ Ca และ Mg

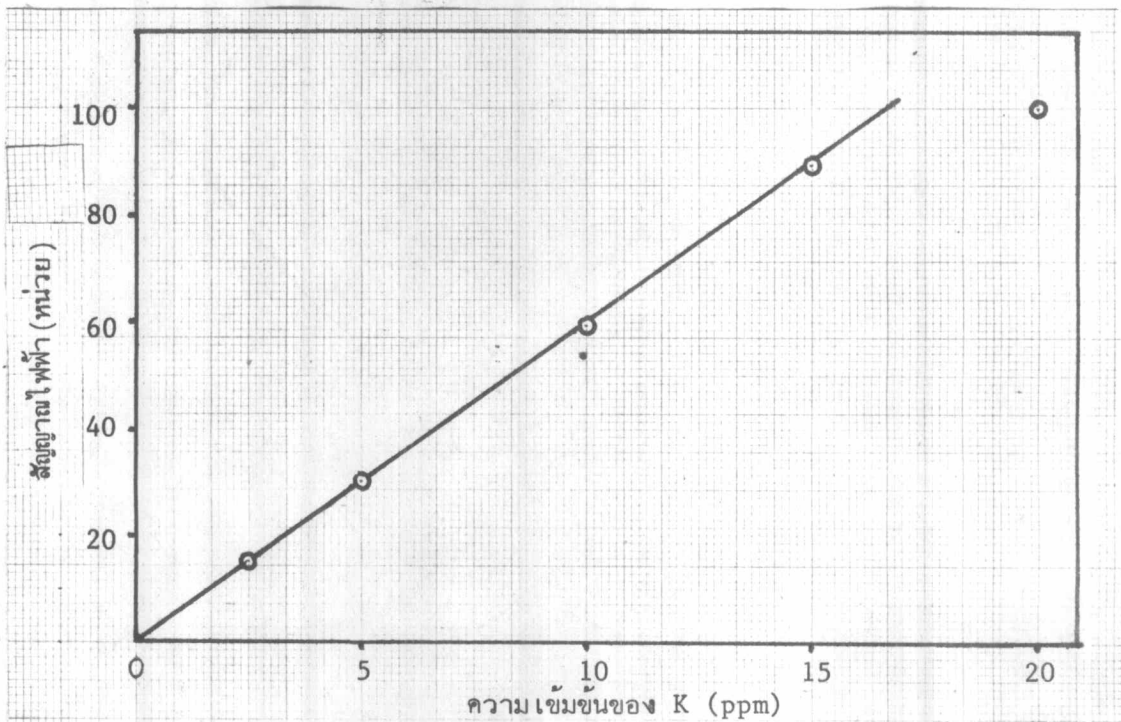
ความเข้มข้นของธาตุ (ppm)	Absorbance	
	Ca	Mg
1		0.10
2	0.07	0.21
3		0.31
4	0.14	0.42
5		0.52
6	0.21	
8	0.29	
10	0.37	

ตารางที่ 5.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ามิลลิโวลต์ (mV) กับปริมาตรของ AgNO_3 0.1004M ในการไตเตรตหาคลอรินทั้งหมดของตัวอย่างปุ๋ยเกรด 10-16-9

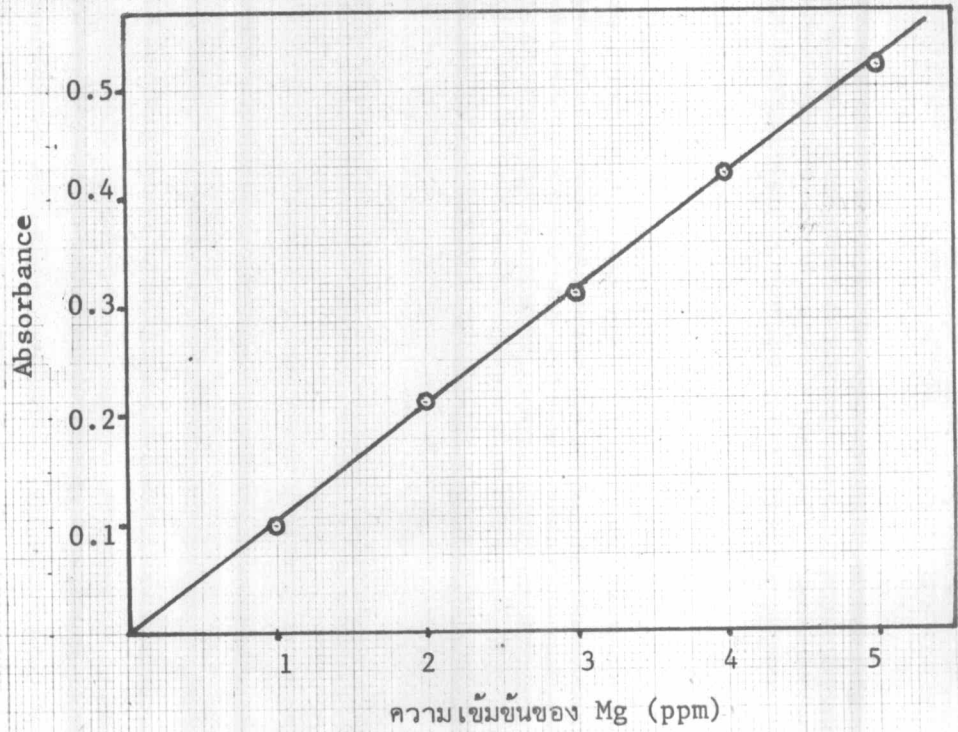
ปริมาตร AgNO_3 (cm^3)	mV	ปริมาตร AgNO_3 (cm^3)	mV
1.0	191	13.2	278
2.0	193	13.3	285
3.0	196	13.4	291
4.0	198	13.5	307
5.0	201	13.6	331
6.0	204	13.8	374
7.0	208	13.9	387
8.0	212	14.1	401
9.0	218	14.5	410
10.0	224	15.0	416
11.0	232	16.0	422
12.0	244	17.0	427
12.5	255	18.0	431
13.0	269	19.0	436
13.1	274	20.0	440



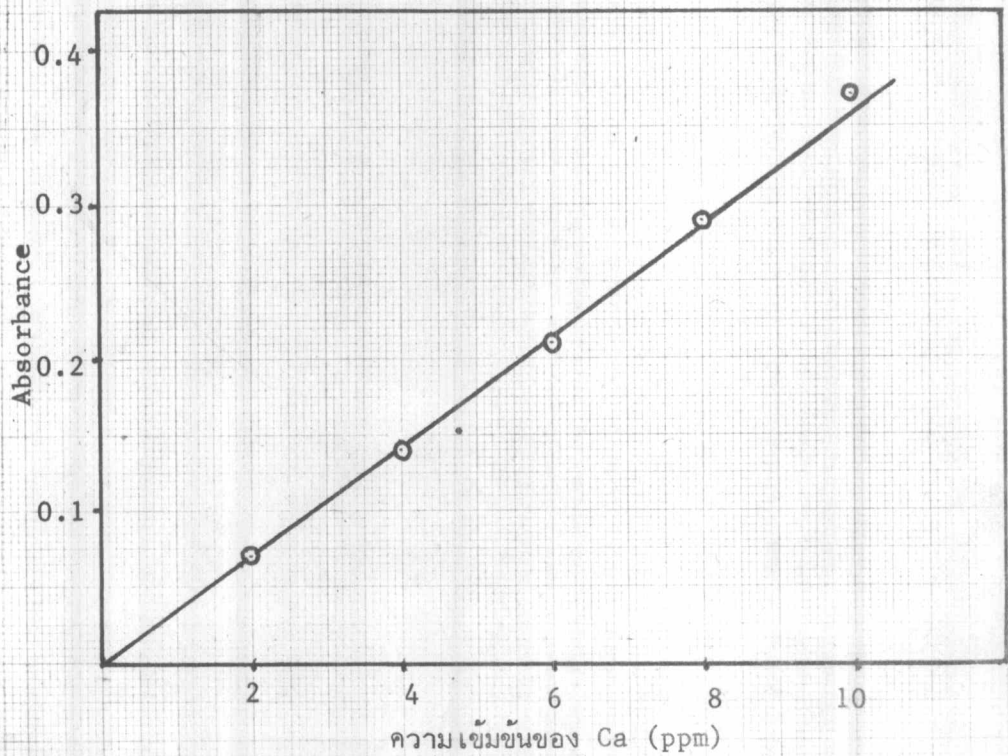
รูปที่ 5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า absorbance กับความเข้มข้นของธาตุ ฟอสฟอรัส



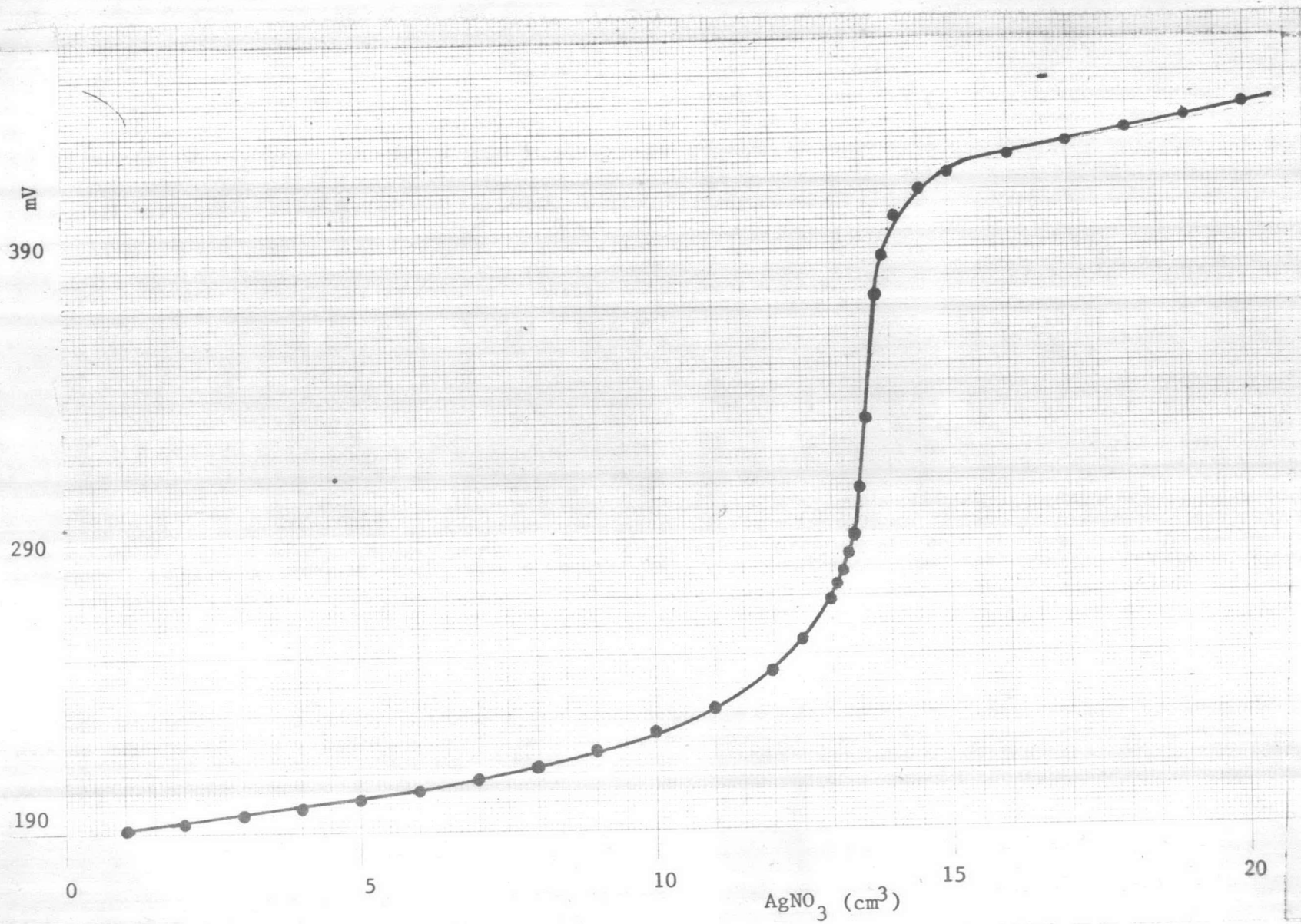
รูปที่ 5.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณไฟฟ้าที่อ่านได้กับความเข้มข้นของธาตุ โพแทสเซียม



รูปที่ 5.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า absorbance กับความเข้มข้นของแมกนีเซียม



รูปที่ 5.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Absorbance กับความเข้มข้นของแคลเซียม



รูปที่ 5.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า mV กับปริมาตรของ AgNO_3 ในการวิเคราะห์หา Cl ทั้งหมดของปุ๋ยสูตร

ตารางที่ 5.5 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุต่าง ๆ ซึ่งได้จากค่าเฉลี่ยของการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 2 ครั้ง ของปุ๋ยผสมเกรดต่าง ๆ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์

ตัวอย่างปุ๋ย	เกรดปุ๋ย	N				P ₂ O ₅				K ₂ O		Ca	Mg	S	Cl
		NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	U-N	T-N	P ₂ O ₅ -W	P ₂ O ₅ -I	P ₂ O ₅ -T	P ₂ O ₅ -A	K ₂ O-W	K ₂ O-T				
1*	16-20-0	16.16	-	-	16.16	21.31	0.09	21.35	21.26	0.10	0.13	1.24	0.09	14.44	0.47
2*	"	16.15	-	-	16.15	20.42	0.03	20.65	20.62	-	0.05	1.36	0.17	14.65	0.42
3*	"	16.24	-	-	16.24	20.53	0.12	20.72	20.60	0.11	0.15	0.52	0.08	14.53	0.50
4*	"	15.96	-	-	15.96	20.38	-	20.33	20.33	-	-	0.21	0.02	14.84	0.43
5*	"	16.44	-	-	16.44	20.21	-	20.47	20.47	0.23	0.20	0.45	0.03	14.86	0.30
6	"	16.37	-	-	16.37	20.00	-	19.71	19.71	0.08	0.12	0.91	0.12	15.03	0.50
7	"	16.10	-	-	16.10	19.95	0.09	19.84	19.75	0.51	0.57	1.25	0.31	14.23	0.05
8	"	16.37	-	-	16.37	20.10	0.15	20.51	20.36	-	0.05	-	-	14.35	0.12
9	"	16.38	-	-	16.38	20.81	0.33	21.25	20.92	-	-	-	-	14.29	0.57
10	"	16.08	-	-	16.08	20.32	0.87	21.13	20.26	-	-	-	-	14.15	0.73
11	"	16.01	-	-	16.01	20.15	0.51	20.60	20.09	-	-	-	-	14.23	0.11
12	"	15.98	-	-	15.98	19.92	0.41	20.43	20.02	0.35	0.41	0.21	0.11	13.47	0.10
13	"	15.97	-	-	15.97	19.98	0.10	21.08	20.98	-	-	-	-	13.77	0.24
14	"	16.47	-	-	16.47	20.66	-	20.99	20.99	-	-	-	-	7.87	16.30

* ปุ๋ยผลิตจากต่างประเทศ

ตารางที่ 5.5 (ต่อ)

ตัวอย่าง ปุ๋ย	เกรดปุ๋ย	N				P ₂ O ₅				K ₂ O		Ca	Mg	S	Cl
		NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ - N	U - N	T - N	P ₂ O ₅ - W	P ₂ O ₅ - I	P ₂ O ₅ - T	P ₂ O ₅ - A	K ₂ O - W	K ₂ O - T				
15	16-20-0	16.05	-	-	16.05	20.48	0.90	20.50	20.41	-	-	-	-	10.88	10.59
16	"	16.20	-	-	16.20	20.50	0.09	20.65	20.56	0.09	0.09	-	-	0.90	33.19
17	"	16.37	-	-	16.37	21.52	0.07	21.38	21.31	-	0.04	0.21	-	0.99	31.74
18	"	16.00	-	-	16.00	20.98	0.02	21.04	21.02	-	-	0.22	-	0.94	31.84
19	"	16.66	-	-	16.66	21.75	0.11	22.07	21.96	-	-	-	-	0.91	32.57
20	"	16.66	-	-	16.66	21.28	0.35	21.55	21.20	0.21	0.31	-	-	0.99	32.37
21	"	16.10	-	-	16.10	20.53	0.04	20.81	20.77	-	0.25	-	-	9.89	30.00
22	"	16.01	-	-	16.01	20.21	0.08	20.66	20.58	0.31	0.42	-	-	10.91	26.91
23	18-22-0	18.05	-	-	18.05	22.81	0.15	22.86	22.71	0.42	0.68	-	-	0.76	35.37
24	"	18.00	-	-	18.00	22.22	-	22.38	22.38	0.51	0.42	-	-	0.86	35.15
25	"	18.13	-	-	18.13	22.08	0.08	22.33	22.25	-	-	-	-	1.34	33.38
26	"	18.20	-	-	18.20	22.35	0.49	22.93	22.44	-	-	-	-	1.34	33.74
27	"	18.26	-	-	18.26	22.28	0.59	22.64	22.05	-	-	-	-	1.18	33.84
28	"	18.70	-	-	18.70	22.00	0.05	21.89	21.84	-	-	-	-	0.98	36.06
29	"	18.68	-	-	18.68	22.12	0.05	22.53	22.48	-	-	-	-	0.96	36.10
30	"	18.21	-	-	18.21	22.54	0.08	22.50	22.42	-	-	-	-	1.09	34.16
31	"	17.89	-	-	17.89	21.42	0.01	21.59	21.58	0.12	0.18	-	-	0.85	35.95
32	"	18.15	-	-	18.15	21.53	0.19	21.97	21.78	0.22	0.27	-	-	0.95	36.67

ตารางที่ 5.5 (ต่อ)

ตัวอย่างปุ๋ย	เกรตปุ๋ย	N				P ₂ O ₅				K ₂ O		Ca	Mg	S	Cl
		NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	U - N	T - N	P ₂ O ₅ -W	P ₂ O ₅ -I	P ₂ O ₅ -T	P ₂ O ₅ -A	K ₂ O - W	K ₂ O-T				
33	18-22-0	18.50	-	-	18.50	21.91	0.02	22.01	21.99	-	-	-	-	0.89	35.89
34	"	18.77	-	-	18.77	21.78	0.02	21.82	21.80	-	-	-	-	0.96	36.28
35*	"	17.83	-	-	17.83	22.13	0.91	23.24	22.33	-	-	-	-	12.39	0.45
36*	"	17.89	-	-	17.89	22.44	0.98	23.38	22.40	-	0.09	-	-	12.67	0.39
37*	26-14-0	14.45	11.56	-	26.01	14.02	-	13.71	13.71	0.25	0.28	1.32	-	0.99	0.72
38*	"	14.55	11.62	-	26.17	13.84	-	13.64	13.64	0.31	0.37	1.35	-	0.97	0.83
39*	"	14.38	11.61	-	25.99	14.08	-	13.75	13.75	0.33	0.34	1.28	-	1.11	0.89
40	20-20-0	14.75	-	5.01	19.76	21.21	0.12	21.39	21.27	-	0.05	-	-	10.80	0.89
41	"	15.07	-	5.12	20.19	21.00	0.48	21.58	21.10	-	-	-	-	10.63	0.92
42	"	14.56	-	5.08	19.64	20.42	0.09	20.43	20.34	-	-	-	-	10.18	1.05
43	"	14.82	-	5.13	19.95	20.58	0.07	20.49	20.42	-	0.09	-	-	10.85	0.99
44*	"	11.34	8.78	-	20.12	15.01	0.09	20.23	20.16	-	-	3.25	0.18	0.99	0.73
45*	"	11.67	8.50	-	20.17	15.23	0.13	20.77	20.64	-	-	3.72	0.15	1.50	0.77
46*	"	11.87	8.33	-	20.20	15.33	0.18	20.31	20.13	-	0.07	2.95	0.05	1.60	0.82
47*	"	11.48	8.45	-	19.93	15.84	0.39	20.67	20.28	0.15	0.20	3.05	0.12	0.99	0.79
48*	"	11.87	8.58	-	20.45	15.42	0.15	20.86	20.71	-	0.12	2.92	0.05	1.43	0.85

ตารางที่ 5.5 (ต่อ)

ตัวอย่างปุ๋ย	เกวตปุ๋ย	N				P ₂ O ₅				K ₂ O		Ca	Mg	S	Cl
		NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	U - N	T - N	P ₂ O ₅ -W	P ₂ O ₅ -I	P ₂ O ₅ -T	P ₂ O ₅ -A	K ₂ O-W	K ₂ O-T				
49	18-24-0	17.91	-	-	17.91	24.35	0.01	24.88	24.87	-	-	-	-	1.45	31.43
50	"	17.92	-	-	17.92	24.42	0.28	24.82	24.54	-	-	-	-	1.43	30.01
51	"	15.83	-	2.01	17.84	24.38	0.25	24.95	24.70	-	-	-	-	9.26	5.85
52	"	17.27	-	0.98	18.25	24.33	-	23.79	23.79	-	-	-	-	9.58	8.04
53*	22-22-0	13.11	9.29	-	22.39	20.05	-	22.25	22.25	0.18	0.22	3.25	0.17	0.59	0.54
54*	23-23-0	14.03	9.12	-	23.15	23.31	-	23.40	23.40	0.05	0.08	2.51	0.02	1.22	0.72
55*	16-16-16	9.38	6.64	-	16.02	16.92	-	16.43	16.40	16.15	16.24	-	-	0.73	12.01
56*	"	9.45	6.65	-	16.10	16.20	-	16.15	16.15	16.02	16.08	-	-	0.85	12.40
57*	"	9.42	6.62	-	16.04	16.01	-	16.42	16.42	16.14	16.22	-	-	0.79	12.32
58*	"	9.46	6.55	-	16.01	15.99	-	16.04	16.04	15.92	16.01	-	-	0.98	11.94
59*	4-16-24	2.98	1.03	-	4.01	14.52	-	16.47	16.47	24.19	24.21	3.35	1.25	8.83	1.68
60*	6-18-24	4.96	1.06	-	6.02	15.38	-	17.98	17.98	24.35	24.42	3.31	1.13	9.26	1.35
61*	20-16-9	10.88	-	-	10.88	16.94	0.12	17.41	17.29	9.42	9.55	-	1.56	4.74	17.15
62*	13-13-21	7.05	6.01	-	13.06	4.51	0.01	12.89	12.88	21.28	21.51	1.72	-	1.03	16.42
63	"	9.45	-	3.43	12.88	13.42	0.03	13.65	13.62	21.35	21.42	-	-	6.52	16.22
64*	"	7.13	6.11	-	13.24	5.07	0.03	12.95	12.92	21.22	21.18	1.25	-	0.88	16.03
65*	14-8-18	7.82	6.41	-	14.23	6.33	-	9.07	9.07	17.22	17.42	2.52	1.97	5.00	10.08

ตารางที่ 5.5 (ต่อ)

ตัวอย่างปุ๋ย	เกรดปุ๋ย	N				P ₂ O ₅				K ₂ O		Ca	Mg	S	Cl
		NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	U - N	T - N	P ₂ O ₅ -W	P ₂ O ₅ -I	P ₂ O ₅ -T	P ₂ O ₅ -A	K ₂ O-W	K ₂ O-T				
66*	14-8-18	7.84	6.47	-	14.31	6.08	-	8.98	8.98	17.31	17.22	2.61	2.01	4.97	10.18
67*	14-14-21	7.98	6.09	-	14.07	5.22	-	14.90	14.90	20.98	21.21	1.33	0.24	0.23	13.27
68*	"	8.16	5.89	-	14.05	5.31	-	13.94	13.94	20.94	21.12	1.42	0.31	0.75	12.52
69*	"	8.30	6.13	-	14.43	5.44	-	14.50	14.50	21.25	21.22	1.35	0.28	0.51	13.29
70	16-16-8	16.87	-	-	16.87	17.02	0.51	17.78	17.27	9.05	9.23	0.19	0.20	0.93	38.30
71*	"	14.92	-	1.32	16.24	16.51	0.07	16.39	16.32	9.12	0.14	-	-	12.78	6.68
72*	"	14.91	-	1.29	16.20	16.18	0.02	16.32	16.30	8.21	8.40	-	-	12.66	6.47
73	12-10-18	11.66	-	0.51	12.17	10.51	0.05	10.81	10.76	18.51	18.42	-	-	10.47	14.26
74	"	11.71	-	0.42	12.13	10.77	0.07	10.98	10.91	18.20	18.22	-	-	10.42	14.99
75	"	11.69	-	0.48	12.17	10.85	0.10	11.01	10.91	18.10	18.21	-	-	10.13	14.53
76	"	11.71	-	0.43	12.14	10.41	0.92	11.28	10.36	18.67	18.52	-	-	10.61	13.34
77	"	11.66	-	0.43	12.09	10.02	0.61	10.74	10.13	18.21	18.64	-	-	10.40	14.67
78*	12-24-12	11.85	-	-	11.94	24.44	-	24.56	24.56	10.09	10.27	-	0.24	8.62	10.23
79	"	11.85	-	-	11.85	24.33	0.21	24.59	24.29	12.53	12.71	-	-	8.94	1.61
80*	22-11-11	12.49	9.50	-	21.99	5.68	-	10.84	10.84	10.92	11.05	1.42	0.24	0.37	7.48
81*	20-11-11	10.83	9.46	-	20.29	5.74	-	11.36	11.36	11.21	11.19	1.35	0.18	1.31	8.49
82*	"	10.97	9.05	-	20.02	5.39	-	10.99	10.99	10.98	11.21	1.27	0.22	1.81	8.55

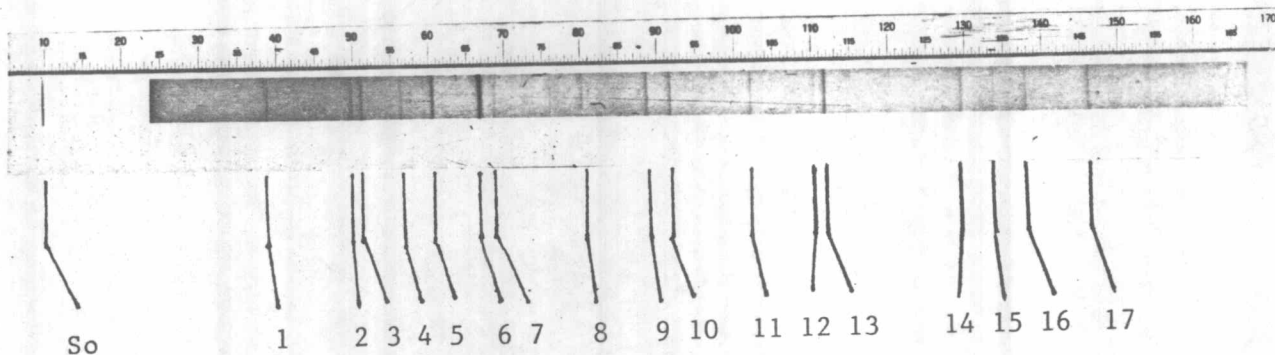
ตารางที่ 5.5 (ต่อ)

ตัวอย่าง ปุ๋ย	เกรดปุ๋ย	N				P ₂ O ₅				K ₂ O		Ca	Mg	S	Cl
		NH ₄ -N	NO ₃ -N	U - N	T - N	P ₂ O ₅ -W	P ₂ O ₅ -I	P ₂ O ₅ -T	P ₂ O ₅ -A	K ₂ O-W	K ₂ O-T				
83	18-24-6	15.31	-	2.52	17.83	24.00	0.08	24.16	24.08	5.87	6.21	-	-	1.84	27.44
84	"	15.66	-	2.36	18.02	24.42	0.05	24.65	24.85	0.05	6.14	-	-	1.02	27.78
85	"	15.68	-	2.41	18.09	24.98	0.12	25.27	22.15	6.54	6.29	-	-	0.98	27.19
86	18-22-6	16.05	-	2.01	18.06	22.35	0.09	22.23	22.14	6.54	6.81	-	-	1.17	30.72
87	"	15.78	-	2.29	18.07	22.22	0.15	22.26	22.11	5.95	6.01	-	-	1.16	31.34
88	"	15.70	-	2.31	18.01	22.21	0.21	22.03	21.82	5.98	6.15	-	-	1.25	31.48
89	16-20-6	15.72	-	1.03	16.75	20.03	0.05	19.76	19.71	6.21	6.18	-	-	1.32	29.85
90	"	15.60	-	0.64	16.24	20.21	0.04	20.19	20.15	6.22	6.09	-	-	1.41	30.22
91	"	15.81	-	0.71	16.52	18.89	0.06	20.22	20.16	6.54	6.84	-	-	1.65	29.48

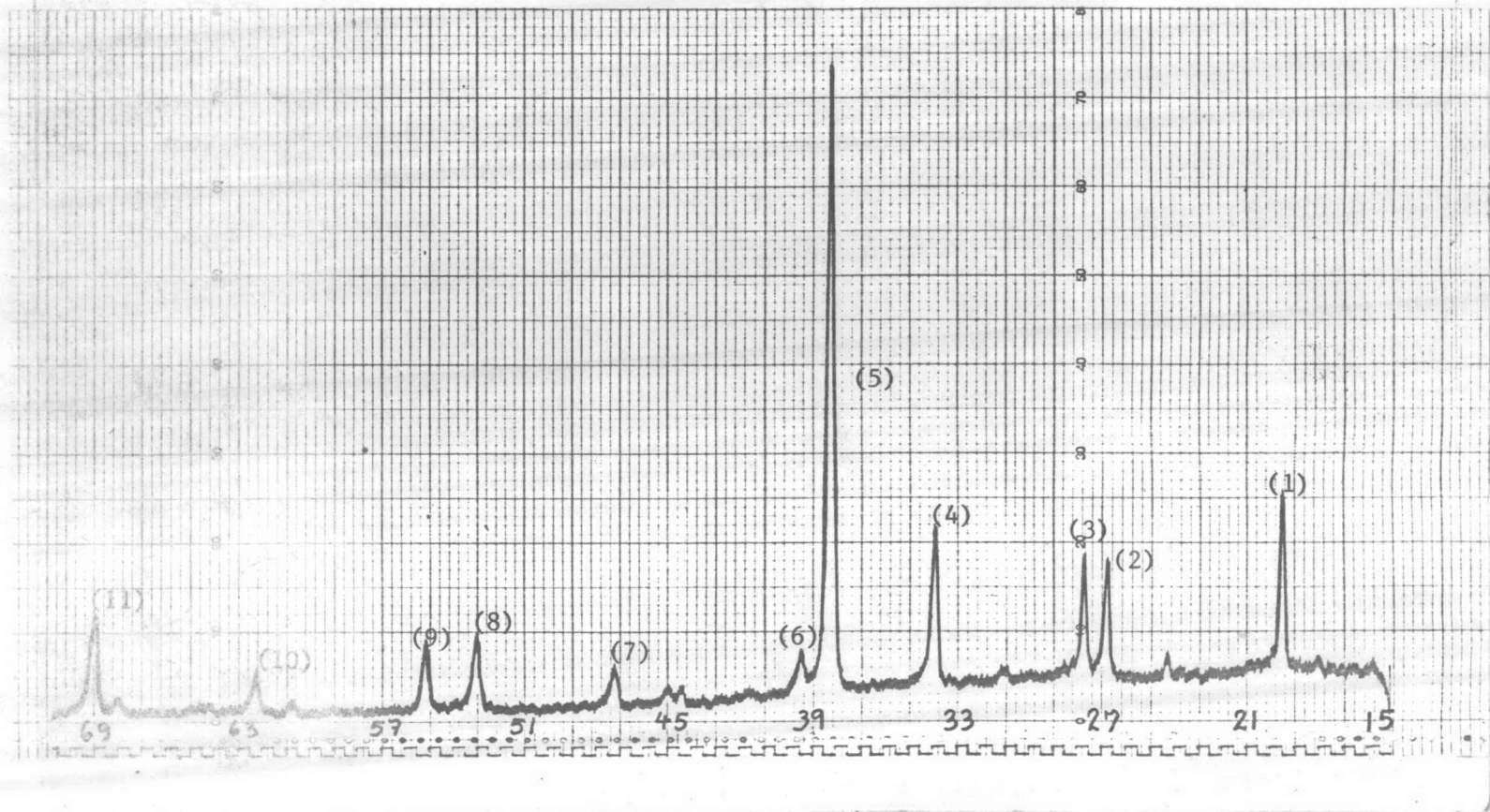
5.2 การวิเคราะห์ทางคุณภาพของปุ๋ยผสมโดยเอ็กซ์เรย์ดิฟแฟรกชันและดิฟแฟรกทอเมตรี

ภาพถ่ายผลึกผงของปุ๋ยผสมที่ได้จากกล้องกีเนียร์-เฮกท์ และดิฟแฟรกชันแพทเทิร์นที่ได้จากดิฟแฟรกทอเมตรี นำมาแปลผลจากค่า $S-S_0$ และค่า 2θ ให้เป็นค่า d พร้อมกับวัดความเข้มของดิฟแฟรกเทคไลน์ (I) ของแต่ละเส้น และคำนวณเป็นความเข้มสัมพัทธ์ (I/I_1) คิดเป็นร้อยละเทียบกับความเข้มของดิฟแฟรกเทคไลน์ที่มีความเข้มสูงสุด (I_1) นำค่า d ที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับ PDF ก็จะได้ทราบส่วนประกอบของปุ๋ยชนิดนั้น ๆ

ในที่นี้จะแสดงข้อมูลและการแปลผลของการวิเคราะห์ปุ๋ยด้วยกล้องกีเนียร์-เฮกท์ XDC-700 และดิฟแฟรกทอเมตรีของปุ๋ยผสมเกรด 18-22-0 ซึ่งมีภาพถ่ายผลึกผงและดิฟแฟรกชันแพทเทิร์น แสดงดังรูปที่ 5.6 และ 5.7



รูปที่ 5.6 ภาพถ่ายผลึกผงของปุ๋ยผสมเกรด 18-22-0 ด้วยกล้องกีเนียร์-เฮกท์ XDC-700 ใช้รังสี $\text{CuK}\alpha(1)$ ($\lambda = 1.54051 \text{ \AA}$) ใช้เวลาในการถ่ายภาพ 2 ชั่วโมง ที่ 34 Kv, 20 mA



รูปที่ 5.7 ดิฟแฟรคชันแพทเทิร์นของนํยผสมเกรด 18-22-0 ชแกนจากดิฟแฟรคทอมีเตอร์ซึ่งมี $\text{CoK}\alpha$ ($\lambda = 1.78890 \text{ \AA}$)
 อัตราการชแกน $2^\circ 2\theta$ หน้าที่ ตั้งแต่มุม $2\theta = 15 - 70^\circ$

ข้อมูลและผลการคำนวณค่า d และ I/I_1 พร้อมทั้งการเปรียบเทียบค่า d กับ PDF ของ
 นุ่ยผสมเกรด 18-22-0 แสดงดังตารางที่ 5.6, 5.7 และ 5.8

ตารางที่ 5.6 ข้อมูลการถ่ายภาพจากกล้องกีเนียร์-เฮกซ์ XDC-700 ของนุ่ยผสมเกรด
 18-22-0 ซึ่งมีค่า $S_0 = 9.68$ mm.

ลำดับเส้น	S (mm)	S - S_0 (mm)	d (Å)	I/I_1
1	38.77	29.09	5.32	33
2	49.82	40.14	3.87	18
3	51.18	41.50	3.75	20
4	56.37	46.89	3.31	5
5	60.48	50.80	3.07	27
6	66.82	57.14	2.74	100
7	68.55	58.84	2.66	5
8	80.21	70.53	2.234	6
9	88.69	79.01	2.005	15
10	91.70	82.02	1.935	13
11	102.05	92.37	1.77	7
12	110.20	100.52	1.60	<5
13	111.72	102.04	1.58	18
14	129.47	119.79	1.37	7
15	133.61	123.93	1.33	5
16	137.89	128.21	1.29	5
17	146.08	136.40	1.224	5

ตารางที่ 5.7 ข้อมูลจากดิฟแฟรคชันแพทเทิร์นของดิฟแฟรคโทมิเตอร์ของยูนิฟสม เกรด
18-22-0

ลำดับเส้น	2θ (องศา)	$d(\text{\AA})$	I/I_1
1	19.45	5.315	28
2	26.66	3.880	18
3	27.67	3.75	18
4	33.88	3.07	27
5	38.13	2.740	100
6	39.46	2.65	5
7	47.24	2.234	4
8	53.00	2.005	13
9	55.10	1.934	12
10	62.23	1.77	6
11	69.0	1.580	15

ตารางที่ 5.8 การเปรียบเทียบค่า d ของปุ๋ยผสมเกรด 18-22-0 ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย กล้องกิเนียร์-เฮกซ์ XDC-700 (A) และ ดิฟแฟรกทอมิเตอร์ (B) กับ PDF

d(Å)		I/I ₁		NH ₄ H ₂ PO ₄			NH ₄ Cl		
A	B	A	B	d(Å)	I/I ₁	hkl	d(Å)	I/I ₁	hkl
5.32	5.135	33	28	5.32	100	101	-	-	-
3.87	3.88	18	18	-	-	-	3.87	25	100
3.75	3.75	20	18	3.75	65	200	-	-	-
3.07	3.07	27	27	3.07	90	112	-	-	-
				3.06	75	211	-	-	-
2.74	2.74	100	100	-	-	-	2.74	100	100
2.66	-	5	-	2.659	18	202	-	-	-
-	2.65	-	5	2.65	16	202	-	-	-
2.234	2.234	6	4	-	-	-	2.23	4	110
2.005	2.005	15	13	2.009	30	-	-	-	-
				2.004	20	-	-	-	-
1.935	1.934	13	12	-	-	-	1.939	8	-
1.77	1.77	7	6	1.773	6	-	-	-	-
1.60	-	<5	-	1.60	10	-	-	-	-
1.58	1.58	18	15	-	-	-	1.582	25	-
1.37	-	7	-	1.37	4	-	1.37	4	-
1.33	-	5	-	1.33	6	-	-	-	-
1.29	-	5	-	1.289	4	-	1.292	4	-
1.224	-	5	-	1.224	4	-	1.225	6	-

จากตารางที่ 5.8 แสดงให้เห็นว่าปุ๋ยผสมเกรด 18-22-0 มี NH₄H₂PO₄ และ NH₄Cl เป็นองค์ประกอบ แพทเทิร์นของสารมาตรฐานพร้อมทั้งค่า d แสดงไว้ในภาคผนวก ผลการวิเคราะห์ทางคุณภาพของปุ๋ยแต่ละชนิดจากภาพถ่ายและดิฟแฟรกชันแพทเทิร์นแสดงได้ดังตารางที่ 5.9 ส่วนแพทเทิร์นของปุ๋ยบางชนิดแสดงไว้ในภาคผนวกที่ 1

ตารางที่ 5.9 ผลการวิเคราะห์ทางคุณภาพของปุ๋ยผสมเกรดต่าง ๆ โดยเอ็กซ์เรย์ดิฟแฟรกชันและดิฟแฟรกทอเมตรี

ตัวอย่างปุ๋ย	เกรดปุ๋ย	องค์ประกอบทางเคมี
1 - 13	16-20-0	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
14 - 15	"	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4Cl
16 - 20	"	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, NH_4Cl , $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
21 - 22	"	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4Cl
23 - 34	18-22-0	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, NH_4Cl
35 - 36	"	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
37 - 39	26-14-0	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, NH_4NO_3
40 - 43	20-20-0	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_2CONH_2
44 - 48	"	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, NH_4NO_3 , CaHPO_4
49 - 50	18-24-0	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, NH_4Cl
51 - 52	"	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4Cl
53	22-22-0	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, NH_4NO_3 , CaHPO_4
54	23-23-0	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, NH_4NO_3
55 - 58	16-16-16	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, NH_4NO_3 , NH_4Cl , KNO_3 , $\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 2\text{KNO}_3$

ตารางที่ 5.9 (ต่อ)

ตัวอย่างปุ๋ย	เกรดปุ๋ย	องค์ประกอบทางเคมี
59	4-16-24	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, NH_4Cl , $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, CaHPO_4 , K_2SO_4 , KNO_3
60	6-18-24	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, NH_4Cl , $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, CaHPO_4 , K_2SO_4 , KNO_3
61	10-16-9	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4Cl , KCl
62	13-13-21	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, NH_4Cl , $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, CaHPO_4
63	"	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4Cl , KCl ,
64	"	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, NH_4Cl , KNO_3 , CaHPO_4
65 - 66	14-8-18	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, NH_4Cl , NH_4NO_3 , $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ CaHPO_4 , KNO_3 , KCl
67 - 69	14-14-21	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, NH_4Cl , CaHPO_4 , KNO_3 , KCl
70	16-16-8	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, NH_4Cl , KCl
71 - 72	"	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4Cl , KCl
73 - 77	12-10-18	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4Cl , KCl

ตารางที่ 5.9 (ต่อ)

ตัวอย่างปุ๋ย	เกรดปุ๋ย	องค์ประกอบทางเคมี
78	12-24-12	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, NH_4Cl , KCl
79	"	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{MgSO}_4$
80	22-11-11	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, NH_4Cl , CaHPO_4 , KNO_3 , $\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 2\text{KNO}_3$
81 - 82	20-11-11	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, NH_4Cl , CaHPO_4 , KNO_3
83 - 85	18-24-6	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, NH_4Cl , NH_2CONH_2 , KCl
86 - 88	18-22-6	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, NH_4Cl , NH_2CONH_2 , KCl
89 -91	16-20-6	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, NH_4Cl , NH_2CONH_2 , KCl

5.3 การวิเคราะห์ปุ๋ยผสมโดยวิธีเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์สเปกโตรสโคปี (XRF) เปรียบเทียบกับการวิเคราะห์ทางเคมี

5.3.1 การตรวจสอบธาตุต่าง ๆ ในปุ๋ยผสม : โดยการชั่งน้ำหนัก ± 0.01 จาก 5° ถึง 60° โดยใช้ TLAP เป็นผลึกที่ใช้วิเคราะห์ ธาตุต่าง ๆ ที่สามารถแสดงให้เห็นได้ในช่วงมุม 2θ ดังกล่าว และแพทเทิร์นของปุ๋ยผสมทั้ง 6 ชนิด แสดงไว้ในภาคผนวกที่ 2

5.3.2 การวิเคราะห์หาปริมาณโดย XRFs เปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ทางเคมี :
 ธาตุที่วิเคราะห์ได้แก่ P, K, S, Ca, Mg และ Cl โดยการใช้ผลึกที่ใช้วิเคราะห์ต่าง ๆ กันซึ่งมีมุม 2θ แสดงในภาคผนวกที่ 2 ในการทดลองได้วัดค่า cps ของปุ๋ยแต่ละชนิด (ซึ่งมีรายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.1 และ 5.10) ทั้งที่เจือจางและไม่เจือจางด้วยอลูมินา 90 เปอร์เซ็นต์ จากค่า cps ที่วัดได้และผลการวิเคราะห์ทางเคมีนำไปคำนวณหาความสัมพันธ์แบบเส้นตรงโดยใช้ linear least - squares regression ซึ่งใช้เครื่องคำนวณ HP 9815A ซึ่งจะคำนวณค่า relation coefficient (γ^2) ระหว่างผลการทดลองทั้งทางเคมีและ XRFs จากนั้นนำค่า cps ไปคำนวณหาปริมาณธาตุดังกล่าวจากสมการเส้นตรงที่คำนวณได้อีกทีหนึ่ง วิธีการคำนวณแสดงในภาคผนวกที่ 2

การคำนวณค่าความเข้มข้นของธาตุต่าง ๆ จากค่า cps นั้นจะคำนวณจาก cps ของพีคที่ใช้วิเคราะห์โดยตรง (R_p) และค่า cps ที่แก้ไขแล้วจากพีคของแบคกราวด์ ($R_p - R_b$) ในกรณีที่มีแบคกราวด์เข้ามาเกี่ยวข้อง ข้อมูลต่าง ๆ ในการทดลองโดยวัดค่า cps ของธาตุต่าง ๆ ตัวอย่างละ 2 ครั้ง แสดงได้ในตารางที่ 5.11 และ 5.12 ผลการทดลองซึ่งได้จากค่าเฉลี่ยของการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 2 ครั้งของปริมาณธาตุต่าง ๆ พร้อมทั้งคำนวณค่าทางสถิติซึ่งได้แก่ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation, S.D) และค่า coefficient of variation, C.V. ของค่าความแตกต่างระหว่างผลการทดลองจาก XRFs และผลการวิเคราะห์ทางเคมี แสดงได้ดังตารางที่ 5.13 และ 5.14

ตารางที่ 5.10 รายละเอียดของตัวอย่างนํ้าทั้ง 6 ตัวอย่างซึ่งใช้ในการวิเคราะห์ด้วย XRFs

ตัวอย่างนํ้า	เกรคนํ้า	ตัวอย่างนํ้าในตารางที่ 5.5	ดิฟแฟรกชันแพทเทิร์น	ฟลูออเรสเซนซ์แพทเทิร์น
1	14 - 8 - 18	65	รูปที่ 1.15 A	รูปที่ 2.1 A
2	16 - 20 - 0	2	รูปที่ 1.3 A, 1.9 A	รูปที่ 2.2 A
3	16 - 16 - 8	70	รูปที่ 1.4 A, 1.16 A	รูปที่ 2.3 A
4	4 - 16 - 24	59	รูปที่ 1.13 A	รูปที่ 2.4 A
5	12 - 24 - 12	78	รูปที่ 1.17 A	รูปที่ 2.5 A
6	10 - 16 - 9	61	รูปที่ 1.14 A	รูปที่ 2.6 A

ตารางที่ 5.11 ข้อมูลที่ได้จากการวัดค่า cps ของบู่ผสมที่ไม่เจือจางด้วยอนุภา

ตัวอย่างบู่	P (Rp)		P (Rp - Rb)	
	1	2	1	2
1	19666	19657	19530	19527
2	43073	43517	42940	43387
3	37010	37153	36839	36982
4	36201	36206	36043	36047
5	52205	53306	52038	53144
6	31762	32224	31631	32092
γ^2	0.9762	0.9778	0.9763	0.9779
	K(Rp)		S (Rp)	
	1	2	1	2
1	186699	180788	23270	22399
2	4981	5229	67459	67626
3	52145	50510	4508	4551
4	215148	205246	35540	35320
5	97438	96286	35836	36170
6	75803	72861	22491	22614
γ^2	0.9728	0.9715	0.9935	0.9936

ตารางที่ 5.11 (ต่อ)

ตัวอย่างน้อย	Mg(Rp)		Mg(Rp - Rb)	
	1	2	1	2
1	1568.8	1431.5	1437.9	1280.3
2	175.1	178.1	114.4	114.7
3	290.1	312.8	161.7	168.1
4	1479.1	1471.5	1341.0	1313.5
5	272.6	279.6	174.7	170.7
6	1567.0	1574.2	1460.4	1452.5
γ^2	0.9396	0.9374	0.9353	0.9318
	Cl(Rp)		Ca(Rp)	
	1	2	1	2
1	48113	47151	182936	182783
2	1236	1207	143853	148652
3	177256	178001	7768	7949
4	6331	6336	235916	243517
5	34265	34835	29766	30279
6	71985	72668	13277	13593
γ^2	0.9963	0.9968	0.9797	0.9783

ตารางที่ 5.12 ข้อมูลที่ได้จากการวัดค่า cps ของปุ๋ยผสมซึ่งเจือจางด้วยอลูมินา 90 เปอร์เซ็นต์

ตัวอย่างปุ๋ย	P (Rp)		P(Rp - Rb)	
	1	2	1	2
1	982.6	976.5	954.0	948.2
2	2885.0	2887.2	2858.5	2861.9
3	2197.3	2210.4	2170.2	2180.7
4	2133.8	2134.9	2103.3	2105.6
5	3522.4	3470.8	3491.2	3440.1
6	2118.9	2068.8	2090.8	2040.9
γ^2	0.9888	0.9878	0.9889	0.9879
	K (Rp)		S (Rp)	
	1	2	1	2
1	116825	114603	1692.1	1753.3
2	3635	3633	5225.9	5648.5
3	30127	43997	361.4	390.0
4	128659	129681	2672.9	2835.0
5	73091	73060	2880.7	3140.6
6	56628	56729	1613.9	1749.7
γ^2	0.9617	0.9824	0.9940	0.9928

ตารางที่ 5.12 (ต่อ)

ตัวอย่างน้อย	Mg (Rp)		Mg (Rp - Rb)	
	1	2	1	2
1	311.1	283.4	204.3	181.9
2	123.2	117.3	26.2	22.5
3	136.1	128.3	31.1	24.4
4	299.0	284.4	187.7	175.5
5	138.6	135.7	32.0	30.2
6	301.6	282.5	195.6	179.7
γ^2	0.9486	0.9549	0.9429	0.9482
	Cl (Rp)		Ca (Rp)	
	1	2	1	2
1	11442	10516	24764	24705
2	420	347	16755	16551
3	42648	41714	2601	2615
4	1735	1553	32766	33317
5	10007	9685	6075	6165
6	18521	17579	3215	3302
γ^2	0.9993	0.9993	0.9904	0.9900

ตารางที่ 5.13 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุต่าง ๆ ของปุ๋ยผสมที่ไม่เจือจางด้วยอลูมินาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของการวิเคราะห์ 2 ครั้ง C เป็นผลการวิเคราะห์ทางเคมี, X(P) เป็นผลการวิเคราะห์ด้วย XRFs เมื่อคิดเฉพาะพืชที่ใช้วิเคราะห์, X(B) เป็นผลการวิเคราะห์เมื่อมีพืชของแบบกราวนมาเกี่ยวข้อง

	ตัวอย่างปุ๋ย						S.D.	C.V. (%)
	1	2	3	4	5	6		
P								
C	3.69	9.01	7.76	7.19	10.72	7.60		
X(P)	4.13	8.99	7.71	7.53	10.93	6.67		
X(P) - C	0.44	- 0.02	- 0.05	0.34	0.21	- 0.93	0.49	6.45
X(B)	4.13	9.00	7.71	7.53	10.93	6.67		
X(B) - C	0.44	- 0.01	- 0.05	0.34	0.21	- 0.93	0.49	6.45
K								
C	14.50	0.05	7.66	20.01	10.02	7.93		
X(P)	16.66	2.05	5.83	18.83	9.55	7.71		
X(P) - C	2.16	1.55	- 1.83	- 1.19	- 0.47	- 0.22	1.56	15.41
S								
C	5.00	14.65	0.93	8.83	8.62	4.74		
X(P)	5.21	15.12	1.16	8.00	8.13	5.15		
X(P)-C	0.21	0.47	0.23	- 0.83	- 0.49	0.41	0.53	7.46

ตารางที่ 5.13 (ต่อ)

	ตัวอย่างย่อย						S.D.	C.V. (%)
	1	2	3	4	5	6		
Cl								
C	10.08	0.42	38.30	1.68	10.23	17.15		
X(P)	11.07	1.91	38.73	2.28	8.23	16.32		
X(P) - C	0.99	0.77	0.43	0.60	- 1.95	- 0.83	1.15	8.86
Ca								
C	2.52	1.36	0.19	3.35	0	0		
X(P)	2.36	1.84	-	3.16	0.20	-		
X(P) - C	- 0.16	0.48	- 0.30	-0.19	0.20	- 0.03	0.29	23.47
X(P [@])	2.38	1.88	0.01	3.15	0.31	0.09		
X(P [@]) - C	- 0.14	0.52	- 0.18	- 0.20	0.31	0.09	0.31	24.60
Mg								
C	1.97	0.17	0.20	2.55	0.24	1.56		
X(P)	1.99	0.12	0.29	1.95	0.26	2.09		
X(P) - C	0.02	- 0.05	0.09	- 0.60	0.02	0.53	0.36	32.23
X(B)	1.97	0.17	0.25	1.93	0.26	2.12		
X(B) - C	0	0	0.05	- 0.62	0.02	0.56	0.37	33.39

@ การหาความสัมพันธ์แบบเส้นตรงคิดเฉพาะตัวอย่าง 1 - 4 เท่านั้น

ตารางที่ 5.14 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุต่าง ๆ ของปุ๋ยผสมที่เจือจางด้วยอลูมินา 90 เปอร์เซ็นต์

คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของการวิเคราะห์ 2 ครั้ง

	ตัวอย่างปุ๋ย						S.D.	C.V. (%)
	1	2	3	4	5	6		
P								
C	3.69	9.01	7.76	7.19	10.12	7.60		
X(P)	4.08	9.26	7.40	7.21	10.91	7.10		
X(P)-C	0.39	0.25	- 0.36	0.02	0.19	- 0.50	0.37	4.78
X(B)	4.08	9.26	7.40	7.21	10.91	7.11		
X(B)-C	0.39	0.25	- 0.36	0.02	0.19	- 0.49	0.36	4.74
K								
C	14.50	0.50	7.66	20.01	10.20	7.93		
X(P)	16.41	1.19	5.76	18.24	10.62	8.40		
X(P)-C	1.91	0.69	- 1.90	- 1.77	0.60	0.47	1.51	14.98
S								
C	5.00	14.65	0.93	8.83	8.62	4.74		
X(P)	5.03	15.12	1.36	7.83	8.52	4.91		
X(P)-C	0.03	0.47	0.43	- 1.00	- 0.10	0.17	0.54	7.55
Cl								
C	10.08	0.42	38.30	1.68	10.23	17.15		
X(P)	10.38	0.82	38.56	2.02	9.44	16.64		
X(P)-C	0.30	0.40	0.26	0.34	- 0.79	- 0.51	0.51	3.95

ตารางที่ 5.14 (ต่อ)

	ตัวอย่างปุ๋ย						S.D.	C.V. (%)
	1	2	3	4	5	6		
Ca								
C	2.52	1.36	0.19	3.35	0	0		
X(P)	2.40	1.49	-	3.34	0.30	-		
X(P)-C	- 0.12	0.13	- 0.29	- 0.01	0.30	- 0.02	0.20	16.37
X(P) [#]	2.43	1.58	0.09	3.30	0.46	0.15		
X(P) [#] -C	- 0.09	0.22	- 0.10	- 0.05	0.46	0.15	0.25	19.84
Mg								
C	1.97	0.17	0.20	2.55	0.24	1.56		
X(P)	2.06	0.10	0.23	2.00	0.29	2.01		
X(P)-C	0.09	- 0.07	0.03	- 0.55	0.05	0.45	0.32	28.84
X(B)	2.08	0.17	0.21	1.95	0.25	2.02		
X(B)-C	0.11	0	0.01	- 0.60	0.01	0.46	0.34	30.54

คัดจากการทำสมการเส้นตรงจากตัวอย่างที่ 1 - 4 เท่านั้น