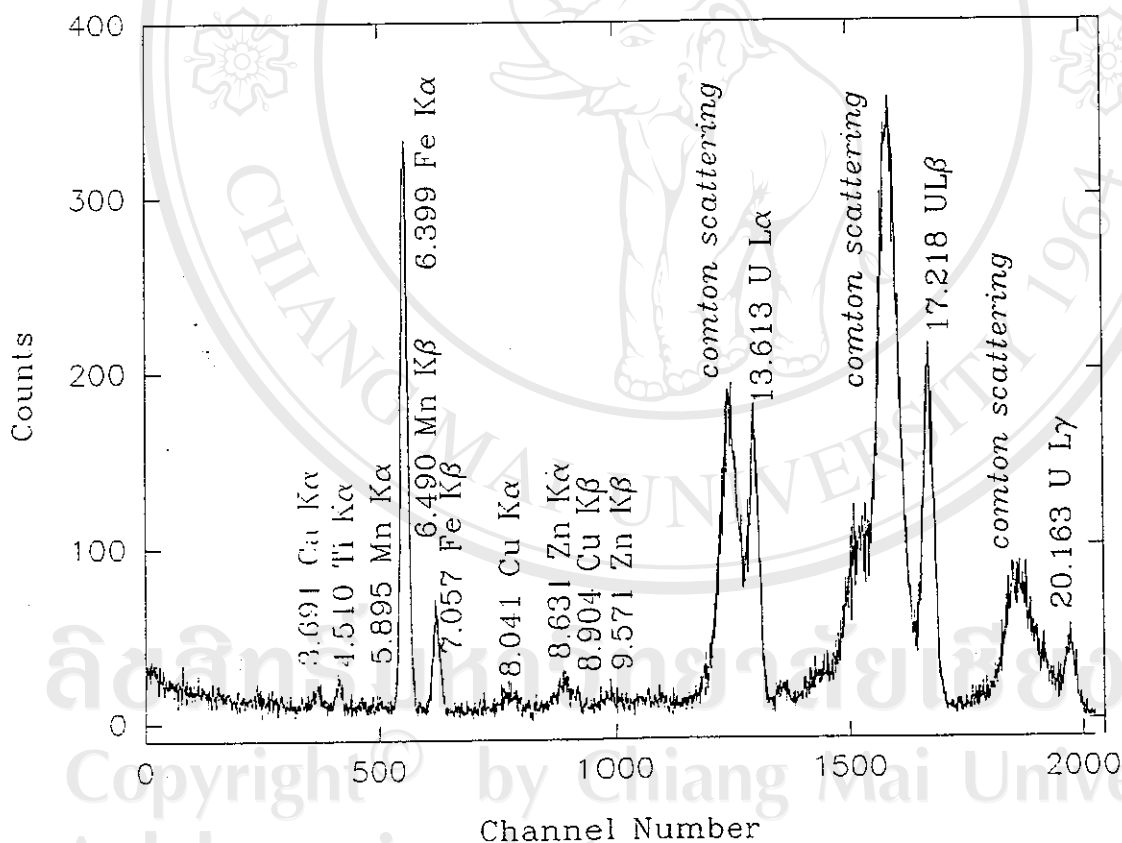


บทที่ 3

ผลการทดลอง

3.1 ผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

จากการนำตัวอย่างดิน ไปตรวจวัดรังสีเอกซ์โดยเครื่องวัดรังสีเอกซ์ ที่มี Pu-238 เป็น
ต้นกำเนิดรังสี ใช้เวลาในการวัด 1800 วินาที ได้สเปกตรัมการดูดกลืนรังสีเอกซ์เฉพาะตัวของธาตุ
ต่าง ๆ ดังรูปที่ 3.1 ค่าของพลังงาน ชนิดของรังสีเอกซ์เฉพาะตัว และพื้นที่ใต้พีค (peak area) ของ
ธาตุที่สนใจคือ Fe, Cu, Zn และ Mn แสดงในตารางที่ 3.1



รูปที่ 3.1 สเปกตรัมรังสีเอกซ์ของธาตุในสารตัวอย่าง จากการกระตุ้นด้วยต้นกำเนิด Pu-238

ตารางที่ 3.1 พลังงาน ชนิดของรังสีเอกซ์เฉพาะตัว และพื้นที่ใต้พีค จากการกระตุ้นของธาตุที่สนใจ

AXTL IBM-PC V3.00	03-04-1996	09:25:34
Spectrum : N01D2T.SPE		1800.s

Fitting Region : channels 19-1152 ; ChiSor = 1.4				
Line	Ener. (keV)	Peak area	st.dev.	Chi_sq
Mn-Ka	5.895	56. ±	17.	1.08
Fe-Ka	6.399	5708. ±	75.	1.29
Cu-Ka	8.041	49. ±	15.	.71
Zn-Ka	8.631	275. ±	23.	2.15

3.2 ผลการศึกษาการดูดกลืนและการแก้การดูดกลืนรังสีเอกซ์ของธาตุในสารตัวอย่าง

ก. ผลการศึกษาการดูดกลืนรังสีเอกซ์ (I_1) ของธาตุของสารตัวอย่าง

จากการวัดรังสีเอกซ์เฉพาะตัวของธาตุ Fe , Cu , Zn และ Mn ที่ค่าพลังงาน 6.399, 8.041, 8.631 และ 5.895 keV ตามลำดับ ของสารมาตรฐานในแต่ละชุดการทดลอง โดยเครื่องวัดรังสี และมี Pu-238 เป็นต้นกำเนิดรังสี ใช้เวลาในการวัด 1800 วินาที เมื่อนำค่าพื้นที่ใต้พีค (count) มาคำนวณหาค่าความเข้มของรังสีเอกซ์ของธาตุ I_1 (cps) ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3.2-3.5 นำผลที่ได้มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มของรังสีเอกซ์ (I_1) ที่วัดได้กับปริมาณโลหะออกไซด์ของตัวอย่างสารมาตรฐานของ Fe , Cu , Zn และ Mn ได้ผลดังรูปที่ 3.2-3.5

ตารางที่ 3.2 ส่วนประกอบ และค่าความเข้มของรังสีเอกซ์ของธาตุหลัก

สารมาตรฐาน % Fe ₂ O ₃	W	I (cps)
5.103	0.01637	9.983
10.234	0.03066	15.660
15.228	0.04606	18.783
20.324	0.06592	21.198
25.044	0.07938	22.198

ตารางที่ 3.3 ส่วนประกอบและค่าความเข้มข้นของรังสีเอ็กซ์ของธาตุทองแดง

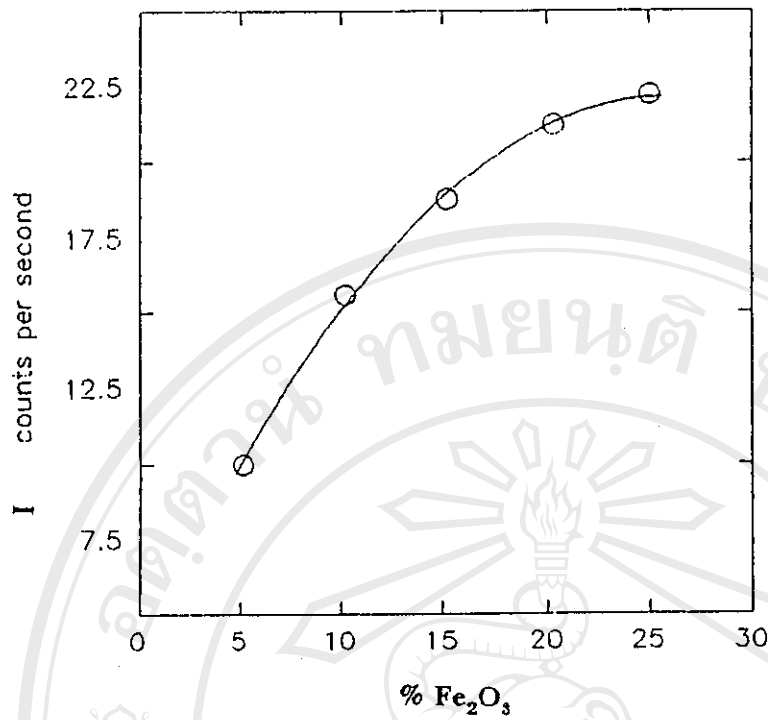
สารมาตรฐาน % CuO	W	I (cps)
0.520	0.00381	8.624
1.066	0.00781	16.514
5.030	0.03813	60.351
8.023	0.06065	80.792
10.122	0.07749	89.523

ตารางที่ 3.4 ส่วนประกอบและค่าความเข้มข้นของรังสีเอ็กซ์ของธาตุสังกะสี

สารมาตรฐาน % ZnO	W	I (cps)
0.259	0.00194	6.210
2.005	0.01427	38.771
5.048	0.03870	81.309
10.264	0.07784	120.079
15.295	0.11698	132.812

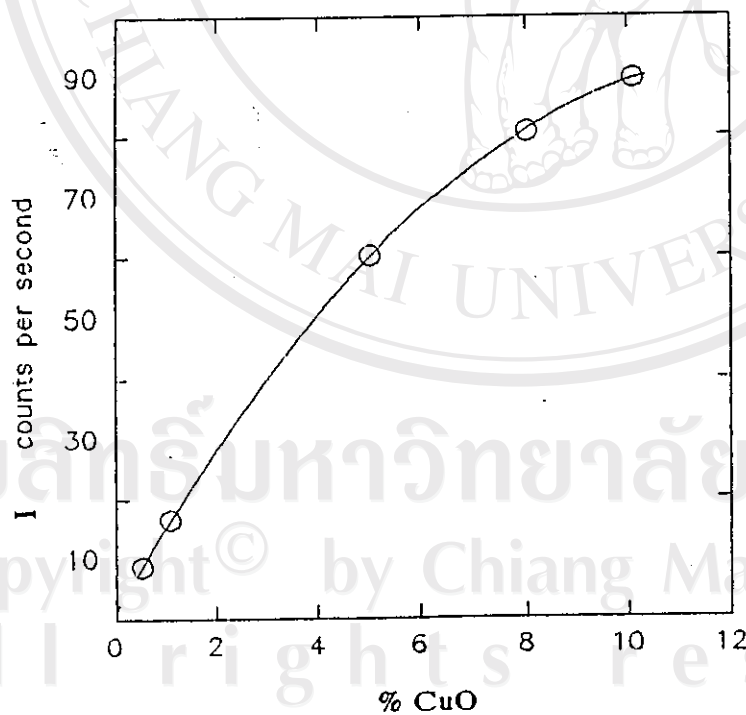
ตารางที่ 3.5 ส่วนประกอบและค่าความเข้มข้นของรังสีเอ็กซ์ของธาตุแมงกานีส

สารมาตรฐาน % MnO ₂	W	I (cps)
0.390	0.00228	1.011
1.000	0.00577	2.738
5.131	0.02900	11.187
10.138	0.05901	18.353
15.015	0.08930	23.213



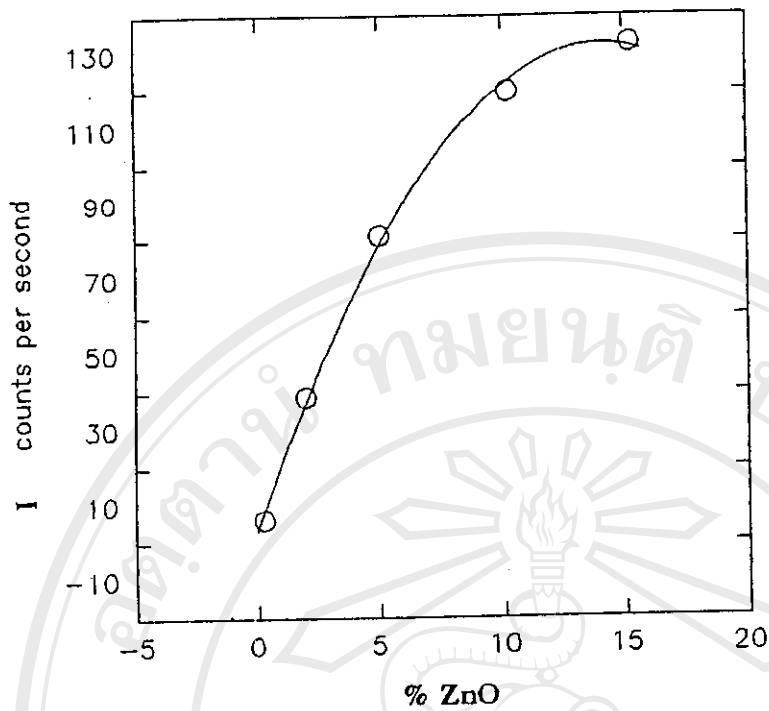
รูปที่ 3.2

ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีเอ็กซ์ของเหล็ก ที่ 6.399 keV ที่วัดได้กับ % Fe_2O_3 ในตัวอย่างสารมาตรฐาน



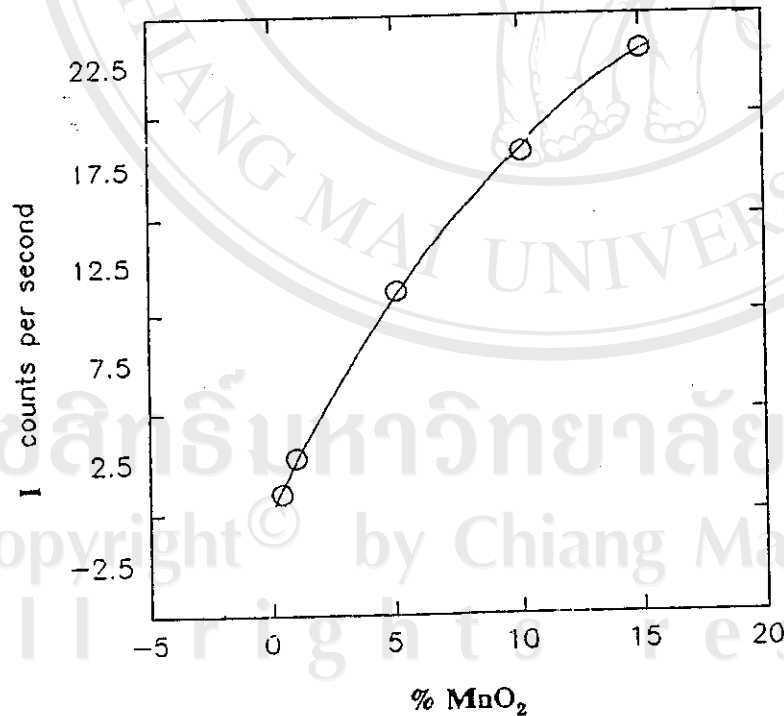
รูปที่ 3.3

ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีเอ็กซ์ของทองแดง ที่ 8.041 keV ที่วัดได้กับ % CuO ในตัวอย่างสารมาตรฐาน



รูปที่ 3.4

ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีเอกซ์ของสังกะสี ที่ 8.631 keV ที่วัดได้กับ % ZnO ในตัวอย่างสารมาตรฐาน



รูปที่ 3.5

ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีเอกซ์ของแมงกานีส ที่ 5.895 keV ที่วัดได้กับ % MnO₂ ในตัวอย่างสารมาตรฐาน

จากผลการทดลองเมื่อศึกษาการดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ของแต่ละธาตุในตัวอย่างสารมาตรฐานต่อการวิเคราะห์เชิงปริมาณ โดยวิธีไอโซโทปเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.2-3.5 จะเห็นว่า ความเข้มของรังสีเอ็กซ์ของธาตุแต่ละชนิดที่วัดได้จะแปรผันโดยตรงกับปริมาณของธาตุนั้นๆ เฉพาะที่ร้อยละของโลหะออกไซด์ในตัวอย่างมีปริมาณต่ำ ๆ เท่านั้น แต่เมื่อมีปริมาณเพิ่มขึ้น จะพบว่า เกิดการเบี่ยงเบนของกราฟไปจากเส้นตรง เนื่องจากผลของแมทริกซ์ (matrix effect) จึงต้องมีการแก้ การดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ให้ถูกต้อง โดยใช้ E-T method

ข. ผลการศึกษาการแก้การดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ของสารตัวอย่าง

จากการศึกษาการแก้การดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ของสารตัวอย่าง โดยใช้ E-T method เมื่อทำการหา I' ของธาตุที่ต้องการจะวิเคราะห์ โดยการนำเป่าซึ่งเป็นสารผสมระหว่างออกไซด์ของ โลหะทั้ง 4 ชนิด (Fe_2O_3 , CuO , ZnO , MnO_2) กับแป้งมัน ไปวัดความเข้มรังสีเอ็กซ์ของธาตุแต่ละ ชนิดจะได้ค่า I' ของธาตุ Fe, Cu, Zn และ Mn ตามลำดับดังนี้ 9.788, 7.538, 54.958 และ 6.82 cps

ข.1 ตัวอย่างสารมาตรฐานเหล็ก จากค่าความเข้มรังสีเอ็กซ์ของเหล็ก จากตัวอย่าง สารมาตรฐาน ค่าความเข้มรังสีเอ็กซ์ของเหล็กที่ได้จากการวัดเมื่อนำตัวอย่างสารมาตรฐานมาบังเป่า และค่าความเข้มรังสีเอ็กซ์ของเหล็กจากเป่า รวมทั้งค่าความหนาเชิงมวลของสารมาตรฐาน ซึ่งเป็นค่าน้ำหนักของตัวอย่างหลังอัดเป็นเม็ดแล้ว ต่อ 1 หน่วยพื้นที่ โดยพื้นที่ของทุกตัวอย่างมีค่า 6.16 cm^2 (I , I'' , I' และ ρ_{std}) สามารถนำไปคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรวม (χ) ของตัวอย่าง Fe มาตรฐานได้ ตามตัวอย่างการคำนวณในภาคผนวก ก. ดังผลที่แสดงในตารางที่ 3.6 (ก)

จากตารางที่ 3.6 (ก) พบว่าตัวอย่างสารมาตรฐาน 20.324 % และ 25.044 % Fe_2O_3 ไม่สามารถหาค่า χ โดย E-T method ได้ เนื่องจากเป็นตัวอย่างที่มีความหนานั่นทำให้ไม่สามารถ วัดค่า $I'' - I$ ได้ ($\chi \rho_{\text{std}}$ มีค่ามากกว่า 5.298) จึงต้องทำการเจือจาง (dilute) ตัวอย่างลงประมาณ 10 เท่า เพื่อให้สามารถหาค่า $I'' - I$ ได้ ผลที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.6 (ข)

ค่าแก้การดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ (F) ของเหล็ก และความเข้มรังสีภายหลังการแก้การดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ของเหล็กมาตรฐาน (I_{corr}) ซึ่งเป็นผลคูณของ I และ F ($I_{\text{corr}} = I \cdot F$) แสดงใน ตารางที่ 3.7 ก. และ ข. สารมาตรฐาน 20.324% และ 25.044% Fe_2O_3 ที่ได้เจือจางไว้ จะต้องนำค่าแฟกเตอร์การเจือจาง (dilute factor) มาคูณ จึงจะได้ค่า I_{corr} ตามต้องการ

All rights reserved

ตารางที่ 3.6 ก. ค่าความหนาเชิงมวล ($\rho_m D$) และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเชิงมวลรวม (χ) ของตัวอย่างสารมาตรฐานของเหล็ก

สารมาตรฐาน % Fe_2O_3	W	I (cps)	I^{s+t} (cps)	$I^{s+t}-I$ (cps)	$(I^{s+t}-I)/I^t$	$\rho_m D$ (g/cm^2)	χ
5.103	0.01637	9.983	10.383	0.400	0.041	0.149	21.459
10.234	0.03066	15.660	15.780	0.120	0.012	0.139	31.665
15.228	0.04606	18.783	18.845	0.062	0.006	0.140	36.160
20.324	0.06592	21.198	20.794	-	-	-	-
25.044	0.07938	22.198	22.111	-	-	-	-

ตารางที่ 3.6 ข. ค่าความหนาเชิงมวล ($\rho_m D$) และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเชิงมวลรวม (χ) ของตัวอย่างสารมาตรฐานของเหล็ก หลังการเจือจางตัวอย่าง

สารมาตรฐาน % Fe_2O_3	W	I (cps)	I^{s+t} (cps)	$I^{s+t}-I$ (cps)	$(I^{s+t}-I)/I^t$	$\rho_m D$ (g/cm^2)	χ
20.324	0.00643	4.742	5.487	0.745	0.076	0.147	17.521
25.044	0.00772	6.017	6.744	0.727	0.074	0.142	18.310

ตารางที่ 3.7 ก. ค่าความเข้มรังสีเอ็กซ์ (I) ค่าแก้การดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ (F) ของตัวอย่างเหล็ก และความเข้มรังสีที่ถูกต้อง (I corr)

สารมาตรฐาน % Fe_2O_3	I (cps)	F	I corr (cps)
5.103	9.983	22.373	230.086
10.234	15.660	32.058	502.892
15.228	18.783	36.391	678.796

ตารางที่ 3.7 ข. ค่าความเข้มรังสีเอ็กซ์ของเหล็ก (I dil) ค่าแก้การดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ (F) ของตัวอย่างเหล็ก และความเข้มรังสีที่ถูกค้อง (I dil, corr) หลังการเจือจางตัวอย่าง

สารมาตรฐาน % Fe ₂ O ₃	I dil (cps)	F	I dil, corr (cps)	dil factor	I corr (cps)
20.324	4.742	18.964	89.929	9.9731	896.87
25.044	6.017	19.779	119.011	9.8971	1177.86

ข.2 ตัวอย่างสารมาตรฐานทองแดง

จากการใช้ E-T method เพื่อแก้การดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ของทองแดง โดยวิธีเดียวกับ Fe ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 3.8 ก., ข. และ 3.9 ก., ข. ในตารางที่ 3.8 ข. เป็นการเจือจางตัวอย่างที่มี 5.030, 8.023 และ 10.122% CuO 10 เท่า เพื่อให้ทำการวัดค่า I^{3+} -I ได้

ตารางที่ 3.8 ก. ค่าความหนาเชิงมวล ($\rho_m D$) และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเชิงมวลรวม (χ) ของตัวอย่างสารมาตรฐานของทองแดง

สารมาตรฐาน % CuO	W	I (cps)	I^{3+} (cps)	I^{3+} -I (cps)	$(I^{3+}-I)/I^{\dagger}$	$\rho_m D$ (g/cm ²)	χ
0.520	0.00381	8.624	11.819	3.195	0.424	0.149	5.761
1.066	0.00781	16.514	18.891	2.377	0.315	0.149	7.746
5.030	0.03813	60.351	59.144	-	-	-	-
8.023	0.06065	80.792	78.291	-	-	-	-
10.122	0.07749	89.523	88.375	-	-	-	-

ตารางที่ 3.8 ข. ค่าความหนาเชิงมวล ($\rho_m D$) และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเชิงมวลรวม (χ) ของตัวอย่างสารมาตรฐานของทองแดง หลังการเจือจางตัวอย่าง

สารมาตรฐาน % CuO	W	I (cps)	I^{st} (cps)	$I^{st}-I$ (cps)	$(I^{st}-I)/I^t$	$\rho_m D$ (g/cm ²)	χ
5.030	0.00348	8.071	10.725	2.654	0.352	0.140	7.456
8.023	0.00596	12.807	15.611	2.804	0.372	0.150	6.593
10.122	0.00721	15.251	17.967	2.716	0.360	0.145	7.040

ตารางที่ 3.9 ก. ค่าความเข้มรังสีเอ็กซ์ (I) ค่าแก้การดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ (F) ของตัวอย่างทองแดง และความเข้มรังสีที่ถูกต้อง (I corr)

สารมาตรฐาน % CuO	I (cps)	F	I corr (cps)
0.520	8.621	9.999	86.201
1.066	16.514	11.313	186.791

ตารางที่ 3.9 ข. ค่าความเข้มรังสีเอ็กซ์ของทองแดง (I dil) ค่าแก้การดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ (F) ของตัวอย่างทองแดง และความเข้มรังสีที่ถูกต้อง (I dil, corr) หลังการเจือจางตัวอย่าง

สารมาตรฐาน % CuO	I dil (cps)	F	I dil, corr (cps)	dil factor	I corr (cps)
5.03	8.071	11.508	92.883	9.986	927.529
8.023	12.807	10.498	134.444	9.973	1340.812
10.122	15.251	11.005	167.841	10.021	1681.937

ข.3 ตัวอย่างสารมาตรฐานสังกะสี

จากการใช้ E-T method เมื่อแก้การดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ของสังกะสี โดยวิธีเดียวกับ Fe ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 3.10 ก., ข. และ 3.11 ก., ข. ในตารางที่ 3.10 ข. เป็นการเจือจางตัวอย่างที่มี 5.048, 10.264 และ 15.295% ZnO 10-20 เท่า เพื่อให้ทำการวัดค่า $I^{++}-I$ ได้

ตารางที่ 3.10 ก. ค่าความหนาเชิงมวล ($\rho_m D$) และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเชิงมวลรวม (χ) ของตัวอย่างสารมาตรฐานของสังกะสี

สารมาตรฐาน % ZnO	W	I (cps)	I^{++} (cps)	$I^{++}-I$ (cps)	$(I^{++}-I)/I^t$	$\rho_m D$ (g/cm ²)	χ
0.259	0.00194	6.210	22.864	16.654	0.303	0.151	7.907
2.005	0.01427	38.771	51.358	12.587	0.229	0.144	10.235
5.048	0.03870	81.309	79.658	-	-	-	-
10.264	0.07784	120.079	113.597	-	-	-	-
15.295	0.11698	132.81	127.898	-	-	-	-

ตารางที่ 3.10 ข. ค่าความหนาเชิงมวล ($\rho_m D$) และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเชิงมวลรวม (χ) ของตัวอย่างสารมาตรฐานของสังกะสี หลังการเจือจางตัวอย่าง

สารมาตรฐาน % ZnO	W	I (cps)	I^{++} (cps)	$I^{++}-I$ (cps)	$(I^{++}-I)/I^t$	$\rho_m D$ (g/cm ²)	χ
5.048	0.00379	11.423	26.001	14.578	0.265	0.152	8.562
10.264	0.00761	20.840	34.807	13.967	0.254	0.150	8.953
15.295	0.00583	16.647	31.776	15.129	0.275	0.154	8.322

ตารางที่ 3.11 ก. ค่าความเข้มรังสีเอ็กซ์ (I) ค่าแก้การดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ (F) ของตัวอย่างสังกะสี และความเข้มรังสีที่ถูกต้อง (I corr)

สารมาตรฐาน % ZnO	I (cps)	F	I corr (cps)
0.259	6.210	11.345	70.449
2.005	38.771	13.276	514.725

ตารางที่ 3.11 ข. ค่าความเข้มรังสีเอ็กซ์ของสังกะสี (I dil) ค่าแก้การดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ (F) ของตัวอย่างสังกะสี และความเข้มรังสีที่ถูกต้อง (I dil, corr) หลังการเจือจางตัวอย่าง

สารมาตรฐาน % ZnO	I dil (cps)	F	I dil corr (cps)	dil factor	I corr (cps)
5.048	11.423	11.653	133.107	9.986	1329.208
10.264	20.840	12.004	250.166	10.012	2504.665
15.295	16.647	11.484	199.167	19.960	3815.699

ข.4 ตัวอย่างสารมาตรฐานแมงกานีส

จากการใช้ E-T method เมื่อแก้การดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ของแมงกานีส โดยวิธีเดียวกับ Fe ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 3.12 ก., ข. และ 3.13 ก., ข. ในตารางที่ 3.12 ข. เป็นการเจือจางตัวอย่างที่มี 5.131, 10.138 และ 15.015% MnO_2 20 เท่า เพื่อให้ทำการวัดค่า $I'' - I$ ได้

ตารางที่ 3.12 ก. ค่าความหนาเชิงมวล ($\rho_m D$) และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเชิงมวลรวม (χ) ของสารมาตรฐานของแมงกานีส

สารมาตรฐาน % MnO_2	W	I (cps)	I^{s+t} (cps)	$I^{s+t}-I$ (cps)	$(I^{s+t}-I)/I^t$	$\rho_m D$ (g/cm^2)	χ
0.390	0.00228	1.011	1.385	0.37400	0.05484	0.152	19.356
1.000	0.00577	2.738	2.966	0.22811	0.03345	0.148	22.957
5.131	0.02900	11.187	10.856	-	-	-	-
10.138	0.05901	18.353	17.418	-	-	-	-
15.015	0.08930	23.213	23.079	-	-	-	-

ตารางที่ 3.12 ข. ค่าความหนาเชิงมวล ($\rho_m D$) และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเชิงมวลรวม (χ) ของสารมาตรฐานของแมงกานีส หลังการเจือจางตัวอย่าง

สารมาตรฐาน % MnO_2	W	I (cps)	I^{s+t} (cps)	$I^{s+t}-I$ (cps)	$(I^{s+t}-I)/I^t$	$\rho_m D$ (g/cm^2)	χ
5.131	0.00155	0.739	1.056	0.317	0.046	0.155	21.164
10.138	0.00302	1.506	1.838	0.332	0.049	0.152	20.150
15.015	0.00447	2.024	2.284	0.260	0.038	0.153	21.353

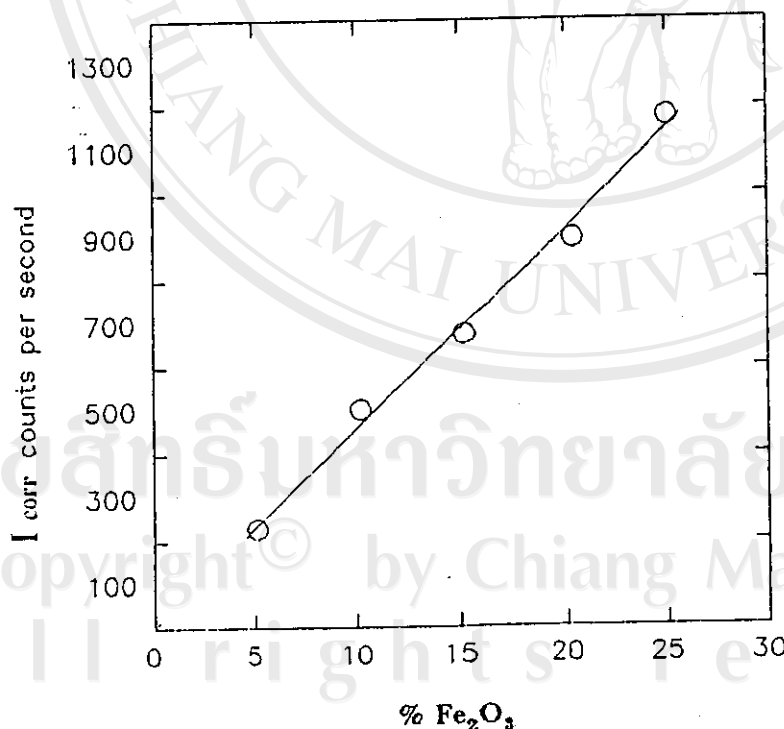
ตารางที่ 3.13 ก. ค่าความเข้มรังสีเอ็กซ์ (I) ค่าแก้การดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ (F) ของตัวอย่างแมงกานีส และความเข้มรังสีที่ถูกต้อง (I corr)

สารมาตรฐาน % MnO_2	I (cps)	F	I corr (cps)
0.390	1.011	20.478	20.704
1.000	2.738	23.752	65.270

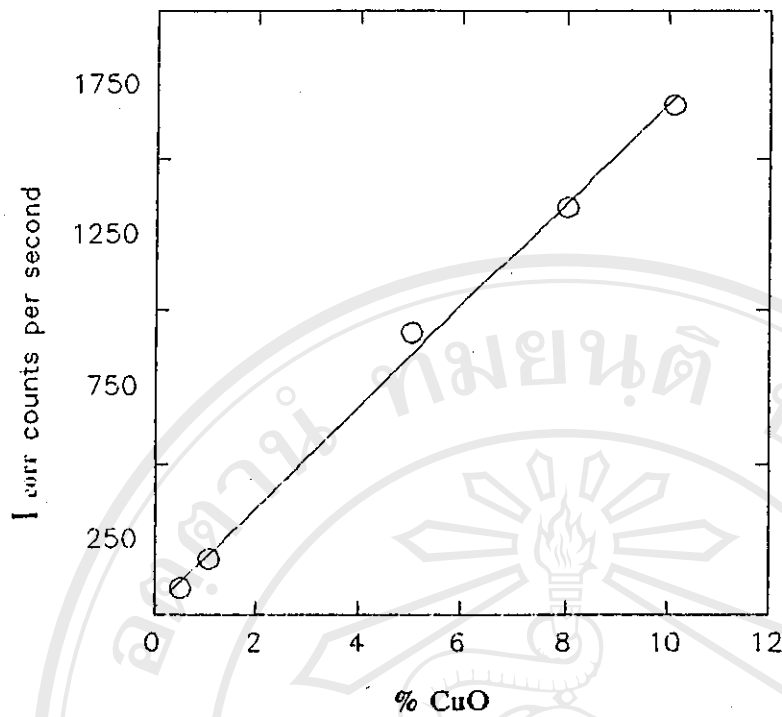
ตารางที่ 3.13 ข. ค่าความเข้มรังสีเอ็กซ์ของแมงกานีส (I dil) ค่าแก้การดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ (F) ของตัวอย่างแมงกานีส และความเข้มรังสีที่ถูกต้อง I dil, corr หลังการเจือจาง ตัวอย่าง

สารมาตรฐาน % MnO ₂	I dil (cps)	F	I dil, corr (cps)	dil factor	I corr (cps)
5.131	0.739	22.195	16.402	19.948	327.189
10.138	1.306	21.181	31.899	19.952	636.444
15.015	2.024	22.199	44.931	20.000	898.627

จากผลการทดลองภายหลังการใช้ E-T method เมื่อแก้การดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ของธาตุของสารตัวอย่าง เมื่อเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีเอ็กซ์ของ Fe, Cu, Zn และ Mn ที่แก้ไขแล้ว (I corr) กับปริมาณของโลหะออกไซด์ จะพบว่ามีความสัมพันธ์เป็นแบบเชิงเส้น ดังแสดงในรูปที่ 3.6, 3.7, 3.8 และ 3.9 ตามลำดับ แสดงว่าเมื่อแก้การดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ของธาตุของสารตัวอย่างจะได้รับความเข้มรังสีเอ็กซ์ของธาตุที่ถูกต้องยิ่งขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้สามารถทำการวิเคราะห์ปริมาณของธาตุได้ถูกต้อง

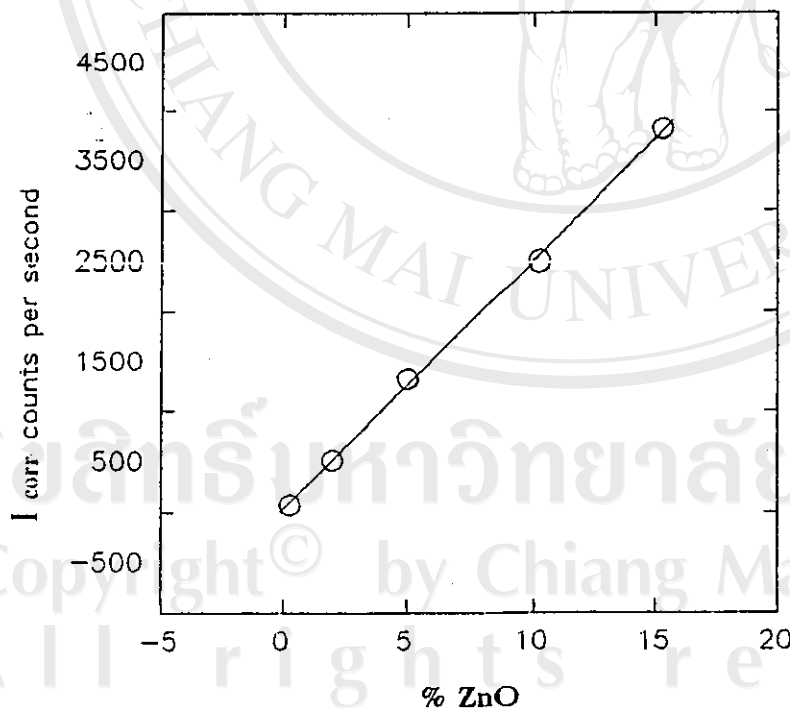


รูปที่ 3.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีเอ็กซ์ของเหล็ก ที่ 6.399 keV ที่แก้การดูดกลืนแล้ว กับ % Fe₂O₃ ในตัวอย่างสารมาตรฐาน



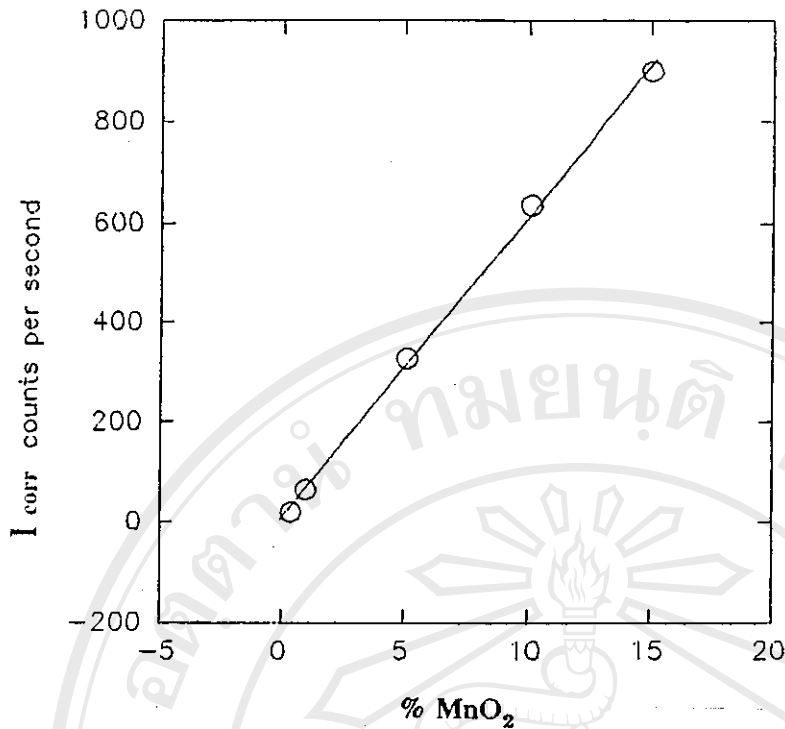
รูปที่ 3.7

ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีเอ็กซ์ของทองแดง ที่ 8.041 keV ที่เกิดการดูดกลืนแล้วกับ % CuO ในตัวอย่างสารมาตรฐาน



รูปที่ 3.8

ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีเอ็กซ์ของสังกะสี ที่ 8.631 keV ที่เกิดการดูดกลืนแล้วกับ % ZnO ในตัวอย่างสารมาตรฐาน



รูปที่ 3.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีเอ็กซ์ของแมงกานีส ที่ 5.895 keV ที่แก้การดูดกลืนแล้วกับ % MnO₂ ในตัวอย่างสารมาตรฐาน

3.3 ผลการหาค่าความไวของการวิเคราะห์ (S)

จากการหาค่า S ที่ได้จากการวิเคราะห์ของธาตุ Fe, Cu, Zn และ Mn ในสารมาตรฐานโลหะออกไซด์ในปริมาณต่าง ๆ เมื่อถูกกระตุ้นกัมมันตภาพ Pu-238 ใช้หัววัด Si (Li) และจัดวางในตำแหน่งตามรูปที่ 2.2 พบว่าได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3.14 ค่า S สำหรับแต่ละธาตุจะนำไปใช้ในการคำนวณปริมาณธาตุในสารตัวอย่างต่อไป

ตารางที่ 3.14 ค่า S ของการวิเคราะห์ธาตุหลัก เมื่อวัดความเข้มของรังสีเอ็กซ์ (I) จากการกระตุ้นของต้นกำเนิด Pu-238

สารมาตรฐาน % Fe ₂ O ₃	S (10 ⁻³ cps cm ² g ⁻¹)
5.103	13.64395
10.234	16.37398
15.228	14.83993
20.324	13.98580
25.044	15.41599

ค่า S เฉลี่ย สำหรับธาตุหลัก = $14.85293 \times 10^3 \text{ cps cm}^2 \text{ g}^{-1}$

ตารางที่ 3.15 ค่า S ของการวิเคราะห์ธาตุทองแดง เมื่อวัดความเข้มของรังสีเอ็กซ์ (I) จากการกระตุ้นของต้นกำเนิด Pu-238

สารมาตรฐาน % CuO	S ($10^{-3} \text{ cps cm}^2 \text{ g}^{-1}$)
0.520	22.63286
1.066	23.92130
5.03	26.69050
8.023	22.55775
10.122	23.27886

ค่า S เฉลี่ย สำหรับธาตุทองแดง = $23.85905 \times 10^3 \text{ cps cm}^2 \text{ g}^{-1}$

ตารางที่ 3.16 ค่า S ของการวิเคราะห์ธาตุสังกะสี เมื่อวัดความเข้มของรังสีเอ็กซ์ (I) จากการกระตุ้นของต้นกำเนิด Pu-238

สารมาตรฐาน % ZnO	S ($10^{-3} \text{ cps cm}^2 \text{ g}^{-1}$)
0.259	36.31413
2.005	36.07045
5.048	35.12054
10.264	32.87333
15.295	32.79016

ค่า S เฉลี่ย สำหรับธาตุสังกะสี = $34.63372 \times 10^3 \text{ cps cm}^2 \text{ g}^{-1}$

ตารางที่ 3.17 ค่า S ของการวิเคราะห์ธาตุแมงกานีส เมื่อวัดความเข้มของรังสีเอ็กซ์ (I) จากการกระตุ้นของต้นกำเนิด Pu-238

สารมาตรฐาน % MnO ₂	S (10 ⁻³ cps cm ² g ⁻¹)
0.390	9.08065
1.000	11.27086
5.131	10.58216
10.138	10.56245
15.015	10.05176

ค่า S เฉลี่ย สำหรับธาตุแมงกานีส = $10.30956 \times 10^{-3} \text{ cps cm}^2 \text{ g}^{-1}$

3.4 ผลการตรวจสอบความแม่นยำของการวิเคราะห์

เพื่อเป็นการตรวจสอบความแม่นยำของการวิเคราะห์ หลังจากได้ทำการแก้การดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ของธาตุที่สนใจแล้ว ได้นำสารมาตรฐานแต่ละชนิดมาผสมกัน โดยให้ปริมาณของ CuO , ZnO , MnO₂ คงที่แต่เปลี่ยนเฉพาะปริมาณของ Fe₂O₃ ตามอัตราส่วนที่แสดงไว้ในตารางที่ 3.18 จากนั้น ทำการวัดการดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ คำนวณการตามขั้นตอน E-T method เพื่อหาค่าการดูดกลืนของเหล็ก แล้วนำไปคำนวณหา % ของ Fe₂O₃ ในแต่ละตัวอย่าง ได้ผลตามตารางที่ 3.19 ทำการทดลองเช่นเดียวกันนี้เพื่อตรวจสอบความแม่นยำในการวิเคราะห์ Cu , Zn และ Mn โดยที่ค่าความเข้มรังสีเอ็กซ์ของธาตุ Fe , Cu , Zn , Mn ที่มีอยู่ในเป่า (I') มีค่าตามลำดับดังนี้ 22.048 , 16.287 , 21.122 และ 5.415 cps ซึ่งอัตราส่วนที่ใช้ในการผสมและผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3.20-3.21, 3.22-3.23, 3.24-3.25 ตามลำดับ ตัวอย่างการคำนวณหา % ของ Fe₂O₃ , CuO, ZnO และ MnO₂ ทั้ง 3 วิธี คือ การคำนวณจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีเอ็กซ์ก่อน-หลังการแก้การดูดกลืน และจากสูตร แสดงไว้ในภาคผนวก ข

ตารางที่ 3.18 ส่วนประกอบ ค่าความเข้มของรังสีเอ็กซ์ I (Fe K α) ความหนาเชิงมวล ($\rho_m D$)
ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเชิงมวลรวม (χ) เพื่อตรวจสอบความแม่นยำของ
การวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก

ตัวอย่างที่	Fe ₂ O ₃ (%)	CuO (%)	ZnO (%)	MnO ₂ (%)	I (cps)	I ^{s+t} (cps)	I ^{s+t} -I (cps)	(I ^{s+t} -I)/I ^t	$\rho_m D$ (g/cm ²)	χ
1	2.966	2.611	4.711	2.941	6.446	6.506	0.060	0.006	0.163	31.255
2	6.220	1.860	3.013	2.696	1.849	2.897	1.048	0.048	0.150	20.309
3	23.273	3.284	5.303	4.901	2.977	4.232	1.255	0.057	0.147	19.497
4	46.070	0.696	1.732	0.893	4.964	6.081	1.117	0.051	0.139	21.458
5	34.270	1.629	4.204	5.374	3.907	5.003	1.096	0.050	0.145	20.700

ตารางที่ 3.19 ค่าแก้การดูดกลืน (F) ค่าความเข้มของรังสีเอ็กซ์ที่แก้การดูดกลืน (I corr)
ของตัวอย่างเหล็กแล้ว รวมทั้งผลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็กจากกราฟ
ความสัมพันธ์ก่อน-หลังการแก้การดูดกลืนและจากสูตร

สาร ตัวอย่าง % Fe ₂ O ₃	I (cps)	F	I dil corr (cps)	dil factor	I corr (cps)	% Fe ₂ O ₃ uncorr curve	% error	% Fe ₂ O ₃ corr curve	% error	% Fe ₂ O ₃ calculate	% error
2.966	6.446	31.448	202.712	1.000	202.712	2.145	27.680	4.384	47.808	3.886	31.018
6.220	9.978	21.323	39.426	9.987	393.746	4.985	19.855	8.557	37.572	7.548	21.350
23.273	18.219	20.674	61.547	20.000	1230.937	14.016	39.776	26.842	15.335	23.597	1.392
46.070	25.223	22.603	112.200	19.849	2227.076	-	-	48.599	5.489	42.693	7.330
34.270	21.235	21.783	85.107	19.845	1688.964	20.181	41.112	36.846	7.517	32.378	5.521

ตารางที่ 3.20 ส่วนประกอบ ค่าความเข้มของรังสีเอ็กซ์ I (Cu K α) ความหนาเชิงมวล ($\rho_m D$) ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเชิงมวลรวม (χ) เพื่อตรวจสอบความแม่นยำของการวิเคราะห์ปริมาณทองแดง

ตัวอย่างที่	CuO %	Fe ₂ O ₃ (%)	ZnO (%)	MnO ₂ (%)	I (cps)	I ^{s+t} (cps)	I ^{s+t} -I (cps)	(I ^{s+t} -I)/I ^t	$\rho_m D$ (g/cm ²)	χ
1	1.596	10.168	13.169	9.293	1.852	3.432	1.580	0.097	0.145	16.089
2	1.989	7.000	11.618	6.219	2.525	4.427	1.902	0.117	0.149	14.413
3	3.284	23.273	5.303	4.901	2.199	4.428	2.229	0.137	0.147	13.529
4	5.073	14.793	7.639	12.307	5.396	6.858	1.462	0.090	0.140	17.219
5	0.696	46.07	1.732	0.893	0.408	2.282	1.874	0.115	0.139	15.556

ตารางที่ 3.21 ค่าแก้การดูดกลืน (F) ค่าความเข้มของรังสีเอ็กซ์ที่แก้การดูดกลืน (I corr) ของตัวอย่างทองแดง แล้วรวมทั้งผลการวิเคราะห์ปริมาณทองแดงจากกราฟความสัมพันธ์ก่อน-หลัง การแก้การดูดกลืนและจากสูตร

สาร ตัวอย่าง %	I (cps)	F	I dil corr (cps)	dil factor	I corr (cps)	% CuO uncorr curve	% error	% CuO corr curve	% error	% CuO calculate	% error
CuO											
1.596	4.436	17.818	32.998	9.978	329.261	0.212	86.717	1.849	15.852	1.730	8.396
1.989	7.171	16.318	41.203	9.957	410.269	0.403	79.739	2.337	17.496	2.155	8.346
3.284	8.392	15.674	34.468	20.000	689.361	0.489	85.110	4.017	22.320	3.622	10.292
5.073	12.677	18.917	102.074	9.988	1019.518	0.797	84.289	6.005	18.372	5.356	5.579
0.696	1.267	17.577	7.171	19.849	142.348	0.006	99.138	0.724	4.023	0.746	7.184

ตารางที่ 3.22 ส่วนประกอบ ค่าความเข้มของรังสีเอกซ์ I ($Zn K_{\alpha}$) ความหนาเชิงมวล ($\rho_m D$)
ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเชิงมวลรวม (χ) เพื่อตรวจสอบความแม่นยำของ
การวิเคราะห์ปริมาณสังกะสี

ตัวอย่างที่	ZnO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CuO (%)	MnO ₂ (%)	I (cps)	I ^{stt} (cps)	I ^{stt} -I (cps)	(I ^{stt} -I)/I ^t	$\rho_m D$ (g/cm ²)	χ
1	6.697	4.978	3.002	5.551	11.808	15.858	4.050	0.192	0.144	11.469
2	2.009	43.929	0.755	2.599	1.724	4.651	2.927	0.139	0.150	13.175
3	5.303	23.272	3.284	4.901	4.702	8.457	3.755	0.178	0.147	11.750
4	1.732	46.07	0.696	0.893	1.437	4.621	3.184	0.150	0.139	13.646
5	4.204	34.27	1.629	5.374	3.562	6.782	3.220	0.152	0.145	12.972

ตารางที่ 3.23 ค่าแก้การดูดกลืน (F) ค่าความเข้มของรังสีเอกซ์ที่แก้การดูดกลืน (I corr)
ของตัวอย่างสังกะสีแล้ว รวมทั้งผลการวิเคราะห์ปริมาณสังกะสีจากกราฟ
ความสัมพันธ์ก่อน-หลัง การแก้การดูดกลืน และจากสูตร

สาร ตัวอย่าง %	I (cps)	F	I dil corr (cps)	dil factor	I corr (cps)	%ZnO uncorr curve	% error	% ZnO corr curve	% error	% ZnO calculate	% error
ZnO											
6.697	41.610	14.190	167.559	9.988	1673.578	2.279	65.97	6.682	0.224	6.019	10.124
2.009	5.222	15.295	26.368	19.968	526.527	0.104	94.823	2.034	1.244	1.894	5.724
5.303	18.490	14.290	67.193	20.000	1343.854	0.856	83.858	5.346	0.811	6.596	24.382
1.732	4.621	16.055	23.071	19.849	457.941	0.071	95.901	1.755	1.328	1.647	4.908
4.204	12.050	15.305	54.517	19.845	1081.897	0.486	88.44	4.284	1.903	3.891	7.445

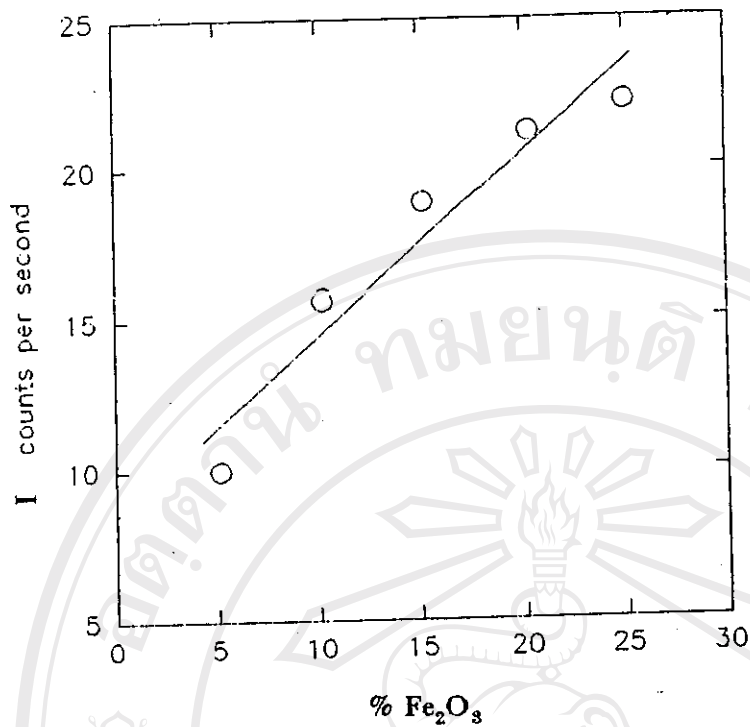
ตารางที่ 3.24 ส่วนประกอบ ค่าความเข้มของรังสีเอ็กซ์ I ($Mn K\alpha$) ความหนาเชิงมวล ($\rho_m D$)
ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเชิงมวลรวม (χ) เพื่อตรวจสอบความแม่นยำของ
การวิเคราะห์ปริมาณแมงกานีส

ตัวอย่างที่	MnO ₂ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CuO (%)	ZnO (%)	I (cps)	I ^{s+t} (cps)	I ^{s+t} -I (cps)	(I ^{s+t} -I)/I ^t	$\rho_m D$ (g/cm ²)	χ
1	2.696	6.220	1.860	3.013	0.676	0.822	0.146	0.027	0.150	24.089
2	6.219	7.000	1.989	11.618	1.423	1.543	0.120	0.022	0.149	25.567
3	4.901	23.273	3.284	5.303	0.609	0.78	0.171	0.032	0.147	23.505
4	12.31	14.793	5.073	7.639	2.526	2.644	0.118	0.022	0.140	27.331
5	0.893	46.07	0.696	1.732	0.098	0.237	0.139	0.026	0.139	26.345

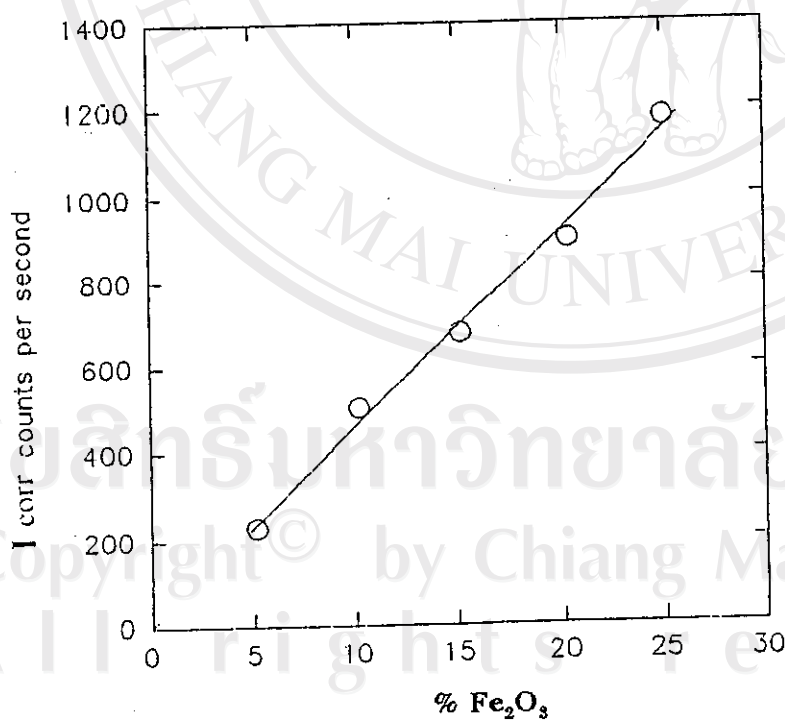
ตารางที่ 3.25 ค่าแก้การดูดกลืน (F) ค่าความเข้มของรังสีเอ็กซ์ที่แก้การดูดกลืน (I corr)
ของตัวอย่างแมงกานีส แล้วรวมทั้งผลการวิเคราะห์ปริมาณแมงกานีสจากกราฟ
ก่อน - หลัง การแก้การดูดกลืน และจากสูตร

สาร ตัวอย่าง %	I (cps)	F	I dil corr (cps)	dil factor	I corr (cps)	% MnO ₂ uncorr curve	% error	% MnO ₂ corr curve	% error	% MnO ₂ calculate	% error
MnO ₂											
2.696	4.039	24.756	16.735	9.987	167.133	1.643	39.058	2.647	1.818	2.633	2.337
6.219	6.792	26.146	37.206	9.957	370.469	2.940	52.726	6.017	3.248	5.836	6.159
4.901	3.746	24.414	14.868	20.000	297.361	1.510	69.190	4.805	1.959	4.684	4.428
12.307	9.893	27.940	70.576	9.988	704.918	4.524	63.240	11.560	6.070	11.103	9.783
0.893	0.565	27.043	2.650	19.849	52.604	0.122	86.338	0.749	16.125	0.829	7.167

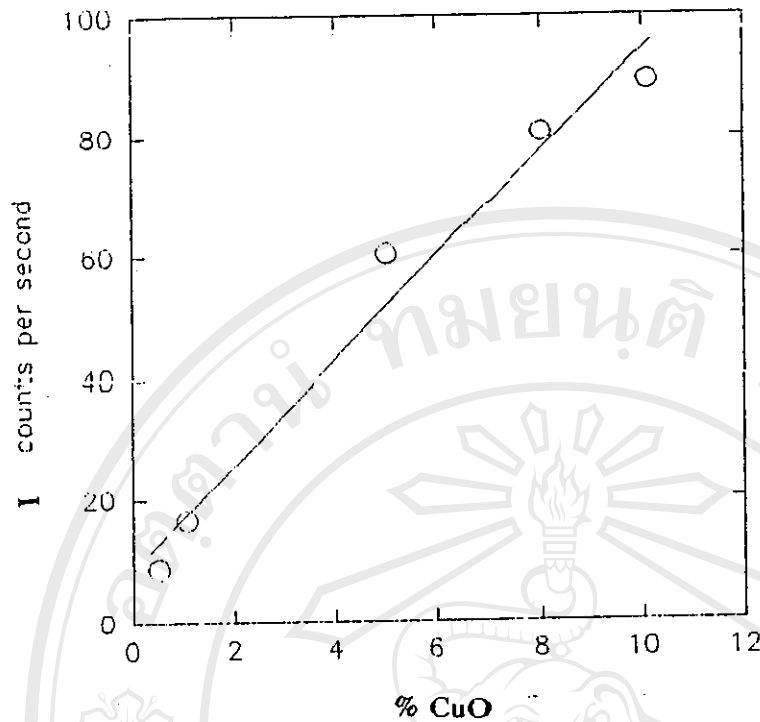
ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกับความเข้มของรังสีเอ็กซ์ของ Fe, Cu, Zn และ Mn ที่วัดได้ก่อนและหลัง การแก้การดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ของสารมาตรฐานผสม แสดงในรูปที่ 3.10-3.11, 3.12-3.13, 3.14-3.15, 3.16-3.17 ตามลำดับ พบว่าภายหลังการแก้ค่าการดูดกลืนรังสีเอ็กซ์แล้ว ทุกกราฟที่ได้จะเป็นแบบเชิงเส้น แสดงให้เห็นว่าวิธีการนี้ สามารถแก้ปัญหาของ matrix effect ได้ และทำให้การวิเคราะห์ทางปริมาณถูกต้องยิ่งขึ้น



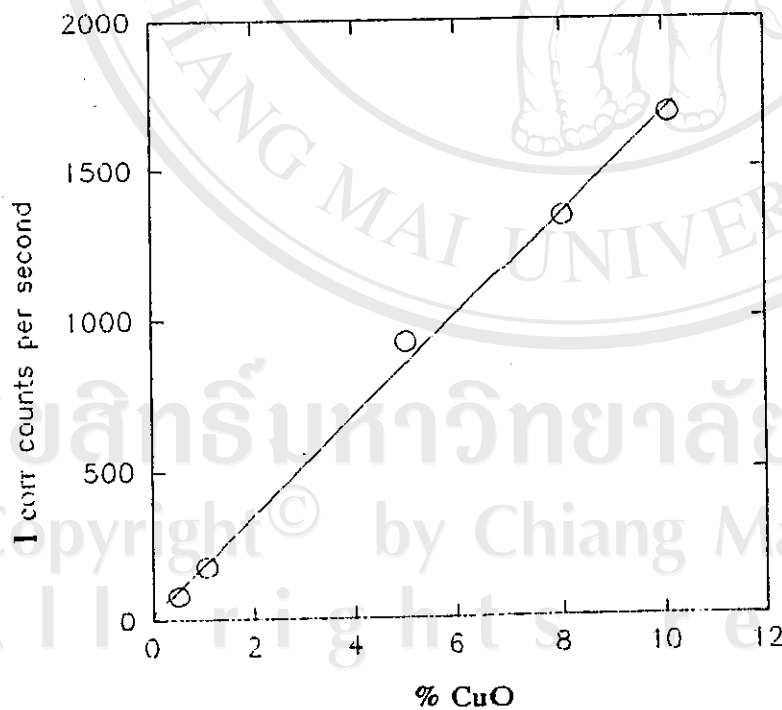
รูปที่ 3.10 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีเอ็กซ์ (I) ที่ 6.399 keV ที่วัดได้ก่อนแก้ไขการดูดกลืนกับ % Fe₂O₃ ในตัวอย่างสารมาตรฐานผสม



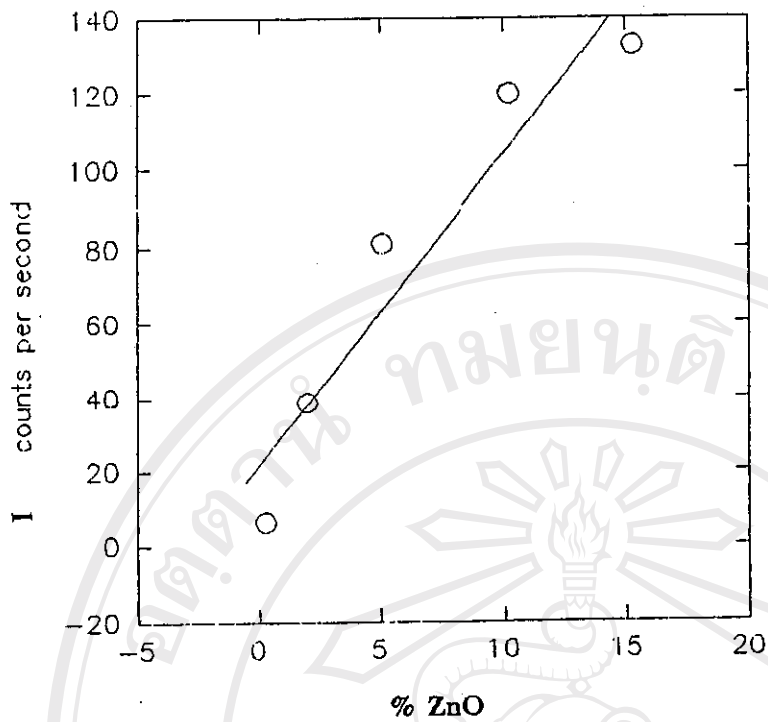
รูปที่ 3.11 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีเอ็กซ์ (I corr) ที่ 6.399 keV ที่แก้ไขการดูดกลืนแล้วกับ % Fe₂O₃ ในตัวอย่างสารมาตรฐานผสม



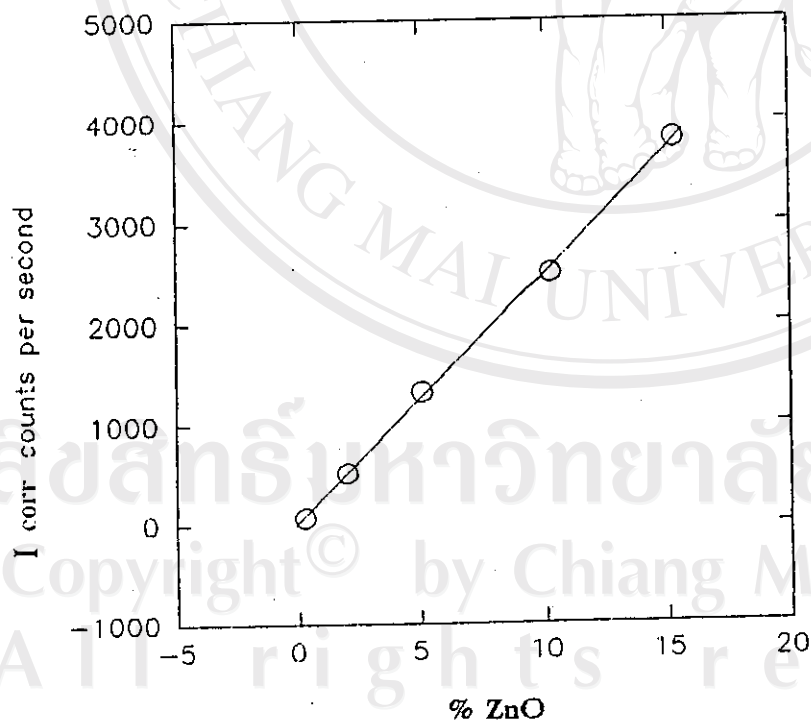
รูปที่ 3.12 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีเอ็กซ์ (I) ที่ 8.041 keV ที่วัดได้ก่อนแก้ไขการดูดกลืนกับ % CuO ในตัวอย่างสารมาตรฐานผสม



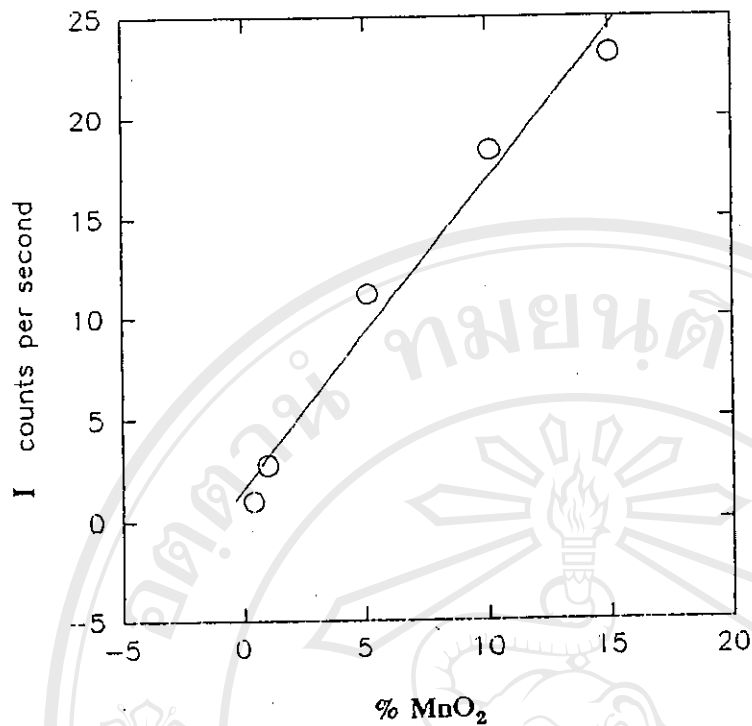
รูปที่ 3.13 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีเอ็กซ์ (I corr) ที่ 8.041 keV ที่แก้ไขการดูดกลืนแล้วกับ % CuO ในตัวอย่างสารมาตรฐานผสม



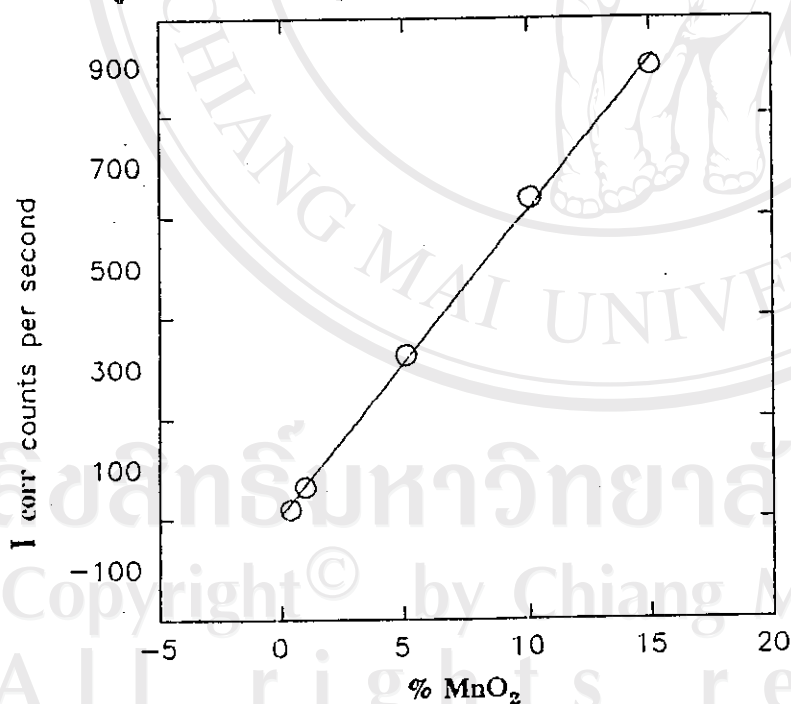
รูปที่ 3.14 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีเอ็กซ์ (I) ที่ 8.631 keV ที่วัดได้ก่อนแก้ไขการดูดกลืนกับ % ZnO ในตัวอย่างสารมาตรฐานผสม



รูปที่ 3.15 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีเอ็กซ์ (I corr) ที่ 8.631 keV ที่แก้ไขการดูดกลืนแล้วกับ % ZnO ในตัวอย่างสารมาตรฐานผสม



รูปที่ 3.16 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีเอกซ์ (I) ที่ 5.895 keV ที่วัดได้ก่อนแก้ไขการดูดกลืนกับ % MnO₂ ในตัวอย่างสารมาตรฐานผสม



รูปที่ 3.17 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีเอกซ์ (I corr) ที่ 5.895 keV ที่แก้ไขการดูดกลืนแล้วกับ % MnO₂ ในตัวอย่างสารมาตรฐานผสม

จากการทดลองทั้ง 4 ชุด พบว่าการคำนวณปริมาณของโลหะออกไซด์แต่ละชนิดจะได้ค่าที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง เมื่อทำการแก้การดูดกลืนแล้ว ซึ่งสามารถหาได้จากกราฟมาตรฐาน และจากสูตรเมื่อทราบค่าความไว (S) ของการวิเคราะห์

3.5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุเหล็ก ทองแดง สังกะสี และแมงกานีสในตัวอย่างดิน

ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุเหล็ก ทองแดง สังกะสี และแมงกานีสในตัวอย่างดิน ภายหลังแก้การดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ของธาตุในตัวอย่างดินต่อของธาตุ เมื่อใช้ E-T method แสดงในตารางที่ 3.26-3.29 ดังนี้

ตารางที่ 3.26 ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุเหล็กทั้งหมดที่มีอยู่ในตัวอย่างดิน

ตัวอย่าง ที่	I (cps)	I^{Fe} (cps)	$I^{Fe}-I$ (cps)	$(I^{Fe}-I)/I$ $\times 10^{-3}$	$\rho_m D$ (g/cm ²)	χ	F	w $\times 10^{-3}$	Fe Total $\times 10^4 \mu\text{g/g}$
1	2.992	3.005	0.013	0.580	0.153	48.713	48.741	9.820	3.479
2	0.463	0.551	0.088	3.981	0.142	38.917	39.072	1.217	0.463
3	2.711	2.769	0.058	2.621	0.152	39.106	39.209	7.157	2.547
4	0.484	0.509	0.026	1.159	0.145	46.623	46.677	1.521	0.569
5	0.390	0.467	0.077	3.502	0.150	37.695	37.828	0.933	0.357
6	0.441	0.452	0.012	0.529	0.154	48.992	49.018	1.454	0.516
7	0.452	0.485	0.033	1.487	0.155	42.008	42.071	1.281	0.449
8	0.396	0.477	0.081	3.679	0.146	38.392	38.533	1.026	0.380
9	0.532	0.606	0.074	3.351	0.150	37.989	38.117	1.365	0.494
10	0.761	0.869	0.108	4.913	0.152	34.972	35.145	1.800	0.642
11	3.283	3.381	0.098	4.434	0.152	35.647	35.806	7.916	2.817
12	0.944	1.043	0.098	4.460	0.151	35.845	36.005	2.290	0.821

ตารางที่ 3.27 ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุทองแดงทั้งหมดที่มีอยู่ในตัวอย่างดิน

ตัวอย่าง ที่	I (cps)	I^{sat} (cps)	$I^{sat}-I$ (cps)	$(I^{sat}-I)/I$ $\times 10^{-3}$	$\rho_m D$ (g/cm ²)	χ	F	w $\times 10^{-3}$	Cu Total $\times 10^2 \mu\text{g/g}$
1	0.024	0.463	0.439	0.027	0.153	23.620	24.274	2.491	0.883
2	0.050	0.921	0.871	0.053	0.142	20.622	21.787	4.574	1.741
3	0.037	0.504	0.468	0.029	0.152	23.356	24.047	3.703	1.318
4	0.039	0.697	0.658	0.040	0.145	22.133	23.064	3.766	1.410
5	0.009	0.713	0.703	0.043	0.150	20.949	21.894	0.868	0.312
6	0.038	0.698	0.660	0.041	0.154	20.817	21.697	3.492	1.238
7	0.032	0.676	0.644	0.040	0.155	20.843	21.700	2.936	1.028
8	0.006	0.771	0.766	0.047	0.146	20.942	21.975	0.513	0.190
9	0.039	0.638	0.599	0.037	0.150	22.020	22.861	3.733	1.352
10	0.021	0.569	0.549	0.034	0.152	22.304	23.082	1.993	0.710
11	0.019	0.418	0.399	0.024	0.152	24.404	25.017	2.042	0.727
12	0.016	0.610	0.594	0.036	0.151	21.930	22.760	1.540	0.552

ตารางที่ 3.28 ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุสังกะสีทั้งหมดที่มีอยู่ในตัวอย่างดิน

ตัวอย่าง ที่	I (cps)	I^{sat} (cps)	$I^{sat}-I$ (cps)	$(I^{sat}-I)/I$ $\times 10^{-5}$	$\rho_m D$ (g/cm ²)	χ	F	w $\times 10^{-5}$	Zn Total $\times 10^2 \mu\text{g/g}$
1	0.098	1.032	0.934	0.044	0.153	20.384	21.327	6.021	2.133
2	0.124	1.764	1.641	0.078	0.142	17.995	19.510	6.979	2.657
3	0.115	1.233	1.118	0.053	0.152	19.332	20.413	6.778	2.413
4	0.130	1.545	1.415	0.067	0.145	18.643	19.981	7.500	2.808
5	0.102	1.496	1.394	0.066	0.150	18.119	19.400	5.695	2.048
6	0.125	1.522	1.397	0.066	0.154	17.635	18.884	6.816	2.417
7	0.151	1.456	1.305	0.062	0.155	17.962	19.145	8.323	2.915
8	0.075	1.641	1.566	0.074	0.146	17.822	19.249	4.168	1.543
9	0.072	1.453	1.382	0.065	0.150	18.180	19.453	4.025	1.458
10	0.100	1.248	1.148	0.054	0.152	19.158	20.259	5.850	2.085
11	0.123	1.007	0.884	0.042	0.152	20.876	21.788	7.724	2.749
12	0.081	1.435	1.354	0.064	0.151	18.192	19.438	4.521	1.622

ตารางที่ 3.29 ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุแมงกานีสทั้งหมดที่มีอยู่ในตัวอย่างดิน

ตัวอย่าง ที่	I (cps)	I^{stt} (cps)	$I^{stt}-I$ (cps)	$(I^{stt}-I)/I^t$ $\times 10^{-4}$	$\rho_m D$ (g/cm ²)	χ	F	w $\times 10^{-4}$	Mn Total $\times 10^2 \mu\text{g/g}$
1	0.034	0.036	0.002	4.100	0.153	50.977	50.998	1.676	5.939
2	0.027	0.029	0.003	5.082	0.142	53.413	53.441	1.382	5.263
3	0.038	0.065	0.027	50.027	0.152	34.822	34.998	1.283	4.565
4	0.037	0.042	0.006	10.249	0.145	47.470	47.518	1.690	6.327
5	0.025	0.042	0.017	30.785	0.150	38.555	38.675	0.938	3.372
6	0.014	0.030	0.016	28.735	0.154	38.001	38.111	0.534	1.893
7	0.049	0.057	0.008	15.383	0.155	41.788	41.852	1.985	6.951
8	0.054	0.070	0.016	29.751	0.146	39.846	39.965	2.089	7.732
9	0.041	0.059	0.018	32.835	0.150	38.126	38.251	1.525	5.524
10	0.036	0.046	0.009	17.452	0.152	41.782	41.856	1.466	5.226
11	0.076	0.083	0.008	14.349	0.152	43.070	43.132	3.161	11.250
12	0.041	0.069	0.029	53.333	0.151	34.661	34.847	1.371	4.917