



ภาควิชาคณิตศาสตร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

ภาคผนวก ก

การวัดค่าความดำจากภาพรังสีที่ได้จากการนำแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตเอกซเรย์ด้วย
เครื่องเอกซเรย์ทั่วไปด้วยเทคนิค 40 kV 150 mA 0.012 sec

ตารางที่ ก ค่าความดำเฉลี่ยและร้อยละสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบ
แบเรียมซัลเฟต

ลำดับแผ่น	ค่าเฉลี่ยความดำ	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ร้อยละสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน
1	1.03	0.08	0.6
2	1.03	0.08	0.6
3	1.08	0.07	0.6
4	1.11	0.16	2.7
5	1.03	0.11	1.2
6	1.04	0.14	1.9
7	1.09	0.13	1.8
8	0.98	0.08	0.7
9	1.05	0.09	0.7
10	1.09	0.09	0.8
11	1.08	0.09	0.8
12	1.05	0.10	1.0
13	1.04	0.06	0.4
14	1.05	0.05	0.3
15	0.99	0.09	0.9
16	1.01	0.11	1.2
17	1.06	0.08	0.6
18	1.19	0.07	0.4

ภาคผนวก ข

การวัดร้อยละการลดทอนรังสีเมื่อซ้อนทับแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟต 1 ชั้น จนถึง 18 ชั้น ใช้เครื่องวัดรังสี Victoreen Nero Max Model 8000 โดยใช้ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า 60, 70, 80, 90, 100, 110 และ 120 kVp 20 mAs ดังตารางที่ ข.1- ข.7

ตารางที่ ข.1 ผลการทดลองการวัดปริมาณรังสีเมื่อเพิ่มชั้นความหนาของแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตจาก 1 ชั้น จนถึง 18 ชั้น เมื่อใช้เทคนิค 60 kVp 20 mAs

จำนวนเส้นใยที่วางซ้อนทับกัน	ปริมาณรังสีที่ผ่านเส้นใย (mR)				ปริมาณรังสีที่ถูกดูดซับ (mR)	ร้อยละการลดทอนรังสี	Dose (mGym ²)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ไม่มีเส้นใย	4.8	4.9	4.8	4.83	-	0	2.474	2.411	2.375	2.420
1	3.1	3.0	3.1	3.07	1.76	36.44	2.913	2.935	2.930	2.926
2	2.0	2.1	2.1	2.07	2.76	57.12	1.727	1.737	1.679	1.714
3	1.2	1.3	1.2	1.23	3.60	75.53	1.286	1.259	1.106	1.217
4	0.9	0.9	0.9	0.90	3.90	80.75	1.239	1.227	1.126	1.197
5	0.8	0.8	0.8	0.80	4.03	83.43	1.962	1.931	1.835	1.909
6	0.6	0.6	0.6	0.60	4.23	89.44	1.502	2.087	3.872	2.487
7	0.4	0.4	0.4	0.40	4.43	91.72	1.962	1.725	1.807	1.831
8	0.3	0.3	0.3	0.30	4.53	93.79	3.110	3.086	3.107	3.101
9	0.3	0.3	0.3	0.30	4.53	93.79	2.658	3.280	3.080	3.006
10	0.2	0.2	0.2	0.20	4.63	95.86	3.060	2.902	3.103	3.021
11	0.1	0.1	0.1	0.10	4.73	97.93	3.144	3.100	3.085	3.110
12	0.1	0.1	0.1	0.10	4.73	97.93	3.112	3.103	3.086	3.100
13	0.1	0.1	0.1	0.10	4.73	97.93	3.095	3.280	3.101	3.159
14	0.1	0.1	0.1	0.10	4.73	97.93	3.118	3.280	3.080	3.159
15	0.1	0.1	0.0	0.07	4.76	98.55	3.106	3.114	3.102	3.107
16	0.1	0.0	0.0	0.03	4.80	99.38	2.838	3.122	3.114	3.025
17	0.1	0.0	0.0	0	4.80	99.38	3.086	3.098	3.121	3.102
18	0.1	0.0	0.0	0	4.80	99.38	2.863	2.837	2.877	2.859

ตารางที่ ข.2 ผลการทดลองการวัดปริมาณรังสีเมื่อเพิ่มขึ้นความหนาของแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบ
แบบเรียบซัลเฟตจาก 1 ชั้น จนถึง 18 ชั้น เมื่อใช้เทคนิค 70 kVp 20 mAs

จำนวนเส้นใยที่วางซ้อนทับกัน	ปริมาณรังสีที่ผ่านเส้นใย (mR)				ปริมาณรังสีที่ถูกดูดซับ (mR)	ร้อยละการลดทอนรังสี	Dose (mGym ²)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ไม่มีเส้นใย	7.4	7.3	7.4	7.37	-	0	3.837	5.495	5.463	4.932
1	4.7	4.7	4.7	4.70	2.67	36.23	4.604	4.588	4.548	4.580
2	3.3	3.3	3.3	3.30	4.07	55.22	2.756	2.747	2.637	2.713
3	2.0	2.0	2.0	2.00	5.37	72.86	2.029	2.803	2.672	2.501
4	1.4	1.5	1.5	1.47	5.90	80.05	2.037	2.800	2.520	2.452
5	1.3	1.3	1.3	1.30	6.07	82.36	2.622	3.604	3.807	3.344
6	1.0	1.0	1.0	1.00	6.37	86.43	3.111	3.376	4.201	3.563
7	0.7	0.7	0.7	0.70	6.67	90.50	2.862	2.741	2.765	2.789
8	0.5	0.5	0.5	0.50	6.87	93.22	4.913	4.902	4.925	4.913
9	0.4	0.4	0.4	0.40	6.97	94.57	4.913	4.933	4.899	4.915
10	0.3	0.3	0.3	0.30	7.07	95.93	4.917	4.948	4.943	4.936
11	0.3	0.2	0.3	0.27	7.10	96.34	4.918	4.933	4.925	4.925
12	0.2	0.2	0.2	0.20	7.17	97.29	4.937	4.948	4.548	4.811
13	0.1	0.1	0.1	0.10	7.27	98.64	4.943	4.902	4.948	4.931
14	0.1	0.1	0.1	0.10	7.27	98.64	4.889	4.948	4.899	4.912
15	0.1	0.1	0.1	0.10	7.27	98.64	4.897	4.788	4.943	4.876
16	0.1	0.1	0.1	0.10	7.27	98.64	4.624	4.677	4.925	4.742
17	0.0	0.1	0.1	0.07	7.30	99.05	4.909	4.903	4.935	4.916
18	0.1	0.1	0.0	0.07	7.30	99.05	4.658	4.723	4.687	4.689

ตารางที่ ข.3 ผลการทดลองการวัดปริมาณรังสีเมื่อเพิ่มขึ้นความหนาของแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบ

แบบเรียบซัลเฟตจาก 1^{ชั้น} จนถึง 18^{ชั้น} เมื่อใช้เทคนิค 80 kVp 20 mAs

จำนวนเส้นใยที่วาง ซ้อนทับกัน	ปริมาณรังสีที่ผ่านเส้นใย (mR)				ปริมาณ รังสีที่ถูก ดูดซับ (mR)	ร้อยละการ ลดทอนรังสี	Dose (mGy ²)			
	ครั้งที่ ที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ไม่มีเส้นใย	10.3	10.3	10.3	10.30	-	0	9.038	9.025	8.958	9.007
1	6.7	6.7	6.7	6.70	3.60	34.95	6.425	6.417	6.443	6.428
2	4.8	4.8	4.8	4.80	5.50	53.40	4.032	3.795	3.569	3.799
3	3.0	3.0	3.0	3.00	7.30	70.87	6.595	6.542	6.530	6.556
4	2.3	2.3	2.3	2.30	8.00	77.67	6.509	6.328	6.063	6.300
5	2.0	2.0	2.0	2.00	8.30	80.58	5.884	5.807	5.764	5.818
6	1.5	1.5	1.6	1.53	8.77	85.15	5.867	5.778	6.236	5.960
7	1.1	1.2	1.1	1.13	9.17	89.03	5.927	5.750	5.135	5.604
8	0.9	0.9	0.9	0.90	9.40	91.26	6.926	6.969	6.924	6.940
9	0.7	0.7	0.7	0.70	9.60	93.20	6.937	6.953	7.070	6.987
10	0.6	0.6	0.6	0.60	9.70	94.17	7.019	6.695	7.102	6.939
11	0.4	0.4	0.4	0.40	9.90	96.12	7.042	6.969	6.926	6.979
12	0.3	0.3	0.3	0.30	10.00	97.09	7.014	7.019	6.969	7.001
13	0.3	0.3	0.3	0.30	10.00	97.09	6.993	6.968	7.041	7.001
14	0.2	0.2	0.2	0.20	10.10	98.06	6.963	6.953	6.926	6.947
15	0.2	0.2	0.2	0.20	10.10	98.06	6.978	6.983	6.969	6.977
16	0.1	0.1	0.1	0.10	10.20	99.03	6.828	6.953	6.992	6.924
17	0.1	0.1	0.1	0.10	10.20	99.03	7.027	6.994	6.840	6.954
18	0.1	0.1	0.1	0.10	10.20	99.03	6.702	6.844	6.802	6.783

ตารางที่ ข.4 ผลการทดลองการวัดปริมาณรังสีเมื่อเพิ่มขึ้นความหนาของแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบ
แบบเรียบซัลเฟตจาก 1 ชั้น จนถึง 18 ชั้น เมื่อใช้เทคนิค 90 kVp 20 mAs

จำนวนเส้นใยที่วาง ซ้อนทับกัน	ปริมาณรังสีที่ผ่านเส้นใย (mR)				ปริมาณ รังสีที่ถูก ดูดซับ (mR)	ร้อยละการ ลดทอนรังสี	Dose (mGy ²)			
	ครั้งที่ ที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ไม่มีเส้นใย	13.3	13.3	13.3	13.30	-	0	7.510	8.512	7.410	7.811
1	8.9	8.8	8.8	8.83	4.47	33.61	8.237	8.175	8.196	8.202
2	6.5	6.4	6.5	6.47	6.83	51.35	7.736	6.329	7.716	7.260
3	4.2	4.2	4.1	4.17	9.13	68.65	5.228	6.597	7.969	6.598
4	3.2	3.2	3.2	3.20	10.10	75.94	7.509	6.164	8.182	7.285
5	2.9	2.9	2.9	2.90	10.40	78.20	8.158	7.615	8.460	8.078
6	2.2	2.2	2.2	2.20	11.10	83.46	7.472	8.022	7.924	7.806
7	1.7	1.7	1.7	1.70	11.60	87.22	8.996	6.865	7.769	7.877
8	1.3	1.3	1.3	1.30	12.00	90.23	8.965	8.955	8.958	8.959
9	1.1	1.1	1.1	1.10	12.20	91.73	8.962	8.589	8.965	8.839
10	0.9	0.9	0.9	0.90	12.40	93.23	8.990	8.854	8.958	8.934
11	0.7	0.7	0.7	0.70	12.60	94.74	8.988	8.955	8.965	8.969
12	0.6	0.6	0.6	0.60	12.70	95.49	8.968	8.962	8.958	8.963
13	0.5	0.5	0.5	0.50	12.80	96.24	9.974	7.864	8.962	8.933
14	0.4	0.4	0.4	0.40	12.90	96.99	8.974	8.988	8.865	8.942
15	0.3	0.3	0.3	0.30	13.00	97.74	9.008	3.020	8.965	6.998
16	0.2	0.2	0.2	0.20	13.10	98.50	8.683	9.004	8.864	8.850
17	0.2	0.2	0.2	0.20	13.10	98.50	8.971	8.992	9.000	8.988
18	0.2	0.2	0.2	0.20	13.10	98.50	8.733	8.826	8.797	8.785

ตารางที่ ข.5 ผลการทดลองการวัดปริมาณรังสีเมื่อเพิ่มชั้นความหนาของแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบ
แบบเรียบซัลเฟตจาก 1 ชั้น จนถึง 18 ชั้น เมื่อใช้เทคนิค 100 kVp 20 mAs

จำนวนเส้นใยที่ วางซ้อนทับกัน	ปริมาณรังสีที่ผ่านเส้นใย (mR)				ปริมาณ รังสีที่ถูก ดูดซับ (mR)	ร้อยละการ ลดทอนรังสี	Dose (mGy ²)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ไม่มีเส้นใย	16.4	16.4	16.4	16.40	-	0	13.900	13.870	13.870	13.880
1	11.0	11.1	11.1	11.07	5.33	32.50	10.010	10.060	10.000	10.023
2	8.3	8.3	8.3	8.30	8.10	49.39	8.010	8.390	8.147	8.182
3	5.5	5.4	5.5	5.47	10.93	66.65	6.644	6.488	7.307	6.813
4	4.4	4.3	4.3	4.33	12.07	73.60	8.595	8.434	8.641	8.557
5	3.9	4.0	3.9	3.93	12.47	76.04	9.744	10.740	9.864	10.116
6	3.1	3.1	3.1	3.10	13.30	81.10	9.805	9.051	9.456	9.437
7	2.5	2.5	2.5	2.50	13.90	84.76	8.666	9.987	10.630	9.761
8	2.0	2.0	1.9	1.97	14.43	87.99	10.980	11.010	11.030	11.007
9	1.7	1.7	1.7	1.70	14.70	89.63	10.990	9.970	10.730	10.563
10	1.4	1.4	1.4	1.40	15.00	91.46	11.070	11.100	11.030	11.067
11	1.2	1.2	1.2	1.20	15.20	92.68	11.080	11.100	10.73	10.970
12	1.0	1.0	1.0	1.00	15.40	93.90	11.990	11.10	10.63	11.240
13	0.8	0.8	0.8	0.80	15.60	95.12	11.07	11.020	11.730	11.273
14	0.7	0.7	0.7	0.70	15.70	95.73	11.090	11.100	10.900	11.030
15	0.6	0.6	0.6	0.60	15.80	96.34	10.970	11.080	11.720	11.257
16	0.5	0.5	0.5	0.50	15.90	96.95	10.860	10.930	11.020	10.937
17	0.4	0.4	0.4	0.40	16.00	97.56	11.010	11.080	11.900	11.330
18	0.4	0.3	0.3	0.33	16.07	97.99	10.740	10.020	11.990	10.917

ตารางที่ ข.6 ผลการทดลองการวัดปริมาณรังสีเมื่อเพิ่มความหนาของแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบ

แบบเรียบซัลเฟตจาก 1 ชั้น จนถึง 18 ชั้น เมื่อใช้เทคนิค 110 kVp 20 mAs

จำนวนเส้นใยที่วางซ้อนทับกัน	ปริมาณรังสีที่ผ่านเส้นใย (mR)				ปริมาณรังสีที่ถูกดูดซับ (mR)	ร้อยละการลดทอนรังสี	Dose (mGym ²)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ไม่มีเส้นใย	20	20	20	20	-	0	13.940	13.940	13.980	13.953
1	14.1	14.0	14.0	14.03	5.97	29.85	12.210	12.190	12.200	12.200
2	10.8	10.6	10.6	10.67	9.33	46.65	12.000	10.130	11.480	11.203
3	7.3	7.3	7.4	7.33	12.67	63.35	9.360	9.403	10.830	9.864
4	5.8	5.8	5.8	5.80	14.20	71.00	11.820	12.900	11.280	12.000
5	5.7	5.4	5.3	5.47	14.53	72.65	12.050	12.790	12.470	12.437
6	4.3	4.4	4.4	4.37	15.63	78.15	11.480	12.340	12.040	11.953
7	3.5	3.5	3.5	3.50	16.50	82.50	13.440	13.460	13.490	13.463
8	2.8	2.8	2.9	2.83	17.17	85.85	13.480	13.463	13.570	13.504
9	2.5	2.5	2.5	2.50	17.50	87.50	13.510	13.460	13.450	13.473
10	2.1	2.2	2.2	2.17	17.83	89.15	13.510	13.430	13.520	13.487
11	1.8	1.7	1.8	1.77	18.23	91.15	13.530	13.560	13.450	13.513
12	1.5	1.5	1.6	1.53	18.47	92.35	13.440	13.460	12.340	13.080
13	1.3	1.3	1.3	1.30	18.70	93.50	13.450	13.440	12.980	13.290
14	1.1	1.1	1.1	1.10	18.90	94.50	13.550	13.460	13.720	13.577
15	1.0	1.0	1.0	1.00	19.00	95.00	13.110	13.180	13.400	13.230
16	0.8	0.8	0.8	0.80	19.20	96.00	13.510	13.460	13.570	13.513
17	0.7	0.7	0.7	0.70	19.30	96.50	13.480	13.440	13.560	13.493
18	0.7	0.6	0.7	0.67	19.33	96.65	13.470	13.290	13.310	13.357

ตารางที่ ข.7 ผลการทดลองการวัดปริมาณรังสีเมื่อเพิ่มชั้นความหนาของแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบ
แบบเรียบซัลเฟตจาก 1 ชั้น จนถึง 18 ชั้น เมื่อใช้เทคนิค 120 kVp 20 mAs

จำนวนเส้นใยที่วางซ้อนทับกัน	ปริมาณรังสีที่ผ่านเส้นใย (mR)				ปริมาณรังสีที่ถูกดูดซับ (mR)	ร้อยละการลดทอนรังสี	Dose (mGym ²)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ไม่มีเส้นใย	25	25	25	25.00	-	0	20.040	20.250	20.430	20.240
1	17.5	17.6	17.4	17.50	7.50	30.00	14.660	14.700	14.540	14.633
2	13.5	13.6	13.4	13.50	11.50	46.00	12.590	12.680	13.140	12.803
3	9.4	9.4	9.4	9.40	15.60	62.40	11.150	11.430	12.690	11.757
4	7.6	7.7	7.7	7.67	17.33	69.32	13.630	15.560	16.730	15.304
5	7.1	7.1	7.1	7.10	17.90	71.60	15.010	15.270	15.240	15.173
6	5.8	5.9	5.9	5.87	19.13	76.52	13.800	15.340	14.850	14.663
7	4.8	4.9	4.9	4.87	20.13	80.52	16.000	16.250	16.120	16.123
8	4.0	4.1	4.0	4.03	20.97	83.88	16.150	16.350	16.130	16.210
9	3.6	3.5	3.6	3.57	21.43	85.72	16.230	16.250	16.730	16.403
10	3.1	3.1	3.1	3.10	21.90	87.60	16.060	16.120	16.350	16.177
11	2.6	2.6	2.7	2.63	22.37	89.48	16.320	16.090	16.310	16.240
12	2.3	2.3	2.3	2.30	22.70	90.80	16.150	16.250	16.120	16.173
13	2.1	2.0	2.0	2.03	22.97	91.88	16.180	16.120	16.150	16.150
14	1.8	1.8	1.8	1.80	23.20	92.80	16.420	16.350	15.980	16.250
15	1.6	1.6	1.6	1.60	23.40	93.60	15.970	16.010	16.350	16.110
16	1.3	1.3	1.3	1.30	23.70	94.80	15.950	16.780	15.950	16.227
17	1.2	1.2	1.2	1.20	23.80	95.20	16.110	16.120	15.980	16.070
18	1.1	1.1	1.1	1.10	23.90	95.60	16.020	16.130	16.350	16.167

ภาคผนวก ค

การศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ลดทอนเชิงมวลของแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟต โดยการตั้งค่าเทคนิคความต่างศักย์ไฟฟ้า 60, 70, 80, 90, 100, 110 และ 120 kVp 20 mAs

ตารางที่ ค.1 ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตซ้อนทับกันตั้งแต่ 1 จนถึง 18 แผ่น ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 60 kVp 20 mAs

จำนวนเส้นใยที่วางซ้อนทับกัน	ปริมาณรังสีที่ผ่านเส้นใย (mR)				ความหนา (cm)	ความหนาแน่น $\rho(\text{g/cm}^3)$	Mass attenuation (Cm^2/g)	Dose (mGym^2)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย				ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ไม่มีเส้นใย	4.8	4.9	4.8	4.83	-	-	-	2.474	2.411	2.375	2.420
1	3.1	3.0	3.1	3.07	0.02	2.1	10.79	2.913	2.935	2.930	2.926
2	2.0	2.1	2.1	2.07	0.04	2.1	10.09	1.727	1.737	1.679	1.714
3	1.2	1.3	1.2	1.23	0.06	2.1	10.85	1.286	1.259	1.106	1.217
4	0.9	0.9	0.9	0.90	0.08	2.1	10.00	1.239	1.227	1.126	1.197
5	0.8	0.8	0.8	0.80	0.10	2.1	8.56	1.962	1.931	1.835	1.909
6	0.6	0.6	0.6	0.60	0.12	2.1	8.28	1.502	2.087	3.872	2.487
7	0.4	0.4	0.4	0.40	0.14	2.1	8.47	1.962	1.725	1.807	1.831
8	0.3	0.3	0.3	0.30	0.16	2.1	8.27	3.110	3.086	3.107	3.101
9	0.3	0.3	0.3	0.30	0.18	2.1	7.35	2.658	3.280	3.080	3.006
10	0.2	0.2	0.2	0.20	0.20	2.1	7.58	3.060	2.902	3.103	3.021
11	0.1	0.1	0.1	0.10	0.22	2.1	8.39	3.144	3.100	3.085	3.110
12	0.1	0.1	0.1	0.10	0.24	2.1	7.70	3.112	3.103	3.086	3.100
13	0.1	0.1	0.1	0.10	0.26	2.1	7.10	3.095	3.280	3.101	3.159
14	0.1	0.1	0.1	0.10	0.28	2.1	6.60	3.118	3.280	3.080	3.159
15	0.1	0.1	0.0	0.07	0.30	2.1	6.72	3.106	3.114	3.102	3.107
16	0.1	0.0	0.0	0.03	0.32	2.1	7.56	2.838	3.122	3.114	3.025
17	0.1	0.0	0.0	0.03	0.34	2.1	7.12	3.086	3.098	3.121	3.102
18	0.1	0.0	0.0	0.03	0.36	2.1	6.72	2.863	2.837	2.877	2.859
										เฉลี่ย	2.600

ตารางที่ ค.2 ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตซ้อน
ทับกันตั้งแต่ 1 จนถึง 18 แผ่น ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 70 kVp 20 mAs

จำนวนเส้นใย ที่วางซ้อนทับ กัน	ปริมาณรังสีที่ผ่านเส้นใย (mR)				ความ หนา (cm)	ความ หนาแน่น ρ (g/cm ³)	Mass attenuation (Cm ² /g)	Dose (mGy ²)			
	ครั้งที่ ที่ 1	ครั้งที่ ที่ 2	ครั้งที่ ที่ 3	เฉลี่ย				ครั้งที่ 1	ครั้งที่ ที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
	ไม่มีเส้นใย	7.4	7.3	7.4				7.37	-	-	-
1	4.7	4.7	4.7	4.70	0.02	2.1	10.71	4.604	4.588	4.548	4.580
2	3.3	3.3	3.3	3.30	0.04	2.1	9.57	2.756	2.747	2.637	2.713
3	2.0	2.0	2.0	2.00	0.06	2.1	10.53	2.029	2.803	2.672	2.501
4	1.4	1.5	1.5	1.47	0.08	2.1	9.60	2.037	2.800	2.520	2.452
5	1.3	1.3	1.3	1.30	0.10	2.1	8.26	2.622	3.604	3.807	3.344
6	1.0	1.0	1.0	1.00	0.12	2.1	7.93	3.111	3.376	4.201	3.563
7	0.7	0.7	0.7	0.70	0.14	2.1	8.00	2.862	2.741	2.765	2.789
8	0.5	0.5	0.5	0.50	0.16	2.1	8.01	4.913	4.902	4.925	4.913
9	0.4	0.4	0.4	0.40	0.18	2.1	7.71	4.913	4.933	4.899	4.915
10	0.3	0.3	0.3	0.30	0.20	2.1	7.62	4.917	4.948	4.943	4.936
11	0.3	0.2	0.3	0.27	0.22	2.1	7.16	4.918	4.933	4.925	4.925
12	0.2	0.2	0.2	0.20	0.24	2.1	7.16	4.937	4.948	4.548	4.811
13	0.1	0.1	0.1	0.10	0.26	2.1	6.12	4.943	4.902	4.948	4.931
14	0.1	0.1	0.1	0.10	0.28	2.1	7.31	4.889	4.948	4.899	4.912
15	0.1	0.1	0.1	0.10	0.30	2.1	6.82	4.897	4.788	4.943	4.876
16	0.1	0.1	0.1	0.10	0.32	2.1	6.40	4.624	4.677	4.925	4.742
17	0.0	0.1	0.1	0.07	0.34	2.1	6.52	4.909	4.903	4.935	4.916
18	0.1	0.1	0.0	0.07	0.36	2.1	6.16	4.658	4.723	4.687	4.689
										เฉลี่ย	4.233

ตารางที่ ค.3 ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตซ้อน
ทับกันตั้งแต่ 1 จนถึง 18 แผ่น ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 80 kVp 20 mAs

จำนวนเส้นใย ที่วางซ้อนทับ กัน	ปริมาณรังสีที่ผ่านเส้นใย (mR)				ความ หนา (cm)	ความ หนาแน่น ρ (g/cm ³)	Mass attenuation (Cm ² /g)	Dose (mGy ²)			
	ครั้งที่ ที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย				ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ไม่มีเส้นใย	10.3	10.3	10.3	10.30	-	-	-	9.038	9.025	8.958	9.007
1	6.7	6.7	6.7	6.70	0.02	2.1	10.24	6.425	6.417	6.443	6.428
2	4.8	4.8	4.8	4.80	0.04	2.1	9.09	4.032	3.795	3.569	3.799
3	3.0	3.0	3.0	3.00	0.06	2.1	9.79	6.595	6.542	6.530	6.556
4	2.3	2.3	2.3	2.30	0.08	2.1	8.92	6.509	6.328	6.063	6.300
5	2.0	2.0	2.0	2.00	0.10	2.1	7.80	5.884	5.807	5.764	5.818
6	1.5	1.5	1.6	1.53	0.12	2.1	7.57	5.867	5.778	6.236	5.960
7	1.1	1.2	1.1	1.13	0.14	2.1	7.52	5.927	5.750	5.135	5.604
8	0.9	0.9	0.9	0.90	0.16	2.1	7.25	6.926	6.969	6.924	6.940
9	0.7	0.7	0.7	0.70	0.18	2.1	7.11	6.937	6.953	7.070	6.987
10	0.6	0.6	0.6	0.60	0.20	2.1	6.77	7.019	6.695	7.102	6.939
11	0.4	0.4	0.4	0.40	0.22	2.1	7.03	7.042	6.969	6.926	6.979
12	0.3	0.3	0.3	0.30	0.24	2.1	7.01	7.014	7.019	6.969	7.001
13	0.3	0.3	0.3	0.30	0.26	2.1	6.48	6.993	6.968	7.041	7.001
14	0.2	0.2	0.2	0.20	0.28	2.1	6.70	6.963	6.953	6.926	6.947
15	0.2	0.2	0.2	0.20	0.30	2.1	6.26	6.978	6.983	6.969	6.977
16	0.1	0.1	0.1	0.10	0.32	2.1	6.90	6.828	6.953	6.992	6.924
17	0.1	0.1	0.1	0.10	0.34	2.1	6.49	7.027	6.994	6.840	6.954
18	0.1	0.1	0.1	0.10	0.36	2.1	6.13	6.702	6.844	6.802	6.783
										เฉลี่ย	6.627

ตารางที่ ค.4 ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตซ้อน
ทับกันตั้งแต่ 1 จนถึง 18 แผ่น ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 90 kVp 20 mAs

จำนวนเส้นใย ที่วางซ้อนทับ กัน	ปริมาณรังสีที่ผ่านเส้นใย (mR)				ความ หนา (cm)	ความ หนาแน่น ρ (g/cm ³)	Mass attenuation (Cm ² /g)	Dose (mGy ²)			
	ครั้งที่ ที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย				ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ไม่มีเส้นใย	13.3	13.3	13.3	13.30	-	-	-	7.510	8.512	7.410	7.811
1	8.9	8.8	8.8	8.83	0.02	2.1	9.75	8.237	8.175	8.196	8.202
2	6.5	6.4	6.5	6.47	0.04	2.1	8.58	7.736	6.329	7.716	7.260
3	4.2	4.2	4.1	4.17	0.06	2.1	9.20	5.228	6.597	7.969	6.598
4	3.2	3.2	3.2	3.20	0.08	2.1	8.48	7.509	6.164	8.182	7.285
5	2.9	2.9	2.9	2.90	0.10	2.1	7.25	8.158	7.615	8.460	8.078
6	2.2	2.2	2.2	2.20	0.12	2.1	7.14	7.472	8.022	7.924	7.806
7	1.7	1.7	1.7	1.70	0.14	2.1	7.00	8.996	6.865	7.769	7.877
8	1.3	1.3	1.3	1.30	0.16	2.1	6.92	8.965	8.955	8.958	8.959
9	1.1	1.1	1.1	1.10	0.18	2.1	6.60	8.962	8.589	8.965	8.839
10	0.9	0.9	0.9	0.90	0.20	2.1	6.41	8.990	8.854	8.958	8.934
11	0.7	0.7	0.7	0.70	0.22	2.1	6.37	8.988	8.955	8.965	8.969
12	0.6	0.6	0.6	0.60	0.24	2.1	6.15	8.968	8.962	8.958	8.963
13	0.5	0.5	0.5	0.50	0.26	2.1	6.01	9.974	7.864	8.962	8.933
14	0.4	0.4	0.4	0.40	0.28	2.1	5.96	8.974	8.988	8.865	8.942
15	0.3	0.3	0.3	0.30	0.30	2.1	6.02	9.008	3.020	8.965	6.998
16	0.2	0.2	0.2	0.20	0.32	2.1	6.25	8.683	9.004	8.864	8.850
17	0.2	0.2	0.2	0.20	0.34	2.1	5.88	8.971	8.992	9.000	8.988
18	0.2	0.2	0.2	0.20	0.36	2.1	5.55	8.733	8.826	8.797	8.785
										เฉลี่ย	8.267

ตารางที่ ค.5 ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตซ้อน
ทับกันตั้งแต่ 1 จนถึง 18 แผ่น ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 100 kVp 20 mAs

จำนวนเส้นใย ที่วางซ้อนทับ กัน	ปริมาณรังสีที่ผ่านเส้นใย (mR)				ความ หนา (cm)	ความ หนาแน่น ρ (g/cm ³)	Mass attenuation (Cm ² /g)	Dose (mGy ²)			
	ครั้งที่ ที่ 1	ครั้งที่ ที่ 2	ครั้งที่ ที่ 3	เฉลี่ย				ครั้งที่ 1	ครั้งที่ ที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ไม่มีเส้นใย	16.4	16.4	16.4	16.40	-	-	-	13.900	13.870	13.870	13.880
1	11.0	11.1	11.1	11.07	0.02	2.1	9.36	10.010	10.060	10.000	10.023
2	8.3	8.3	8.3	8.30	0.04	2.1	8.11	8.010	8.390	8.147	8.182
3	5.5	5.4	5.5	5.47	0.06	2.1	8.71	6.644	6.488	7.307	6.813
4	4.4	4.3	4.3	4.33	0.08	2.1	7.93	8.595	8.434	8.641	8.557
5	3.9	4.0	3.9	3.93	0.10	2.1	6.80	9.744	10.740	9.864	10.116
6	3.1	3.1	3.1	3.10	0.12	2.1	6.61	9.805	9.051	9.456	9.437
7	2.5	2.5	2.5	2.50	0.14	2.1	6.40	8.666	9.987	10.630	9.761
8	2.0	2.0	1.9	1.97	0.16	2.1	6.31	10.980	11.010	11.030	11.007
9	1.7	1.7	1.7	1.70	0.18	2.1	6.00	10.990	9.970	10.730	10.563
10	1.4	1.4	1.4	1.40	0.20	2.1	5.86	11.070	11.100	11.030	11.067
11	1.2	1.2	1.2	1.20	0.22	2.1	5.66	11.080	11.100	10.73	10.970
12	1.0	1.0	1.0	1.00	0.24	2.1	5.55	11.990	11.10	10.63	11.240
13	0.8	0.8	0.8	0.80	0.26	2.1	5.53	11.07	11.020	11.730	11.273
14	0.7	0.7	0.7	0.70	0.28	2.1	5.36	11.090	11.100	10.900	11.030
15	0.6	0.6	0.6	0.60	0.30	2.1	5.25	10.970	11.080	11.720	11.257
16	0.5	0.5	0.5	0.50	0.32	2.1	5.20	10.860	10.930	11.020	10.937
17	0.4	0.4	0.4	0.40	0.34	2.1	5.20	11.010	11.080	11.900	11.330
18	0.4	0.3	0.3	0.33	0.36	2.1	5.17	10.740	10.020	11.990	10.917
										เฉลี่ย	10.440

ตารางที่ ค.6 ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตซ้อน
ทับกันตั้งแต่ 1 จนถึง 18 แผ่น ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 110 kVp 20 mAs

จำนวนเส้นใย ที่วางซ้อนทับ กัน	ปริมาณรังสีที่ผ่านเส้นใย (mR)				ความ หนา (cm)	ความ หนาแน่น ρ (g/cm ³)	Mass attenuation (Cm ² /g)	Dose (mGy ²)			
	ครั้งที่ ที่ 1	ครั้งที่ ที่ 2	ครั้งที่ ที่ 3	เฉลี่ย				ครั้งที่ 1	ครั้งที่ ที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ไม่มีเส้นใย	20	20	20	20	-	-	-	13.940	13.940	13.980	13.953
1	14.1	14.0	14.0	14.03	0.02	2.1	8.44	12.210	12.190	12.200	12.200
2	10.8	10.6	10.6	10.67	0.04	2.1	7.48	12.000	10.130	11.480	11.203
3	7.3	7.3	7.4	7.33	0.06	2.1	7.97	9.360	9.403	10.830	9.864
4	5.8	5.8	5.8	5.80	0.08	2.1	7.37	11.820	12.900	11.280	12.000
5	5.7	5.4	5.3	5.47	0.10	2.1	6.17	12.050	12.790	12.470	12.437
6	4.3	4.4	4.4	4.37	0.12	2.1	6.03	11.480	12.340	12.040	11.953
7	3.5	3.5	3.5	3.50	0.14	2.1	5.93	13.440	13.460	13.490	13.463
8	2.8	2.8	2.9	2.83	0.16	2.1	5.82	13.480	13.463	13.570	13.504
9	2.5	2.5	2.5	2.50	0.18	2.1	5.50	13.510	13.460	13.450	13.473
10	2.1	2.2	2.2	2.17	0.20	2.1	5.29	13.510	13.430	13.520	13.487
11	1.8	1.7	1.8	1.77	0.22	2.1	5.25	13.530	13.560	13.450	13.513
12	1.5	1.5	1.6	1.53	0.24	2.1	5.10	13.440	13.460	12.340	13.080
13	1.3	1.3	1.3	1.30	0.26	2.1	5.00	13.450	13.440	12.980	13.290
14	1.1	1.1	1.1	1.10	0.28	2.1	4.93	13.550	13.460	13.720	13.577
15	1.0	1.0	1.0	1.00	0.30	2.1	4.76	13.110	13.180	13.400	13.230
16	0.8	0.8	0.8	0.80	0.32	2.1	4.79	13.510	13.460	13.570	13.513
17	0.7	0.7	0.7	0.70	0.34	2.1	4.70	13.480	13.440	13.560	13.493
18	0.7	0.6	0.7	0.67	0.36	2.1	4.49	13.470	13.290	13.310	13.357
										เฉลี่ย	12.873

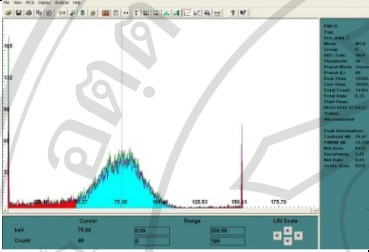
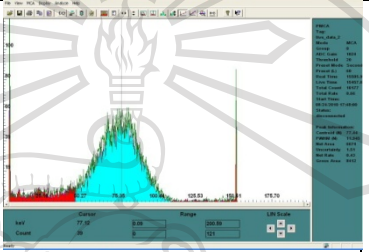
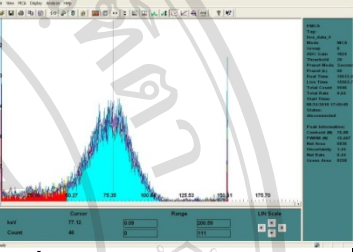
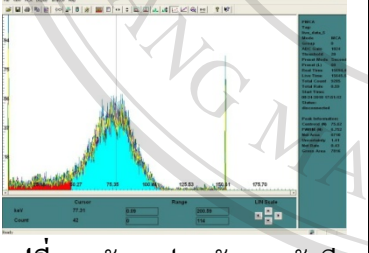
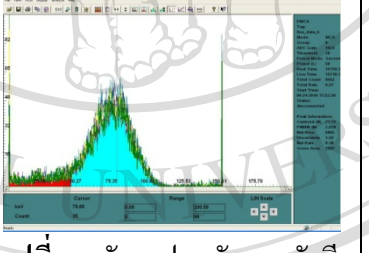
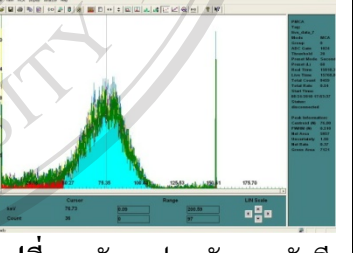
ตารางที่ ค.7 ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตซ้อน
ทับกันตั้งแต่ 1 จนถึง 18 แผ่น ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 120 kVp 20 mAs

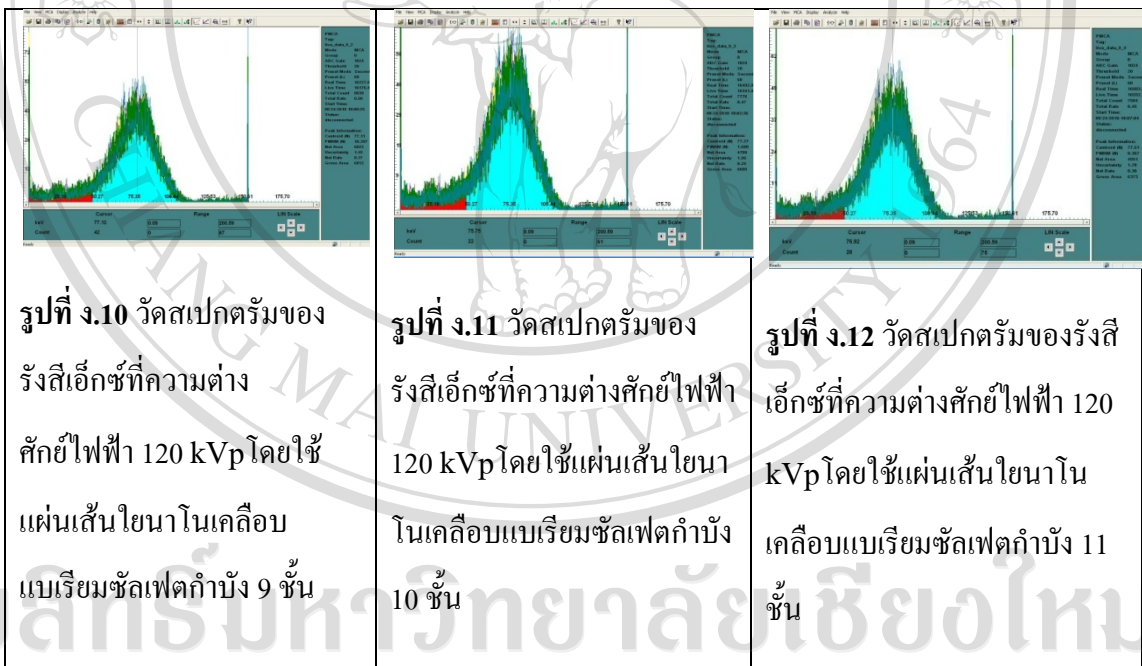
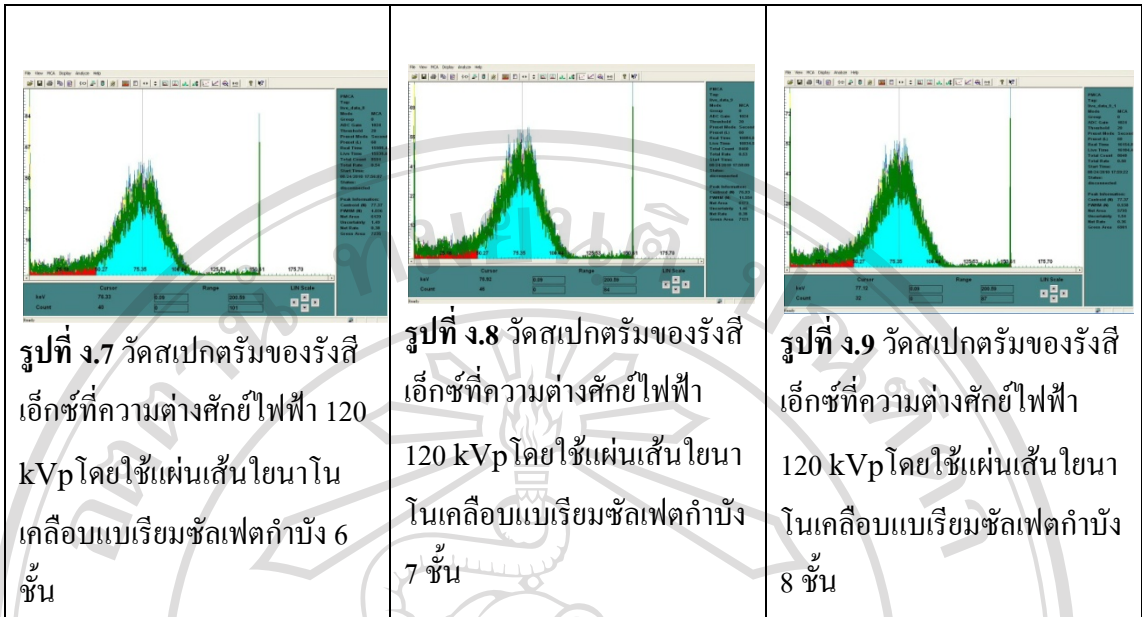
จำนวนเส้นใย ที่วางซ้อนทับ กัน	ปริมาณรังสีที่ผ่านเส้นใย (mR)				ความ หนา (cm)	ความ หนาแน่น ρ (g/cm ³)	Mass attenuation (Cm ² /g)	Dose (mGy ²)			
	ครั้งที่ ที่ 1	ครั้งที่ ที่ 2	ครั้งที่ ที่ 3	เฉลี่ย				ครั้งที่ 1	ครั้งที่ ที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ไม่มีเส้นใย	25	25	25	25.00	-	-	-	20.040	20.250	20.430	20.240
1	17.5	17.6	17.4	17.50	0.02	2.1	8.49	14.660	14.700	14.540	14.633
2	13.5	13.6	13.4	13.50	0.04	2.1	7.33	12.590	12.680	13.140	12.803
3	9.4	9.4	9.4	9.40	0.06	2.1	7.76	11.150	11.430	12.690	11.757
4	7.6	7.7	7.7	7.67	0.08	2.1	7.03	13.630	15.560	16.730	15.304
5	7.1	7.1	7.1	7.10	0.10	2.1	6.00	15.010	15.270	15.240	15.173
6	5.8	5.9	5.9	5.87	0.12	2.1	5.75	13.800	15.340	14.850	14.663
7	4.8	4.9	4.9	4.87	0.14	2.1	5.56	16.000	16.250	16.120	16.123
8	4.0	4.1	4.0	4.03	0.16	2.1	5.43	16.150	16.350	16.130	16.210
9	3.6	3.5	3.6	3.57	0.18	2.1	5.15	16.230	16.250	16.730	16.403
10	3.1	3.1	3.1	3.10	0.20	2.1	4.97	16.060	16.120	16.350	16.177
11	2.6	2.6	2.7	2.63	0.22	2.1	4.88	16.320	16.090	16.310	16.240
12	2.3	2.3	2.3	2.30	0.24	2.1	4.73	16.150	16.250	16.120	16.173
13	2.1	2.0	2.0	2.03	0.26	2.1	4.60	16.180	16.120	16.150	16.150
14	1.8	1.8	1.8	1.80	0.28	2.1	4.47	16.420	16.350	15.980	16.250
15	1.6	1.6	1.6	1.60	0.30	2.1	4.36	15.970	16.010	16.350	16.110
16	1.3	1.3	1.3	1.30	0.32	2.1	4.40	15.950	16.780	15.950	16.227
17	1.2	1.2	1.2	1.20	0.34	2.1	4.25	16.110	16.120	15.980	16.070
18	1.1	1.1	1.1	1.10	0.36	2.1	4.13	16.020	16.130	16.350	16.167
										เฉลี่ย	15.730

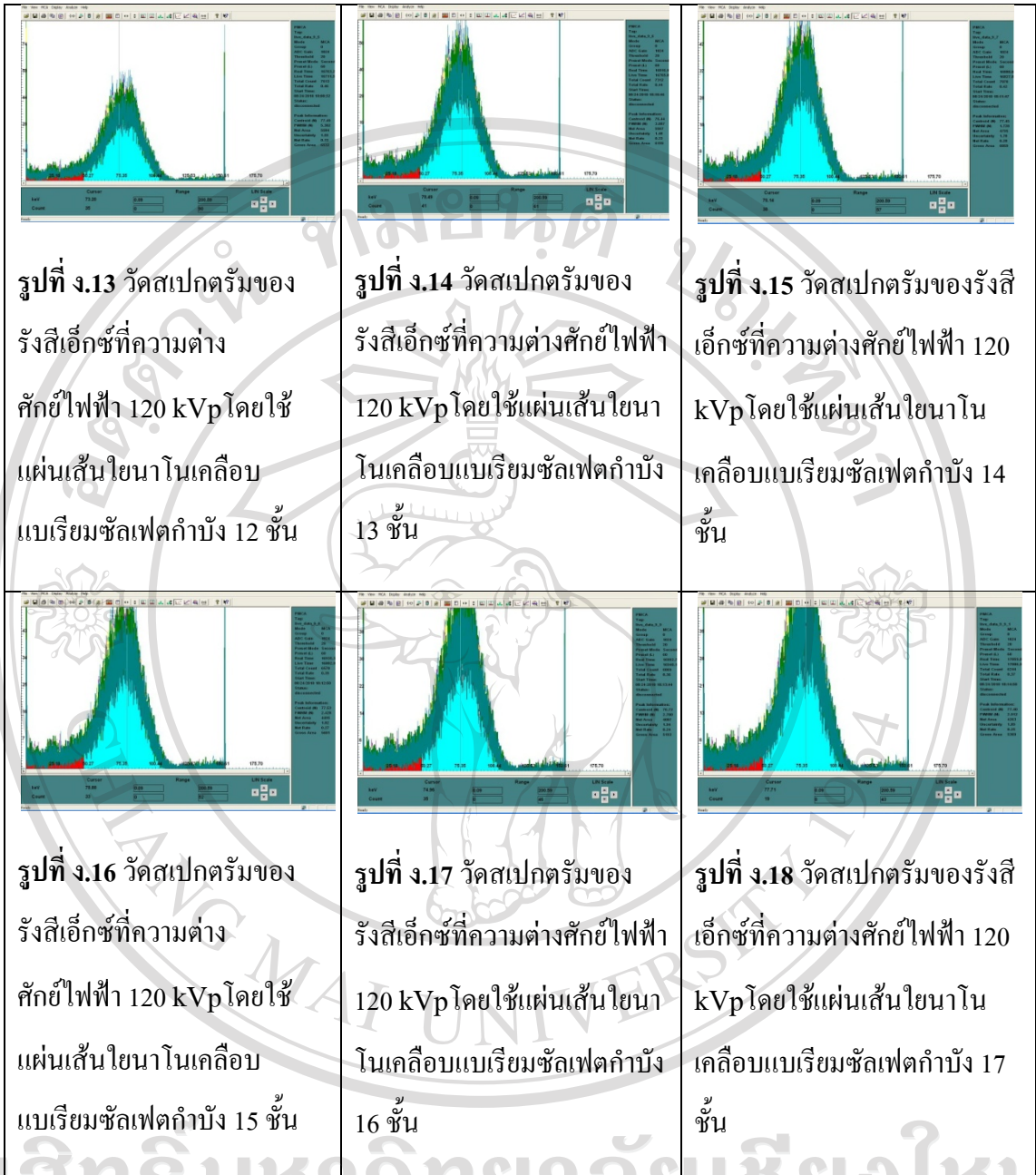
ภาคผนวก ง

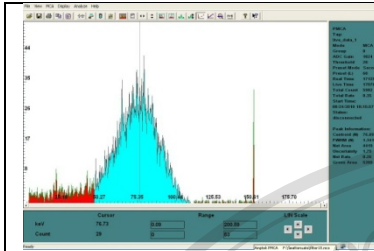
การวัดสเปกตรัมของรังสีเอ็กซ์ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 120 kVp จากนั้นนำแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบ
แบเรียมซัลเฟตวางซ้อนทับทีละชั้นจาก 1 ชั้นจนถึง 18 ชั้น เพื่อวัดค่าพลังงาน(keV)

ตารางที่ ง การวัดสเปกตรัมของรังสีเอ็กซ์ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 120 kVp

		
<p>รูปที่ ง.1 วัดสเปกตรัมของรังสีเอ็กซ์ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 120 kVp</p>	<p>รูปที่ ง.2 วัดสเปกตรัมของรังสีเอ็กซ์ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 120 kVp โดยใช้แผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตกำบัง 1 ชั้น</p>	<p>รูปที่ ง.3 วัดสเปกตรัมของรังสีเอ็กซ์ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 120 kVp โดยใช้แผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตกำบัง 2 ชั้น</p>
		
<p>รูปที่ ง.4 วัดสเปกตรัมของรังสีเอ็กซ์ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 120 kVp โดยใช้แผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตกำบัง 3 ชั้น</p>	<p>รูปที่ ง.5 วัดสเปกตรัมของรังสีเอ็กซ์ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 120 kVp โดยใช้แผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตกำบัง 4 ชั้น</p>	<p>รูปที่ ง.6 วัดสเปกตรัมของรังสีเอ็กซ์ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 120 kVp โดยใช้แผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตกำบัง 5 ชั้น</p>







รูปที่ ง.19 วัดสเปกตรัมของ
รังสีเอ็กซ์ที่ความต่าง
ศักย์ไฟฟ้า 120 kVp โดยใช้
แผ่นเส้นใยนาโนเคลือบ
แบเรียมซัลเฟตกำบัง 18 ชั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก จ

การคำนวณทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการเปรียบเทียบคุณภาพของภาพรังสีเมื่อกำบังรังสีด้วยแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตบนหุ่นจำลองศีรษะอะคริลิกที่ซ้อนกัน 3 แผ่น แล้วใช้โปรแกรม Image J ประมวลผลค่า Histogram

สมมุติฐานที่ใช้ $H_0 : \bar{X} = 54.862$

$H_1 : \bar{X} \neq 54.862$

$$\text{สถิติทดสอบ t-test} = \frac{\bar{X} - \mu_{\bar{X}}}{\sigma_{\bar{X}}}$$

\bar{X} = ค่าเฉลี่ยของ pixel แต่ละภาพ

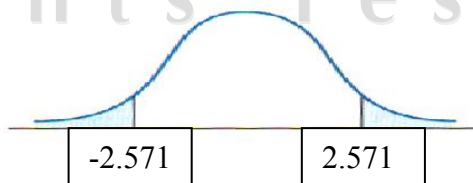
$\mu_{\bar{X}}$ = ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยทั้งหมด (ในที่นี้ใช้ชุดควบคุมเป็นมาตรฐานเท่ากับ 54.862)

$\sigma_{\bar{X}}$ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยทั้งหมด (ในที่นี้ใช้ชุดควบคุมเป็นมาตรฐานเท่ากับ 64.508)

ครั้งที่	Mean	SD	t-test	ผลการวิเคราะห์
1 (ชุดควบคุม)	54.862	64.508	-	-
2	55.035	64.498	0.0027	ยอมรับ H_0
3	55.359	64.659	0.0077	ยอมรับ H_0
4	55.173	64.538	0.0048	ยอมรับ H_0
5	54.953	64.407	0.0011	ยอมรับ H_0
6	54.810	64.338	-0.0008	ยอมรับ H_0
7	54.959	64.404	0.0015	ยอมรับ H_0

$Df = n - 1 = 5, \alpha = 0.05$

เปิดตารางค่า t-test ที่ได้เท่ากับ 2.571 ดังนั้นค่า t-test ที่คำนวณได้จากการทดลองครั้งที่ 2-7 เทียบกับครั้งที่ 1 มีค่ายอมรับได้ที่นัยสำคัญ 0.05



ภาคผนวก จ

การวัดปริมาณรังสีที่ผิวซึ่งเทียบได้กับปริมาณรังสีที่เลนซ์ตาและแกนกลางซึ่งเทียบได้กับที่สมอง
ของหุ่นจำลองศีรษะอะคริลิกจากเทคนิคการตรวจสอบเอกซเรย์คอมพิวเตอร์

ตารางที่ จ.1 ผลการทดลองการวัดปริมาณรังสีที่ผิวของหุ่นจำลองศีรษะอะคริลิกจากเครื่องเอกซเรย์
คอมพิวเตอร์

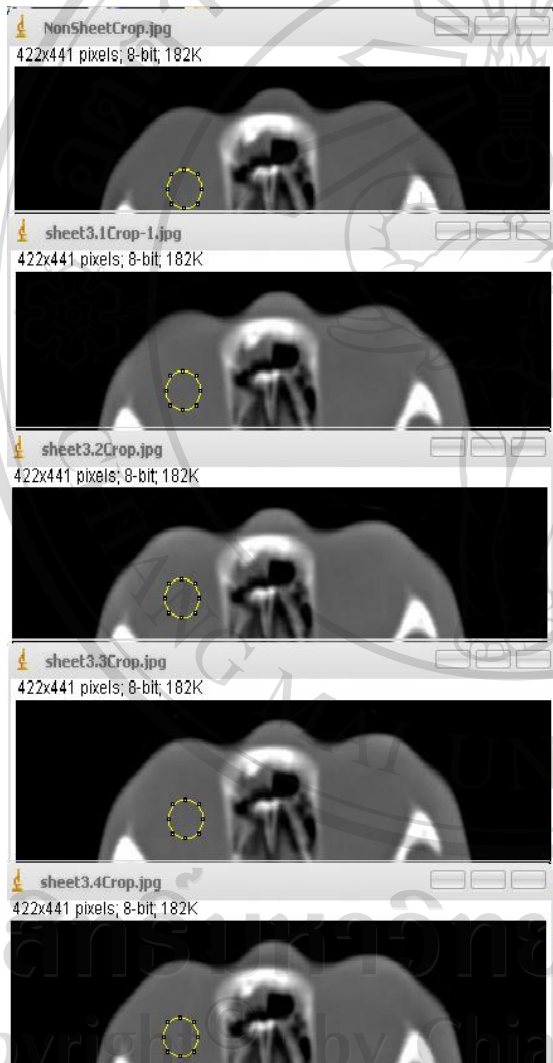
จำนวนแผ่น เส้นใยนา โนที่วาง ซ้อนทับกัน	ปริมาณรังสีที่ผ่านเส้นใย (R)				ปริมาณรังสี ที่ถูกดูดซับ (R)	ร้อยละการ ลดทอนรังสี
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย		
ไม่มีเส้นใย	7.70	6.20	6.20	6.70	0	-
1	5.60	5.50	5.60	5.57	1.13	16.87
2	4.80	4.90	4.70	4.80	1.90	28.36
3	4.30	4.30	4.40	4.33	2.37	35.37
4	3.90	3.90	3.90	3.90	2.80	41.79
5	3.60	3.50	3.60	3.57	3.13	46.72
6	3.20	3.10	3.10	3.13	3.57	53.28
7	2.90	2.90	2.60	2.80	3.90	58.21
8	2.60	2.60	2.50	2.57	4.13	61.64
9	2.40	2.40	2.40	2.40	4.30	64.18
10	2.30	2.30	2.30	2.30	4.40	65.67
11	2.20	2.20	2.00	2.13	4.57	68.21
12	2.10	2.00	2.10	2.07	4.63	69.10
13	2.00	2.10	2.00	2.03	4.67	69.70
14	1.90	1.70	1.90	1.83	4.87	72.69
15	1.80	2.00	1.80	1.87	4.83	72.09
16	1.80	1.90	1.90	1.87	4.83	72.09
17	1.70	1.90	1.80	1.80	4.90	73.13
18	1.70	1.80	1.80	1.77	4.93	73.58

ตารางที่ ๑.2 ผลการทดลองการวัดปริมาณรังสีที่แกนกลางของหุ่นจำลองศีรษะอะคริลิกจาก
เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์

จำนวนแผ่น เส้นใยนา โนที่วาง ซ้อนทับกัน	ปริมาณรังสีที่ผ่านเส้นใย (R)				ปริมาณรังสี ที่ถูกดูดซับ (R)	ร้อยละการ ลดทอนรังสี
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย		
ไม่มีเส้นใย	4.30	4.30	4.30	4.30	0	-
1	4.10	4.10	4.10	4.10	0.20	4.65
2	4.00	4.10	4.00	4.03	0.27	6.28
3	4.00	3.90	3.90	3.93	0.37	8.60
4	3.80	3.70	3.80	3.77	0.53	12.33
5	3.70	3.80	3.70	3.73	0.57	13.26
6	3.70	3.70	3.70	3.70	0.60	13.95
7	3.60	3.60	3.60	3.60	0.70	16.28
8	3.60	3.60	3.60	3.60	0.70	16.28
9	3.50	3.60	3.60	3.57	0.73	16.98
10	3.50	3.50	3.50	3.50	0.80	18.60
11	3.50	3.50	3.50	3.50	0.80	18.60
12	3.50	3.50	3.50	3.50	0.80	18.60
13	3.50	3.50	3.50	3.50	0.80	18.60
14	3.30	3.30	3.30	3.30	1.00	23.26
15	3.30	3.30	3.30	3.30	1.00	23.26
16	3.30	3.30	3.30	3.30	1.00	23.26
17	3.30	3.30	3.30	3.30	1.00	23.26
18	3.30	3.30	3.30	3.30	1.00	23.26

ภาคผนวก ข

ผลการวัดบริเวณที่สนใจ(ROI) จากภาพรังสีของหุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อศีรษะ บริเวณดวงตาและ
สมองโดยใช้โปรแกรม Image J วัดค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(SD)



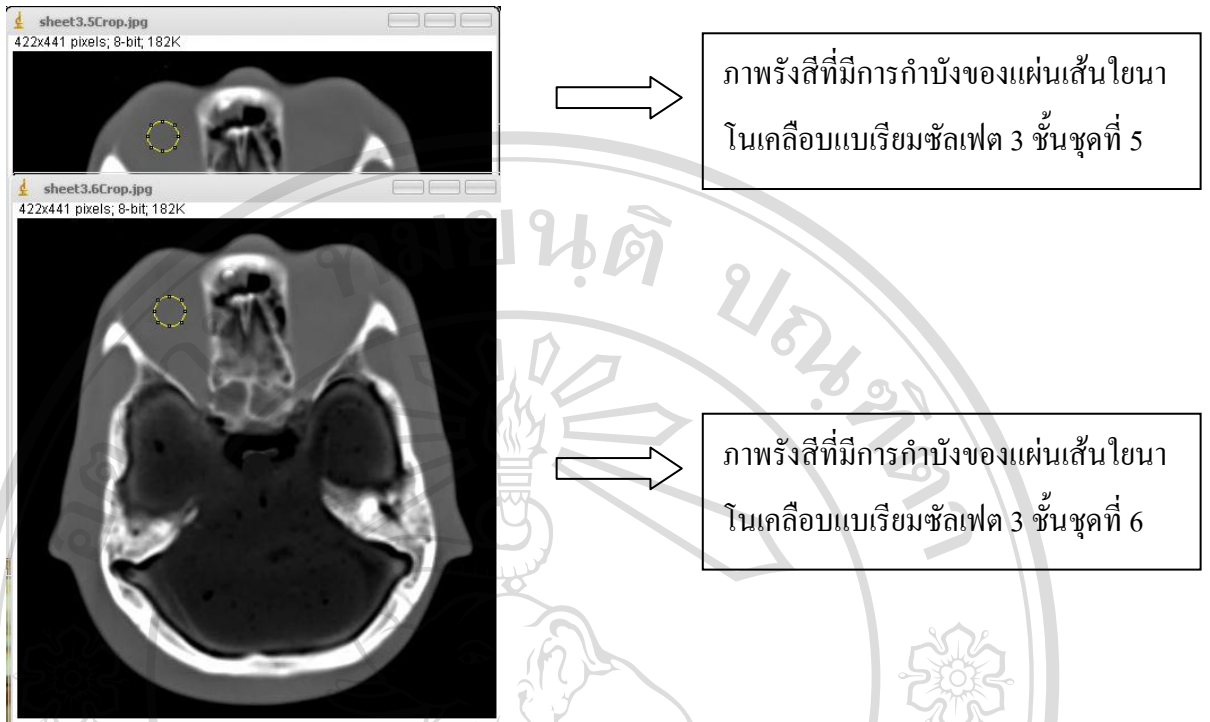
ภาพรังสีที่ไม่มีการกำบังของแผ่นเส้น
ใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟต

ภาพรังสีที่มีการกำบังของแผ่นเส้นใยนา
โนเคลือบแบเรียมซัลเฟต 3 ชั้นชุดที่ 1

ภาพรังสีที่มีการกำบังของแผ่นเส้นใยนา
โนเคลือบแบเรียมซัลเฟต 3 ชั้นชุดที่ 2

ภาพรังสีที่มีการกำบังของแผ่นเส้นใยนา
โนเคลือบแบเรียมซัลเฟต 3 ชั้นชุดที่ 3

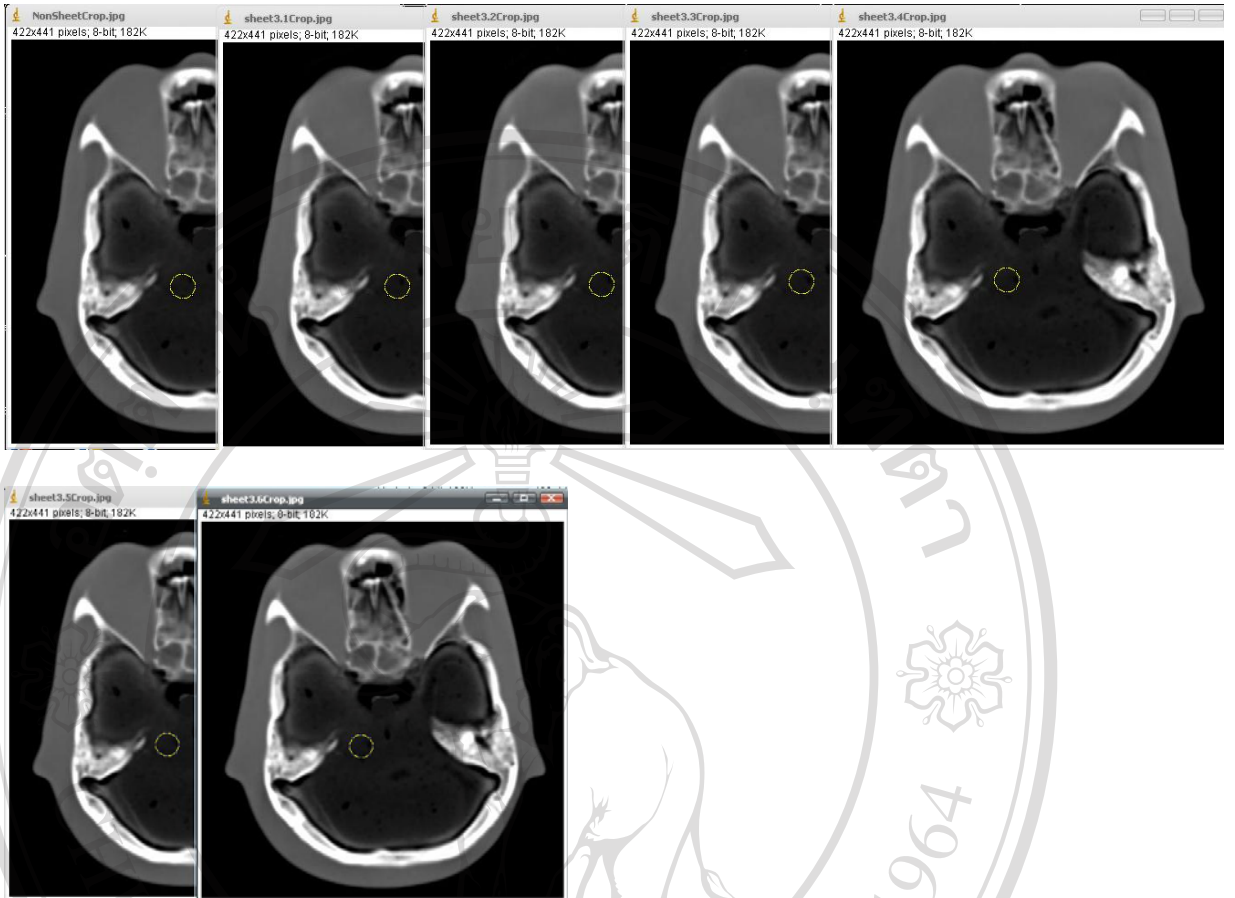
ภาพรังสีที่มีการกำบังของแผ่นเส้นใยนา
โนเคลือบแบเรียมซัลเฟต 3 ชั้นชุดที่ 4



รูปที่ ๑. การเลือกบริเวณที่สนใจ บริเวณดวงตาจากภาพรังสีที่ไม่มีการกำบังด้วยแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟต และ ภาพรังสีที่ถูกกำบังด้วยแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟต 3 ชั้น

Results					
File	Edit	Font			
	Area	Mean	StdDev	Min	Max
1	558	91.688	1.464	88	96
2	558	94.491	1.207	91	98
3	558	93.296	1.755	89	97
4	558	94.522	1.483	91	98
5	558	95.297	0.881	93	98
6	558	92.645	1.134	89	96
7	558	93.627	1.182	91	96

รูปที่ ๒. ผลการวัดค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่บริเวณดวงตาด้วยโปรแกรม Image J



รูปที่ ๓.3 การเลือกบริเวณที่สนใจ บริเวณสมองจากภาพรังสีที่ไม่มีกำบังด้วยแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟต และ ภาพรังสีที่ถูกกำบังด้วยแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟต 3 ชั้นทั้งหมด 6 ชุด

Results					
File Edit Font					
	Area	Mean	StdDev	Min	Max
1	558	21.013	3.737	2	27
2	558	20.572	3.504	3	27
3	558	20.550	3.953	4	27
4	558	21.419	4.338	2	29
5	558	22.177	4.972	3	32
6	558	22.319	4.871	3	31
7	558	21.473	4.419	4	30

รูปที่ ๓.4 ผลการวัดค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่บริเวณสมองด้วยโปรแกรม Image J

การคำนวณทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่า ROI บริเวณดวงตาจากภาพรังสี

ใช้สถิติ t-test เพราะข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติเนื่องจากจำนวน pixel หรือ พื้นที่ใน ROI แต่ละครั้งที่สุ่มตัวอย่างมีค่าเท่ากัน และมีการสุ่มตัวอย่างข้อมูลน้อยกว่า 30 ชุด ซึ่งแต่ละชุดเป็นอิสระต่อกัน

สมมุติฐานที่ใช้ $H_0: \bar{X} = 91.688$

$H_1: \bar{X} \neq 91.688$

$$\text{สถิติทดสอบ t-test} = \frac{\bar{X} - \mu_{\bar{X}}}{\sigma_{\bar{X}}}$$

\bar{X} = ค่าเฉลี่ยของ pixel ใน ROI แต่ละภาพ

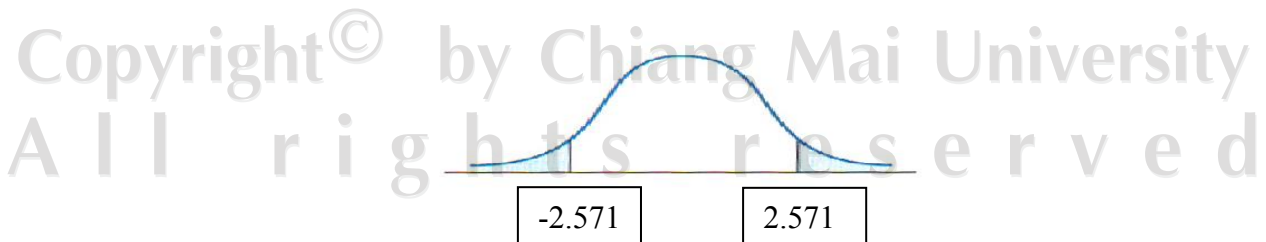
$\mu_{\bar{X}}$ = ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยทั้งหมด (ในที่นี้ใช้ชุดควบคุมเป็นมาตรฐานเท่ากับ 91.688)

$\sigma_{\bar{X}}$ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยทั้งหมด (ในที่นี้ใช้ชุดควบคุมเป็นมาตรฐานเท่ากับ 1.464)

ครั้งที่	Mean	SD	t-test	ผลการวิเคราะห์
1 (ชุดควบคุม)	91.688	1.464	-	-
2	94.491	1.207	1.9146	ยอมรับ H_0
3	93.296	1.755	1.0984	ยอมรับ H_0
4	94.522	1.483	1.9358	ยอมรับ H_0
5	95.297	0.881	2.4652	ยอมรับ H_0
6	92.645	1.134	0.6537	ยอมรับ H_0
7	93.627	1.182	1.3245	ยอมรับ H_0

$$Df = n - 1 = 5, \alpha = 0.05$$

เปิดตารางค่า t-test ที่ได้เท่ากับ 2.571 ดังนั้นค่า t-test ที่คำนวณได้จากการทดลองครั้งที่ 2 - 7 เทียบกับครั้งที่ 1 มีค่ายอมรับได้ที่นัยสำคัญ 0.05



การคำนวณทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าROIบริเวณสมองจากภาพรังสี

สมมติฐานที่ใช้ $H_0 : \bar{X} = 21.013$ $H_1 : \bar{X} \neq 21.013$

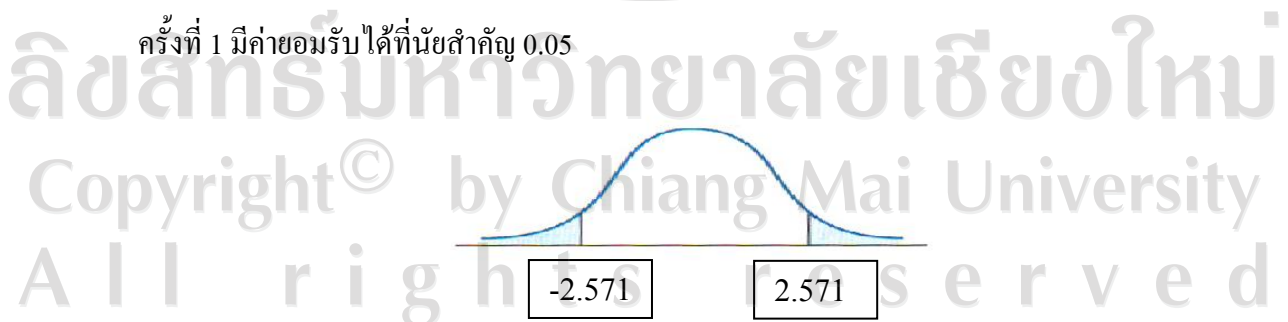
$$\text{สถิติทดสอบ t-test} = \frac{\bar{X} - \mu_{\bar{X}}}{\sigma_{\bar{X}}}$$

 \bar{X} = ค่าเฉลี่ยของ pixel ใน ROI แต่ละภาพ $\mu_{\bar{X}}$ = ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยทั้งหมด (ในที่นี้ใช้ชุดควบคุมเป็นมาตรฐานเท่ากับ 21.013) $\sigma_{\bar{X}}$ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยทั้งหมด (ในที่นี้ใช้ชุดควบคุมเป็นมาตรฐานเท่ากับ 3.737)

ครั้งที่	Mean	SD	t-test	ผลการวิเคราะห์
1 (ชุดควบคุม)	21.013	3.737	-	-
2	20.572	3.504	-0.1259	ยอมรับ H_0
3	20.550	3.953	-0.1171	ยอมรับ H_0
4	21.419	4.338	0.0936	ยอมรับ H_0
5	22.177	4.972	0.2341	ยอมรับ H_0
6	22.319	4.871	0.2681	ยอมรับ H_0
7	21.473	4.419	0.1041	ยอมรับ H_0

$$Df = n - 1 = 5, \alpha = 0.05$$

เปิดตารางค่า t-test ที่ได้เท่ากับ 2.571 ดังนั้นค่า t-test ที่คำนวณได้จากการทดลองครั้งที่ 2-7 เทียบกับครั้งที่ 1 มีค่ายอมรับได้ที่นัยสำคัญ 0.05



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นายวินันท์ จีปราบนันท์

วัน เดือน ปีเกิด 26 กุมภาพันธ์ 2526

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนยุพราชวิทยาลัยเชียงใหม่
ปีการศึกษา 2543
สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2548

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved