บทที่ 5

ผลการวิจัย

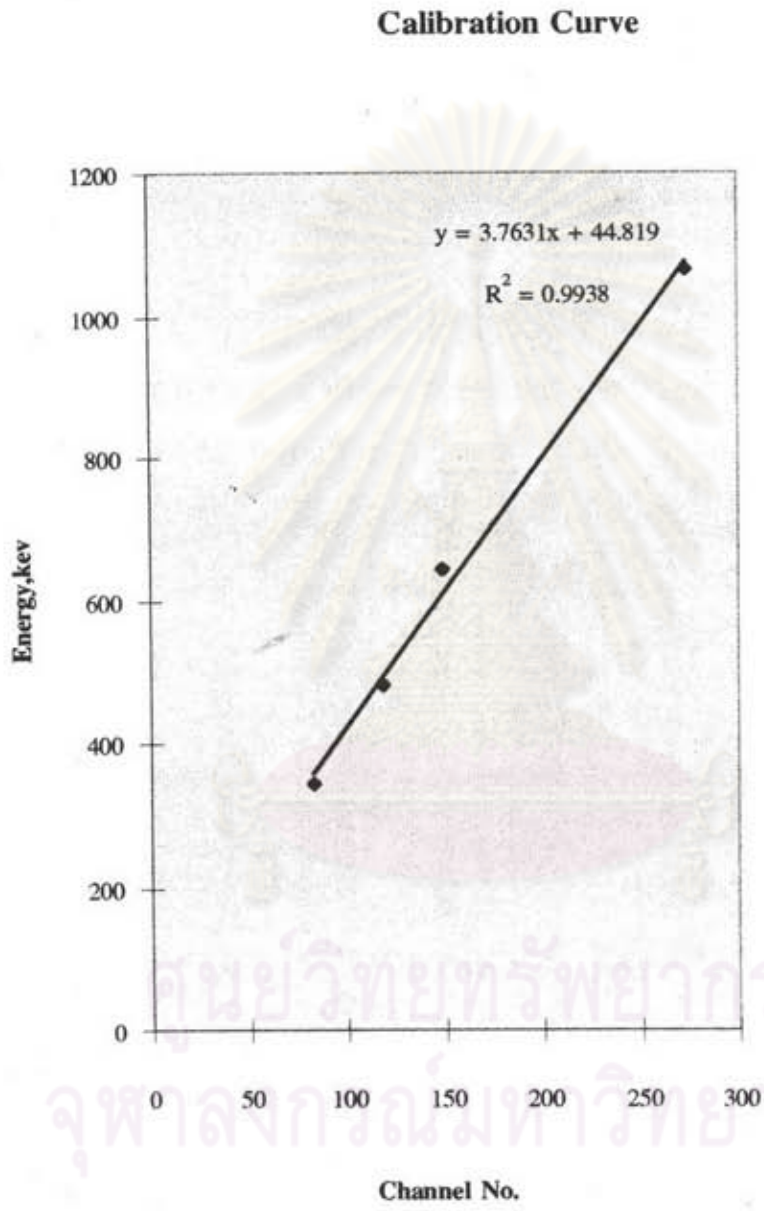
5.1 ผลการศึกษาการวัดรังสีนิวตรอนและแกมมา โดยใช้หัววัดแก้วเรืองรังสีชนิด NE-905

5.1.1 ผลการศึกษาการปรับเทียบมาตรฐานของหัววัดรังสี NE-905 โดยการใช้สารรังสีแกมมามาตรฐาน แสดง Calibration Curve

Channel No.	Energy, kev
83	343.1
119	480.2
149	642.4
274	1065.5

ตารางที่ 5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างช่องสัญญานกับพลังงานของสารรังสีแกมมามาตรฐาน

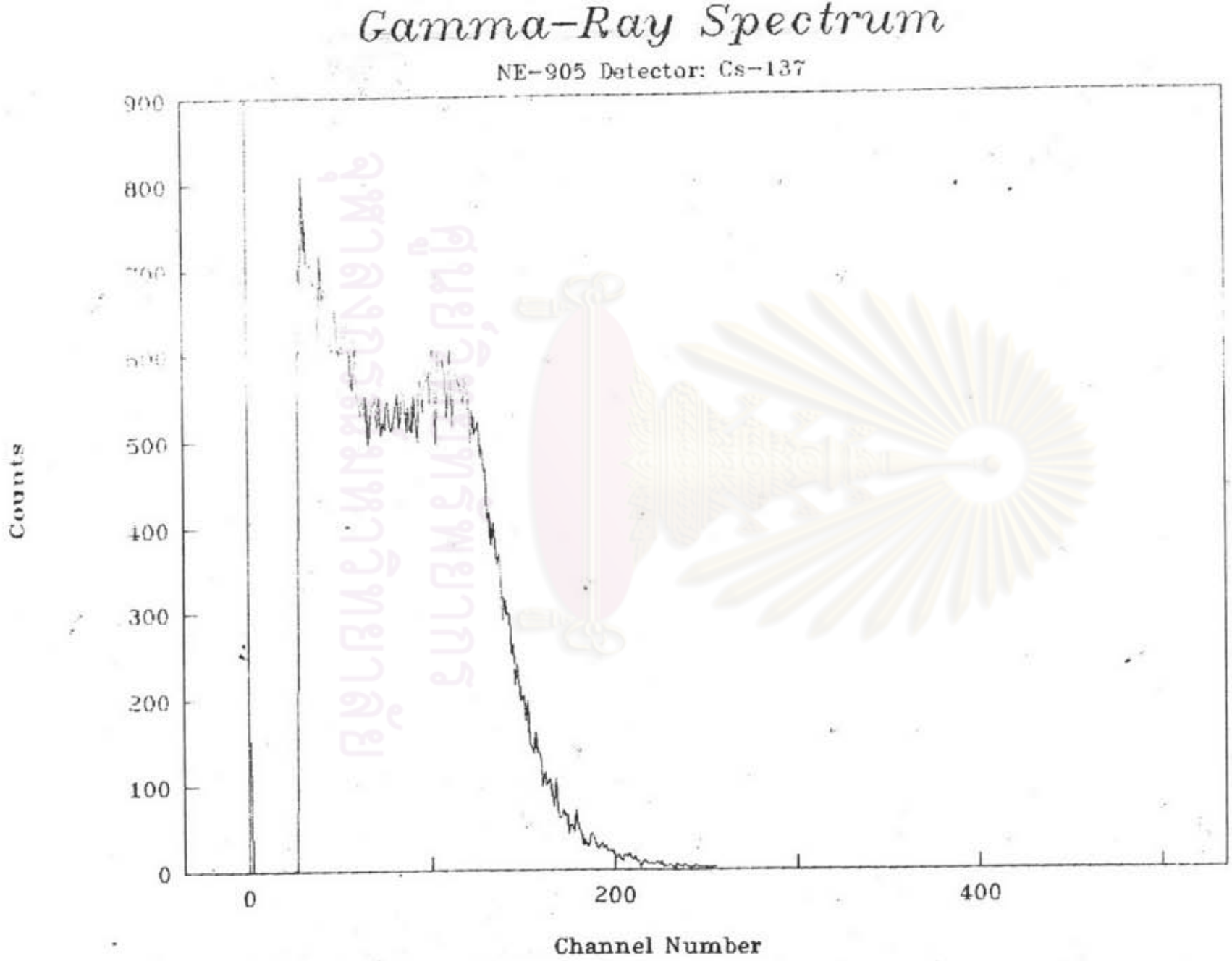
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



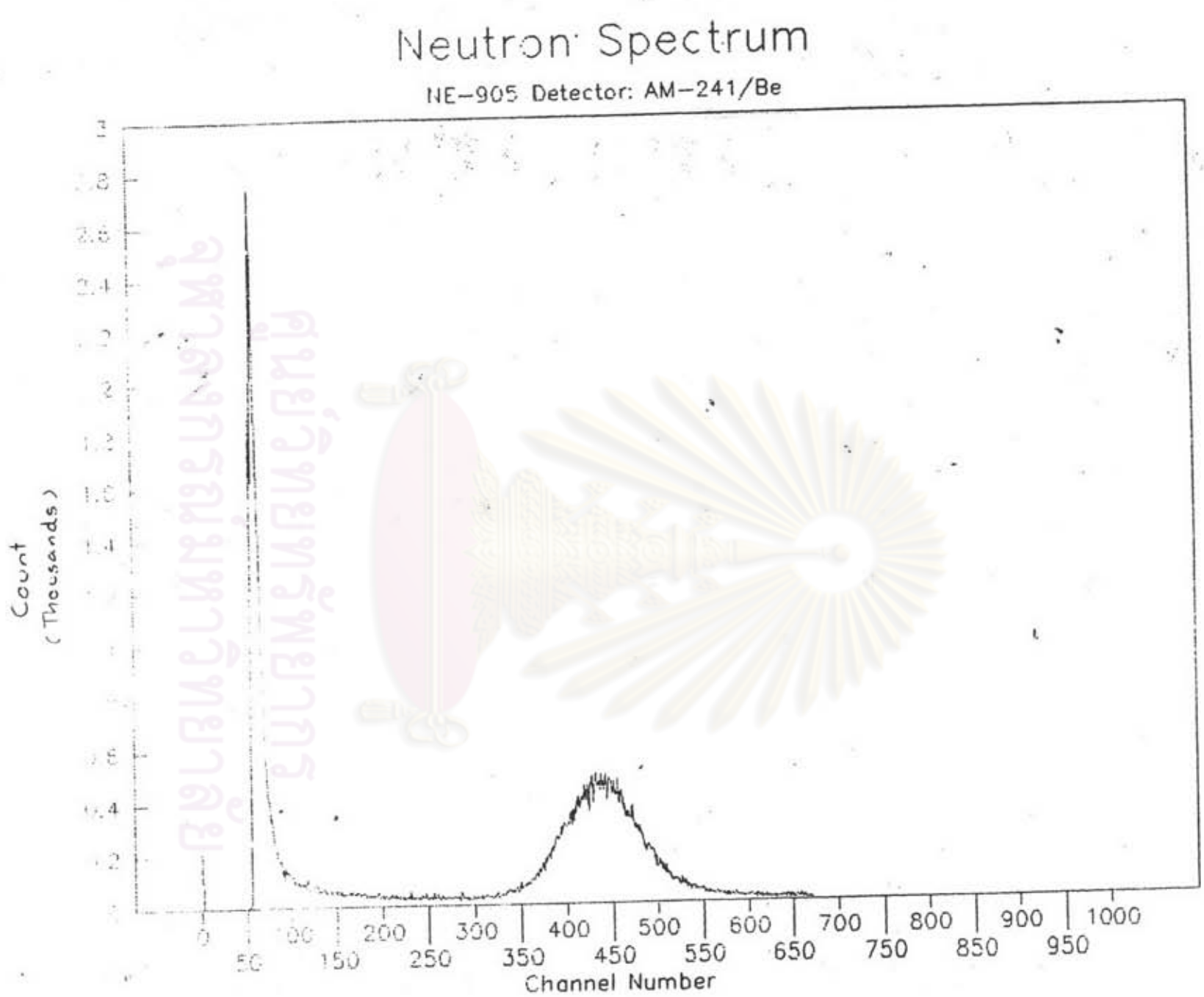
รูปที่ 5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างช่องสัญญาณกับพลังงานของสารรังสีแกมมามาตรฐาน

5.1.2 ผลการศึกษา spectrum ของ Cs-137 , Am-241/Be และ Cs-137+Am-241/Be ที่ได้จากการวัดด้วยหัววัดรังสี NE-905 แสดงในรูปที่ 5.2 5.3 และ 5.4

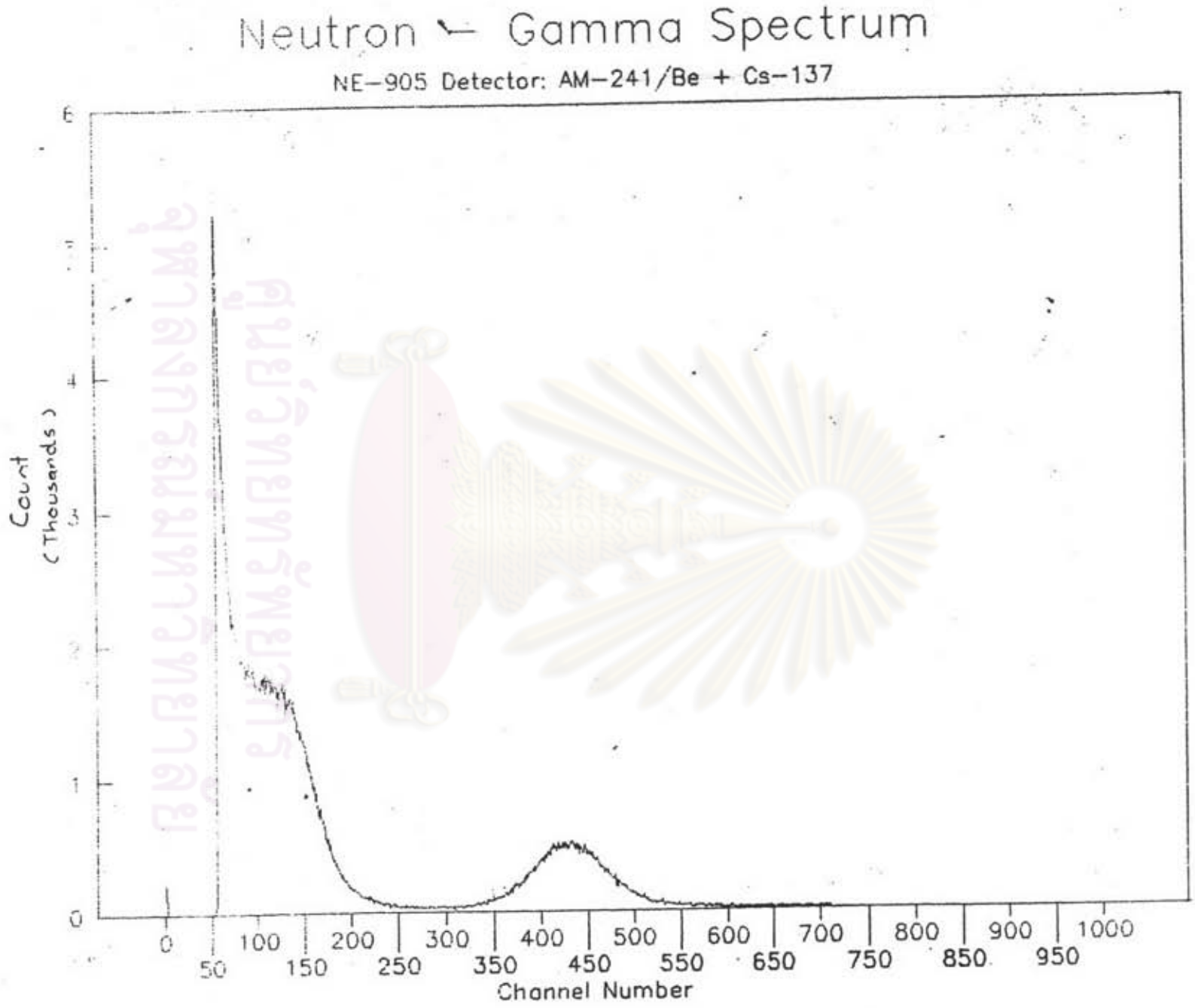
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.2 สเปกตรัมของ Cs-137 จากหัววัด NE-905



รูปที่ 5.3 สเปกตรัมของ Am-241/Be จากหัววัด NE-905



รูปที่ 5.4 สเปกตรัมของ Cs-137 และ Am-241/Be จากหัววัด NE-905

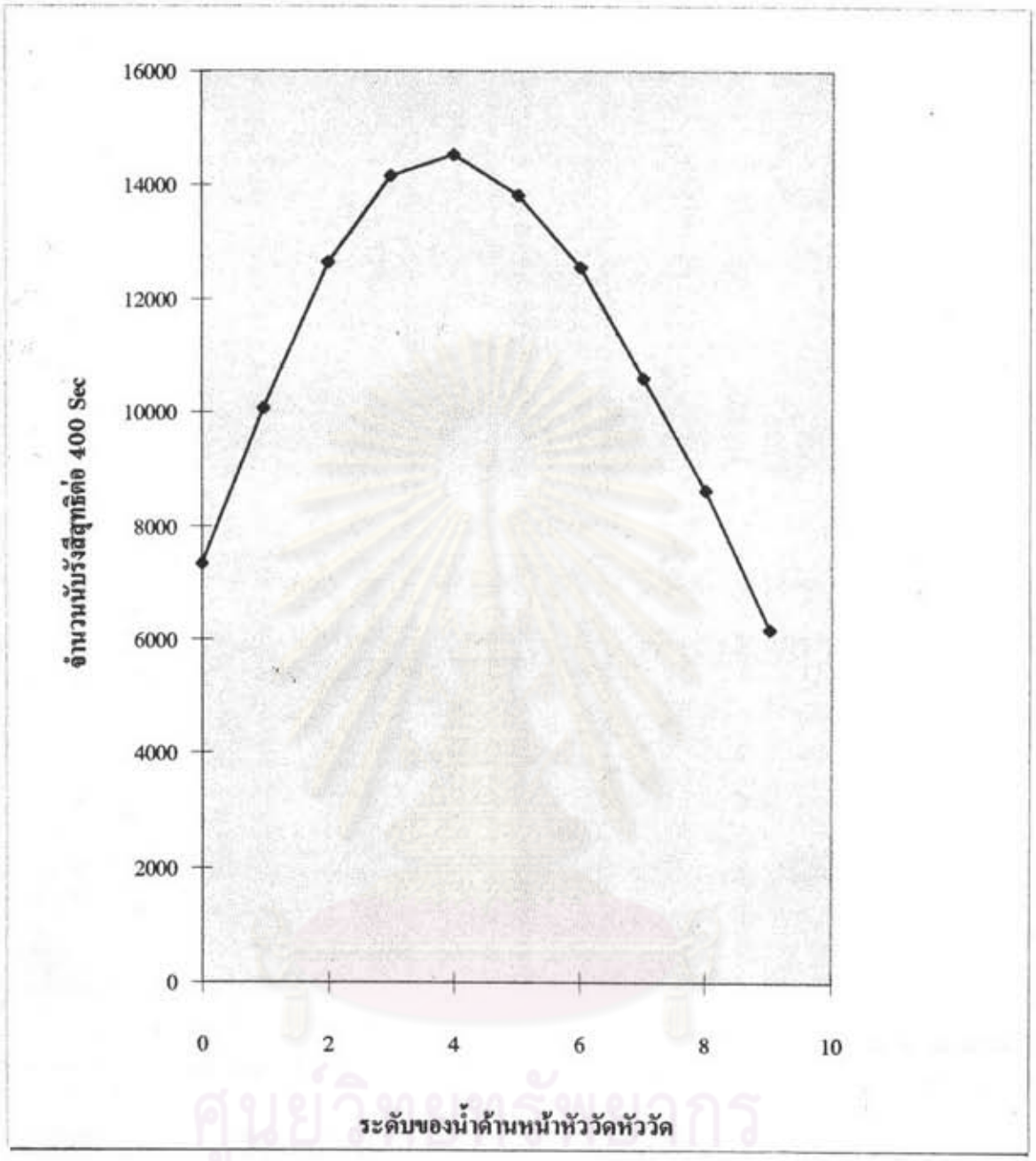
5.2 ผลการหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการวัดรังสีนิวตรอนเร็วด้วยหัววัดรังสี NE-905

5.2.1 การศึกษาผลของระดับน้ำด้านหน้าหัววัดรังสีต่อการวัดนิวตรอนเร็ว

ตารางที่ 5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับของน้ำด้านหน้าหัววัดรังสีกับจำนวนนับรังสีนิวตรอนสุทธิ

ระดับของน้ำ ด้านหน้าหัววัดรังสี (ซม.)	จำนวนนับรังสีนิวตรอนสุทธิ ต่อ 400 วินาที
0	7335
1	10063
2	12639
3	14173
4	14526
5	13815
6	12557
7	10584
8	8635
9	6191

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.5 ความสัมพันธ์ของระดับน้ำด้านหน้าหัววัดรังสี NE-905 กับจำนวนนับรังสีสุทธิ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

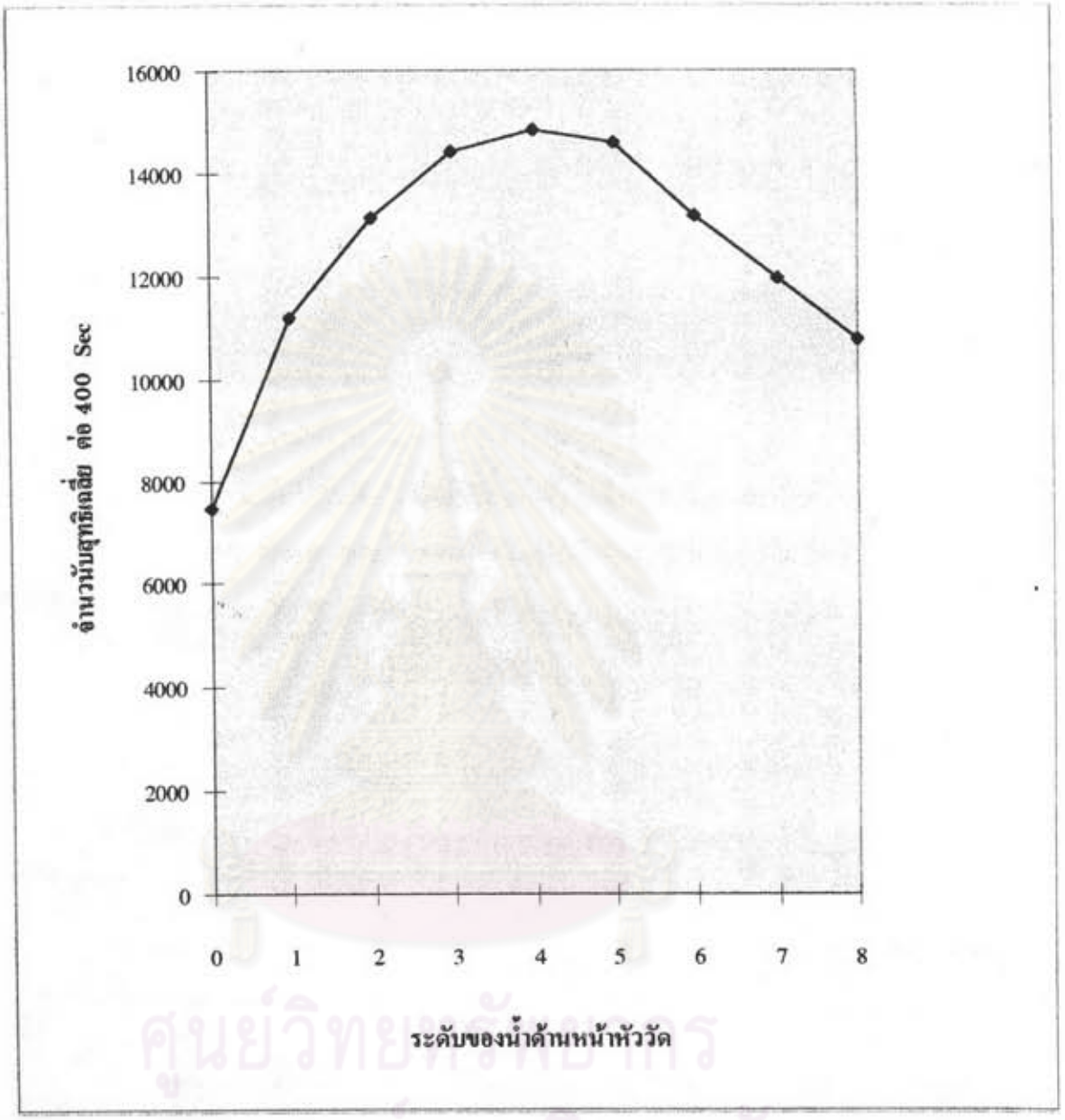
5.2.2 ผลการทดลองหาระดับของน้ำด้านข้างและด้านหลังของหัววัดรังสีที่เหมาะสมในการวัดรังสีนิวตรอนด้วยหัววัดรังสี NE-905

จากการทดลองระดับที่เหมาะสมคือ ระดับ 4 เซนติเมตร ด้านหน้าของหัววัดNE-905 เมื่อเติมน้ำด้านหลังของหัววัดให้คงที่ นำระดับน้ำที่ได้ไปช่วยในการออกแบบโพลีเอทธิลีนที่ทำหน้าที่เป็นตัวหน่วงนิวตรอน (Neutron Moderator) โดยหล่อให้มีมีขนาดเท่ากับภาชนะที่ใช้ใส่ตัวอย่างของน้ำคือมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 เซนติเมตร เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 ซม. ลึก 11 ซม. เพื่อใส่หัววัดNE-905 โดยมีขนาดความหนาของโพลีเอทธิลีนด้านหน้าหัววัด 4 เซนติเมตร

ตารางที่ 5.3 ความสัมพันธ์ระดับของน้ำหน้าหัววัดกับจำนวนนับรังสีสุทธิ(โดยการเติมน้ำด้านหลังของหัววัด)

ระดับของน้ำ ด้านหน้าหัววัด (ซม.)	จำนวนนับรังสีสุทธิเฉลี่ย ต่อ 400 วินาที
0	7480
1	11177
2	13138
3	14436
4	14586
5	14598
6	13160
7	11950
8	10777

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.6 ความสัมพันธ์ของระดับของน้ำด้านหน้าหัววัดกับจำนวนนับรังสีสุทธิ (โดยเติมน้ำด้านหลังหัววัดรังสี)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

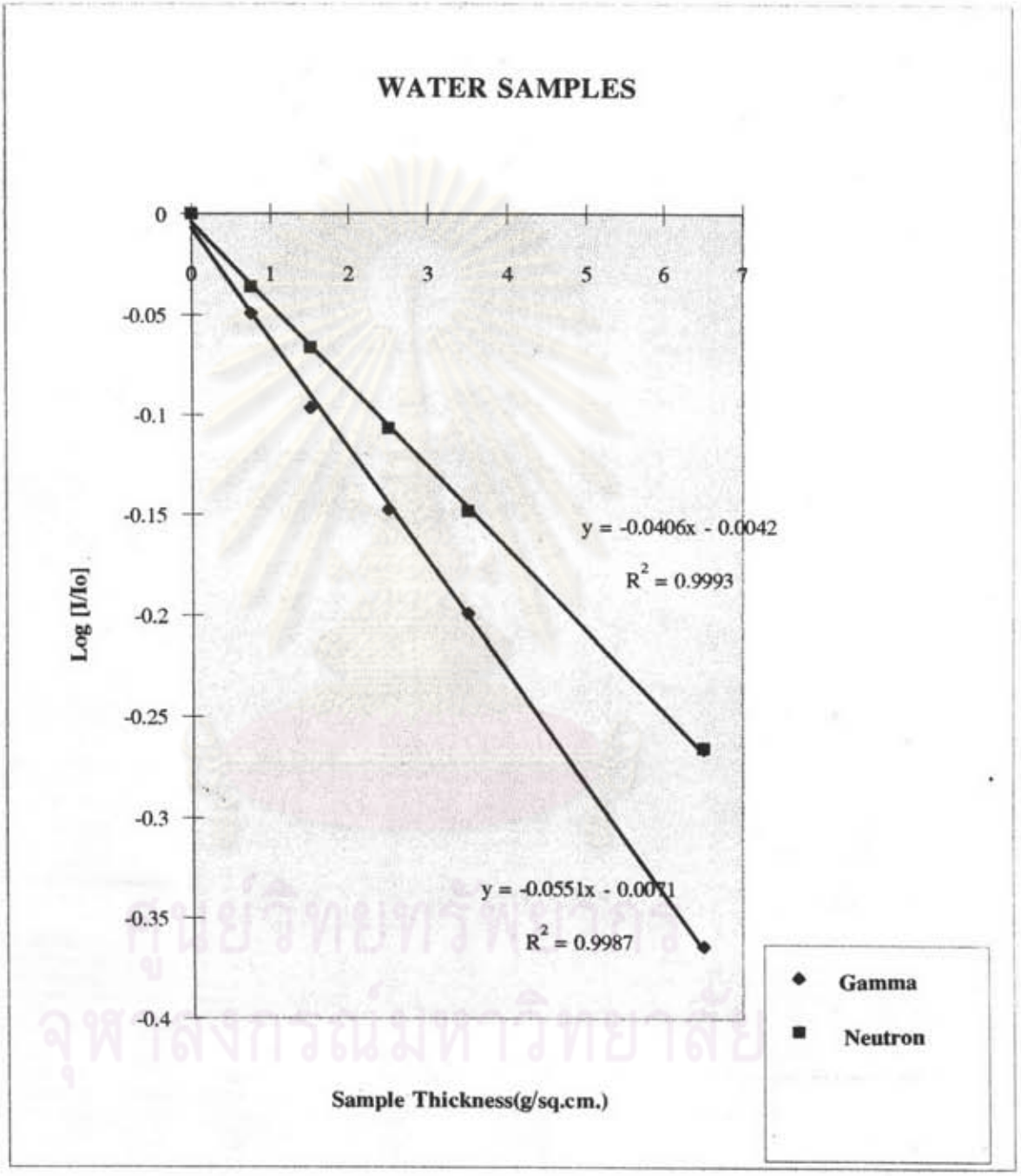
5.3 ผลการหาสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของรังสีนิวตรอนเร็วและแกมมากับปริมาณของน้ำ แป้งมันสำปะหลัง แป้งมันสำปะหลังชนิดเม็ด

จากกราฟรูปที่ 5.7, 5.8, 5.9 ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของรังสีนิวตรอนเร็วของน้ำ แป้งมันสำปะหลังชนิดผง และชนิดเม็ด ที่อ่านจากกราฟต้องนำมาคูณกับ 2.303 ได้ค่าตามลำดับดังนี้ 0.1269, 0.1149 และ 0.1096 cm^2/g ค่าสัมประสิทธิ์การทะลุผ่านของรังสีแกมมาของน้ำ แป้งมันสำปะหลังชนิดผง และชนิดเม็ดจากกราฟคูณกับ 2.303 ได้ค่าตามลำดับดังนี้ 0.0935, 0.0926 และ 0.09212 cm^2/g

ตารางที่ 5.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของน้ำกับจำนวนนับรังสีสุทธิ

น้ำหนักของน้ำ (กรัม)	ความหนาของตัวอย่าง(g/cm^2)	I/I_{on}	Log $(I/I_o)_n$	$I/I_o\gamma$	Log $(I/I_o)\gamma$
0	0	1	0	1	0
150	0.75	0.8294	-0.04944	0.9204	-0.03602
300	1.50	0.8009	-0.9642	0.8582	-0.06641
500	2.50	0.7120	-0.14752	0.7818	-0.10690
700	3.50	0.6320	-0.19928	0.7107	-0.14831
1300	6.50	0.4331	-0.3634	0.5425	-0.26560

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

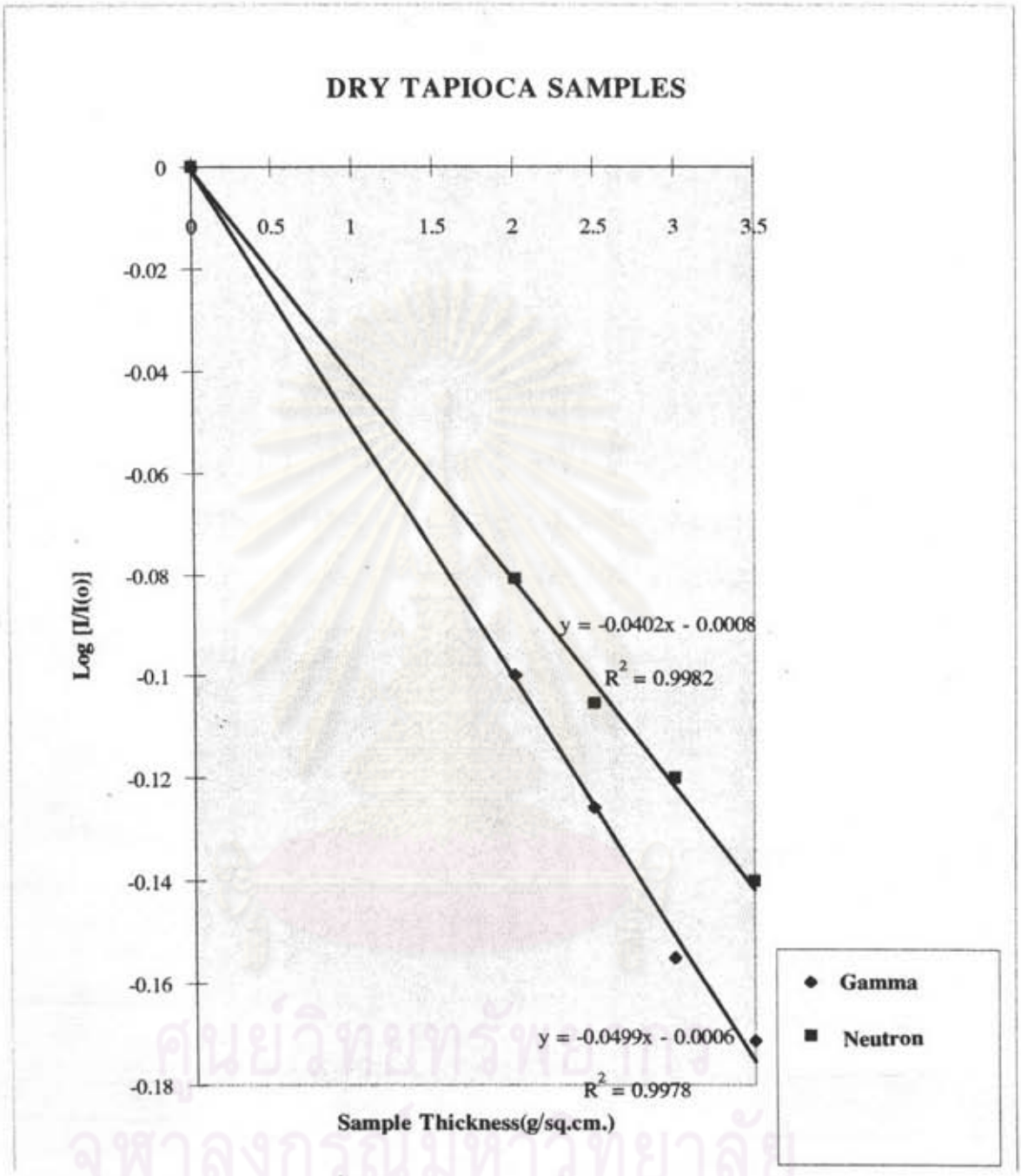


รูปที่ 5.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของตัวอย่างน้ำกับ(logI/Io)ของรังสีนิวตรอนและแกมมา

ตารางที่ 5.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของค่าของแป้งมันสำปะหลังแห้งกับจำนวนนับรังสีสุทธิ

น้ำหนักของน้ำ (กรัม)	ความหนาของตัวอย่าง(g/cm^2)	I/I_{on}	$Log\ (I/I_o)_n$	$I/I_o\gamma$	$Log\ (I/I_o)\gamma$
0	0	1	0	1	0
400	2.0	0.7947	-0.09980	0.8300	-0.08092
500	2.5	0.7487	-0.12569	0.8746	-0.10535
600	3.0	0.7	-0.15490	0.7586	-0.11999
700	3.5	0.6745	-0.17102	0.7243	-0.14008

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



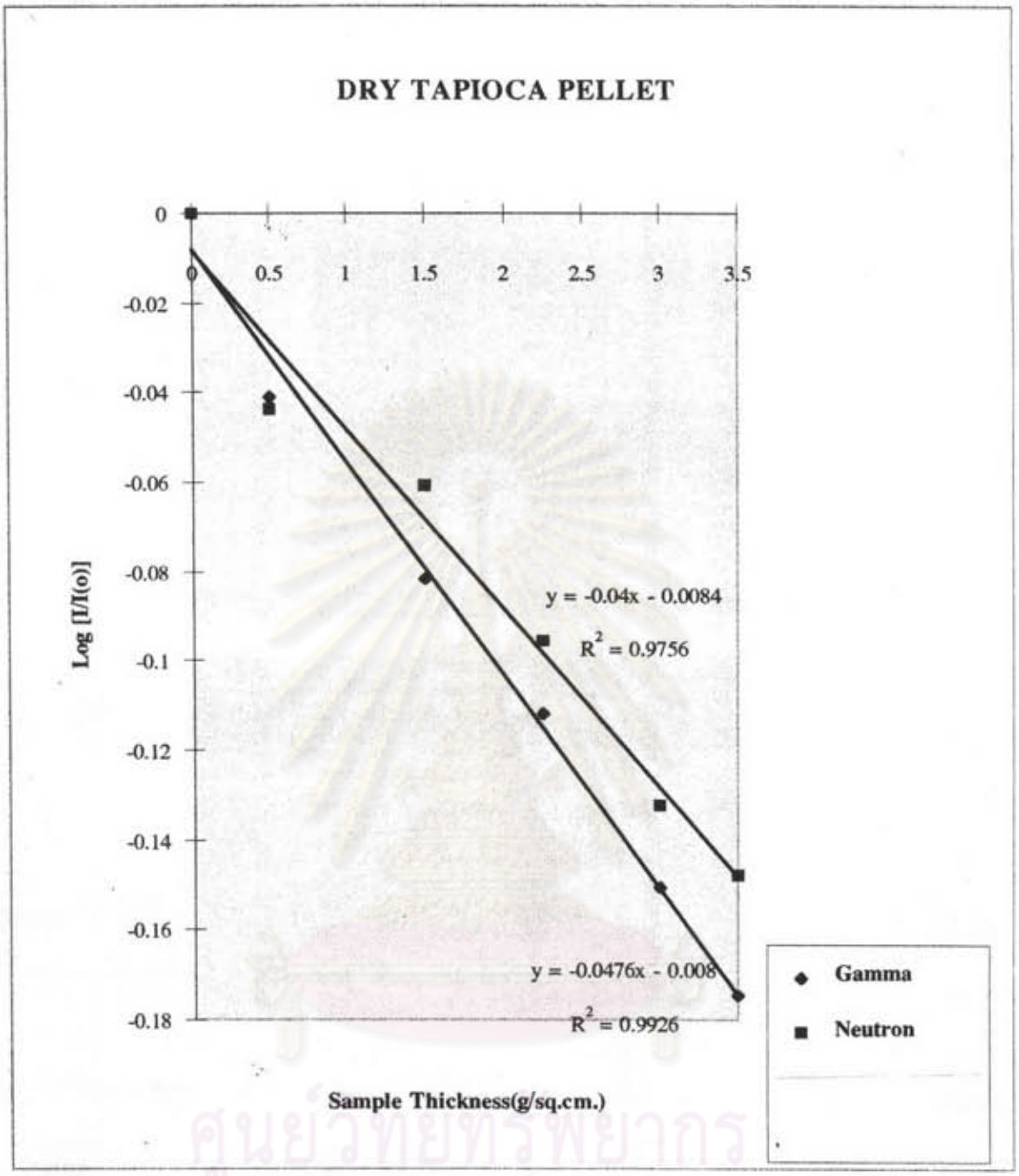
รูปที่ 5.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของตัวอย่างแป้งมันสำปะหลังแห้งกับ log(I/Io)ของรังสีนิวตรอนและแกมมา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของแป้งมันสำปะหลังชนิดเม็ดกับจำนวนนับรังสีสุทธิ

น้ำหนักของน้ำ (กรัม)	ความหนาของตัวอย่าง(g/cm^2)	I/I_{on}	Log $(I/I_o)_n$	$I/I_o\gamma$	Log $(I/I_o)\gamma$
0	0	1	0	1	0
150	0.5	0.9100	-0.04096	0.9044	-0.04364
300	1.5	0.8287	-0.08160	0.8692	-0.06088
450	2.25	0.7727	-0.11199	0.8022	-0.09572
600	3.0	0.6970	-0.15677	0.7115	-0.13229
700	3.5	0.6692	-0.17444	0.7115	-0.14783

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของตัวอย่างแป้งมันสำปะหลังชนิดเม็ดกับ logI/Ioของรังสีนิวตรอนและแกมมา

5.4 ผลการปรับเทียบการวัดความชื้นในแป้งมันสำปะหลังชนิดผง โดยใช้เทคนิคการส่งผ่านรังสีนิวตรอนเร็วและรังสีแกมมา

การวิจัยที่ผ่านมาเราได้ผลการตอบสนองของการวัดนิวตรอนและแกมมากับปริมาณของแป้งมันสำปะหลัง การวิจัยนี้ได้ทำการทดลองวัดปริมาณความชื้นของแป้งมันสำปะหลังในปริมาณของแป้งมันสำปะหลังที่ต่าง ๆ กัน เพื่อนำมาสร้างกราฟปรับเทียบ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

-นำแป้งมันสำปะหลังในปริมาณที่ต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ 300-700 กรัม โดยแต่ละปริมาณทำการเพิ่มความชื้น ตั้งแต่ 0-15%

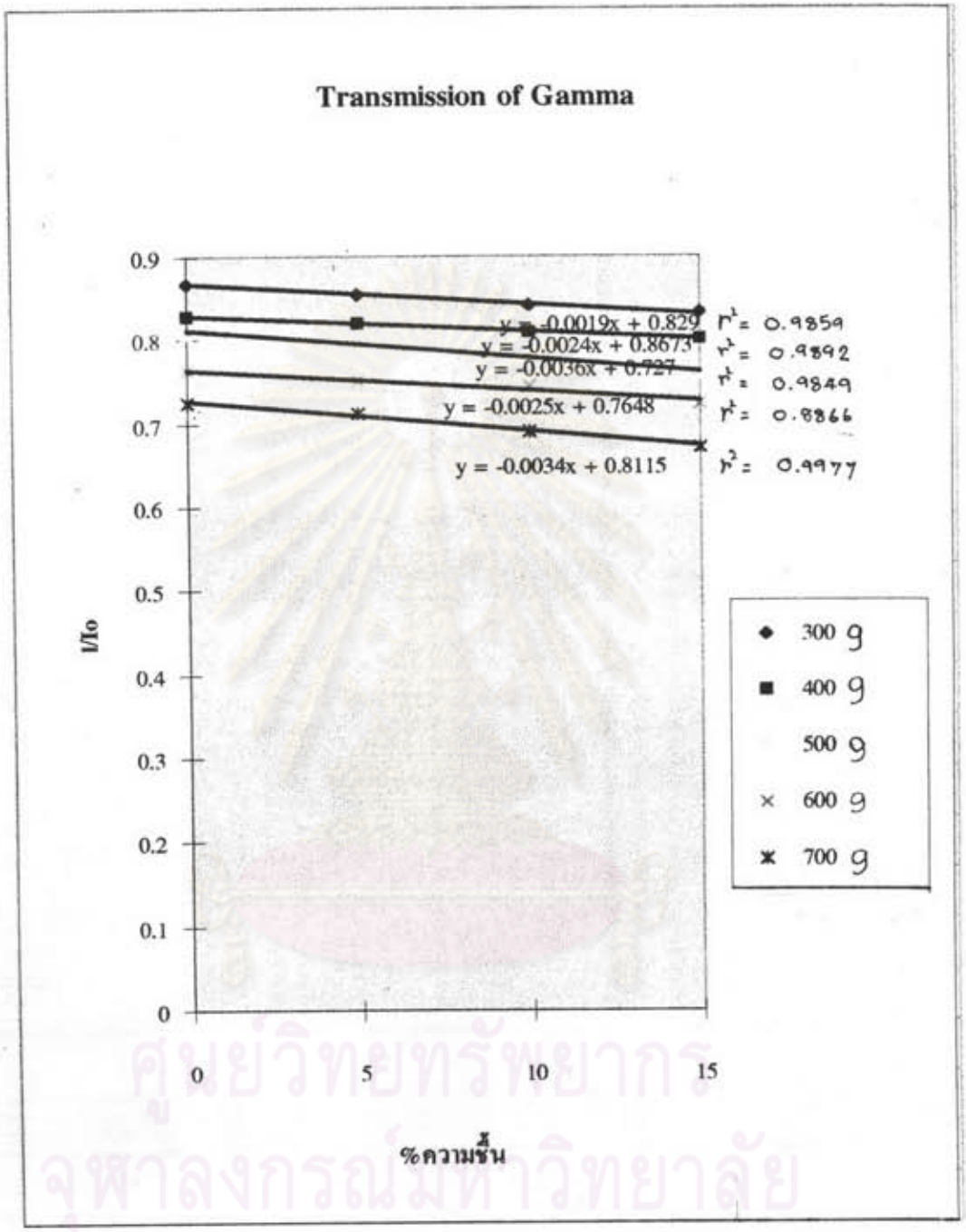
-นำแป้งมันสำปะหลังมาวัดโดยใช้เทคนิคการวัดรังสีนิวตรอนเร็วและแกมมาด้วยหัววัด NE-905 ข้อมูลจำนวนนับรังสีและความชื้นของแป้งมันสำปะหลัง แสดงไว้ในตารางที่ 5.7 กับ 5.8 และ รูปที่ 5.9 กับ 5.10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับจำนวนนับรังสีแกมมาสุทธิใน ปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่แตกต่างกัน

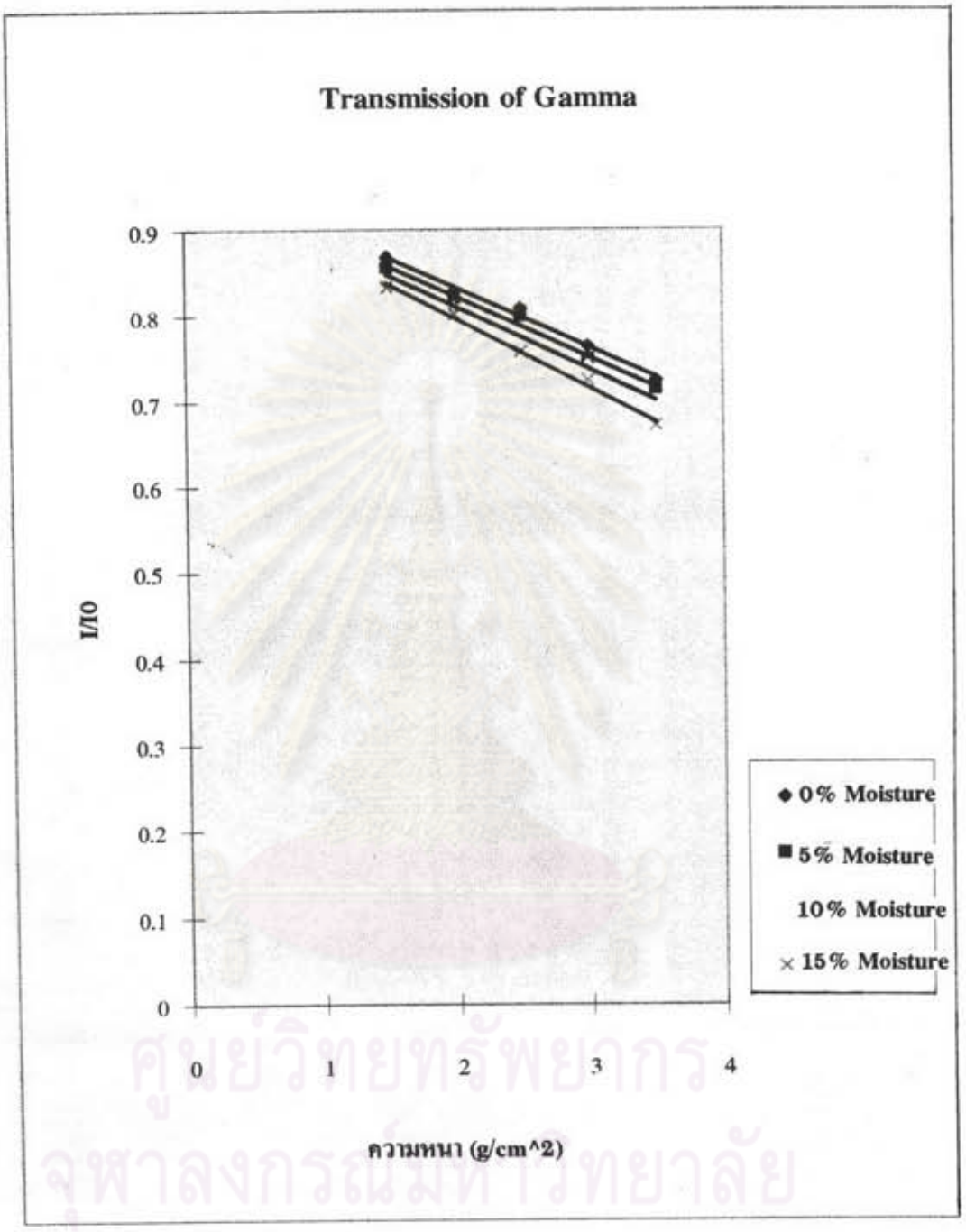
% ความชื้น	น้ำหนักแป้งมันสำปะหลัง (g)									
	300		400		500		600		700	
	จำนวนนับรังสีแกมมาสุทธิ	I/Io	จำนวนนับรังสีแกมมาสุทธิ	I/ Io	จำนวนนับรังสีแกมมาสุทธิ	I/Io	จำนวนนับรังสีแกมมาสุทธิ	I/Io	จำนวนนับรังสีแกมมาสุทธิ	I/Io
0	346607	0.8681	304212	0.8288	319253	0.8073	279458	0.7641	289340	0.7244
5	341468	0.8552	301153	0.8205	315939	0.7989	275314	0.7501	284638	0.7129
10	336091	0.8418	296989	0.8091	309427	0.7824	273451	0.7450	275627	0.6903
15	332600	0.8330	294070	0.8012	299338	0.7569	265495	0.7233	267995	0.6712

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.10 (ก) กราฟปรับเทียบระหว่าง(I/Io) ของรังสีแกมมากับปริมาณความชื้นของแป้งมันสำปะหลัง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



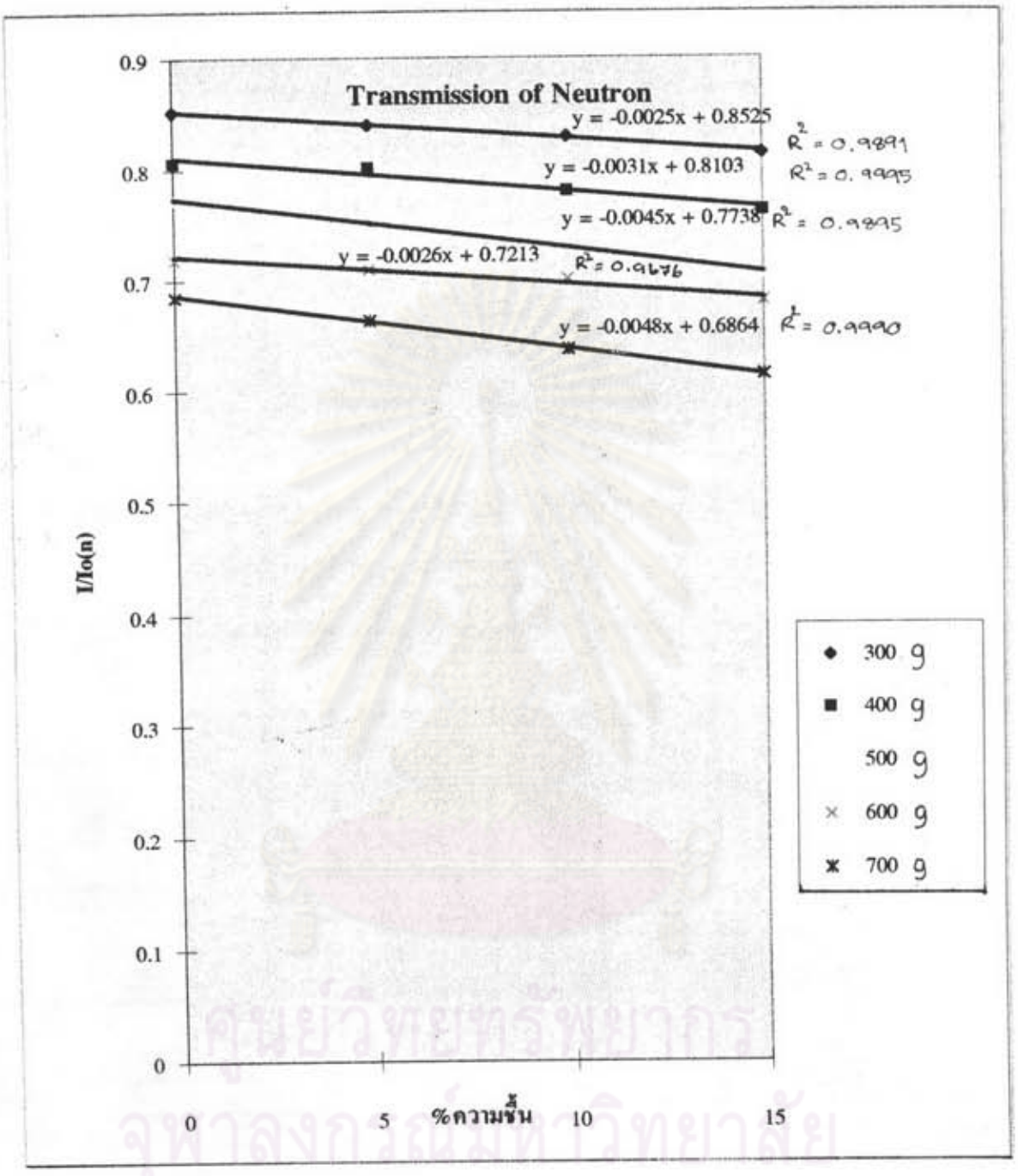
รูปที่ 5.10 (ข) กราฟปรับเทียบระหว่าง(I/Io) ของรังสีแกมมากับความหนาของแป้งมันสำปะหลัง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับจำนวนนับรังสีนิวตรอนสุทธิในปริมาณแป้งมันสำปะหลังที่แตกต่างกัน

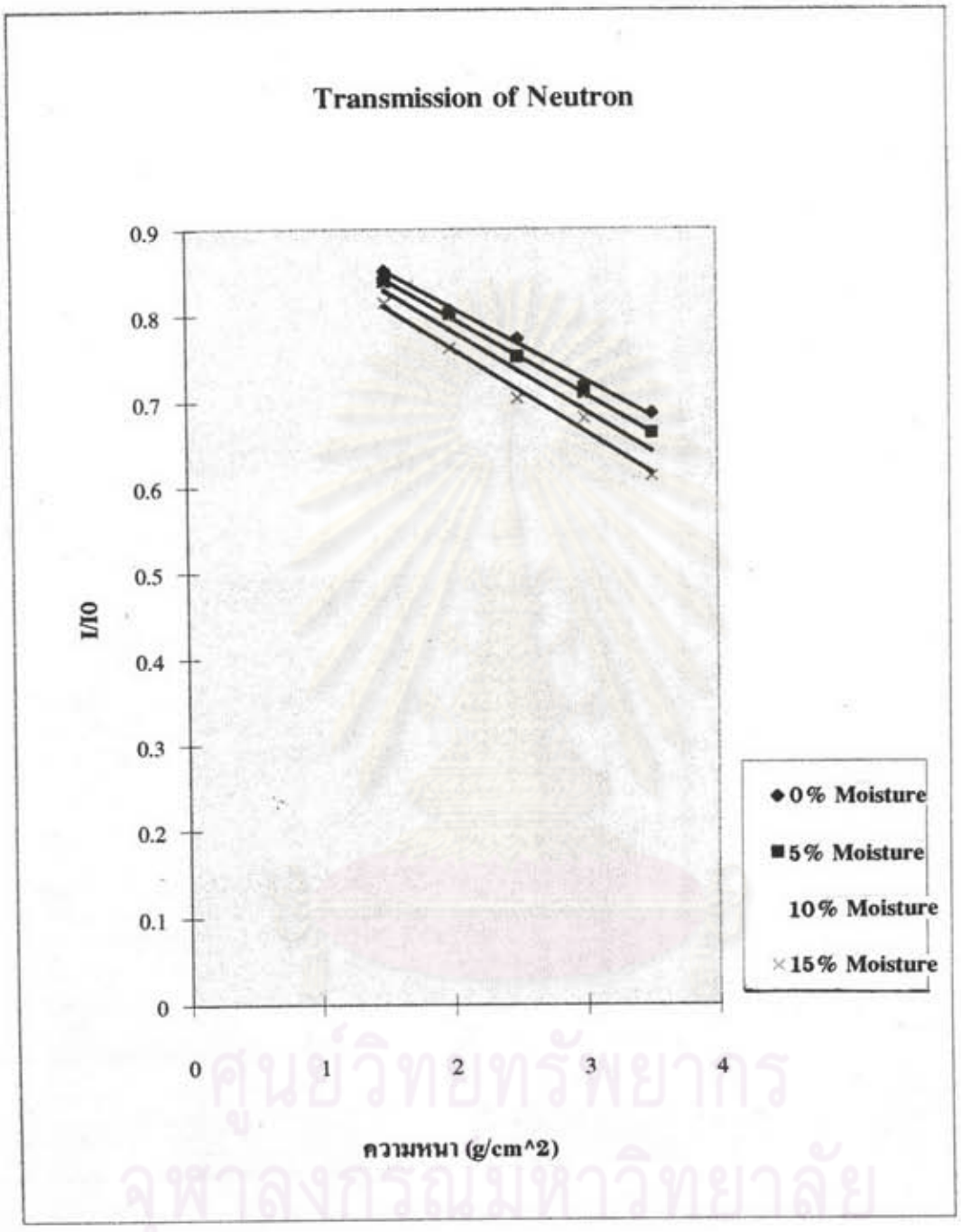
% ความชื้น	น้ำหนักแป้งมันสำปะหลัง									
	300		400		500		600		700	
	จำนวนนับรังสีนิวตรอนสุทธิ	I/Io(n)	จำนวนนับรังสีนิวตรอนสุทธิ	I/Io(n)	จำนวนนับรังสีนิวตรอนสุทธิ	I/Io(n)	จำนวนนับรังสีนิวตรอนสุทธิ	I/Io(n)	จำนวนนับรังสีนิวตรอนสุทธิ	I/Io(n)
0	69865	0.8520	64939	0.8060	63762	0.7718	57970	0.7195	56217	0.6855
5	68833	0.8394	64540	0.8010	62147	0.7523	57147	0.7093	54426	0.6637
10	68050	0.8298	62867	0.7803	60491	0.7322	56368	0.6996	52326	0.6381
15	66690	0.8133	61373	0.7617	58077	0.7030	54789	0.6800	50337	0.6138

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.11 (ก) กราฟปรับเทียบความชื้นของแป้งมันสำปะหลังชนิดผงกับ I/Io ของรังสีนิวตรอน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.11 (ข) กราฟปรับเทียบระหว่าง I/Io ของรังสีนิวตรอนกับความหนาของแป้งมันสำปะหลัง

จากกราฟรูปที่ 5.10 และ 5.11 จะได้ว่าช่วงน้ำหนักของแป้งมันสำปะหลังผงที่ให้ผลดี คือที่น้ำหนัก 700 กรัม แต่จากตารางที่ 5.9 ค่า R ที่ได้มีค่าแปรปรวนจนไม่สามรถนำมาหาปริมาณความชื้นได้

ตารางที่ 5.9 ค่า R ของแป้งมันสำปะหลังชนิดผงที่น้ำหนักต่าง ๆ กัน

%Moisture	$\log (I/I_0)_n$	$\log (I/I_o)_\gamma$	R*
ความหนา 1.5 g/cm^2			
0	-0.0696	-0.0614	1.1336
5	-0.0760	-0.0679	1.1193
10	-0.0810	-0.0748	1.0829
15	-0.0898	-0.0794	1.1310
ความหนา 2.0 g/cm^2			
0	-0.0937	-0.0816	1.1483
5	-0.0964	-0.0859	1.1222
10	-0.1077	-0.0920	1.1707
15	-0.1182	-0.0963	0.2274
ความหนา 2.5 g/cm^2			
0	-0.1125	-0.0930	1.2097
5	-0.1236	-0.0975	1.2677
10	-0.1354	-0.1066	1.2702
15	-0.1531	-0.1210	1.2653
ความหนา 3.0 g/cm^2			
0	-0.1430	-0.1184	1.2078
5	-0.1492	-0.1249	1.1946
10	-0.1552	-0.1278	1.2144
15	-0.1675	-0.1407	1.1905
ความหนา 3.5 g/cm^2			
0	-0.1640	-0.1398	1.1731
5	-0.1780	-0.1470	1.2109
10	-0.1951	-0.1610	1.2118
15	-0.2120	-0.1735	1.2219

5.5 ผลการปรับเทียบการวัดความชื้นในแป้งมันสำปะหลังชนิดเม็ด โดยใช้เทคนิคการส่งผ่านรังสีนิวตรอนเร็ว และรังสีแกมมา

จากตารางที่ 5.10 ค่า R ที่ ได้มีค่าแปรปรวนจึงนำมาหาปริมาณความชื้นไม่ได้

ตารางที่ 5.10 ค่า R ของแป้งมันสำปะหลังชนิดเม็ดน้ำหนัก 700 g.

%ความชื้น	I/I_{on}	$\log (I/I_o)_n$	$I/I_{o\gamma}$	$\log (I/I_o)_\gamma$	R*
0	0.6781	-0.1687	0.7245	-0.1400	1.2050
5	0.6446	-0.1907	0.6979	-0.1562	1.2209
10	0.6301	-0.2006	0.6886	-0.1722	1.2383
15	0.6041	-0.2189	0.6727	-0.1722	1.2712

* $R = \log (I/I_o)_n / \log (I/I_o)_\gamma$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.6 ผลการทดลองวัดความชื้นในแป้งมันสำปะหลังชนิดผงและชนิดเม็ด

ในการหาปริมาณความชื้นของตัวอย่างแป้งมันสำปะหลังชนิดผงและชนิดเม็ด ได้ทดลองกับตัวอย่างที่มีน้ำหนักแห้งประมาณ 700 กรัม (เท่ากับความหนา 3.50 g/cm^2) ซึ่งใช้ตัวอย่างชนิดผง 5 ตัวอย่าง และชนิดเม็ด 2 ตัวอย่าง โดยทำการวัดรังสีแกมมาและนิวตรอนทะบุผ่านแล้วนำไปหาปริมาณความชื้น 3 วิธี คือ วิธีใช้ค่า R วิธีอ่านค่า log (I/Io) ของนิวตรอน และวิธีอ่านค่า log (I/Io) ของนิวตรอน ประกอบกับการแก้ค่าความแตกต่างของความหนาจากข้อมูล log (I/Io) ของรังสีแกมมา ผลการวิจัยแสดงไว้ในตารางที่ 5.11 และ 5.12

ตารางที่ 5.11 ผลการทดลองวัดความชื้นของแป้งมันสำปะหลังชนิดผงด้วยวิธีส่งผ่านรังสีนิวตรอนและแกมมา

ตัวอย่างที่ (%ความชื้น)	น้ำหนักแห้ง (g.)	ความหนา (g/cm^2)	ความหนารวม g.	รังสีนิวตรอน		รังสีแกมา	
				$(I/Io)_n$	$\log (I/Io)_n$	$(I/Io)_\gamma$	$\log (I/Io)_\gamma$
<u>ชนิดผง</u>							
1 (5%)	700	3.50	3.675	0.6600	-0.1805	0.1762	-0.1450
2 (10%)	700	3.50	3.85	0.6442	-0.1910	0.7048	-0.1519
3 (15%)	700	3.50	4.025	0.6240	-0.2048	0.6849	-0.1644
4 (5%)	720	3.60	3.78	0.6555	-0.1834	0.7102	-0.1486
5 (15%)	680	3.40	3.58	0.6337	-0.1981	0.6888	-0.1619
<u>ชนิดเม็ด</u>							
6 (5%)	680	3.40	3.57	0.6698	-0.1741	0.7028	-0.1532
7 (10%)	640	3.20	3.52	0.6557	-0.1833	0.6982	-0.1560
8 (15%)	620	3.10	3.57	0.6505	-0.1808	0.7024	-0.1534

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.12 ผลการปริมาณความชื้นในตัวอย่างแป้งมันสำปะหลัง

ตัวอย่างที่	%ความชื้น	น้ำหนักแห้ง (g/cm^2)	ความชื้นที่หาได้	
			วิธีที่ 1	วิธีที่ 2
<u>ชนิดผง</u>				
1	5	700	5.50	5.50
2	10	700	8.79	8.79
3	15	700	13.00	13.00
4	5	720	6.44	4.44
5	15	680	10.98	12.98
<u>ชนิดเม็ด</u>				
6	5	680	1.04	–
7	10	640	4.02	–
8	15	620	5.12	–

<u>หมายเหตุ</u> วิธีที่ 1 : ใช้ค่า log (I/Io) ของนิวตรอนอ่านจากกราฟโดยตรง

วิธีที่ 2 : ใช้ค่า log (I/Io) ของนิวตรอนประกอบกับการแก้ผลจากน้ำหนักที่ต่างกัน

– หมายถึง ข้อมูลไม่เพียงพอสำหรับการปรับแก้ค่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย