

รายการอ้างอิง



ภาษาไทย

- ช่ออัญชัน ประพันธ์ศรี. การวัดปริมาณรังสีระดับสูงโดยพลาสติกโพลีเมธิลเมทาไคลเลท ชนิดไปรงใส. บัณฑิตวิทยาลัย, วิทยาศาสตร์รังสี คณะแพทยศาสตร์ มหิดล, กรุงเทพมหานคร : 2537
- ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์. เคมีโพลีเมอร์พื้นฐาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2527: 328-330.
- พิมล เรียนวัฒนา. สเปคโตรสโคปีกับการประยุกต์ทางเคมี. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์, 2526: 172-177
- ยุรีพร เปรมพิรกุล. การวัดการกระจายของปริมาณรังสีภายในภาชนะฉายรังสีจากต้นกำเนิดรังสีแกมมาโคบอลต์-60 ด้วยสารละลายสีเรดิโอโครมิก. บัณฑิตวิทยาลัย นิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร : 2526
- ราเชนทร์ โกศลวิตร. การศึกษาการใช้สารละลายสีอินทรีย์บางชนิดเพื่อวัดรังสีแกมมา ในช่วง 1-5 เกรย์ สำหรับรังสีรักษาด้วยต้นกำเนิดรังสีรักษาระยะไกลโคบอลต์-60. บัณฑิตวิทยาลัย, นิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร : 2533

ภาษาอังกฤษ

- Becker, K. Solid State Dosimetry, Ohio : CRC Press Inc., 1973 : 278-286
- Billmeyer, F.W., Jr. Textbook of Polymer Science. 2nd ed. New York: Wiley Interscience, 1971
- Buenfil, A.E., Uribe, R.M., A. de la Piedad, McLaughlin, W.L. and Miller, A. Thin Plastic Radiochromic Dye Film as Ionizing Radiation Dosimeters. Radiat. Phys. Chem. 22 No. 3-5, 1983: 325-332
- Chung, W.H. Congo Red / Polyvinyl Alcohol Film Dosimeter for Gamma Rays and Electrons. Nuclear Technology 105 (March 1994): 457-458
- _____ and Miller, A. Film Dosimeters Based on Methylene Blue and Methyl Orange in Polyvinyl Alcohol. Nuclear Technology 106 (May, 1994): 261-264

- _____, Kojima T. and Okamoto J. Application of Dyed PVA Films to 150-300 keV Electron Beam Dosimetry. Radioisotopes, 43 No. 5 : May 1992 : 16-20
- Day, M.J. and Stein, G. The Action of Ionizing Radiation on Aqueous Solutions of Methylene Blue. Radiation Research. 6, 1957 : 667-679
- Frank, H. A. and Willium, C. R. Radiation Dosimetry , Vol. 2. , 2nd Ed., New York: Academic Press, 1966 : 243-257
- Lavrentovich, Ya. I., Levon, A. I. , Mel'nikova, G. N. and A. M. Kabakchi, Gamma and Neutron Dosimetry in Nuclear Reactors by Means of colored Polyvinyl Alcohol Films. Soviet Atomic Energy. 19, 1965 : 1189-1192
- McLaughlin, W.L., Uribe, R.M., and Miller, A. Megagray Dosimetry. Radiat. Phys. Chem. 22 No.3-5, 1983: 353-362
- _____. Megagray Dosimetry. Radiation Dosimetry for Quality Control of Food Preservation and Disinfestation. Radiat. Phys. Chem. 22 , 1983:
- _____, Humphreys, J.C., Hocken, D. and Chappas, W.J. Radiochromic Dosimetry For Validation and Commissioning of Industrial Radiation Processes. Radiat. Phys. Chem. 31 No.4-6, 1988: 505-514
- Miller, A. and McLaughlin, W.L. On a Radiochromic Dye Dose Meter, Riso-M-2254, Riso National Laboratory, Roskilde, Denmark 1980.
- Niels, W.H. and Roger, J.R. Manual on Radiation Dosimetry. New York: Marcel Dekker INC., 1970 : 131-167
- Rosin, J. Reagent Chemicals and Standards. 5th ed. London: D. Van Nostrand, 1967.
- Standard Practice for Use of Radiochromic Film Dosimetry System, Designation : E 1275-93, American Society For Testing and Materials, Philadelphia
- Ueno, K. Development of a Plastic Dosimeter for Industrial use High Doses. Radiat. Phys. Chem. 31 No. 4-6, 1988: 467-472



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.1 แสดงค่าการดูดกลืนแสงเริ่มต้นของฟิล์ม PVA-MeB ที่มี
 ส่วนผสมของ PVA 12 กรัม และ MeB 20 มิลลิกรัม
 ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร

ฟิล์มที่	ค่า Ao	ความหนา (t:mm.)	Ao/t
1	1.5858	0.036	44.050
2	1.6098	0.036	44.717
3	1.5491	0.035	44.260
4	1.5444	0.035	44.126
5	1.5792	0.036	43.867
6	1.5866	0.036	44.072
7	1.559	0.036	43.219
8	1.6181	0.036	44.947
9	1.5714	0.036	43.650
10	1.5581	0.036	43.914
11	1.5712	0.036	43.644
12	1.5651	0.036	43.475
13	1.5825	0.036	43.958
14	1.5817	0.036	43.936
15	1.6203	0.036	45.008
16	1.6063	0.036	44.619
17	1.5646	0.036	43.461
18	1.5878	0.036	44.106
19	1.5804	0.036	43.900
20	1.5685	0.036	43.569
21	1.6536	0.036	45.933
22	1.5562	0.036	43.228
23	1.5636	0.036	43.433
24	1.5851	0.036	44.028

ภาคผนวก ก.1 (ต่อ)

ฟิล์มที่	ค่า Ao	ความหนา (t:mm.)	Ao/t.
25	1.5764	0.036	43.789
26	1.5752	0.036	43.756
27	1.6554	0.036	45.983
28	1.5815	0.036	43.931
29	1.5749	0.036	43.747
30	1.6074	0.036	44.650
31	1.6515	0.036	45.875
32	1.5663	0.036	43.508
33	1.6718	0.036	46.439
34	1.5695	0.036	43.597
35	1.5789	0.036	43.858
36	1.5889	0.036	44.136
37	1.5714	0.036	43.650
38	1.6615	0.036	46.153
39	1.6435	0.036	45.653
40	1.5848	0.036	44.022
41	1.5817	0.036	43.936
42	1.6023	0.036	44.508
43	1.5802	0.036	43.894
44	1.5542	0.036	43.172
45	1.5842	0.036	44.006
ค่าเฉลี่ย	1.5895±0.0308	0.0359±0.0002	44.2091±0.6718

ภาคผนวก ก.2 แสดงค่าการดูดกลืนแสงเริ่มต้นของฟิล์ม PVA-MeB ที่มี
 ส่วนผสมของ PVA 12 กรัม และ MeB 25 มิลลิลิตร
 ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร

ฟิล์มที่	ค่า Ao	ความหนา (t:mm.)	Ao/t
1	1.9451	0.036	54.031
2	1.9201	0.036	53.336
3	1.9043	0.036	52.897
4	1.8847	0.035	53.849
5	1.8778	0.035	53.651
6	1.9025	0.036	52.847
7	1.9068	0.036	52.967
8	1.8364	0.035	52.469
9	1.9137	0.036	53.158
10	1.9004	0.036	52.789
11	1.8568	0.035	53.051
12	1.9162	0.036	53.228
13	1.8645	0.035	53.271
14	1.8201	0.035	52.003
15	1.8778	0.036	52.161
16	1.8506	0.035	52.874
17	1.8549	0.035	52.997
18	1.9082	0.036	53.006
19	1.8423	0.035	52.637
20	1.8936	0.036	52.001
21	1.8838	0.036	52.328
22	1.9012	0.036	52.811
23	1.8582	0.035	53.091
24	1.8625	0.035	53.214

ภาคผนวก ก.2 (ต่อ)

ฟิล์มที่	ค่า Ao	ความหนา (t:mm.)	Ao/t.
25	1.9002	0.036	52.783
26	1.9123	0.036	53.119
27	1.8425	0.035	52.643
28	1.9032	0.036	52.867
29	1.8808	0.036	52.244
30	1.8451	0.035	52.717
31	1.8936	0.036	52.602
32	1.9124	0.036	53.122
33	1.9172	0.036	53.256
34	1.9036	0.036	52.878
35	1.8902	0.036	52.506
36	1.9248	0.036	53.467
37	1.8525	0.035	52.929
38	1.8451	0.035	52.717
39	1.8828	0.036	52.302
40	1.8461	0.035	52.746
41	1.8645	0.035	53.271
42	1.8582	0.035	53.091
43	1.8869	0.036	52.414
44	1.9032	0.036	52.867
45	1.9007	0.036	52.797
ค่าเฉลี่ย	1.8833±0.0284	0.0356±0.0005	52.9023±0.4121

ภาคผนวก ก.3 แสดงค่าการดูดกลืนแสงเริ่มต้นของฟิล์ม PVA-MeB ที่มี
 ส่วนผสมของ PVA 12 กรัม และ MeB 30 มิลลิกรัม
 ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร

ฟิล์มที่	ค่า Ao	ความหนา (t:mm.)	Ao/t
1	2.1565	0.036	59.903
2	2.1059	0.035	58.498
3	2.2335	0.036	62.042
4	2.0904	0.035	59.726
5	2.1379	0.036	59.386
6	2.1353	0.036	59.314
7	2.1555	0.036	59.875
8	2.1499	0.036	59.719
9	2.1583	0.036	59.953
10	2.1093	0.035	60.266
11	2.1434	0.035	61.241
12	2.1881	0.036	60.781
13	2.1689	0.036	60.247
14	2.1264	0.035	60.754
15	2.1778	0.036	60.494
16	2.1499	0.036	59.719
17	2.1481	0.036	59.669
18	2.1839	0.036	60.664
19	2.1291	0.035	60.831
20	2.1076	0.035	60.217
21	2.1667	0.036	60.186
22	2.2095	0.036	61.375
23	2.1931	0.036	60.919
24	2.1622	0.036	60.061

ภาคผนวก ก.3 (ต่อ)

ฟิล์มที่	ค่า Ao	ความหนา (t:mm.)	Ao/t.
25	2.1719	0.036	60.331
26	2.1709	0.036	60.303
27	2.1499	0.035	61.426
28	2.1612	0.036	60.033
29	2.1788	0.036	60.522
30	2.1653	0.035	61.866
31	2.1952	0.036	60.978
32	2.1749	0.036	60.414
33	2.1631	0.036	60.086
34	2.1593	0.035	61.694
35	2.1035	0.035	60.101
36	2.2661	0.035	64.746
37	2.1517	0.035	61.477
38	2.1719	0.036	60.331
39	2.1326	0.035	60.931
40	2.2661	0.036	62.947
41	2.278	0.036	61.883
42	2.1819	0.036	60.608
43	2.1809	0.036	60.581
44	2.1602	0.036	60.006
45	2.1788	0.035	62.251
ค่าเฉลี่ย	2.1644 \pm 0.0369	0.0357 \pm 0.0005	60.6889 \pm 0.9983

ภาคผนวก ข.1 แสดงค่าการดูดกลืนแสงเริ่มต้นของฟิล์ม PVA-MeB
ที่ผลิตขึ้นครั้งที่ 1

ฟิล์มที่	ค่า Ao	ความหนา (t:mm.)	Ao/t
1	1.8939	0.035	54.111
2	1.9017	0.035	54.334
3	1.8704	0.035	53.440
4	1.8973	0.035	54.209
5	1.8692	0.035	53.406
6	1.8603	0.035	53.151
7	1.8836	0.035	53.817
8	1.8956	0.036	52.656
9	1.8858	0.035	53.880
10	1.8934	0.035	54.097
11	1.8768	0.035	53.622
12	1.8214	0.034	53.571
13	1.8606	0.035	53.160
14	1.8563	0.035	53.037
15	1.8620	0.035	53.200
16	1.9101	0.036	53.058
17	1.8920	0.036	52.556
18	1.8853	0.035	53.866
19	1.8768	0.035	53.622
20	1.8818	0.035	53.766
21	1.9261	0.036	53.503
22	1.9487	0.036	54.131
23	1.9318	0.036	53.661
24	1.9458	0.036	54.050
25	1.9312	0.036	53.644

ภาคผนวก ข.1 (ต่อ)

ฟิล์มที่	ค่า Ao	ความหนา (t:mm.)	Ao/t.
26	1.8976	0.035	54.217
27	1.8995	0.036	52.764
28	1.8966	0.036	52.683
29	1.9040	0.036	52.889
30	1.9054	0.036	52.928
31	1.8939	0.036	52.608
32	1.8798	0.035	53.708
33	1.8653	0.035	53.294
34	1.8961	0.036	52.669
35	1.9012	0.036	52.811
36	1.8926	0.036	52.572
37	1.8979	0.036	52.719
38	1.8852	0.035	53.862
39	1.8961	0.036	52.669
40	1.8941	0.036	52.614
41	1.8809	0.035	53.74
42	1.8969	0.036	52.691
43	1.8972	0.036	52.700
44	1.8963	0.036	52.675
45	1.8827	0.035	53.791
46	1.8853	0.035	53.865
47	1.8803	0.035	53.723
48	1.8973	0.036	52.703
49	1.8804	0.035	53.726
50	1.8851	0.035	53.860
ค่าเฉลี่ย	1.8909±0.0220	0.0354±0.0005	53.3606±0.5642

ภาคผนวก ข.2 แสดงค่าการดูดกลืนแสงเริ่มต้นของฟิล์ม PVA-MeB
ที่ผลิตขึ้นครั้งที่ 2

ฟิล์มที่	ค่า Ao	ความหนา (t:mm.)	Ao/t
1	1.8044	0.034	53.071
2	1.8346	0.034	53.959
3	1.8451	0.034	54.267
4	1.8154	0.034	53.394
5	1.8497	0.034	54.403
6	1.8846	0.035	53.846
7	1.8428	0.034	54.200
8	1.8478	0.035	52.794
9	1.8057	0.034	53.109
10	1.8099	0.034	53.232
11	1.8773	0.035	53.637
12	1.8490	0.034	54.382
13	1.8694	0.035	53.411
14	1.8441	0.034	54.238
15	1.8492	0.034	54.388
16	1.8478	0.035	52.794
17	1.7966	0.034	52.841
18	1.7950	0.034	52.794
19	1.7946	0.034	52.782
20	1.8007	0.034	52.962
21	1.8253	0.034	53.685
22	1.8222	0.034	53.594
23	1.8032	0.034	53.035
24	1.8145	0.034	53.368
25	1.8179	0.034	53.467

ภาคผนวก ข.2 (ต่อ)

ฟิล์มที่	ค่า Ao	ความหนา (t:mm.)	Ao/t.
26	1.8271	0.034	53.738
27	1.8669	0.035	53.340
28	1.8288	0.034	53.788
29	1.8360	0.034	54.000
30	1.8301	0.034	53.826
31	1.892	0.036	52.556
32	1.8509	0.035	52.716
33	1.8889	0.035	53.968
34	1.8783	0.035	53.666
35	1.8983	0.036	52.731
36	1.8889	0.035	53.969
37	1.8926	0.036	52.572
38	1.8778	0.035	53.651
39	1.8848	0.035	53.837
40	1.8859	0.035	53.883
41	1.8630	0.035	53.229
42	1.8936	0.036	52.600
43	1.8963	0.036	52.675
44	1.8509	0.035	52.883
45	1.8798	0.035	53.709
46	1.8568	0.035	53.051
47	1.8786	0.035	53.674
48	1.8509	0.035	52.883
49	1.8218	0.034	53.582
50	1.8312	0.034	53.859
ค่าเฉลี่ย	1.8479±0.0314	0.0346±0.0007	53.4522±0.5134

ภาคผนวก ข.3 แสดงค่าการดูดกลืนแสงเริ่มต้นของฟิล์ม PVA-MeB
ที่ผลิตขึ้นครั้งที่ 3

ฟิล์มที่	ค่า A _o	ความหนา (t:mm.)	A _o /mm.
1	1.9284	0.035	55.097
2	2.0630	0.037	55.757
3	2.0125	0.036	55.903
4	2.0023	0.036	55.619
5	1.9553	0.036	54.314
6	1.9652	0.036	54.589
7	2.0084	0.036	55.789
8	1.9063	0.035	54.466
9	1.9917	0.036	55.325
10	2.0615	0.037	55.716
11	2.0517	0.037	55.451
12	2.0593	0.037	55.657
13	2.0386	0.037	55.097
14	1.9301	0.036	53.614
15	1.9706	0.036	54.739
16	1.9493	0.035	55.694
17	2.0084	0.036	55.789
18	1.9428	0.035	55.509
19	2.0043	0.036	55.675
20	1.9535	0.035	55.814
21	2.0364	0.037	55.038
22	2.0146	0.036	55.961
23	2.0451	0.037	55.273
24	1.9700	0.036	54.722
25	1.9411	0.035	55.460

ภาคผนวก ข.3 (ต่อ)

ฟิล์มที่	ค่า Ao	ความหนา (t:mm.)	Ao/mm.
26	2.0540	0.037	55.514
27	2.0229	0.037	55.514
28	2.0229	0.037	54.673
29	1.9411	0.036	53.919
30	2.0707	0.037	55.964
31	2.0570	0.037	55.595
32	1.9329	0.036	53.692
33	1.9440	0.036	54.000
34	2.0816	0.037	56.259
35	2.0880	0.037	56.259
36	1.9663	0.037	56.432
37	2.0425	0.037	55.203
38	1.9885	0.037	53.743
39	1.9565	0.036	54.347
40	1.9675	0.036	54.653
41	2.0762	0.037	56.114
42	1.9669	0.036	54.636
43	1.9535	0.036	54.464
44	1.9613	0.036	54.481
45	2.0236	0.037	54.692
46	1.9807	0.036	55.019
47	1.9650	0.036	54.583
48	1.9635	0.036	54.542
49	1.9750	0.036	54.861
50	2.0030	0.037	54.135
ค่าเฉลี่ย	1.9963±0.0461	0.0363±0.0007	55.1072±0.7184

ภาคผนวก ค.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณรังสีกับค่า $(A_o - A_i)/t$
ของฟิล์ม PVA-MeB ที่ผลิตขึ้นครั้งที่ 1

ปริมาณรังสี	ค่า A_o	ค่า A_i	ความหนา(t:mm.)	$A_o - A_i/t$	ค่าเฉลี่ย
3 kGy	1.8939	1.7356	0.035	4.523	4.385±0.138
	1.9017	1.7439	0.035	4.509	
	1.8704	1.7236	0.035	4.194	
	1.8973	1.7464	0.035	4.311	
	1.8692	1.7156	0.035	4.389	
7 kGy	1.8603	1.5001	0.035	10.291	10.120±0.200
	1.8836	1.5351	0.035	9.957	
	1.8956	1.5310	0.036	10.128	
	1.8858	1.5399	0.035	9.883	
	1.8934	1.5315	0.035	10.340	
10 kGy	1.8768	1.3356	0.035	15.463	15.162±0.176
	1.8214	1.3101	0.034	15.038	
	1.8606	1.3316	0.035	15.114	
	1.8563	1.3257	0.035	15.160	
	1.8620	1.3357	0.035	15.037	
15 kGy	1.9101	1.1026	0.036	22.432	23.220±0.983
	1.8920	1.0659	0.036	22.947	
	1.8853	1.0290	0.035	24.466	
	1.8768	1.0360	0.035	24.023	
	1.8818	1.1036	0.035	22.234	
20 kGy	1.9261	0.7706	0.036	32.097	32.254±0.367
	1.9487	0.7649	0.036	32.883	
	1.9318	0.7786	0.036	32.033	
	1.9458	0.7842	0.036	32.267	
	1.9312	0.7795	0.036	31.992	

ภาคผนวก ค.1 (ต่อ)

ปริมาณรังสี	ค่า Ao	ค่า Ai	ความหนา(t:mm.)	Ao-Ai/t	ค่าเฉลี่ย
25 kGy	1.8976	0.3346	0.035	44.657	43.512±0.652
	1.8995	0.3455	0.036	43.167	
	1.8966	0.3451	0.036	43.097	
	1.9040	0.3406	0.036	43.428	
	1.9054	0.3498	0.036	43.211	
30 kGy	1.8939	0.3399	0.035	44.400	43.817±0.530
	1.8798	0.3325	0.035	44.209	
	1.8653	0.3351	0.035	43.720	
	1.8961	0.3469	0.036	43.033	
	1.9012	0.3271	0.036	43.725	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณรังสีกับค่า $(A_o - A_i)/t$

ของฟิล์ม PVA-MeB ที่ผลิตขึ้นครั้งที่ 2

ปริมาณรังสี	ค่า A_o	ค่า A_i	ความหนา(t:mm.)	$A_o - A_i/t$	ค่าเฉลี่ย
3 kGy	1.8044	1.6686	0.034	3.994	4.012 \pm 0.100
	1.8346	1.6990	0.034	3.988	
	1.8451	1.7129	0.034	3.888	
	1.8154	1.6786	0.034	4.024	
	1.8497	1.7081	0.034	4.165	
7 kGy	1.8846	1.5489	0.035	9.591	9.746 \pm 0.226
	1.8428	1.5160	0.034	9.612	
	1.8478	1.5081	0.035	9.706	
	1.8057	1.4609	0.034	10.141	
	1.8099	1.4807	0.034	9.682	
10 kGy	1.8773	1.3367	0.035	15.446	15.331 \pm 0.156
	1.8490	1.3302	0.034	15.259	
	1.8694	1.3386	0.035	15.166	
	1.8441	1.3157	0.034	15.541	
	1.8492	1.3309	0.034	15.244	
15 kGy	1.8478	0.9987	0.035	24.260	24.149 \pm 0.323
	1.7966	0.9783	0.034	24.068	
	1.7950	0.9858	0.034	23.800	
	1.7946	0.9796	0.034	23.971	
	1.8007	0.9628	0.034	24.644	
20 kGy	1.8253	0.7190	0.034	32.538	32.453 \pm 0.198
	1.8222	0.7224	0.034	32.347	
	1.8032	0.7068	0.034	32.247	
	1.8145	0.7009	0.034	32.753	
	1.8179	0.7170	0.034	32.379	

ภาคผนวก ค.2 (ต่อ)

ปริมาณรังสี	ค่า Ao	ค่า Ai	ความหนา(t:mm.)	Ao-Ai/t	ค่าเฉลี่ย
25 kGy	1.8271	0.3904	0.034	42.256	42.478±0.134
	1.8669	0.3788	0.035	42.517	
	1.8288	0.3846	0.034	42.477	
	1.8360	0.3872	0.034	42.612	
	1.8301	0.3841	0.034	42.529	
30 kGy	1.8920	0.3357	0.036	43.231	43.641±0.401
	1.8978	0.3241	0.036	43.714	
	1.8889	0.3468	0.035	44.060	
	1.8783	0.3389	0.035	43.983	
	1.8983	0.3424	0.036	43.219	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณรังสีกับค่า $(A_o - A_i)/t$

ของฟิล์ม PVA-MeB ที่ผลิตขึ้นครั้งที่ 3

ปริมาณรังสี	ค่า A_o	ค่า A_i	ความหนา(t:mm.)	$A_o - A_i/t$	ค่าเฉลี่ย
3 kGy	1.9284	1.7856	0.035	4.080	4.150±0.118
	2.0630	1.9020	0.037	4.351	
	2.0125	1.8650	0.036	4.097	
	2.0023	1.8560	0.036	4.064	
	1.9553	1.8056	0.036	4.158	
7 kGy	2.0084	1.6623	0.036	9.614	9.506±0.220
	1.9063	1.5682	0.035	9.660	
	1.9917	1.65654	0.036	9.310	
	2.0615	1.7200	0.037	9.230	
	2.0517	1.6922	0.037	9.716	
10 kGy	2.0593	1.5026	0.037	15.046	15.066±0.220
	2.0386	1.4720	0.037	15.314	
	1.9301	1.3985	0.036	14.767	
	1.9706	1.4219	0.036	15.242	
	1.9493	1.4256	0.035	14.963	
15 kGy	2.0084	1.2320	0.036	21.567	21.327±0.425
	1.9428	1.1934	0.035	21.411	
	2.0043	1.2430	0.036	21.147	
	1.9535	1.1902	0.035	21.809	
	2.0364	1.2705	0.037	20.700	
20 kGy	2.0146	0.9232	0.036	30.317	30.857±0.371
	2.0451	0.9017	0.037	30.903	
	1.9700	0.8419	0.036	31.336	
	1.9411	0.8649	0.035	30.749	
	2.0540	0.9078	0.037	30.978	

ภาคผนวก ค.3 (ต่อ)

ปริมาณรังสี	ค่า A _o	ค่า A _i	ความหนา(t:mm.)	A _o -A _i /t	ค่าเฉลี่ย
25 kGy	2.0229	0.3898	0.037	44.138	43.594±0.315
	1.9411	0.3746	0.036	43.514	
	2.0707	0.4678	0.037	43.322	
	2.0570	0.4468	0.037	43.519	
	1.9329	0.3678	0.036	43.475	
30 kGy	1.9440	0.3742	0.036	43.606	44.613±1.348
	2.0816	0.3859	0.037	45.830	
	2.0880	0.3915	0.037	45.851	
	1.9663	0.3812	0.037	42.841	
	2.0425	0.3798	0.037	44.938	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง. แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสี 3-20 กิโลเกรย์กับค่าเฉลี่ย
(Ao-Ai)/t ของฟิล์ม PVA-MeB ที่ผลิตขึ้นทั้ง 3 ครั้ง

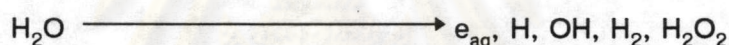
ปริมาณรังสี	ค่า (Ao-Ai)/t					ค่าเฉลี่ย	
3 kGy	ฟิล์มผลิตครั้งที่ 1	4.523	4.509	4.194	4.311	4.389	4.182±0.194
	ฟิล์มผลิตครั้งที่ 2	3.994	3.988	3.888	4.024	4.165	
	ฟิล์มผลิตครั้งที่ 3	4.080	4.351	4.097	4.064	4.158	
7 kGy	ฟิล์มผลิตครั้งที่ 1	10.291	9.957	10.128	9.883	10.340	9.791±0.329
	ฟิล์มผลิตครั้งที่ 2	9.591	9.612	9.706	10.141	9.682	
	ฟิล์มผลิตครั้งที่ 3	9.614	9.660	9.310	9.230	9.716	
10 kGy	ฟิล์มผลิตครั้งที่ 1	15.463	15.038	15.114	15.160	15.037	15.187±0.206
	ฟิล์มผลิตครั้งที่ 2	15.446	15.259	15.166	15.541	15.244	
	ฟิล์มผลิตครั้งที่ 3	15.046	15.314	14.767	15.242	14.963	
15 kGy	ฟิล์มผลิตครั้งที่ 1	22.432	22.947	24.466	24.023	22.234	22.899±1.354
	ฟิล์มผลิตครั้งที่ 2	24.260	24.068	23.800	23.971	24.644	
	ฟิล์มผลิตครั้งที่ 3	21.567	21.411	21.147	21.809	20.700	
20 kGy	ฟิล์มผลิตครั้งที่ 1	32.097	32.883	32.033	32.267	31.992	31.855±0.793
	ฟิล์มผลิตครั้งที่ 2	32.538	32.347	32.247	32.753	32.379	
	ฟิล์มผลิตครั้งที่ 3	30.317	30.903	31.336	30.749	30.978	

ภาคผนวก จ.

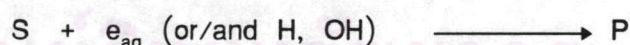
Fricke standard Dosimeter

รังสีทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในสารละลายเมื่อรังสีผ่านเข้าสู่สารละลายนั้น จะทำให้เกิดการสูญเสียพลังงาน โดยรังสีจะทำปฏิกิริยากับอะตอมและโมเลกุลของสารละลาย การใช้ Chemical dosimeter นั้นเป็นผลของรังสีทำให้เกิดขบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ขบวนการในระบบของเครื่องวัดรังสีที่เป็นสารละลาย เริ่มต้นจากส่วนสำคัญที่สุด คือ น้ำ

โดยรังสีทำให้เกิดการแตกตัวของน้ำ จนกระทั่งเกิดสมดุลทางเคมี มีการปล่อย อิเล็กตรอนออกจากโมเลกุลของน้ำ การเกิด free radicals, ions และ การรวมตัวของ free radicals เป็น H_2 และ H_2O_2 ดังนี้



เมื่อมีสารซึ่งละลายอยู่ในน้ำ (S) จะทำให้เกิดปฏิกิริยาต่อไป และเกิดสารใหม่ (P) ถ้ามีออกซิเจนอยู่ในสารละลาย ปฏิกิริยาเคมีจะเป็นแบบ Oxidation ผลของการเปลี่ยนแปลงเคมีเนื่องจากรังสีจะมากขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลาย ปริมาณออกซิเจน และสารประกอบเจือปนที่มีอยู่ในสารละลาย

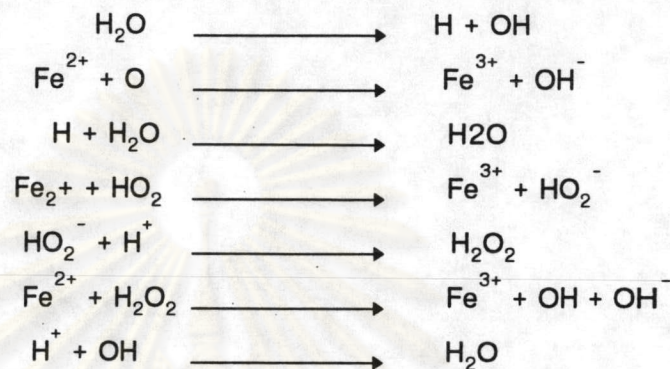


ปริมาณของสารที่เกิดขึ้นใหม่ทำให้สามารถวัดค่า absorbed dose ได้

หลักการ ของ Fricke dosimeter คือ Ferrous-ions (Fe^{2+}) ถูก oxidize เป็น Ferric ion (Fe^{+3}) ในสารละลายกรด H_2SO_4 0.8 N โดยสารละลายมาตรฐานมีส่วนผสม ดังนี้

Ferrous ammonium sulphate	0.392	g.
NaCl	0.05	g.
0.8 N H_2SO_4 ในน้ำกลั่น 3 ครั้ง	12.50	g.

Chloride ions จำนวนเล็กน้อยที่เติมลงไป ทำหน้าที่ยับยั้งการเกิด Oxidation ของ impurities ที่อาจปะปนอยู่ในสารละลายซึ่งจะรบกวนการเปลี่ยน Ferrous ions เป็น Ferric ions ปฏิกริยาทางเคมีของสารละลาย Ferrous sulphate เมื่อได้รับรังสีมีกลไกการเกิดปฏิกิริยา ดังนี้



ผลการเปลี่ยนแปลงทางเคมีโดยรังสี คือ radiation chemical yield วัดจากจำนวน โมเลกุลที่เปลี่ยนแปลงไปต่อการดูดกลืนพลังงาน 100 eV เรียกว่า G-Value สำหรับ Fricke dosimeter นั้น เมื่อควบคุมระบบสารละลายให้มีความเข้มข้นระหว่าง 20 ถึง 50 mM และมีปริมาณออกซิเจนในระบบคงที่ ค่า G ของการเปลี่ยน Ferrous ions เป็น Ferric ions ใน สารละลายกรดซัลฟูริก 0.8 N มีค่าเท่ากับ 15.6 โมลต่อการดูดกลืนพลังงานรังสี 100 eV

ปริมาณ Ferric ions ที่เกิดขึ้นจากการดูดกลืนพลังงานรังสีของสารละลาย Ferrous sulphate วัดจากค่า Absorbance (A) โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 304 nm หักค่า A blank ของสารละลายเริ่มต้นที่ไม่ได้รับรังสี (Unirradiated solution)

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ.

ช่วงปริมาณรังสีที่ใช้สำหรับกิจการฉายรังสีอาหาร *

	ช่วงปริมาณรังสี (กิโลเกรย์)
1. มันฝรั่ง หัวหอม (ยับยั้งการงอกของต้นอ่อน)	0.03-0.12
2. เมล็ด แป้ง ผลไม้ (การฆ่าแมลง)	0.2-0.8
3. ควบคุมประชากรแมลง	0.05-1.0
4. เนื้อสัตว์ (ฆ่าพยาธิ)	0.1-3.0
5. ผลไม้ที่เน่าได้ ผัก เนื้อ เปิด ไข่ ปลา (ลดฟลูรา (floura) และพยาธิที่ทำ ให้อาหารเสียได้)	0.5-10
6. เนื้อแช่แข็ง เปิด ไข่ ไส้ สัตว์ที่เป็นอาหาร (ลดสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ที่เป็นเชื้อโรค)	3.0-10
7. อาหารแห้ง เครื่องเทศ แป้ง เอ็นไซม์ (กำจัดเชื้อโรค)	3.0-20
8. เนื้อ เปิด ไข่ ปลา (ฆ่าเชื้อโรครวมทั้งไวรัสและสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ)	25-60

*McLaughlin, W.L., Miller, A. and Uribe, R.M. "Radiation Dosimetry for Quality Control of Food Preservation and Disinfestation" Radiat. Phys. Chem. (1983)

ภาคผนวก ช.

การแบ่งช่วงปริมาณรังสีสำหรับกิจการฉายรังสีอาหารและยา *

ปัจจุบันนี้ได้มีการตั้งข้อกำหนด (regulation) เกี่ยวกับปริมาณรังสีไว้ดังต่อไปนี้

น้อยกว่า 10^3 เกรย์ เป็นช่วงปริมาณรังสีระดับต่ำ (low dose region) ในการฉายรังสีผลิตภัณฑ์อาหาร และไม่มีข้อกำหนดในสหรัฐอเมริกา (FDA, 1982)

$10^3 - 10^4$ เกรย์ เป็นช่วงปริมาณรังสีระดับกลาง (medium dose region) ในการฉายผลิตภัณฑ์อาหาร ไม่มีข้อกำหนดเกี่ยวกับการใช้ (International Joint Expert Committee of FAO/WHO/IAEA, 1981)

มากกว่า 10^4 เกรย์เป็นช่วงปริมาณรังสีระดับสูง (High dose region) ในการฉายผลิตภัณฑ์อาหารต้องมีข้อกำหนดกฎเกณฑ์ในการฉายรังสีในช่วงนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*McLaughlin, W.L., Miller, A. and Uribe, R.M. "Radiation Dosimetry for Quality Control of Food Preservation and Disinfestation" Radiat. Phys. Chem. (1983)



ประวัติผู้เขียน

นางธัญจิรา บุญพิชญาภา เกิดเมื่อวันที่ 17 มิถุนายน พ.ศ. 2505 ที่จังหวัด กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาฟิสิกส์ จากมหาวิทยาลัยศิลปากร เมื่อปีการศึกษา 2527 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2533 ปัจจุบันรับราชการในตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ 6 ฝ่ายวัดรังสีประจำบุคคล กองป้องกันอันตรายจากรังสี กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

ศูนย์วิทยพัชร์พยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย