

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้สารละลายอินทรีย์สังเคราะห์บางชนิดที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่จะนำมาใช้วัดปริมาณรังสีแกมมาในช่วง 1-5 เกรย์ จากต้นกำเนิดรังสีรักษา ระยะไกลโคบอลต์-60

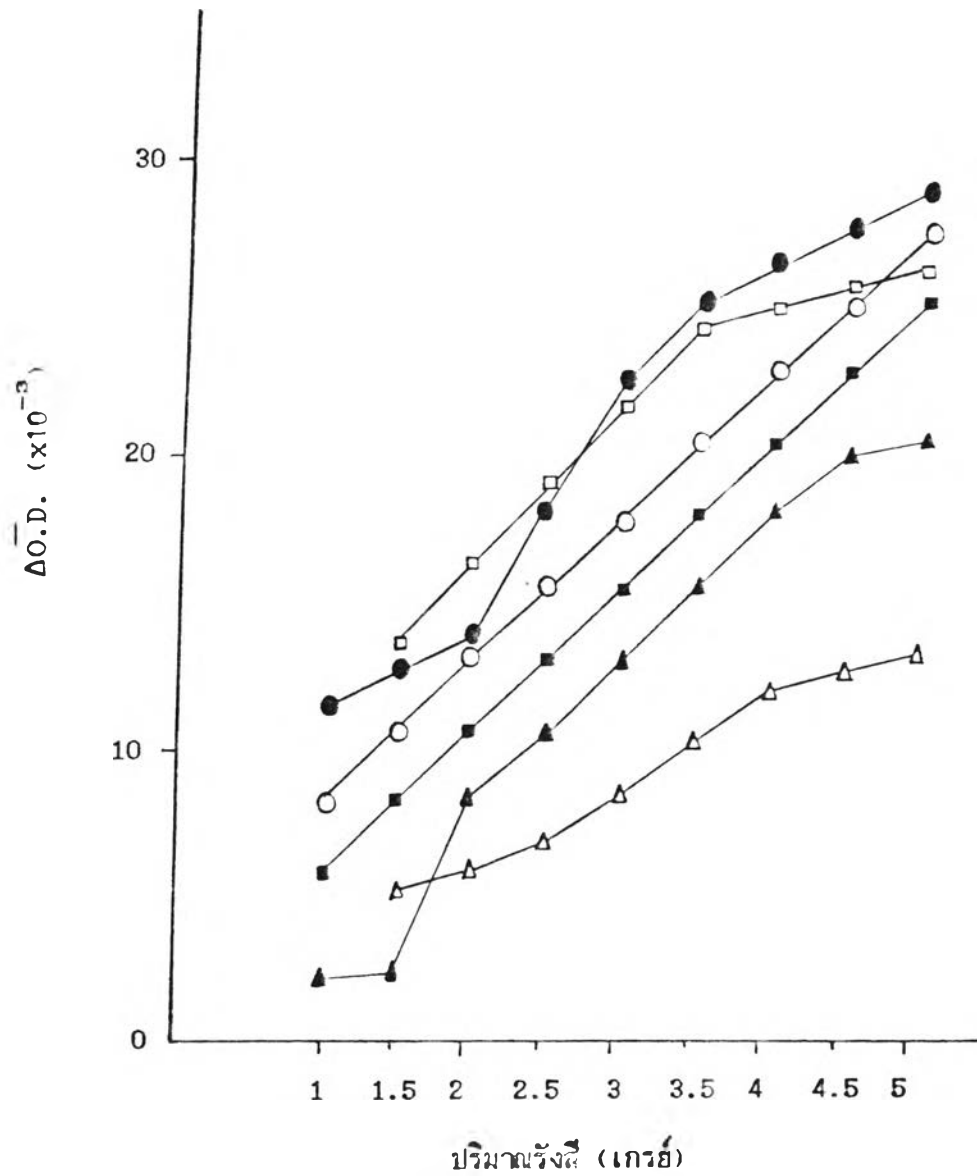
ผลการศึกษาการใช้สารละลายอินทรีย์สังเคราะห์บางชนิดที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ จะนำมาใช้วัดปริมาณรังสีแกมมาในช่วง 1-5 เกรย์ จากต้นกำเนิดรังสีรักษา ระยะไกลโคบอลต์-60 จากการใช้สารอินทรีย์สังเคราะห์ 10 ตัวอย่าง ซึ่งจะได้ค่าความยาวคลื่นที่สีอินทรีย์สังเคราะห์ดูดกลืนได้ดีที่สุดดังตาราง 4.1 และได้แอมพลิจูดสเปกตรัม ดังแสดงในภาคผนวก ค. นำค่าความยาวคลื่นที่ดูดกลืนได้ดีที่สุดมาใช้ในการหาค่า O.D. ของสารละลายที่เปลี่ยนไปเมื่อได้รับรังสีแกมมาในปริมาณต่าง ๆ กันดังแสดงในภาคผนวก ง. และรูป 4.1 - 4.10 เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง $\Delta O.D.$ ของสารละลายที่เปลี่ยนไปกับปริมาณรังสีแกมมา จากการทดลองพบว่าสารละลายคาร์โบไฮเดรตที่ความเข้มข้น 25 และ 30 มิลลิกรัมต่อลิตรกับสารละลายสีปองโซ 4 อาร์ ที่ความเข้มข้น 20 และ 30 มิลลิกรัมต่อลิตรให้ความสัมพันธ์ระหว่าง $\Delta O.D.$ กับปริมาณรังสีแกมมาเป็นเชิงเส้น กล่าวคือถ้าสารละลายคาร์โบไฮเดรตได้รับปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น ค่า $\Delta O.D.$ ก็เพิ่มขึ้นด้วย ส่วนความเข้มข้นอื่นๆ ไม่มีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้น

สำหรับสารละลายอินทรีย์สังเคราะห์ที่เหลือ พบว่าค่า $\Delta O.D.$ จะเปลี่ยนไปเมื่อได้รับปริมาณรังสีต่าง ๆ กัน กล่าวคือ ถ้าได้รับปริมาณรังสีเพิ่มมากขึ้น ค่าการเปลี่ยนแปลง $\Delta O.D.$ ส่วนมากมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่ไม่เป็นแบบเชิงเส้น ในช่วงปริมาณรังสีแกมมา 1-5 เกรย์จากการศึกษาหาความเป็นไปได้ในการใช้สารละลายอินทรีย์สังเคราะห์บางชนิดที่นำมาใช้วัดปริมาณรังสีแกมมาโดยนำไปฉายรังสี พบว่าทุกสีที่ใช้และทุกความเข้มข้นจะมีการเปลี่ยนแปลงค่าดูดกลืนแสง (O.D.) เมื่อนำสารละลายดังกล่าวไปฉายรังสี จะทำให้ค่า O.D. ลดลงเมื่อเทียบกับสารละลายที่ไม่ฉายรังสีที่ความเข้มข้นเดียวกัน ซึ่งแสดงว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโมเลกุลสีทำให้สารละลายนั้นมีค่า O.D. ลดลง และสารละลายสีส่วนมากเมื่อได้รับรังสีมากขึ้นค่า O.D. ก็จะลดลงมากขึ้นตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 ความยาวคลื่นของสารละลายอินทรีย์สังเคราะห์ที่ดูดกลืนแสงได้ดีที่สุด

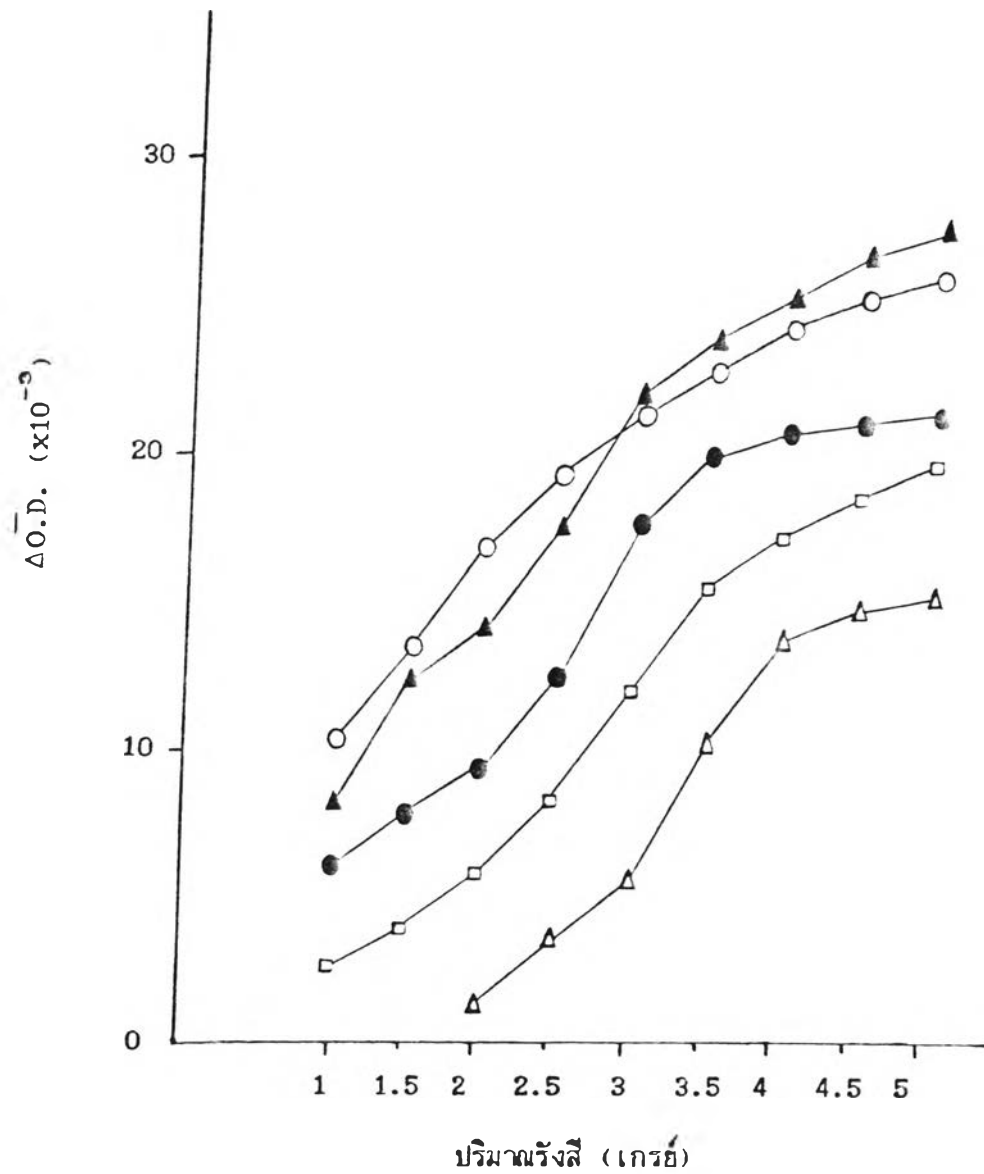
No.	ชื่อ	สี	Class	ดัชนี	ความยาวคลื่น ดูดกลืนได้ดีที่สุด (นาโนเมตร)
1.	คาร์โมอีน	แดง	mono aso	14720	516
2.	ซีนเซต เฮลโลว์ เอฟ ซี เอฟ	เหลือง	mono aso	15985	478
3.	ปองโซ 4 อาร์	แดง	mono aso	16255	505
4.	ตาร์ตราซีน	เหลือง	mono aso	19140	425
5.	บิลเลียนท์ บลู เอฟ ซี เอฟ	น้ำเงิน	triarylmethane	42090	629
6.	เออร์โทเรซิน	ชมพู	xanthine	45430	523
7.	คองโก เรด	แดง	diaso	22120	492
8.	เมทิล ไวโอเลต	ม่วง	triarylmethane	42535	585
9.	ไดอะซอล ไลท์ เทอร์ควอยซ์ เจ อาร์ แอล 125	น้ำเงิน	-	74180	608
10.	ไดอะซอล ฟาสท์ แบล็ค เจ อาร์ เอ ควอด	ดำ	-	35440	487

หมายเหตุ No. 1 - 6 เป็นสีประเภท สีผสมอาหาร
No. 7 , 8 เป็นสีประเภท สีอินดิเคเตอร์
No. 9 , 10 เป็นสีประเภท สีย้อมผ้า



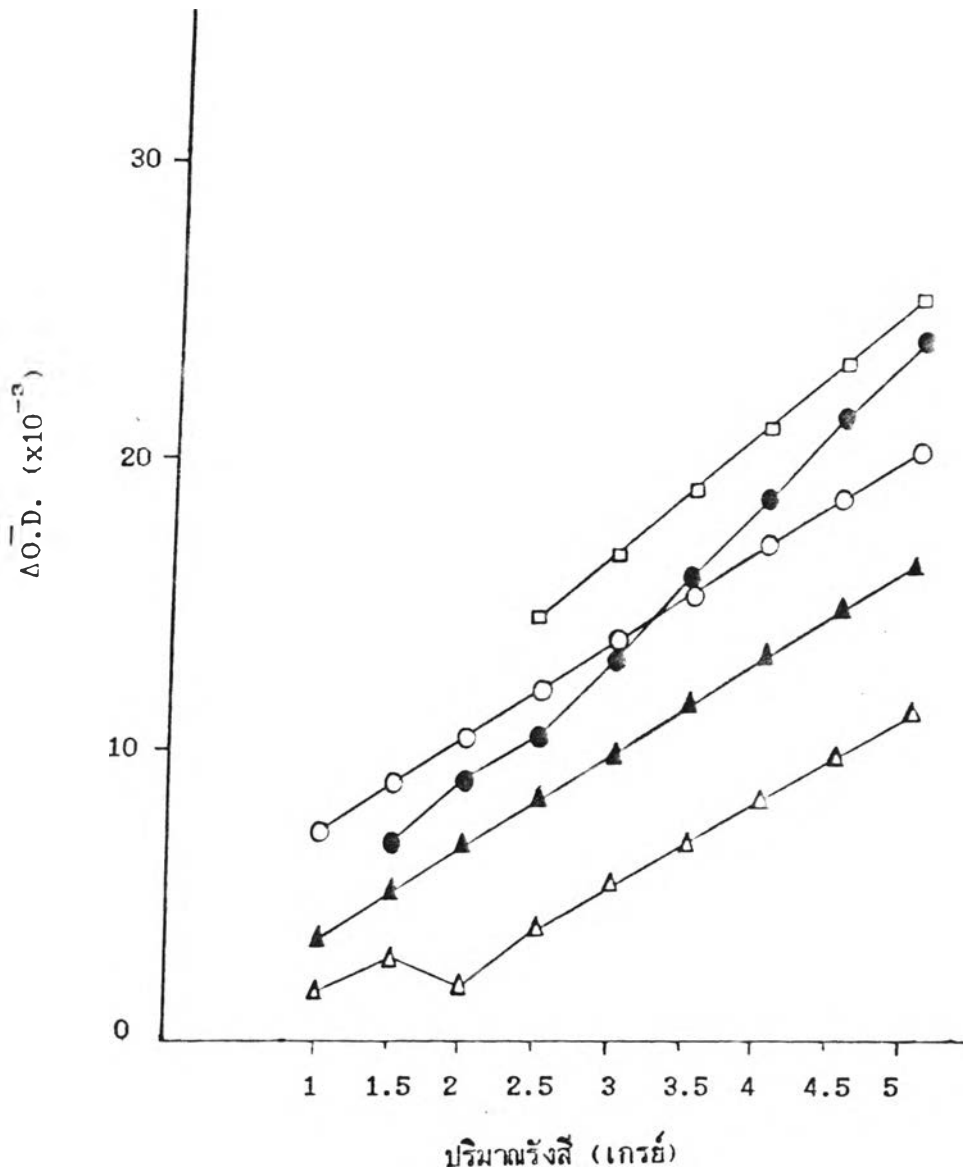
รูปที่ 4.1 การแสดงผลความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับค่า $\Delta O.D.$ ของคาร์บอนไอโซโทป ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

- Δ = 10 มิลลิกรัมต่อลิตร
- ▲ = 20 มิลลิกรัมต่อลิตร
- = 25 มิลลิกรัมต่อลิตร
- = 30 มิลลิกรัมต่อลิตร
- = 40 มิลลิกรัมต่อลิตร
- = 50 มิลลิกรัมต่อลิตร



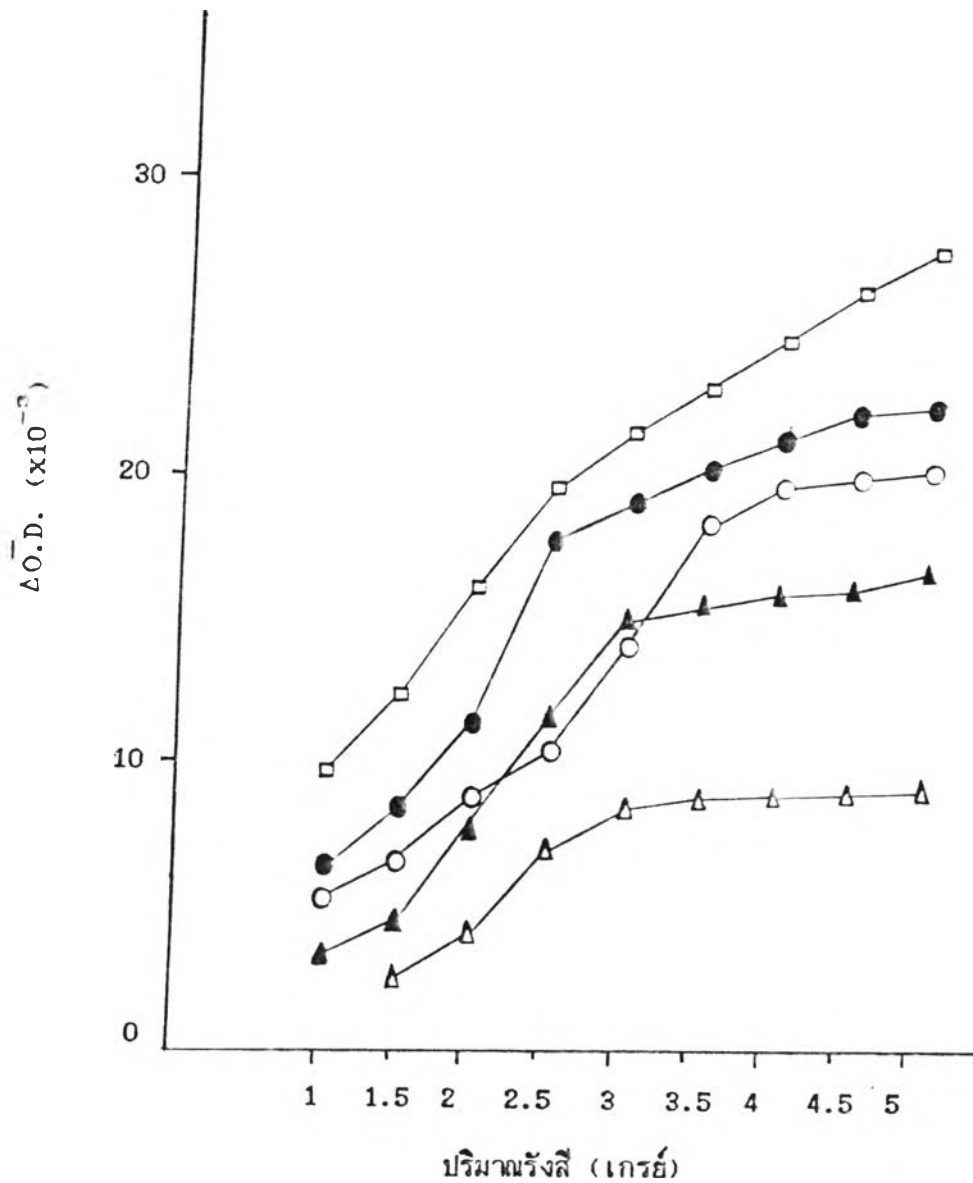
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีแกมมากับค่า $\Delta O.D.$ ของ
ซีเนเซต เฮลโลว์ เอฟ ซี เอฟ ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

- Δ = 10 มิลลิกรัมต่อลิตร
- ▲ = 20 มิลลิกรัมต่อลิตร
- = 30 มิลลิกรัมต่อลิตร
- = 40 มิลลิกรัมต่อลิตร
- = 50 มิลลิกรัมต่อลิตร



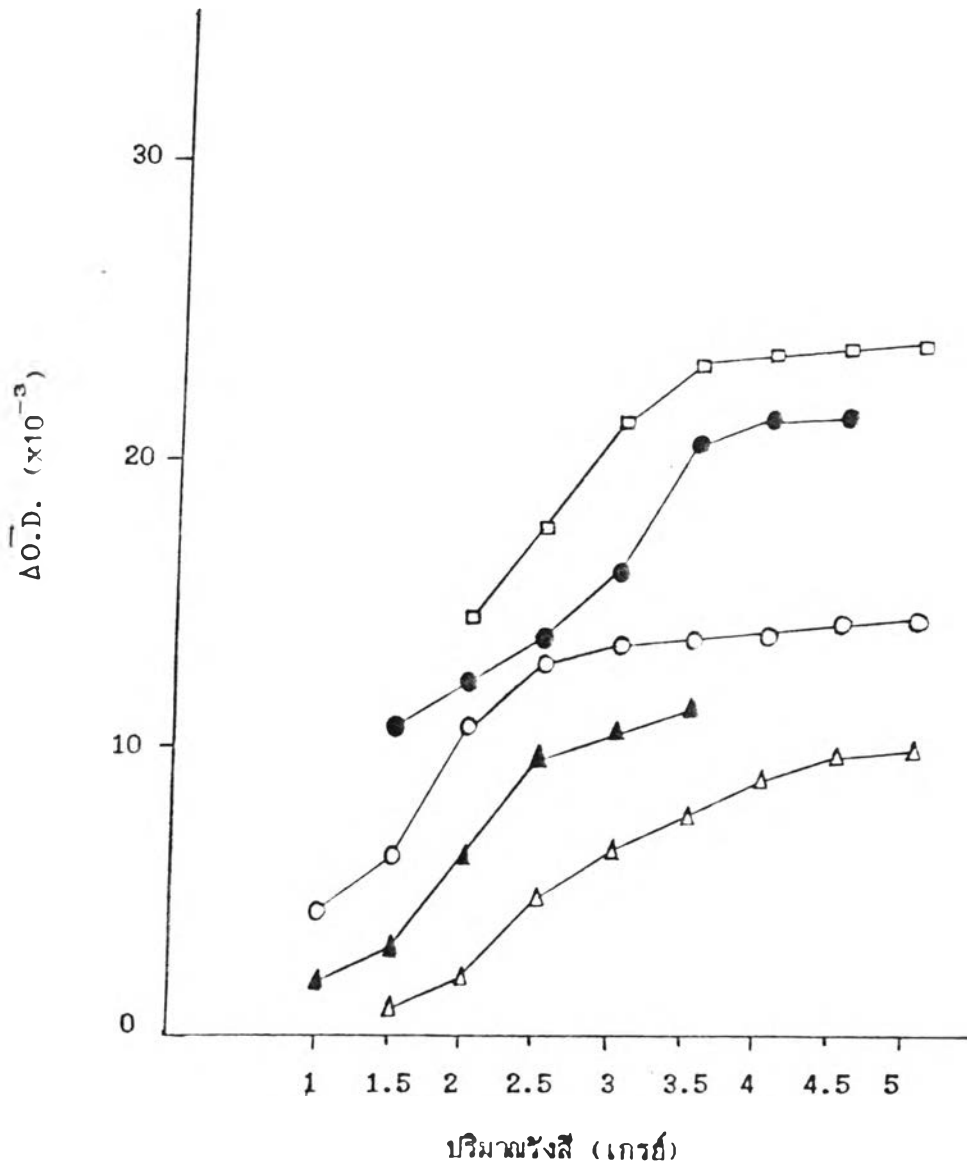
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีแกมมา กับค่า $\Delta O.D.$ ของ
ปองโซ 4 อาร์ ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

- Δ = 10 มิลลิกรัมต่อลิตร
- ▲ = 20 มิลลิกรัมต่อลิตร
- = 30 มิลลิกรัมต่อลิตร
- = 40 มิลลิกรัมต่อลิตร
- = 50 มิลลิกรัมต่อลิตร



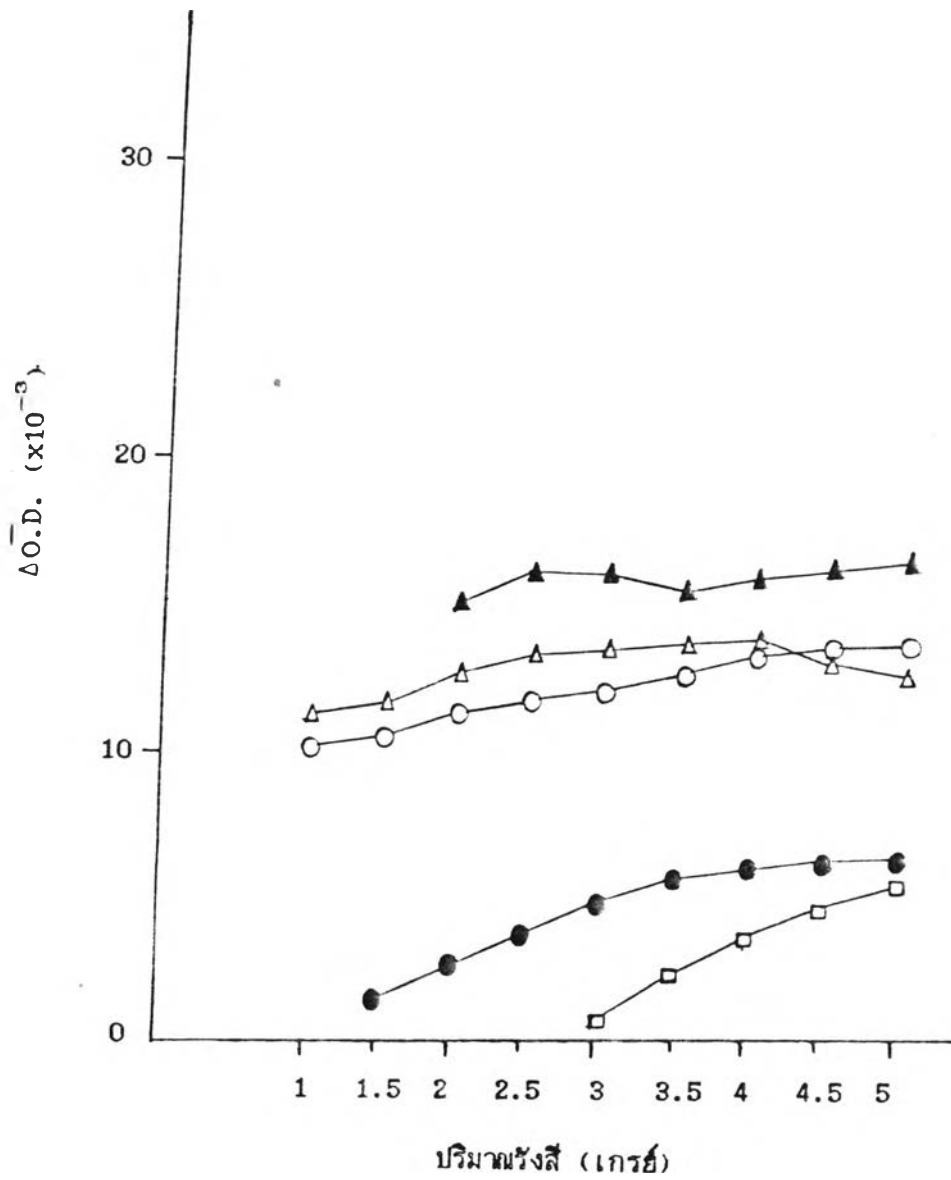
รูปที่ 4.4 การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับค่า $\Delta O.D.$ ของคาร์ตราซิน ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

- Δ = 10 มิลลิกรัมต่อลิตร
- \blacktriangle = 20 มิลลิกรัมต่อลิตร
- \circ = 30 มิลลิกรัมต่อลิตร
- \bullet = 40 มิลลิกรัมต่อลิตร
- \square = 50 มิลลิกรัมต่อลิตร



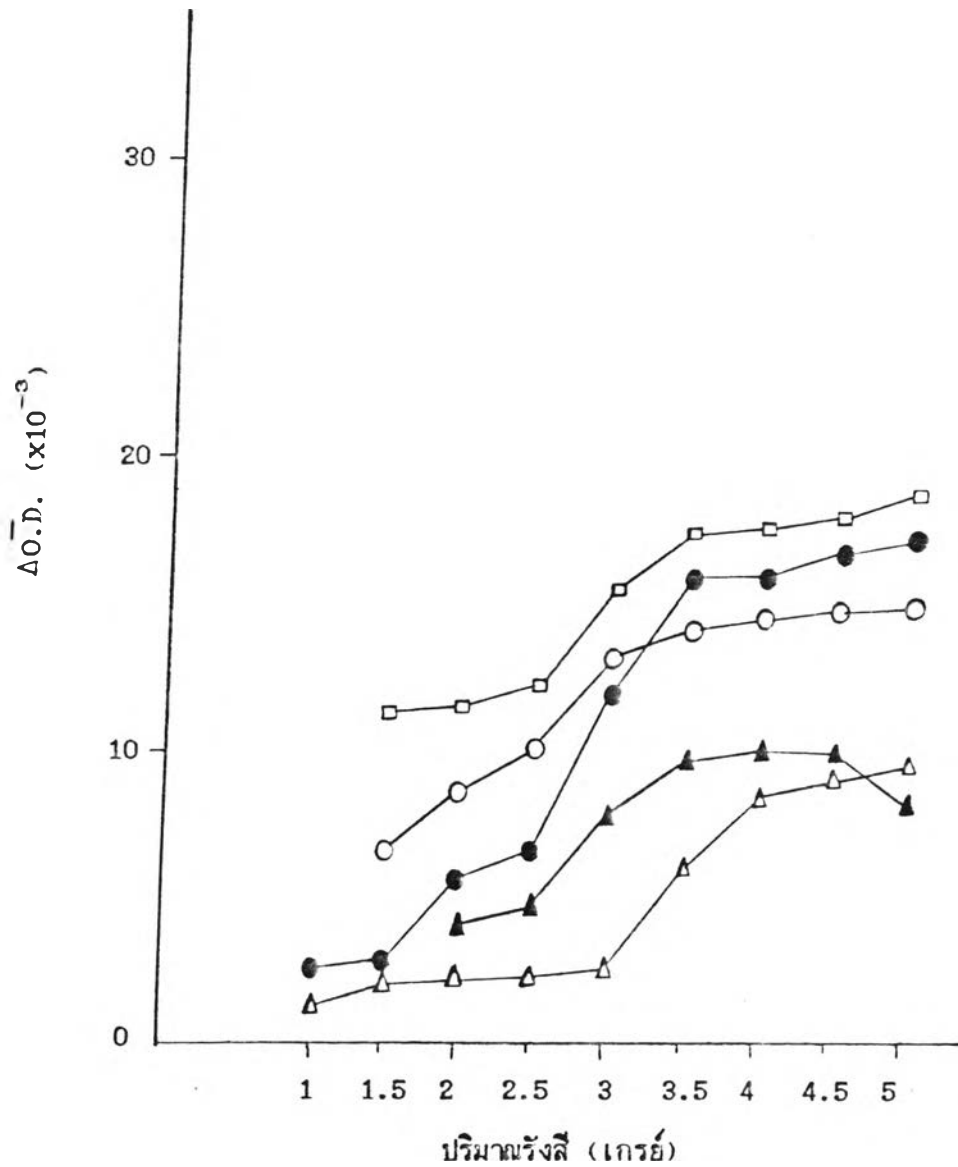
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับค่า $\Delta O.D.$ ของ
 บริลเลียนท์ บลู เอฟ ซี เอฟ ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

- Δ = 10 มลลิกรัมต่อลิตร
- ▲ = 20 มลลิกรัมต่อลิตร
- = 30 มลลิกรัมต่อลิตร
- = 40 มลลิกรัมต่อลิตร
- = 50 มลลิกรัมต่อลิตร



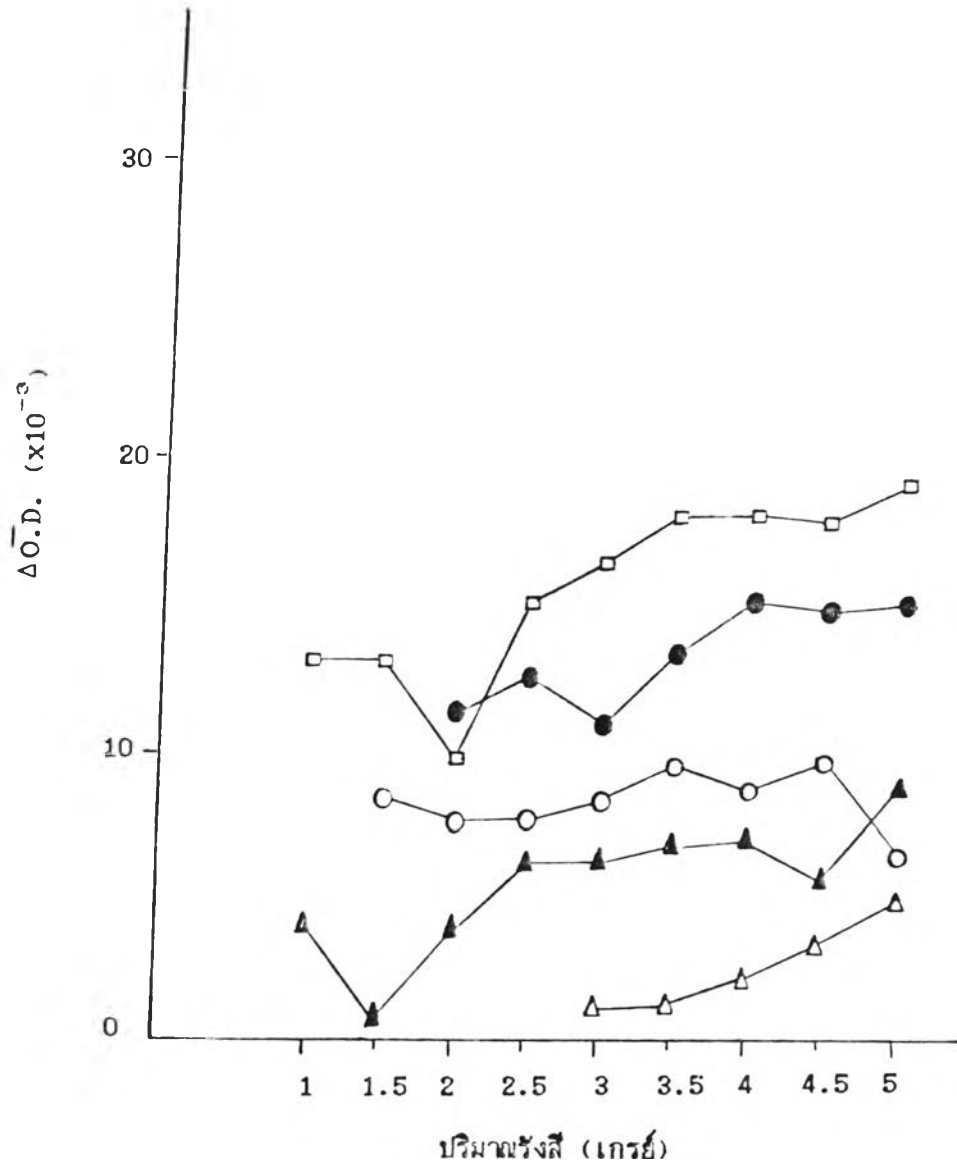
รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีแกมมากับค่า $\Delta O.D.$ ของเอริโทรซิน ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

- Δ = 10 มิลลิกรัมต่อลิตร
- ▲ = 20 มิลลิกรัมต่อลิตร
- = 30 มิลลิกรัมต่อลิตร
- = 40 มิลลิกรัมต่อลิตร
- ◻ = 50 มิลลิกรัมต่อลิตร



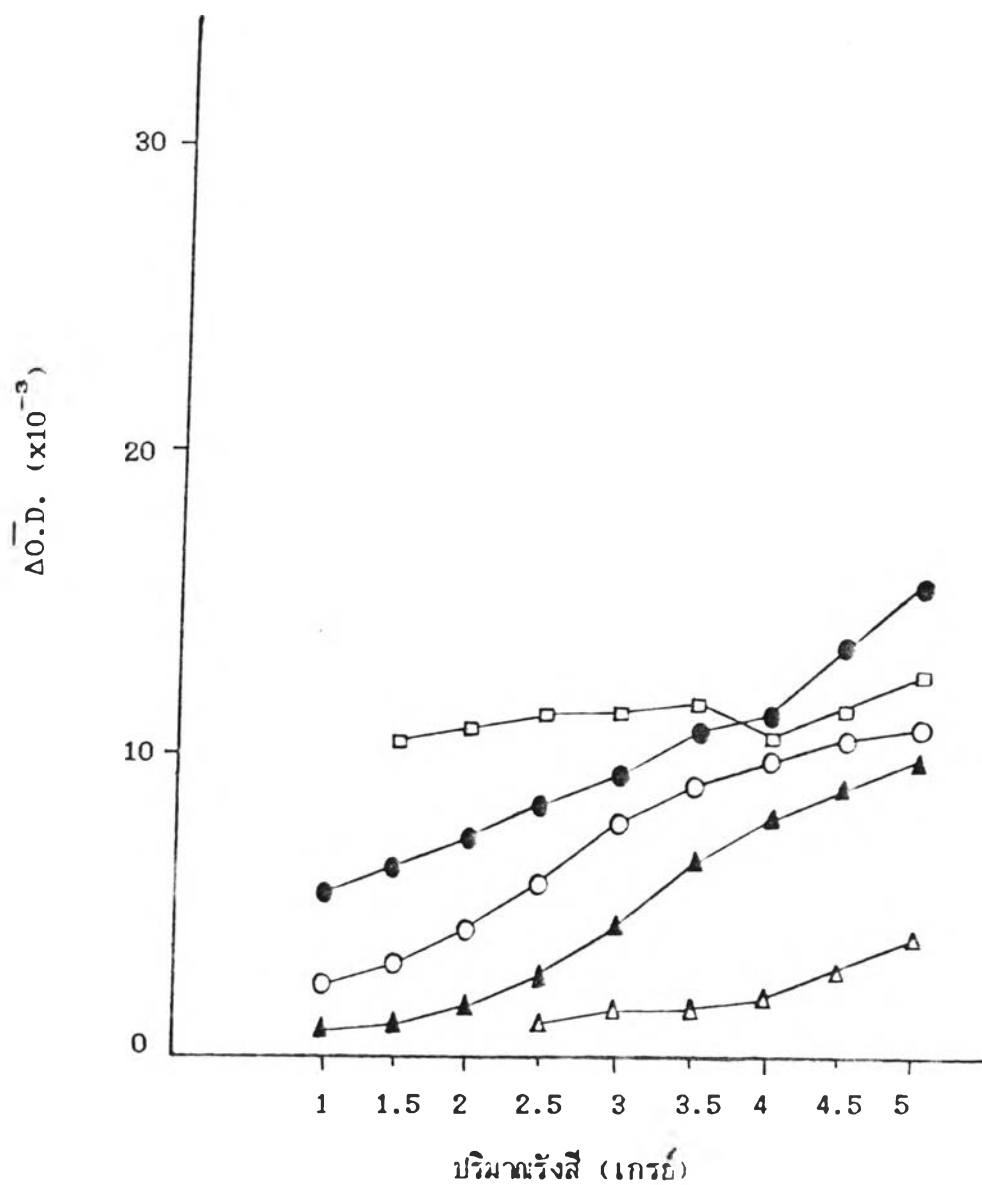
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีแกมมากับค่า $\Delta O.D.$ ของ
คองโก เรด ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

- Δ = 10 มิลลิกรัมต่อลิตร
- ▲ = 20 มิลลิกรัมต่อลิตร
- = 30 มิลลิกรัมต่อลิตร
- = 40 มิลลิกรัมต่อลิตร
- = 50 มิลลิกรัมต่อลิตร



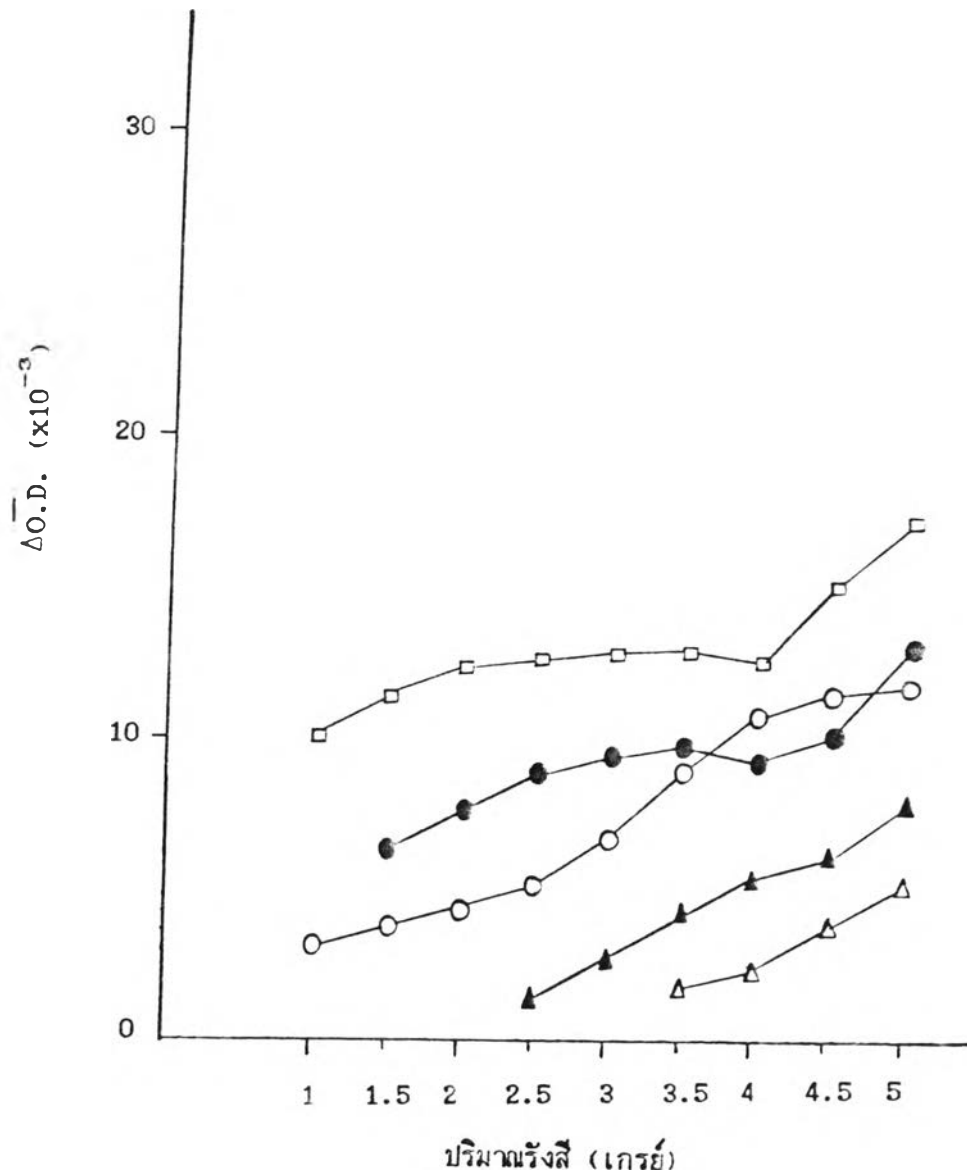
รูปที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีแกมมากับค่า $\Delta O.D.$ ของเมทิล ไวโอเลต ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

- Δ = 10 มิลลิกรัมต่อลิตร
- ▲ = 20 มิลลิกรัมต่อลิตร
- = 30 มิลลิกรัมต่อลิตร
- = 40 มิลลิกรัมต่อลิตร
- = 50 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีแกมมากับค่า $\Delta O.D.$ ของ
โคอะซอล ไคท์ เทอร์ควอยซ์ เจ อาร์ แอล 125 ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

- Δ = 10 มิลลิกรัมต่อลิตร
- ▲ = 20 มิลลิกรัมต่อลิตร
- = 30 มิลลิกรัมต่อลิตร
- = 40 มิลลิกรัมต่อลิตร
- = 50 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกับค่า $\Delta O.D.$ ของ ไดอะซอล ฟอสท์ แบล็ค เจ อาร์ เอ ควอด ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

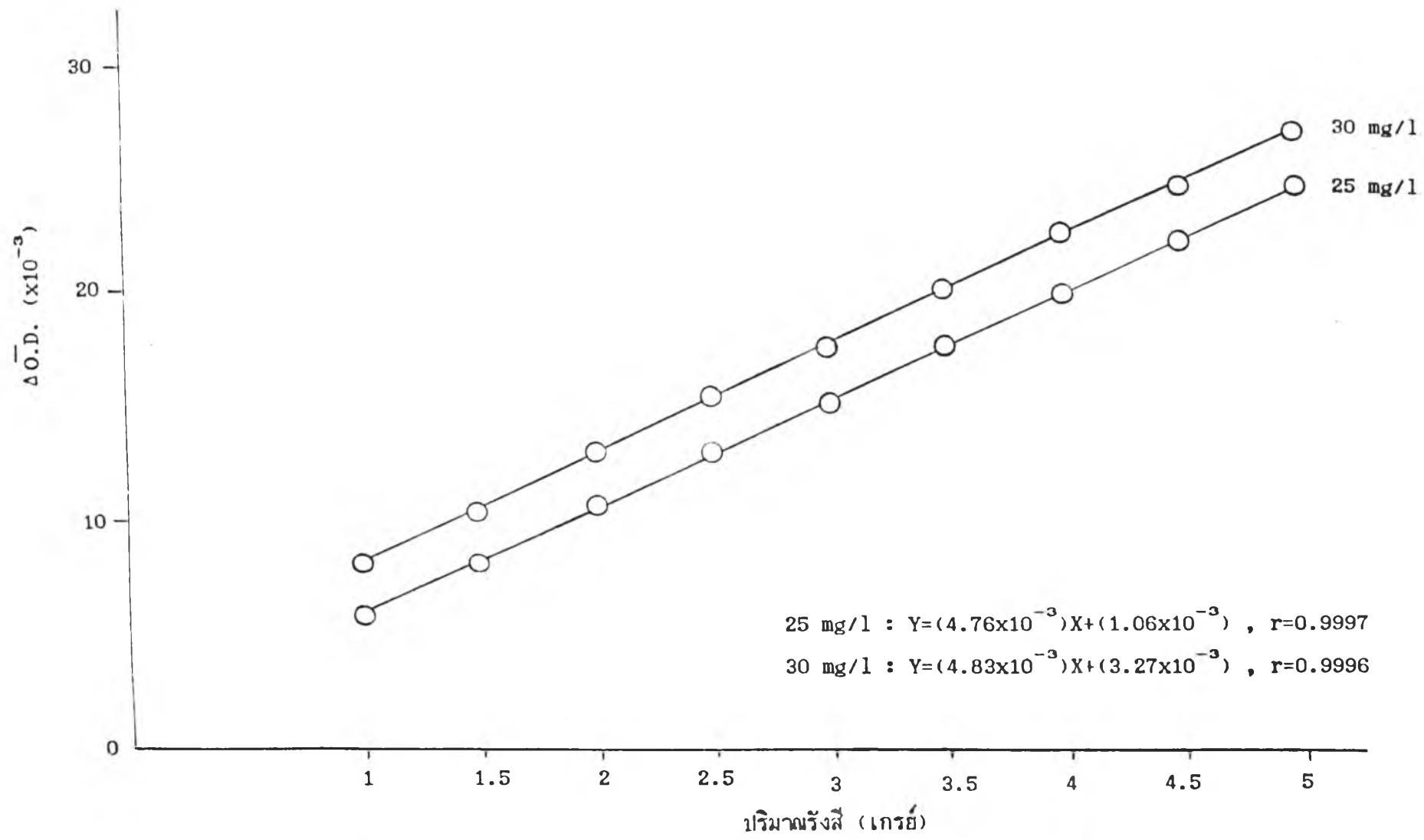
- Δ = 10 มลลิกรัมต่อลิตร
- ▲ = 20 มลลิกรัมต่อลิตร
- = 30 มลลิกรัมต่อลิตร
- = 40 มลลิกรัมต่อลิตร
- = 50 มลลิกรัมต่อลิตร

4.2 สร้างกราฟเปรียบเทียบ

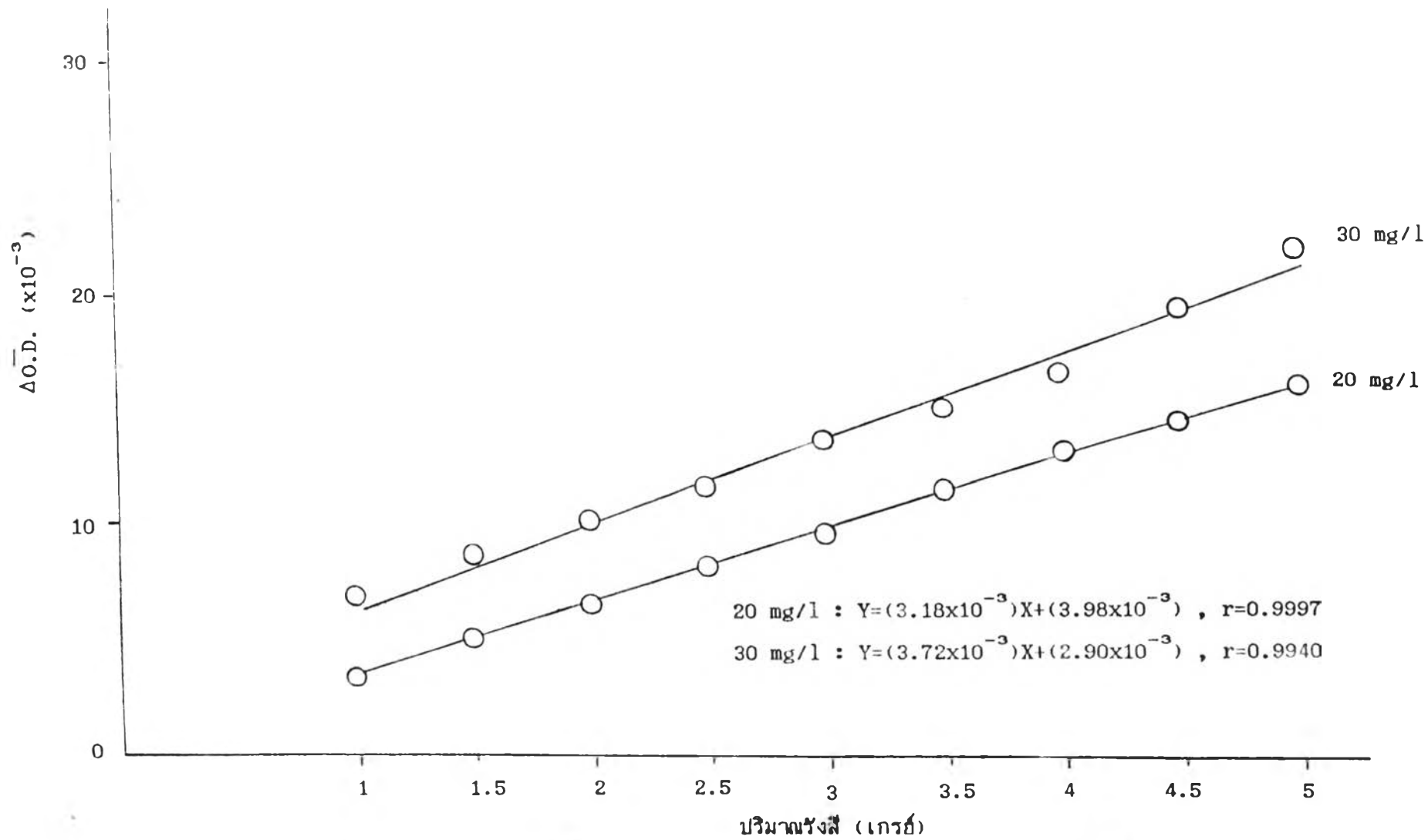
จากผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้สารละลายอินทรีย์สังเคราะห์ 10 ชนิด ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้วัดปริมาณรังสีแกมมาในช่วง 1-5 เกอย์ จะพบว่า คาร์โบอ็อกซีกับปองโซ 4 อาร์ มีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้วัดปริมาณรังสีแกมมาในช่วง 1-5 เกอย์ จากนั้นนำมาสร้างกราฟเปรียบเทียบ โดยการเตรียมสารละลายสี่ชนิดใหม่ เพื่อหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีแกมมากับค่า O.D. ดังแสดงในตาราง 4.2 และได้ผลกราฟเปรียบเทียบ ดังแสดงในรูปที่ 4.11-4.12 จากผลการทดลองพบว่าคาร์โบอ็อกซีที่มีความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 30 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถนำมาใช้วัดปริมาณรังสีแกมมาได้ดีใกล้เคียงกัน กล่าวคือ คาร์โบอ็อกซีมีความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 30 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่า Correlation Coefficient ใกล้เคียงกัน สำหรับปองโซ 4 อาร์ ที่ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถนำมาใช้วัดปริมาณรังสีแกมมาได้อย่างถูกต้องกว่าปองโซ 4 อาร์ ที่ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร เพราะค่า Correlation Coefficient มากกว่า แต่สำหรับคาร์โบอ็อกซี ที่ความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่ามีค่า Correlation Coefficient เท่ากับปองโซ 4 อาร์ ที่ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งควรใช้วัดปริมาณรังสีแกมมาได้อย่างถูกต้องเท่ากัน และพบว่าปองโซ 4 อาร์ ที่ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่า Correlation Coefficient ต่ำสุดเท่ากับ 0.9940 ซึ่งได้ผลดังแสดงไว้ในรูป 4.11 - 4.12 และตาราง 4.2

ตาราง 4.2 สมการเปรียบเทียบของคาร์โบอ็อกซีและปองโซ 4 อาร์

ชนิดของสารละลาย	สมการเปรียบเทียบ	r
คาร์โบอ็อกซี: 25 มิลลิกรัมต่อลิตร	$Y = (4.76 \times 10^{-3})X + (1.06 \times 10^{-3})$	0.9997
คาร์โบอ็อกซี: 30 มิลลิกรัมต่อลิตร	$Y = (4.83 \times 10^{-3})X + (3.27 \times 10^{-3})$	0.9990
ปองโซ 4 อาร์: 20 มิลลิกรัมต่อลิตร	$Y = (3.18 \times 10^{-3})X + (3.97 \times 10^{-3})$	0.9997
ปองโซ 4 อาร์: 30 มิลลิกรัมต่อลิตร	$Y = (3.27 \times 10^{-3})X + (2.90 \times 10^{-3})$	0.9940



รูปที่ 4.11 กราฟปรับเทียบแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณยีสต์แถมมากับค่า $\Delta O.D.$ ของคาร์โบยีสขึ้น ที่ความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตรและ 30 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 4.12 กราฟเปรียบเทียบแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีแกมมากับค่า $\Delta O.D.$ ของ
 ปองโซ 4 อาร์ ที่ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตรและ 30 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.3 หาผลของการทำซ้ำ

การศึกษาผลของการทำซ้ำของสารละลายสีคาร์โมอีซิน ที่ความเข้มข้น 25 และ 30 มิลลิกรัมต่อลิตร กับปองโซ 4 อาร์ ที่ความเข้มข้น 20 และ 30 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยสารละลายสีคาร์โมอีซินกับสารละลายสีปองโซ 4 อาร์อย่างละ 20 ตัวอย่าง เพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยมาตรฐานและเปอร์เซ็นต์ของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ปริมาณรังสีต่าง ๆ ดังแสดงผลในตารางที่ 4.3 - 4.7 จากผลการทดลองพบว่าคาร์โมอีซินที่ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร จะมีเปอร์เซ็นต์ของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่าคาร์โมอีซินที่ความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งหมายความว่าในการวัดแต่ละครั้งสารละลายสีคาร์โมอีซินที่ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร จะมีค่าใกล้เคียงกันมากกว่าคาร์โมอีซินที่ความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ของทุก ๆ ปริมาณรังสีในช่วง 1-5 เกรย์และสารละลายสีคาร์โมอีซินที่ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์ของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปองโซ 4 อาร์ที่ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตรจะมีเปอร์เซ็นต์ของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่าปองโซ 4 อาร์ที่ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งหมายความว่าในการวัดแต่ละครั้งโดยสารละลายสีปองโซ 4 อาร์ ที่ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตรจะมีค่าใกล้เคียงกันมากกว่าปองโซ 4 อาร์ ที่ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ของทุก ๆ ปริมาณรังสีในช่วง 1-5 เกรย์และสารละลายสีปองโซ 4 อาร์ ที่ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตรมีเปอร์เซ็นต์ของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่า 9 เปอร์เซ็นต์ ถ้าจะนำสารละลายคาร์โมอีซินมาใช้วัดปริมาณรังสีแกมมาควรวัดที่ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตรเพราะมีความแม่นยำ (Precision) มากกว่าคาร์โมอีซิน ที่ความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตรและถ้าจะนำสารละลายปองโซ 4 อาร์ มาใช้วัดปริมาณรังสีแกมมาควรวัดที่ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตรจะให้ความแม่นยำมากกว่าปองโซ 4 อาร์ ที่ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังแสดงในตาราง 4.3 - 4.8

ตาราง 4.3 เปอร์เซ็นต์ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคาร์โมอีซินและปองโซ 4 อาร์

ชนิด	% S.D. ที่ปริมาณรังสีต่าง ๆ				
	1 Gy	2 Gy	3 Gy	4 Gy	5 Gy
คาร์โมอีซิน: 25 mg/l	8.32	6.01	4.51	4.68	4.53
คาร์โมอีซิน: 30 mg/l	7.32	5.98	4.13	4.19	4.11
ปองโซ 4 อาร์: 20 mg/l	13.85	9.79	7.52	5.84	5.70
ปองโซ 4 อาร์: 30 mg/l	8.58	8.31	5.39	5.14	5.25

ตารางที่ 4.4 ผลของการทำซ้ำของคาร์โบไฮเดรตที่ความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร

Tube No.	Δ O.D. ที่ปริมาณรังสีต่าง ๆ				
	1 Gy	2 Gy	3 Gy	4 Gy	5 Gy
1	0.0130	0.0167	0.0224	0.0274	0.0299
2	0.0120	0.0174	0.0202	0.0252	0.0307
3	0.0140	0.0158	0.0204	0.0246	0.0282
4	0.0122	0.0164	0.0201	0.0270	0.0313
5	0.0132	0.0162	0.0202	0.0243	0.0286
6	0.0115	0.0184	0.0219	0.0274	0.0286
7	0.0116	0.0173	0.0202	0.0255	0.0313
8	0.0105	0.0167	0.0210	0.0251	0.0317
9	0.0120	0.0152	0.0200	0.0245	0.0300
10	0.0127	0.0159	0.0204	0.0275	0.0318
11	0.0105	0.0172	0.0223	0.0253	0.0286
12	0.0118	0.0154	0.0213	0.0255	0.0314
13	0.0110	0.0175	0.0218	0.0259	0.0292
14	0.0129	0.0169	0.0224	0.0249	0.0306
15	0.0119	0.0171	0.0212	0.0256	0.0305
16	0.0132	0.0161	0.0201	0.0275	0.0290
17	0.0130	0.0174	0.0196	0.0277	0.0292
18	0.0105	0.0160	0.0193	0.0248	0.0300
19	0.0121	0.0149	0.0216	0.0244	0.0275
20	0.0112	0.0145	0.0210	0.0247	0.0277
\bar{X}	0.01204	0.01645	0.02092	0.02574	0.02979
$\% S.D.$	8.32	6.01	4.51	4.68	4.53

ตารางที่ 4.5 ผลของการทำซ้ำของคาร์ไมอีนที่ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร

Tube No.	$\Delta O.D.$ ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ				
	1 Gy	2 Gy	3 Gy	4 Gy	5 Gy
1	0.0141	0.0180	0.0226	0.0290	0.0325
2	0.0140	0.0186	0.0240	0.0274	0.0305
3	0.0138	0.0201	0.0229	0.0287	0.0345
4	0.0151	0.0199	0.0232	0.0277	0.0308
5	0.0139	0.0198	0.0238	0.0284	0.0342
6	0.0158	0.0188	0.0234	0.0280	0.0310
7	0.0164	0.0194	0.0235	0.0282	0.0339
8	0.0131	0.0192	0.0234	0.0287	0.0313
9	0.0142	0.0196	0.0238	0.0282	0.0335
10	0.0144	0.0187	0.0232	0.0284	0.0317
11	0.0147	0.0192	0.0235	0.0280	0.0327
12	0.0141	0.0192	0.0235	0.0260	0.0317
13	0.0132	0.0172	0.0215	0.0300	0.0340
14	0.0127	0.0213	0.0250	0.0262	0.0308
15	0.0168	0.0174	0.0217	0.0298	0.0332
16	0.0149	0.0200	0.0248	0.0264	0.0330
17	0.0134	0.0179	0.0220	0.0296	0.0321
18	0.0144	0.0210	0.0245	0.0267	0.0339
19	0.0152	0.0181	0.0223	0.0293	0.0310
20	0.0147	0.0208	0.0242	0.0272	0.0339
\bar{X}	0.01445	0.01921	0.02334	0.02809	0.03251
$\times S.D.$	7.32	5.98	4.13	4.19	4.11

ตารางที่ 4.6 ผลของการทำซ้ำของปองโซ่ 4 อารที่ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

Tube No.	Δ O.D. ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ				
	1 Gy	2 Gy	3 Gy	4 Gy	5 Gy
1	0.0093	0.0117	0.0155	0.0199	0.0230
2	0.0080	0.0120	0.0135	0.0190	0.0210
3	0.0075	0.0109	0.0175	0.0198	0.0250
4	0.0065	0.0119	0.0138	0.0192	0.0242
5	0.0068	0.0111	0.0172	0.0197	0.0220
6	0.0099	0.0117	0.0140	0.0195	0.0231
7	0.0086	0.0114	0.0170	0.0182	0.0229
8	0.0091	0.0113	0.0143	0.0201	0.0225
9	0.0060	0.0121	0.0169	0.0212	0.0235
10	0.0096	0.0109	0.0146	0.0191	0.0221
11	0.0064	0.0132	0.0151	0.0195	0.0238
12	0.0079	0.0137	0.0155	0.0175	0.0220
13	0.0081	0.0097	0.0154	0.0215	0.0240
14	0.0078	0.0134	0.0158	0.0178	0.0217
15	0.0082	0.0099	0.0153	0.0211	0.0244
16	0.0074	0.0130	0.0160	0.0181	0.0215
17	0.0086	0.0127	0.0150	0.0205	0.0246
18	0.0072	0.0103	0.0164	0.0184	0.0213
19	0.0070	0.0124	0.0149	0.0201	0.0248
20	0.0088	0.0106	0.0167	0.0186	0.0211
\bar{X}	0.00793	0.01169	0.01552	0.1944	0.02292
% S.D.	13.85	9.79	7.52	5.84	5.70

ตารางที่ 4.7 ผลของการทำซ้ำของปองไซ 4 อารที่ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร

Tube No.	Δ O.D. ที่ปริมาณรังสีต่าง ๆ				
	1 Gy	2 Gy	3 Gy	4 Gy	5 Gy
1	0.0168	0.0137	0.0191	0.0220	0.0264
2	0.0146	0.0151	0.0174	0.0228	0.0268
3	0.0165	0.0140	0.0188	0.0207	0.0261
4	0.0149	0.0149	0.0179	0.0227	0.0271
5	0.0162	0.0143	0.0186	0.0218	0.0260
6	0.0151	0.0148	0.0180	0.0225	0.0241
7	0.0154	0.0145	0.0185	0.0234	0.0243
8	0.0179	0.0147	0.0183	0.0223	0.0246
9	0.0179	0.0132	0.0189	0.0228	0.0267
10	0.0157	0.0155	0.0179	0.0219	0.0262
11	0.0157	0.0145	0.0185	0.0210	0.0257
12	0.0137	0.0165	0.0165	0.0200	0.0237
13	0.0177	0.0125	0.0196	0.0235	0.0272
14	0.0139	0.0163	0.0166	0.0203	0.0239
15	0.0174	0.0127	0.0196	0.0234	0.0270
16	0.0140	0.0160	0.0170	0.0206	0.0241
17	0.0173	0.0129	0.0195	0.0232	0.0243
18	0.0142	0.0157	0.0172	0.0209	0.0265
19	0.0170	0.0132	0.0193	0.0230	0.0239
20	0.0144	0.0155	0.0173	0.0211	0.0277
\bar{X}	0.01572	0.01452	0.01824	0.02199	0.02561
% S.D.	8.58	8.31	5.39	5.14	5.25

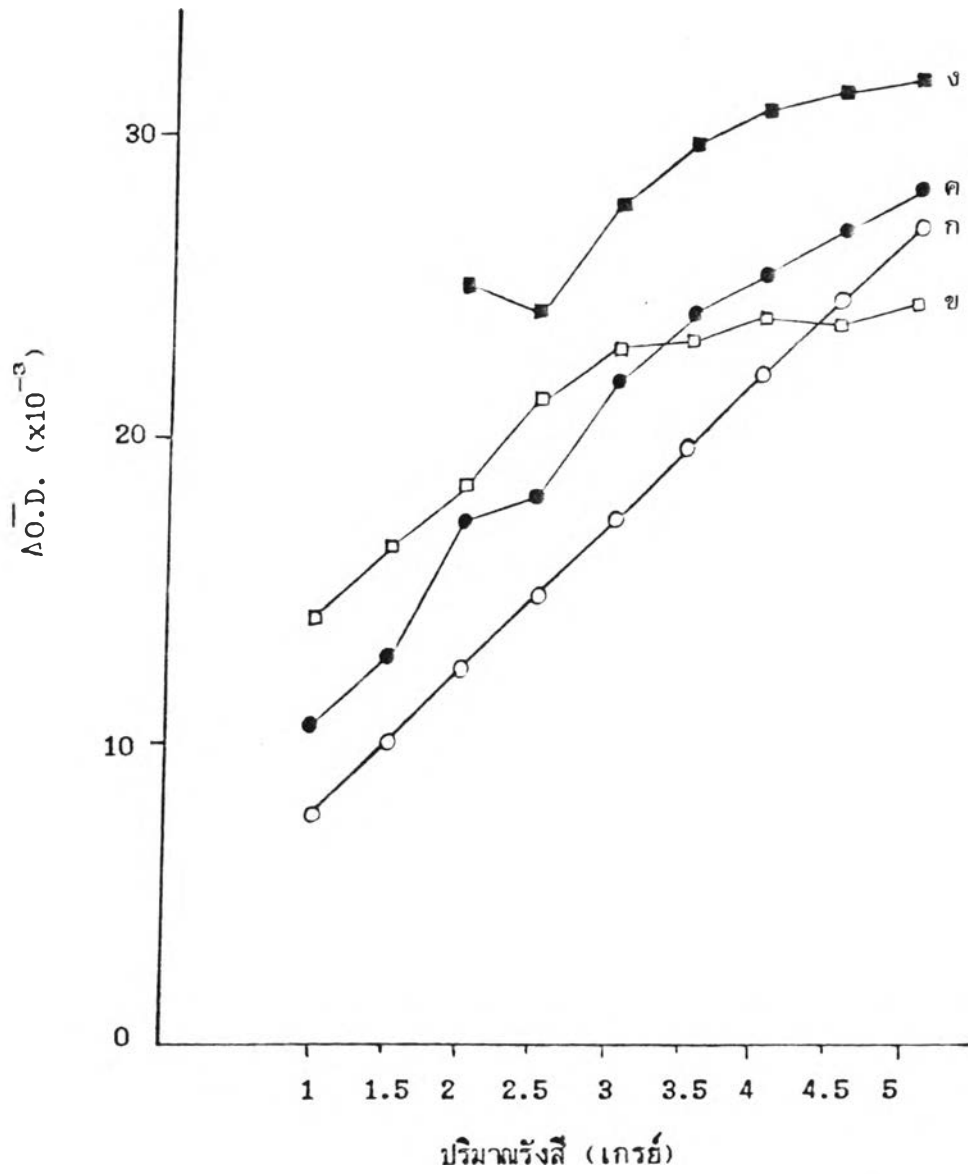
4.4 หาเสถียรภาพก่อนและหลังการฉายรังสี

ผลการศึกษาเสถียรภาพก่อนและหลังการฉายรังสี ผลการศึกษาจะแยกออกเป็น 2 กรณีคือ กรณีที่เก็บตัวอย่างไว้ในที่มืด และอีกกรณีเก็บไว้ในที่สว่าง ได้ผลการทดลองดังนี้

เสถียรภาพก่อนการฉายรังสีเป็นการเก็บสารละลายสีตั้งแต่ 1 ชั่วโมง 1 วัน 2 วัน และ 3 วันก่อนนำมาฉายรังสี ดังแสดงในรูปที่ 4.13 - 4.20 จากผลการทดลองพบว่าไม่สามารถเก็บสารละลายสีคาร์โมอีซีและปองโซ 4 อาร์ ทุกความเข้มข้นไว้ได้กล่าวคือ จะต้องเตรียมสารละลายใหม่ก่อนใช้ทุกครั้งหรือเตรียมไว้ไม่เกิน 1 ชั่วโมง เนื่องจาก ถ้าเก็บสารละลายสีไว้นานกว่านั้นจะทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างค่า $\Delta O.D.$ ที่เปลี่ยนไปกับค่าปริมาณรังสีแกมมาไม่เป็นเชิงเส้น คือเกิดการเปลี่ยนแปลงค่า $\Delta O.D.$ ไปในทางที่มากขึ้นถ้าเก็บไว้ในที่มืดแต่ละ เปลี่ยนไปในทางที่ลดลงถ้าเก็บไว้ในที่สว่าง

เสถียรภาพหลังการฉายรังสี จากการทดลองพบว่า คาร์โมอีซีในทุกความเข้มข้นจะเก็บไว้ได้หลังการฉายรังสี 4 วันในที่มืดและ 2 วันในที่สว่าง ถ้าหลังจากนั้นความสัมพันธ์ระหว่างค่า $\Delta O.D.$ ที่เปลี่ยนไปกับปริมาณรังสีแกมมาไม่เป็นเชิงเส้น สำหรับปองโซ 4 อาร์ มีลักษณะเช่นเดียวกัน แต่จะเก็บได้น้อยกว่ากล่าวคือถ้าเก็บในที่มืดจะเก็บได้ 3 วัน และเก็บได้ 1 วันถ้าเก็บในที่สว่าง

ผลการทดลองนี้พบว่าแสงมีผลต่อเสถียรภาพของสารละลายสีทั้งก่อน และหลังการฉายรังสี เสถียรภาพหลังการฉายรังสีทั้งคาร์โมอีซีและปองโซ 4 อาร์ ทุก ๆ ความเข้มข้น การเปลี่ยนแปลงของค่า $\Delta O.D.$ ที่ปริมาณรังสีต่ำจะน้อยกว่าค่าการเปลี่ยนแปลงของค่า $\Delta O.D.$ ที่ปริมาณรังสีสูง ดังแสดงในรูปที่ 4.21 - 4.28



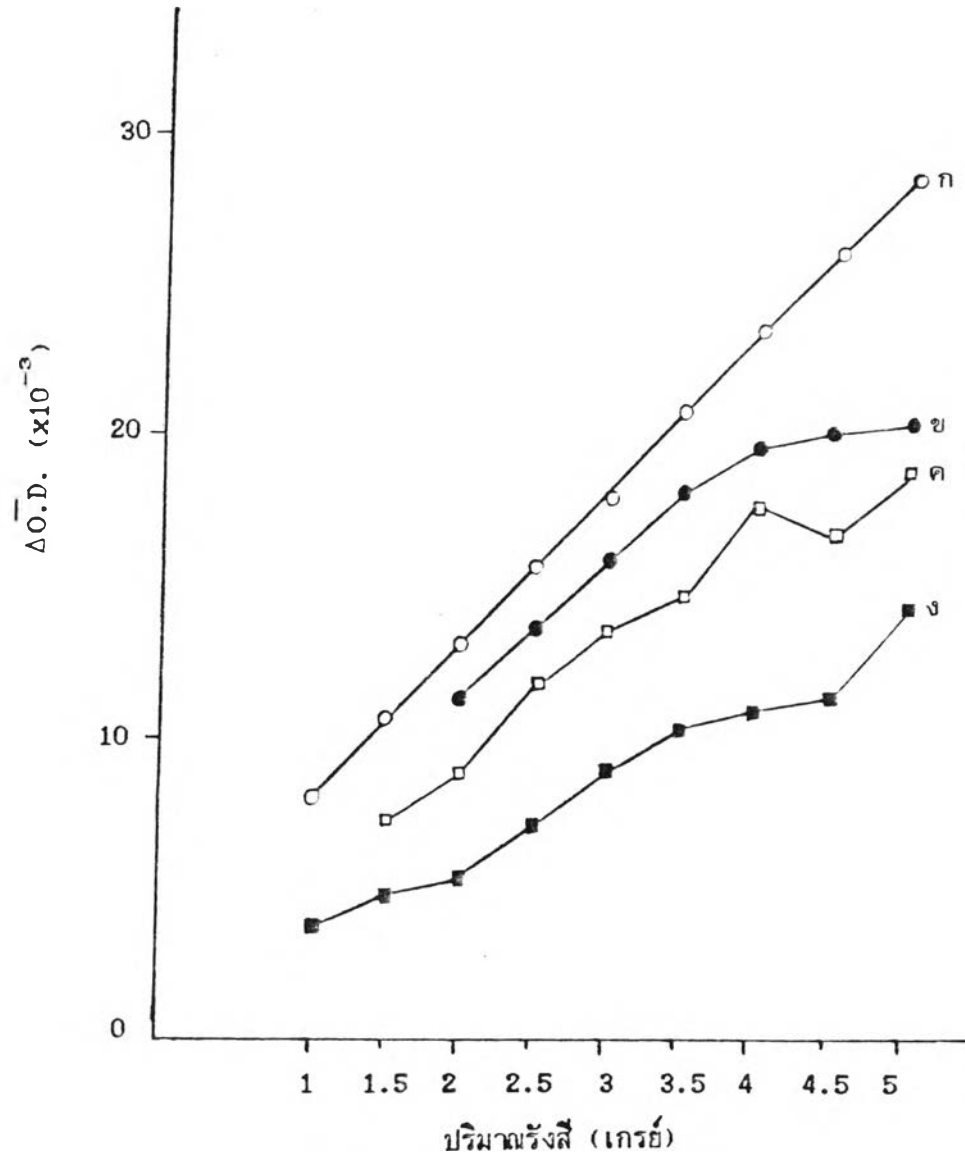
รูปที่ 4.13 กราฟแสดงเสถียรภาพก่อนการฉายรังสีที่เก็บในที่มืดของคาร์บอนไอซัน ที่ความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร

ก = 1 ชั่วโมง

ข = 1 วัน

ค = 2 วัน

ง = 3 วัน



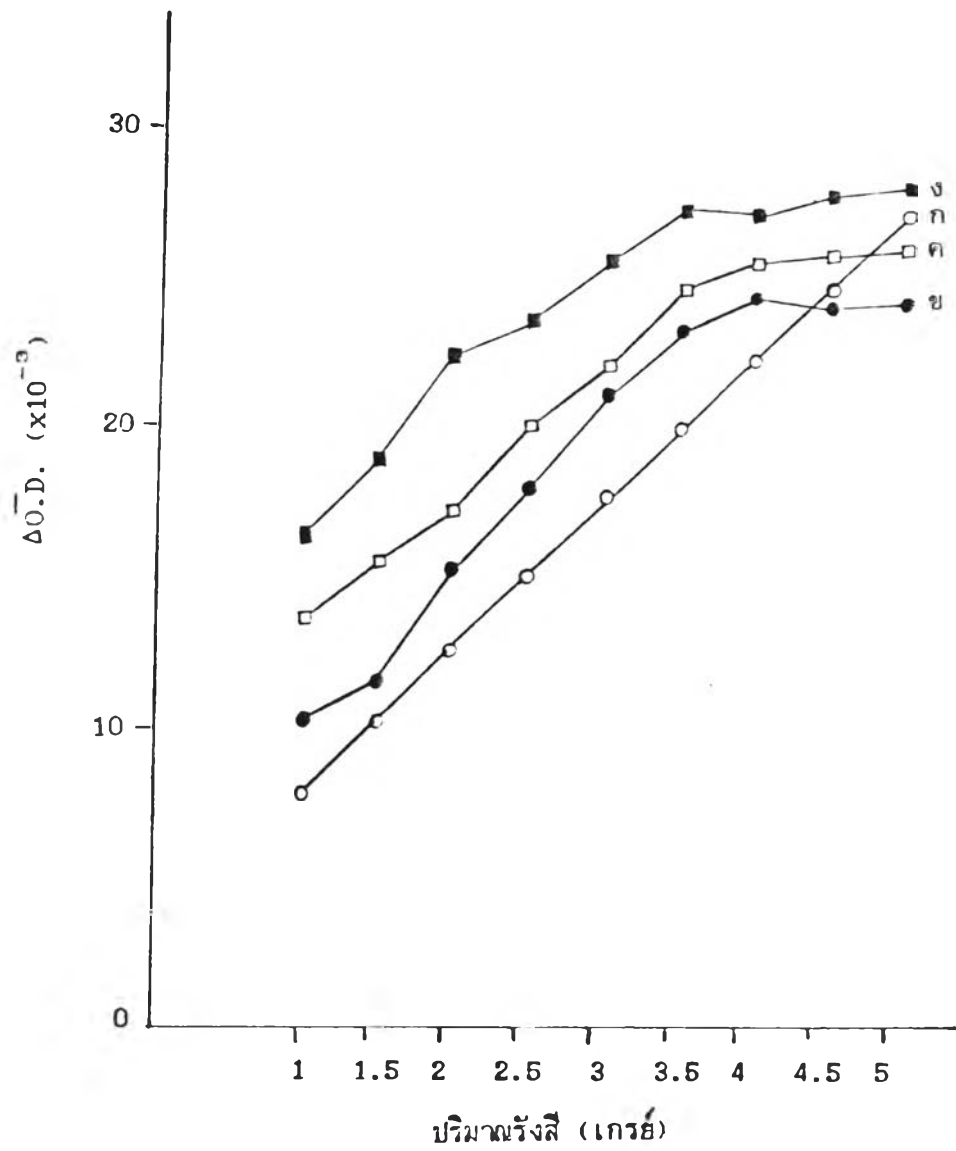
รูปที่ 4.14 กราฟแสดงเสถียรภาพก่อนการฉายรังสีที่เก็บในที่สว่างของ
คาร์โบน็อกซิน ที่ความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร

ก = 1 ชั่วโมง

ข = 1 วัน

ค = 2 วัน

ง = 3 วัน



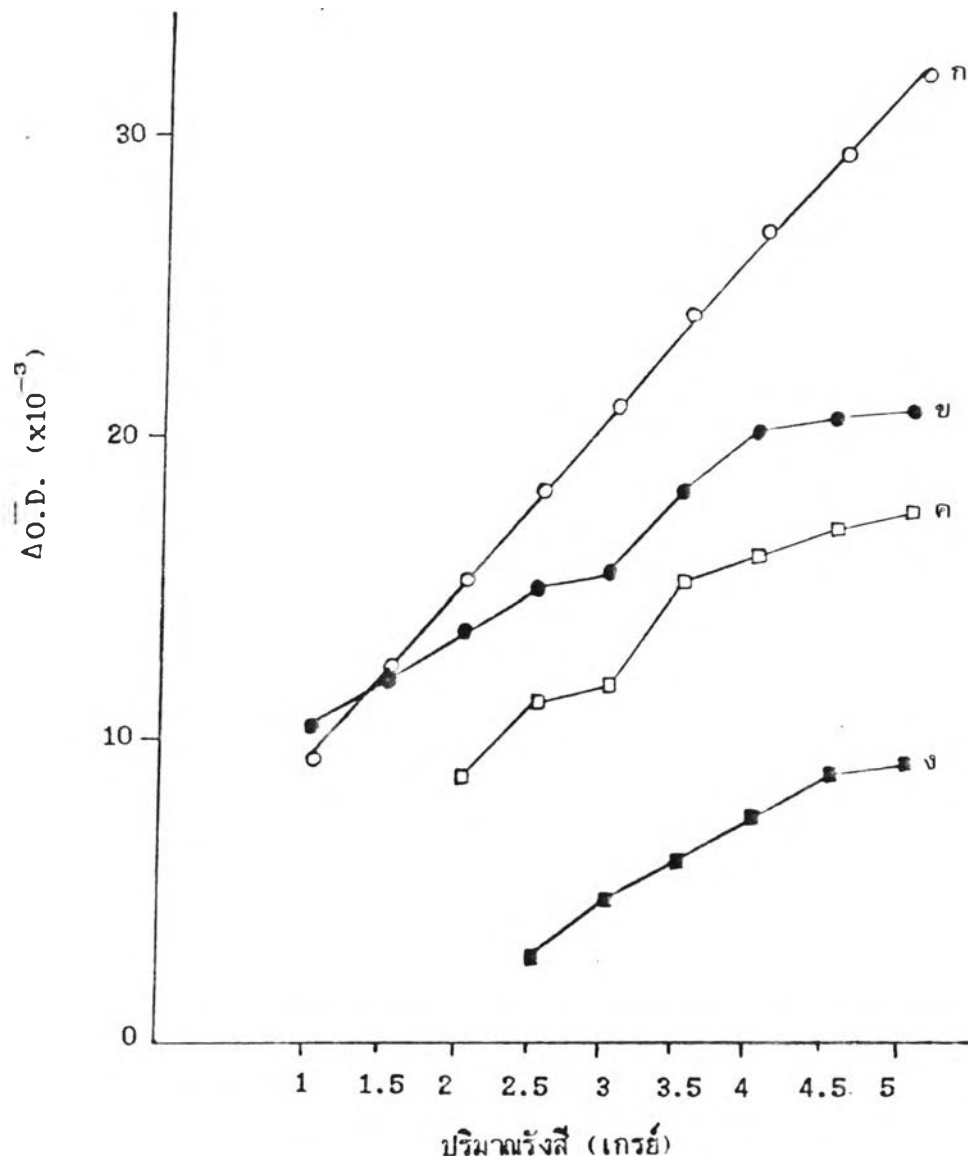
รูปที่ 4.15 กราฟแสดงเสถียรภาพก่อนการฉายรังสีที่เก็บในที่มืดของคาร์โบไฮเดรต ที่ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร

ก = 1 ชั่วโมง

ข = 1 วัน

ค = 2 วัน

ง = 3 วัน



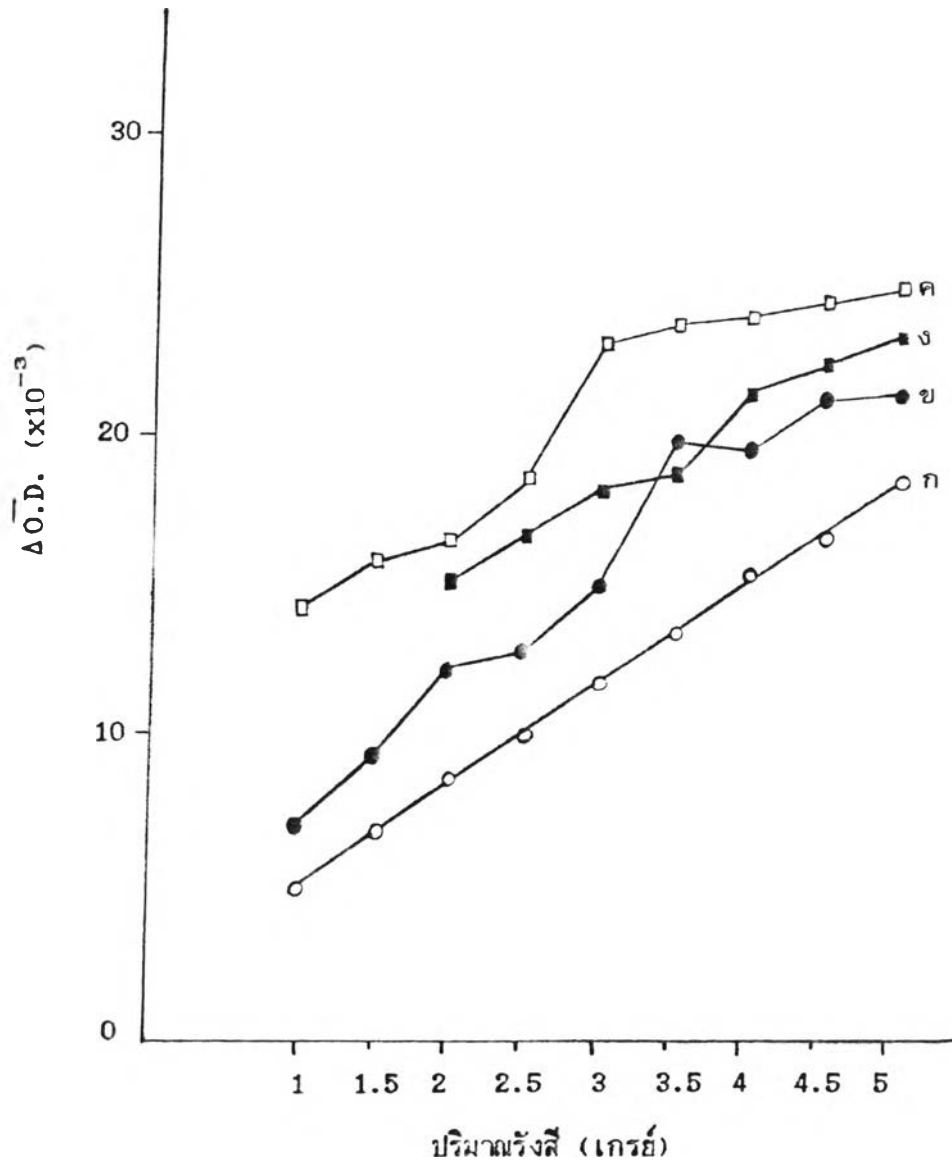
รูปที่ 4.16 กราฟแสดงเสถียรภาพก่อนการฉายรังสีที่เก็บในที่สว่างของ
คาร์โบไฮเดรต ที่ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร

ก = 1 ชั่วโมง

ข = 1 วัน

ค = 2 วัน

ง = 3 วัน



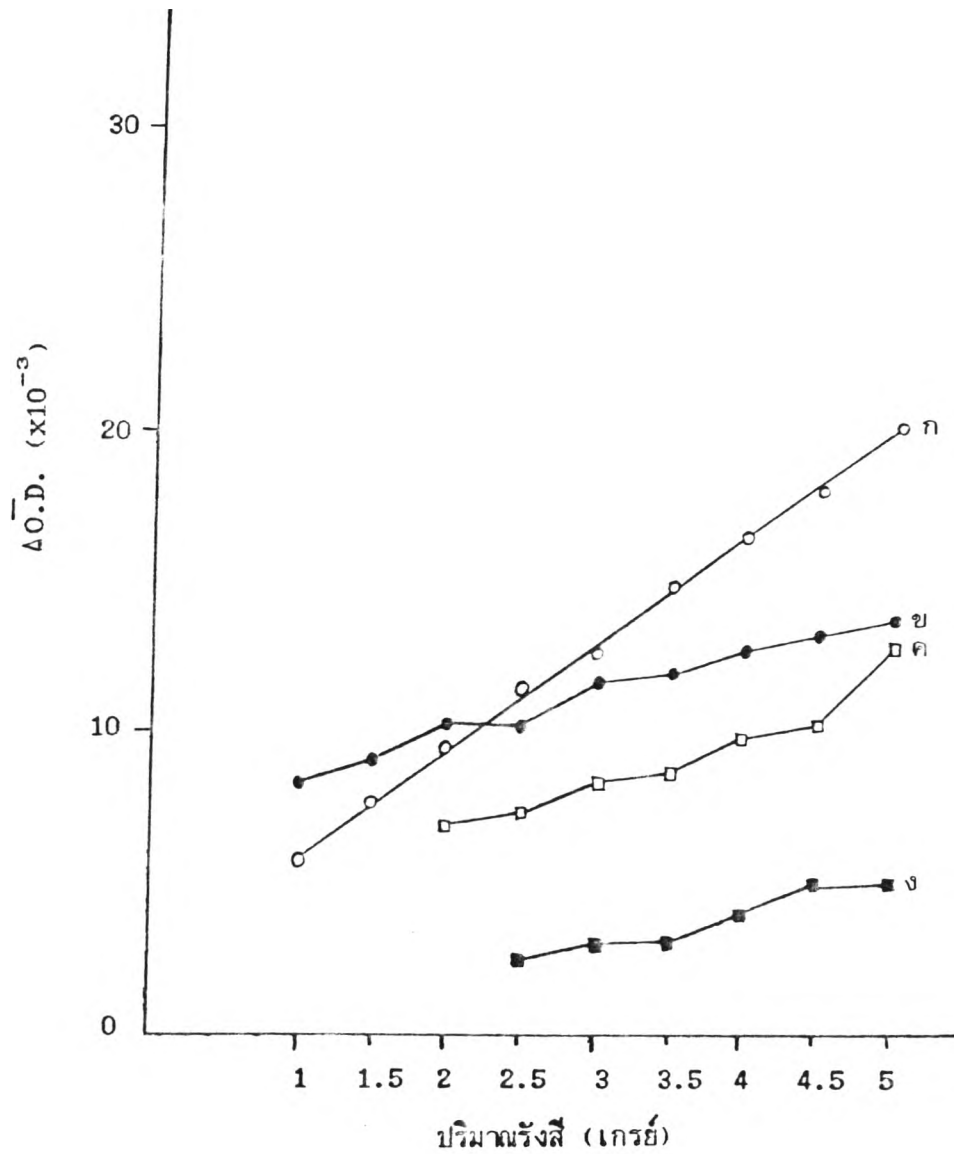
รูปที่ 4.17 การแสดงเสถียรภาพก่อนการฉายรังสีที่เก็บในที่มืดของ
 ปองโซ 4 อาร์ ที่ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

ก = 1 ชั่วโมง

ข = 1 วัน

ค = 2 วัน

ง = 3 วัน



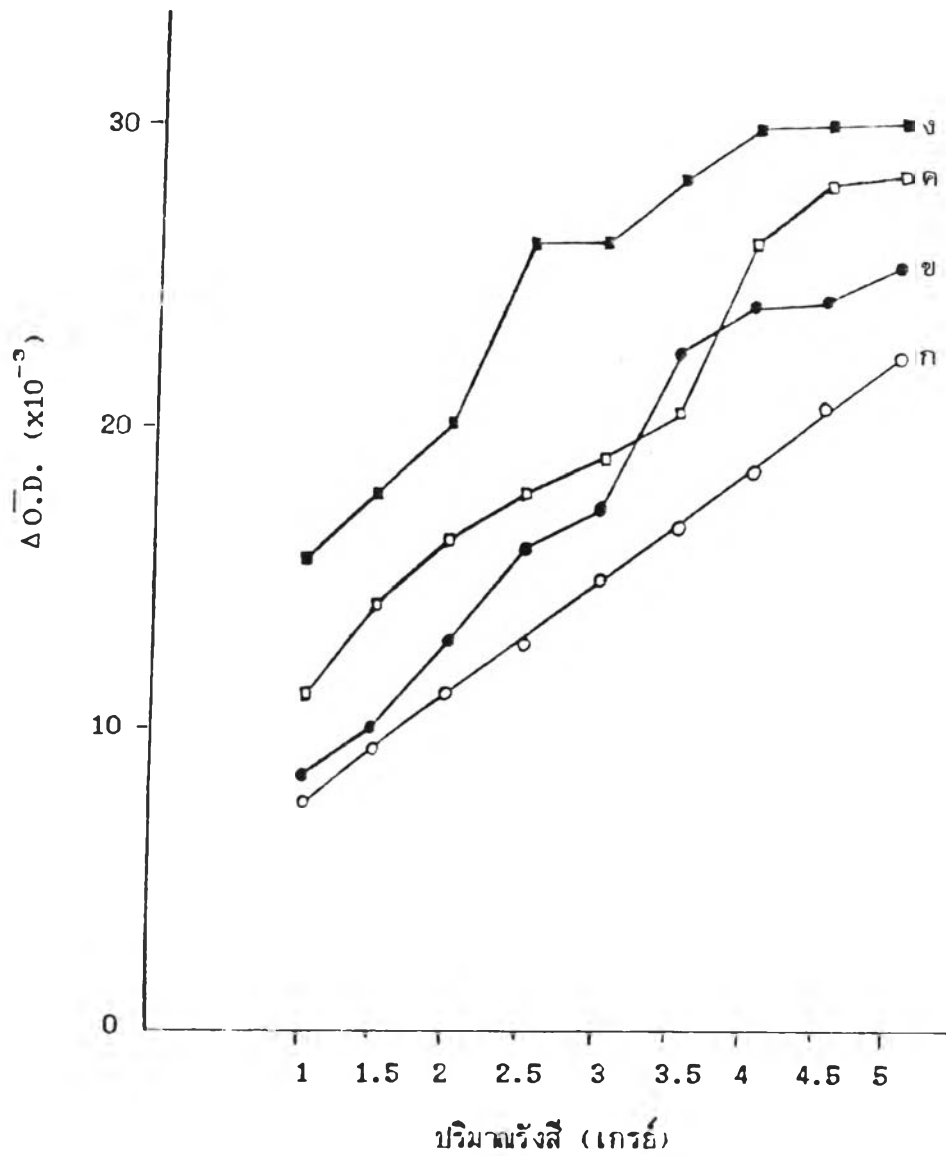
รูปที่ 4.18 กราฟแสดงเสถียรภาพก่อนการฉายรังสีที่เก็บในที่สว่างของ
 ปองโซ 4 อาร์ ที่ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

ก = 1 ชั่วโมง

ข = 1 วัน

ค = 2 วัน

ง = 3 วัน



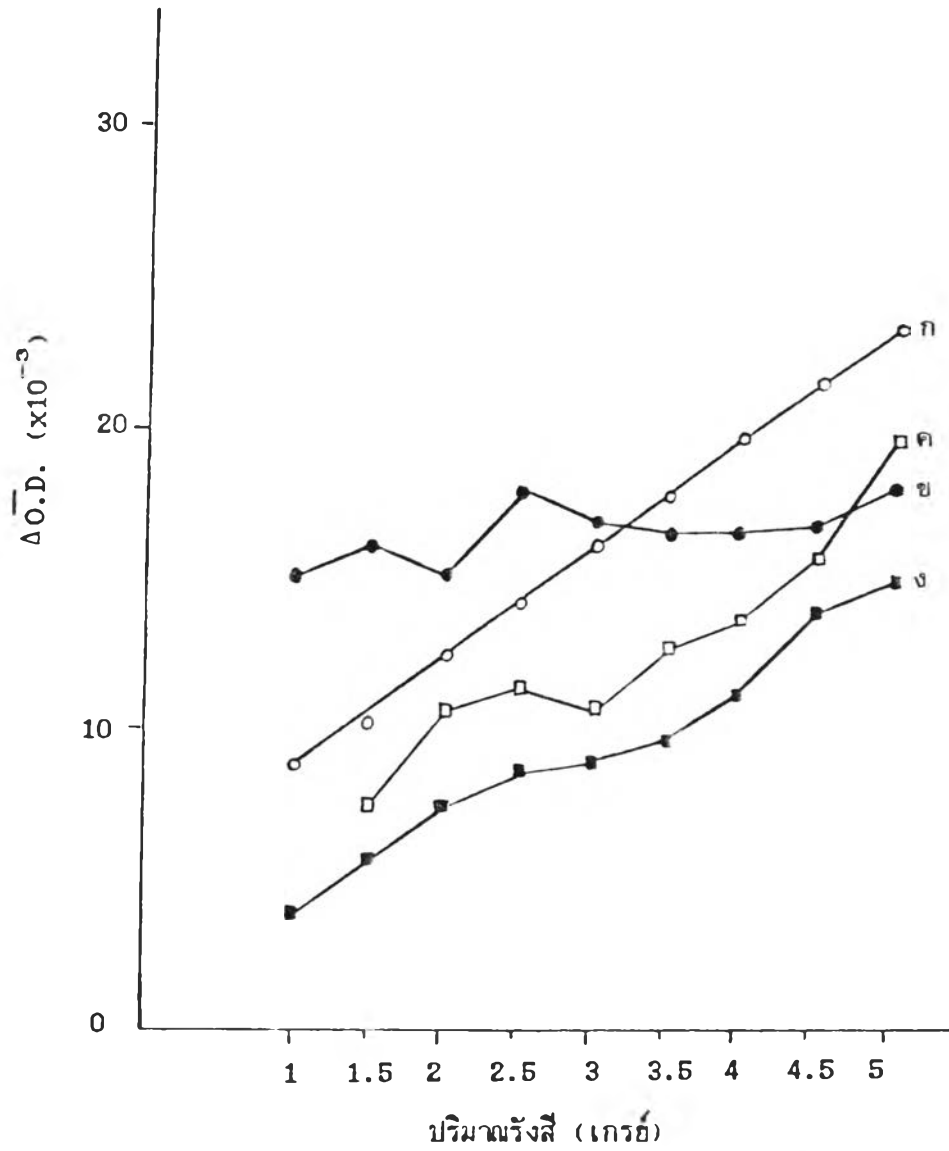
รูปที่ 4.19 กราฟแสดงเสถียรภาพก่อนการฉายรังสีที่เก็บในที่มืดของ
ปองโซ 4 อาร์ ที่ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร

ก = 1 ชั่วโมง

ข = 1 วัน

ค = 2 วัน

ง = 3 วัน



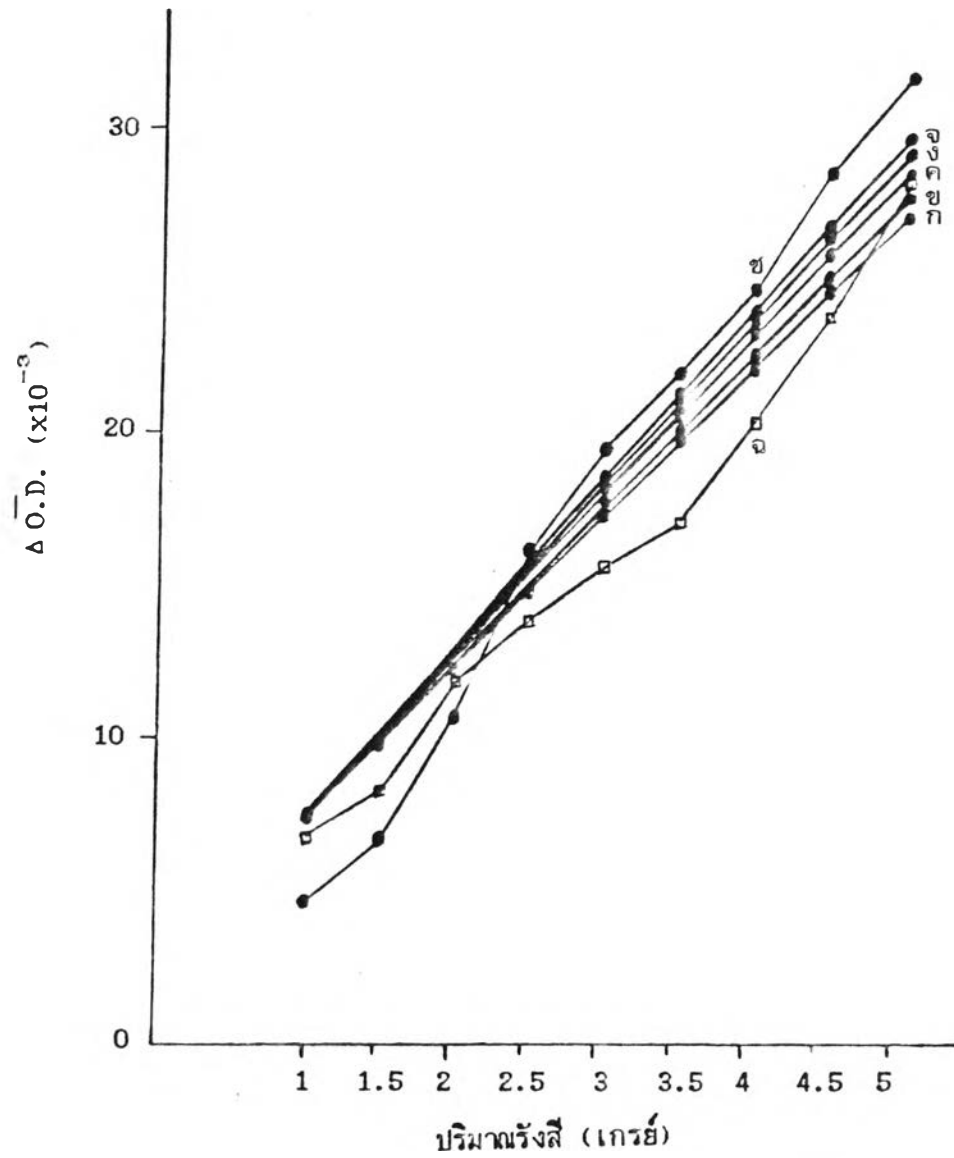
รูปที่ 4.20 กราฟแสดงเสถียรภาพก่อนการฉายรังสีที่เก็บในที่สว่างของ
 ปองโซ่ 4 อาร์ ที่ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร

ก = 1 ชั่วโมง

ข = 1 วัน

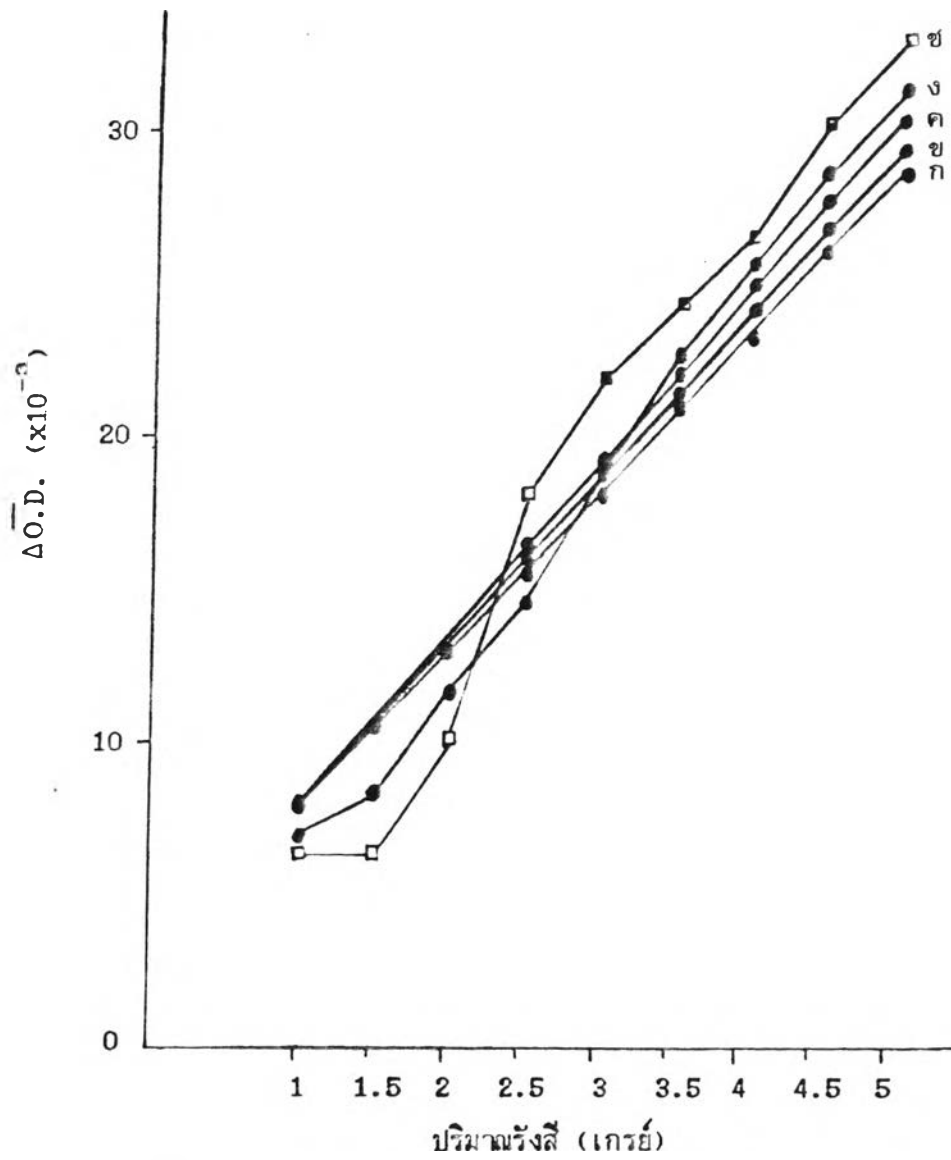
ค = 2 วัน

ง = 3 วัน



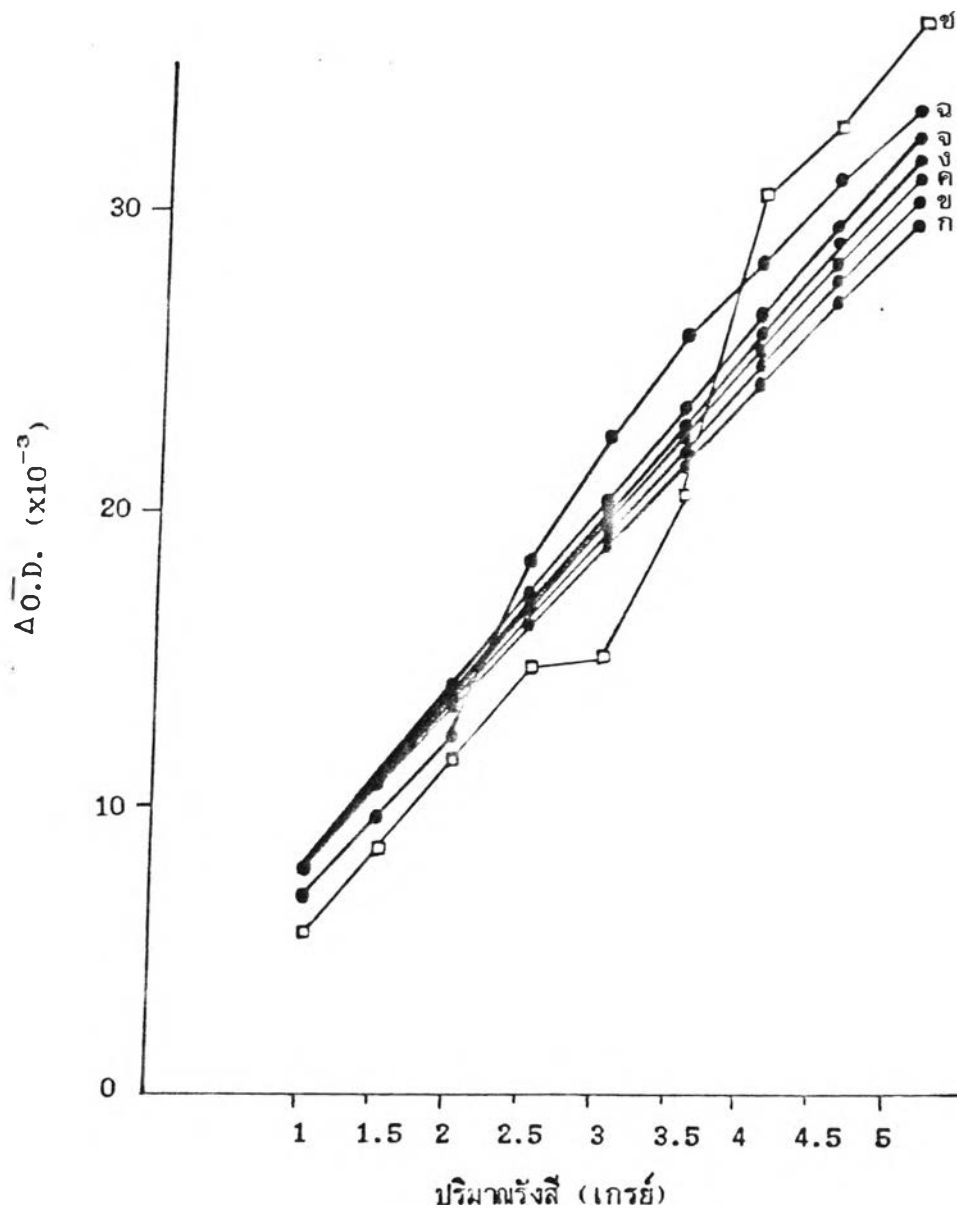
รูปที่ 4.21 กราฟแสดงเสถียรภาพหลังการฉายรังสีที่เก็บในที่มืดของ
คาร์โบไฮเดรต ที่ความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร

ก = 1 ชั่วโมง	จ = 4 วัน
ข = 1 วัน	ฉ = 5 วัน
ค = 2 วัน	ช = 10 วัน
ง = 3 วัน	



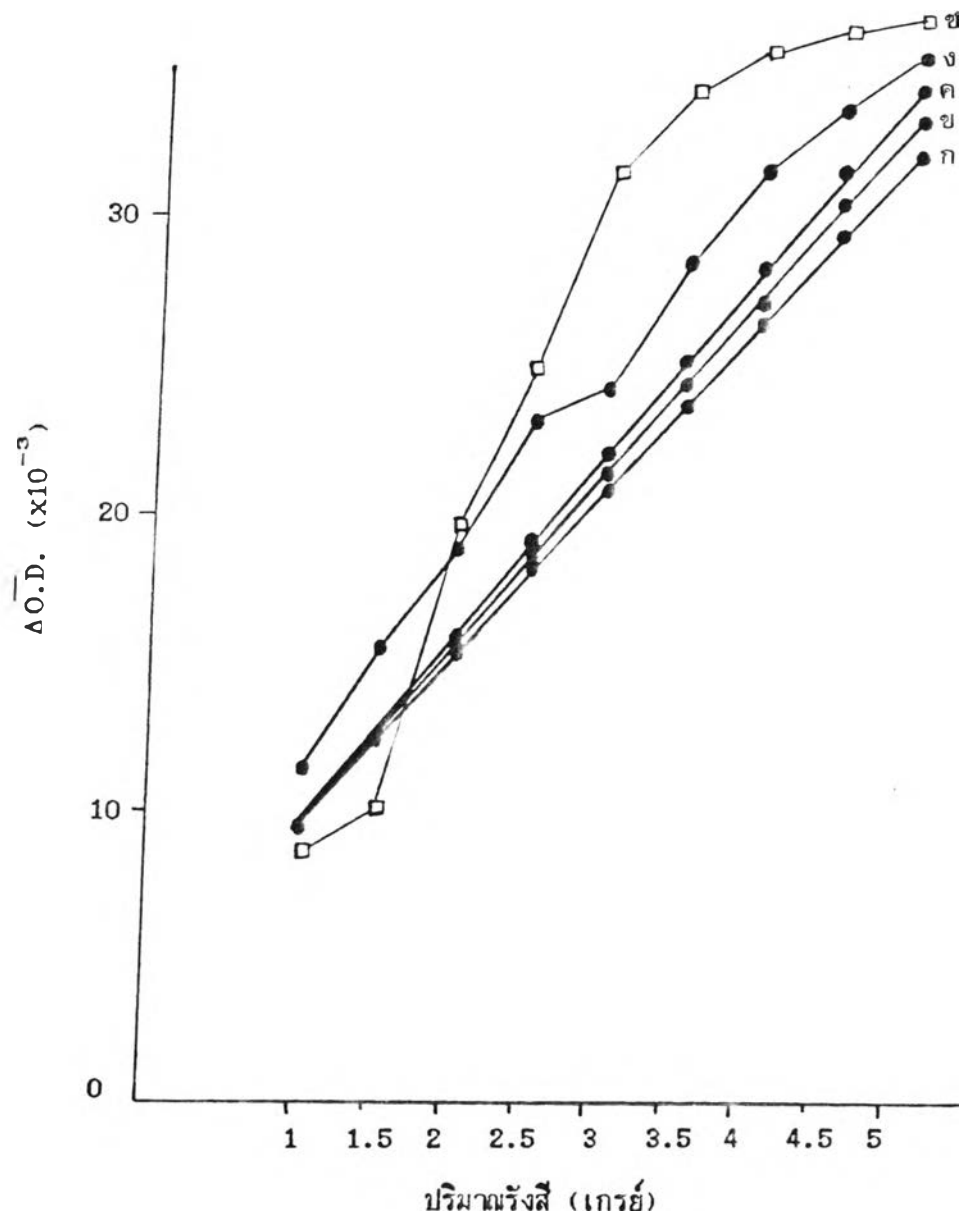
รูปที่ 4.22 กราฟแสดงเสถียรภาพหลังการฉายรังสีที่เก็บในที่สว่างของ
คาร์โบไฮเดรต ที่ความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร

ก = 1 ชั่วโมง	จ = 4 วัน
ข = 1 วัน	ฉ = 5 วัน
ค = 2 วัน	ช = 10 วัน
ง = 3 วัน	



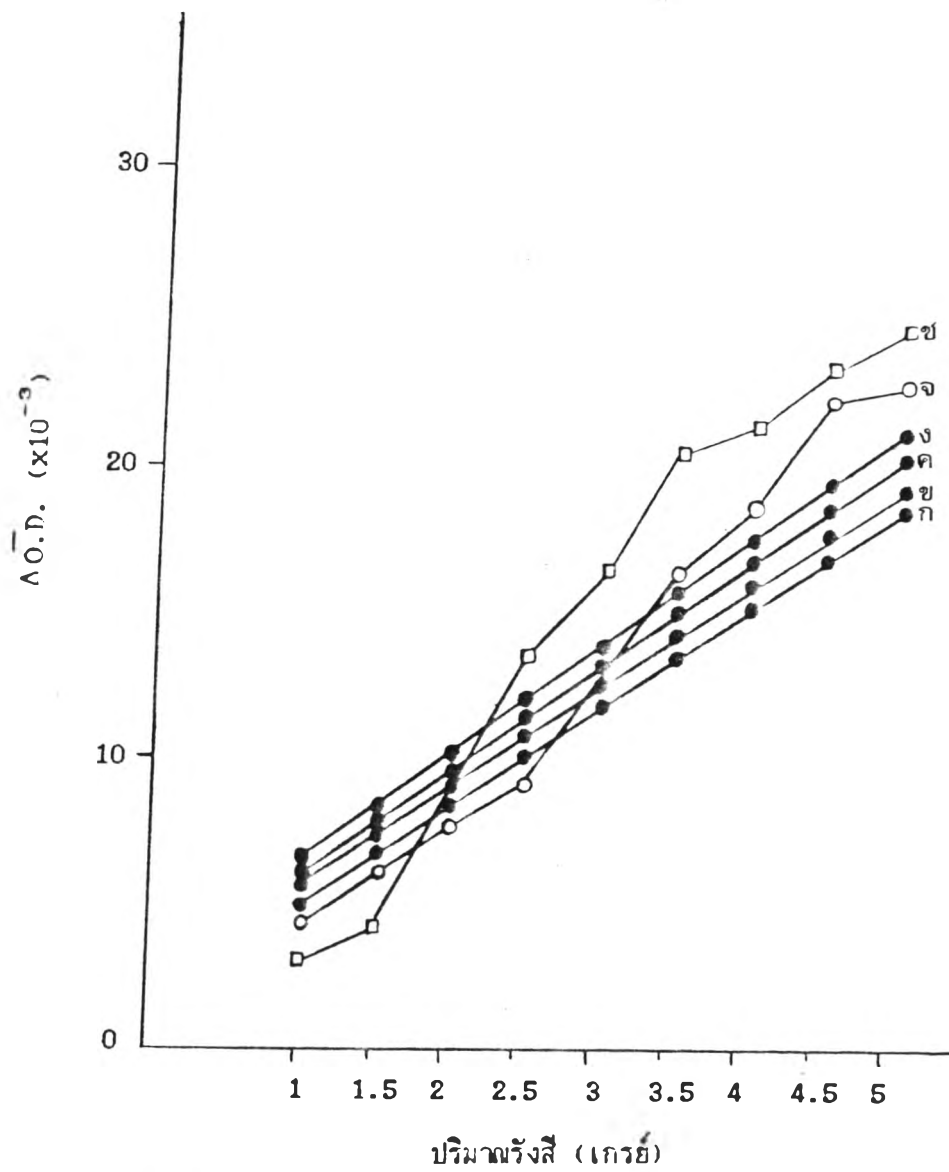
รูปที่ 4.23 กราฟแสดงเสถียรภาพหลังการฉายรังสีที่เก็บในที่มืดของ
คาร์โบไฮเดรต ที่ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร

ก = 1 ชั่วโมง	จ = 4 วัน
ข = 1 วัน	ฉ = 5 วัน
ค = 2 วัน	ช = 10 วัน
ง = 3 วัน	



รูปที่ 4.24 กราฟแสดงเส้นเฮอร์ภาพหลังการฉายรังสีที่เก็บในที่สว่างของ
คาร์โบไฮเดรต ที่ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร

ก = 1 ชั่วโมง	จ = 4 วัน
ข = 1 วัน	ฉ = 5 วัน
ค = 2 วัน	ช = 10 วัน
ง = 3 วัน	



รูปที่ 4.25 กราฟแสดงเสถียรภาพหลังการฉายรังสีที่เกิดขึ้นในที่มีดของ
 ปองโซ 4 อาร์ ที่ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

ก = 1 ชั่วโมง

จ = 4 วัน

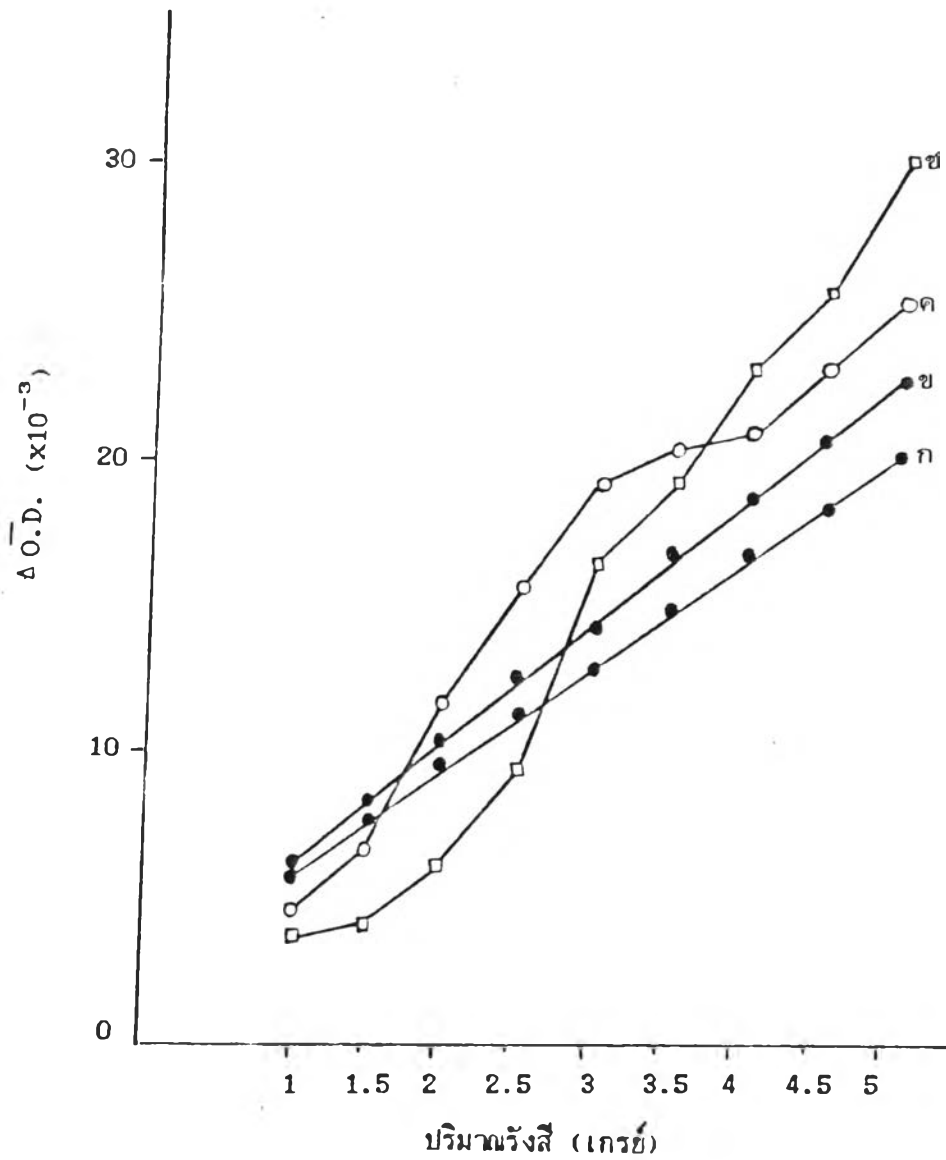
ข = 1 วัน

ฉ = 5 วัน

ค = 2 วัน

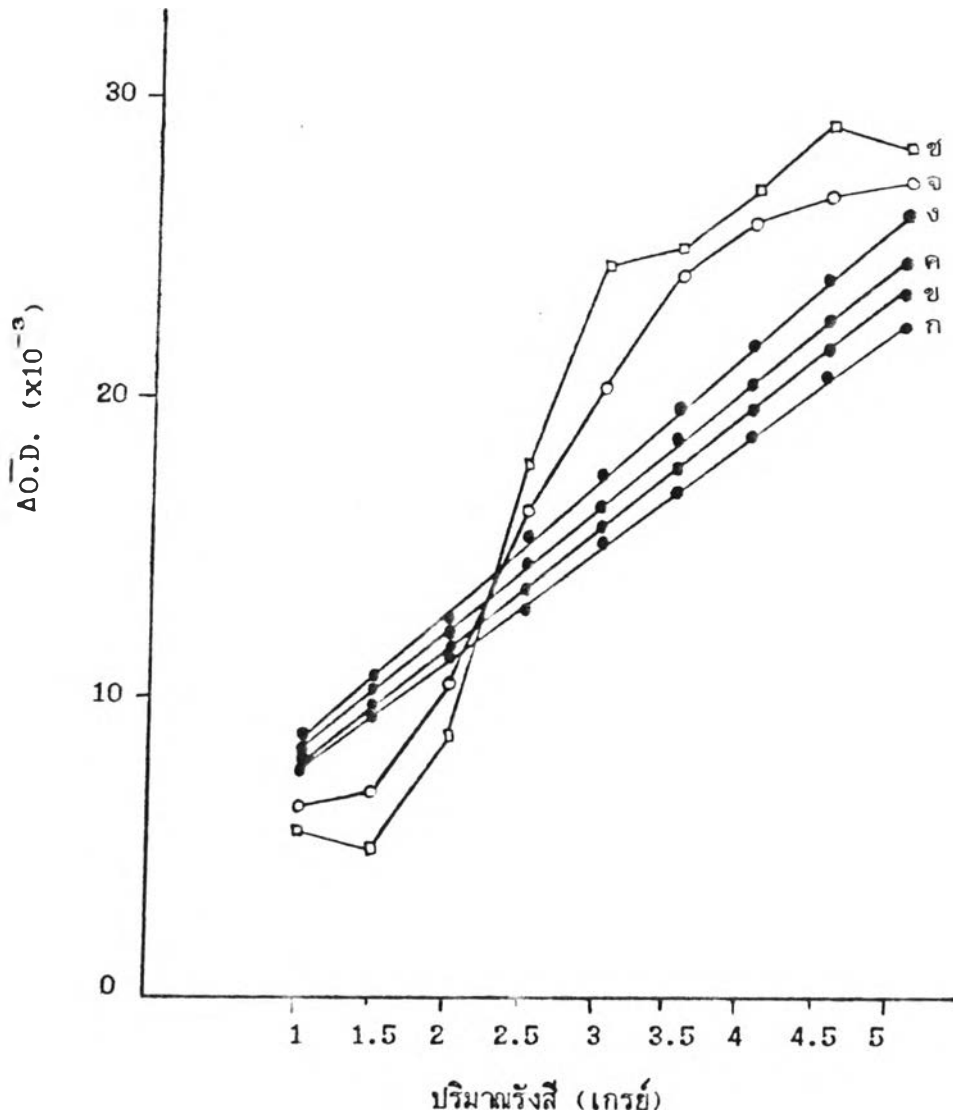
ช = 10 วัน

ง = 3 วัน



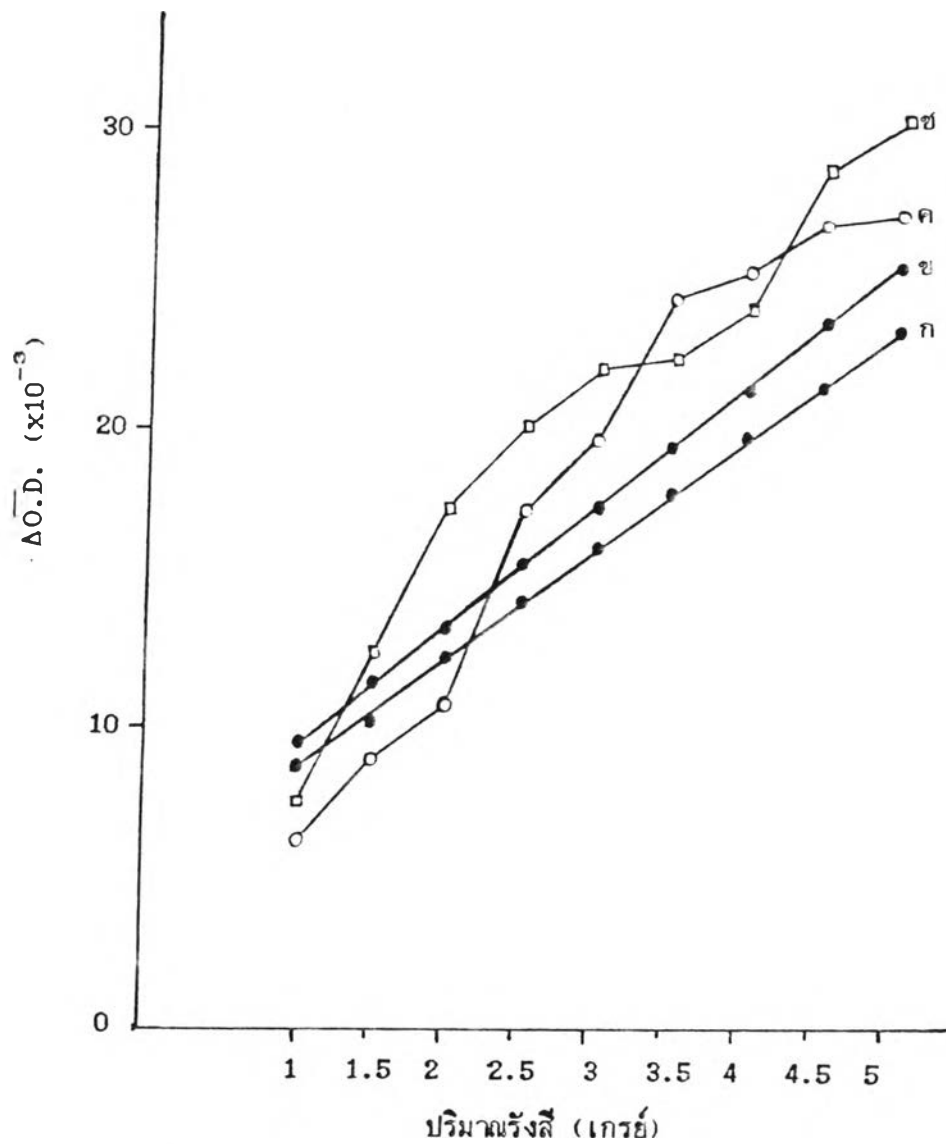
รูปที่ 4.26 กราฟแสดงเสถียรภาพหลังการฉายรังสีที่เก็บในที่สว่างของ
ปองโซ 4 อาร์ ที่ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

ก = 1 ชั่วโมง	จ = 4 วัน
ข = 1 วัน	ฉ = 5 วัน
ค = 2 วัน	ช = 10 วัน
ง = 3 วัน	



รูปที่ 4.27 กราฟแสดงเสถียรภาพหลังการฉายรังสีที่เก็บในที่มืดของ
ปองโซ 4 อาร์ ที่ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร

ก = 1 ชั่วโมง	จ = 4 วัน
ข = 1 วัน	ฉ = 5 วัน
ค = 2 วัน	ช = 10 วัน
ง = 3 วัน	



รูปที่ 4.28 กราฟแสดงเสถียรภาพหลังการฉายรังสีที่เก็บในที่สว่างของ
 ปองโซ 4 อาร์ ที่ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร

ก = 1 ชั่วโมง	จ = 4 วัน
ข = 1 วัน	ฉ = 5 วัน
ค = 2 วัน	ช = 10 วัน
ง = 3 วัน	