

บทที่ 2

การทดลองและผลการทดลอง

2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. G.M. tube Model Mullard Rx 123, U.K.
2. NaI(Tl) Counter ผลิตโดย Nuclear Enterprises Ltd., U.K.
3. Scaler-Ratemeter type ST 5 ผลิตโดย Nuclear Enterprises Ltd., U.K.
4. IR-lamp
5. Sonicator Model Metason 120 ผลิตโดย Struers, Copenhagen Denmark
6. Shaker ผลิตโดย Eber back., Michigan, U.S.A.
7. ที่วางผ้าตัวอย่าง สำหรับวัดแอกติวิตี ทำด้วยพลาสติกหนา 1 มม. ขนาด 7x7 ซม.

ตรงกลางแผ่นเจาะรูขนาด 3.5 x 3.5 ซม. ใส่ผ้าตัวอย่างที่ต้องการวัดแอกติวิตีไว้ตรงตำแหน่งที่เจาะรูไว้

8. ผ้าตัวอย่าง 5 ชนิด ผ้าดิบ ผ้าฝ้าย ผ้าลินินเทียม ผ้าไนลอน และผ้าโทเร ซื้อจากร้านค้าผ้าทั่วไปในตลาดวโรรส จังหวัดเชียงใหม่ คัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาด 4 x 4 ซม. ทั้งนี้องค์ประกอบของผ้าเป็นดังนี้

ผ้าดิบ	100	%	cotton	
ผ้าฝ้าย	65	%	"	35 % polyester
ผ้าลินินเทียม	55	%	"	45 % linin
ผ้าไนลอน	100	%	nylon	
ผ้าโทเร	80	%	cotton	20 % polyester

9. ขวดพลาสติก polyethylene ชนิด high density ขนาด 100 ซม.³ มีฝาเกลียวปิดสนิท

2.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1. ผลิตโดย E.Merck. Damstadt. Germany (Laboratory grade)

- graphite powder
- Petroleum ether b.p. 50 - 70 °c

2. สารรังสีที่ใช้

- ไอโอดีน- 131 ในรูป NaI Solution จากรพ. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (รพ. สวนดอก)
- ฟอสฟอรัส-32 ในรูป $H_3^{32}PO_4$ จากกองผลิตไอโซโทป สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ กรุงเทพฯ

3. ผลิตโดย BDH chemicals Ltd.Poole, England

- Sodium dodecylbenzene sulphonate
- Sodium Lauryl sulphate

2.3 สภาวะที่เหมาะสมของการเตรียมสิ่งสกปรกและการชักล้าง

รัตน (1) พบว่าสภาวะต่าง ๆ ที่เหมาะสมในการเตรียมสิ่งสกปรกสังเคราะห์และการชักล้าง เป็นดังนี้

2.3.1 การเตรียมสิ่งสกปรกสังเคราะห์

โดยใช้น้ำมัน หรือน้ำมันผสมกับผงกราไฟต์ 0.005 กรัม โดยใช้น้ำมันข้าวโพดเป็นตัวแทนของน้ำมัน ทำให้เจือจางด้วยปิโตรเลียมอีเธอร์ ในอัตราส่วน 1 : 6 โดยปริมาตร (น้ำมันข้าวโพด 1 ซม.³ : ปิโตรเลียมอีเธอร์ 6 ซม.³)

2.3.2 ปริมาณน้ำที่เหมาะสม

ถ้าใช้น้ำปริมาณน้อยจะเกิดปัญหาผ้าติดข้างขวดในขณะกำลังเขย่า ดังนั้น เพื่อแก้ปัญหานี้ จึงใช้น้ำ 75 ซม.³

2.3.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการชักผ้าตัวอย่าง

เวลาไม่ค้อมีผลต่อการจัดสิ่งสกปรก แต่ % efficiency จะเพิ่มเล็กน้อยถ้าใช้เวลาเขย่านานขึ้น ได้ % efficiency มีค่าเกือบคงที่เมื่อใช้เวลาเขย่าตั้งแต่ 4 นาที จึงเลือกใช้เวลาเขย่า 5 นาที

2.3.4 ปริมาณผงซักฟอก

% efficiency จะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ถ้าใช้ผงซักฟอก 0.2 หรือ 0.5 กรัม

2.4 วิธีการทดลอง

ทำการทดลองตามลำดับขั้นดังนี้

1. ชั่งผงกราไฟต์ 0.005 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด 10 ซม.³ เติมน้ำละลาย ไอโอดีน-131 ลงไปจนน้ำท่วมถึง ระบายน้ำให้แห้งด้วย IR-lamp
2. ผสมน้ำมันข้าวโพดกับปิโตรเลียมอีเธอร์ ในอัตราส่วน 1 : 6 ซม.³ คนให้เข้ากัน เทผสมลงในข้อ 1 นำไปเขย่าด้วย Sonicator นาน 1 นาที
3. ใส่ผ้าตัวอย่างลงไปบีกเกอร์ที่มีสารละลายผสมเพื่อทำให้ผ้าเปราะเปื้อน นำผ้ามาตากให้แห้งด้วย IR-lamp บนแผ่นพลาสติก ขนาด 16.5 x 16.5 ซม.
4. นำผ้าจากข้อ 3 ไปวัดปริมาณรังสี โดยวางแผ่นพลาสติกที่เจาะรูตรงกลาง โดยใช้ G.M.-counter และ/หรือ NaI(Tl) เป็นปริมาณรังสีก่อนซัก (A_0)
5. ซักผ้าตัวอย่างในขวดพลาสติกที่มีฝาเกลียวปิดสนิทโดยใช้ผงซักฟอก 0.5 กรัม หรือ 0.2 กรัม น้ำ 75 ซม.³ ขวดแต่ละใบจะซักผ้าตัวอย่าง 1 ชิ้น นำไปเขย่าด้วย shaker นาน 5 นาที
6. นำผ้าออกจากขวด ตากให้แห้งด้วย IR-lamp นำไปวัดปริมาณรังสี เป็นปริมาณรังสีหลังซัก (A)
7. คำนวณหาประสิทธิภาพของผงซักฟอก จากปริมาณรังสีโดยใช้สูตร

$$\% \text{ Efficiency} = \frac{A_0 - A}{A_0} \times 100$$

8. หาค่าความน่าเชื่อถือของการทดลองแต่ละชุด จาก % Relative standard deviation โดยใช้สูตร

$$\% \text{ RSD} = \frac{\sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}}{\bar{X}} \times 100$$

หมายเหตุ

1. ก่อนใช้เครื่องมือทั้ง G.M.-counter และ NaI(Tl) ทุกครั้งต้องเปิดสวิสซ์อุ่นเครื่องมืออย่างน้อย 10 นาที จากนั้นวัด background 5 นาที และหาค่า chi-square Test ทุกครั้งก่อนและหลังใช้เครื่องมือ เพื่อทดสอบเสถียรภาพของเครื่องมือวัด (ดูรายละเอียดในภาคผนวก 10)

2. ปริมาณรังสีที่ใช้ในสูตร เป็นค่าที่หัก background ออกแล้ว ค่าที่วัดเป็นค่าใน 1 นาทีหน่วยวัดจึงเป็น count per minute (cpm)

3. ในการทดลองแต่ละชุด จะบันทึกรายละเอียด ตามตัวอย่างข้างล่างนี้

สิ่งสกปรก	; กราไฟต์ 0.005 กรัม
เวลาที่ใช้ซัก	; 5 นาที
ผ้าตัวอย่าง	; ผ้าดิบ
background	; 32 cpm
หัววัดที่ใช้	; G.M.-counter

Operating Voltage	; 625 โวลต์
-------------------	-------------

X ² ก่อนทดลอง	; 4.64
--------------------------	--------

X ² หลังทดลอง	; 15.96
--------------------------	---------

ผงซักฟอก	; คราไวส์
----------	-----------

น้ำหนักผงซักฟอก	; 0.5 กรัม
-----------------	------------

ผ้าชั้นที่	แอคติวิตีก่อนซัก	แอคติวิตีหลังซัก	% efficiency	% RSD
1	440	156	70.65	5.7
2	499	193	66.38	
3	518	182	70.00	
4	539	181	71.46	
5	587	161	77.60	

จากสูตร

$$\% RSD = \frac{\sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}}{\bar{X}} \times 100$$

%RSD = Percentage Relative standard deviation

X_i = % efficiency ของผ้าแต่ละชั้น

$\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยของ % efficiency ของผ้าตัวอย่างแต่ละชุด

n = จำนวนผ้าในแต่ละชุด

4. การทำความสะอาดเครื่องมือในการทดลอง ใช้เฉพาะอ่างน้ำที่ใช้กับสาร

กัมมันตรังสีเท่านั้น โดยมีขั้นตอนการทำความสะอาดดังนี้

- ล้างด้วยน้ำประปา
- แขนสารละลายของผงซักฟอก 1 คืน
- ล้างด้วยสารละลายผสมของกรดไนตริก (อัตราส่วนกรดไนตริก : น้ำ ; 3:7)

- ล้างด้วยน้ำประปาธรรมดา 2-3 ครั้ง
- ล้างด้วยน้ำกลั่น

2.5 ชนิดของผงซักฟอกที่ใช้ในการทดลอง

ผงซักฟอกที่นำมาหาประสิทธิภาพ เก็บตัวอย่างมาจากร้านค้าทั่วไป ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันในชีวิตประจำวัน ตัวอย่างที่เก็บมีดังนี้

โวลี โรป เพล เซฟ แพ็บ เปาบันจัน บรีส และไฮโซร์แฟคแทนท์ 2 ชนิด คือ (SDS) Sodium dodecylbenzene sulphonate และ (SLS) Sodium lauryl sulphate ซึ่งเป็นไฮโซร์แฟคแทนท์ที่ใช้ในการชำระล้างด้วย

นำผงซักฟอกและไฮโซร์แฟคแทนท์ดังกล่าวมาหาประสิทธิภาพ โดยดำเนินการตาม 2.4 และมีสภาวะต่าง ๆ ดังนี้

กราไฟต์ 0.005 กรัม

น้ำมันข้าวโพด 1 ซม.³, ปีโตรเลียมอีเธอร์ 6 ซม.³

เขย่าด้วย Ultrasonic bath นาน 1 นาที

ซักด้วย Shaker นาน 5 นาที

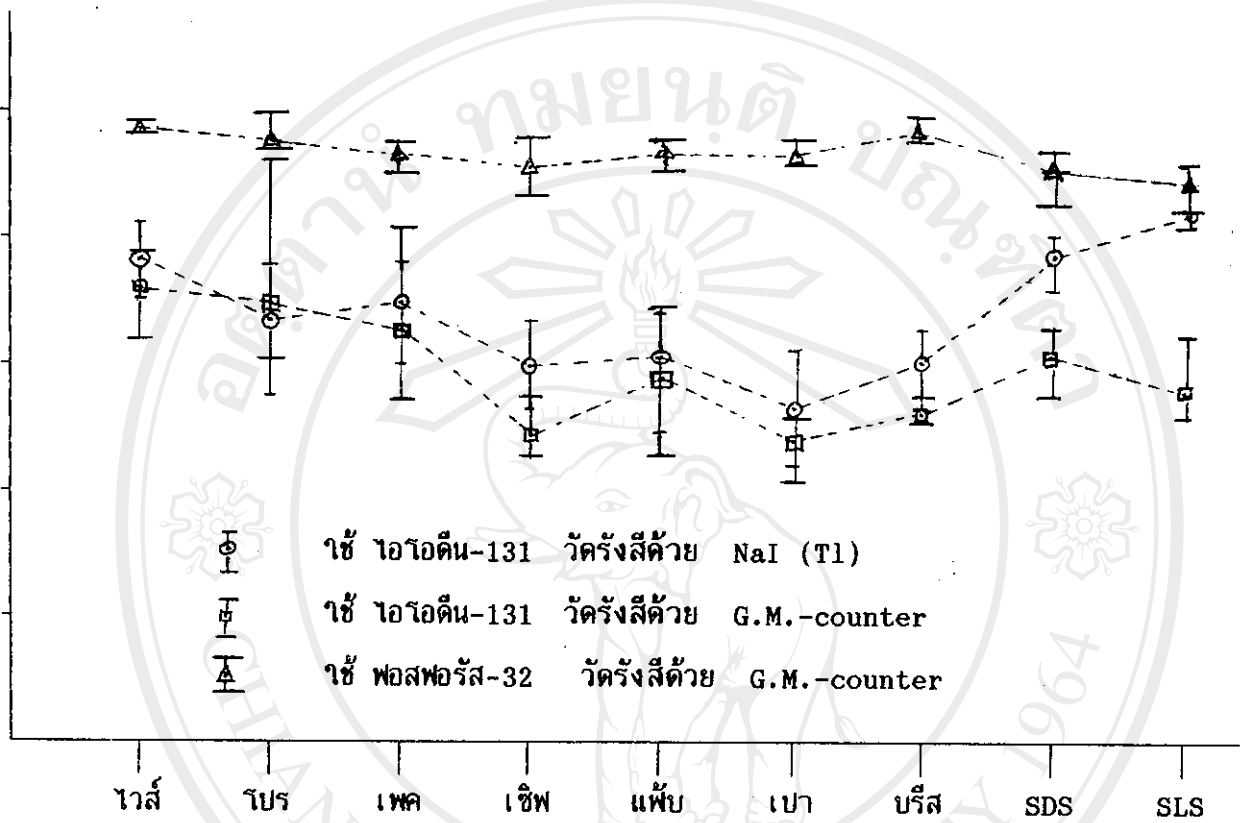
ปริมาณผงซักฟอก 0.2 กรัม และ 0.5 กรัม

ติดฉลากด้วยสารรังสี 2 ชนิด คือ ไอโอดีน-131 และฟอสฟอรัส-32

ได้ผลการทดลองตามตาราง 2.1-2.10 และกราฟรูปที่ 2.1-2.10

2.1 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของผงซักฟอกชนิดต่าง ๆ เมื่อใช้ผ้าดิบ และปริมาณผงซักฟอก 0.5 กรัม

พอก ง	ไอ-131 วัดด้วย NaI(Tl)			ไอ-131 วัดด้วย G.M.			ไอ-32 วัดด้วย G.M.		
	%efficiency	$\bar{X}$	%RSD	%efficiency	$\bar{X}$	%RSD	%efficiency	$\bar{X}$	%RSD
	70.3-82.8	74.2	5.2	64.5-77.6	71.5	5.8	96.1-79.4	96.6	0.5
	56.4-73.8	66.9	9.9	59.8-90.9	70.1	18.0	92.2-97.5	95.4	2.3
	62.2-75.1	69.2	8.9	56.0-81.1	66.7	14.3	98.5-94.9	92.4	2.5
	52.5-64.9	60.2	7.6	47.5-56.6	51.2	7.1	86.1-95.5	90.3	4.0
	50.3-66.4	61.0	10.6	45.5-67.7	59.2	16.9	89.4-95.5	92.5	2.9
	43.0-62.2	53.5	13.3	42.3-52.7	48.0	8.4	89.8-94.1	91.9	2.1
	53.3-63.8	59.2	6.51	50.7-55.6	53.6	4.2	94.8-96.9	95.9	1.0
	72.8-81.3	77.8	5.1	55.9-65.9	62.1	7.2	82.8-94.4	87.6	5.6
	80.8-84.3	81.9	1.7	52.2-64.6	57.6	8.0	81.3-90.5	84.5	4.8



รูปที่ 2.1 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของผงซักฟอกต่าง ๆ เมื่อใช้ผ้าดิบ และปริมาณผงซักฟอก 0.5 กรัม

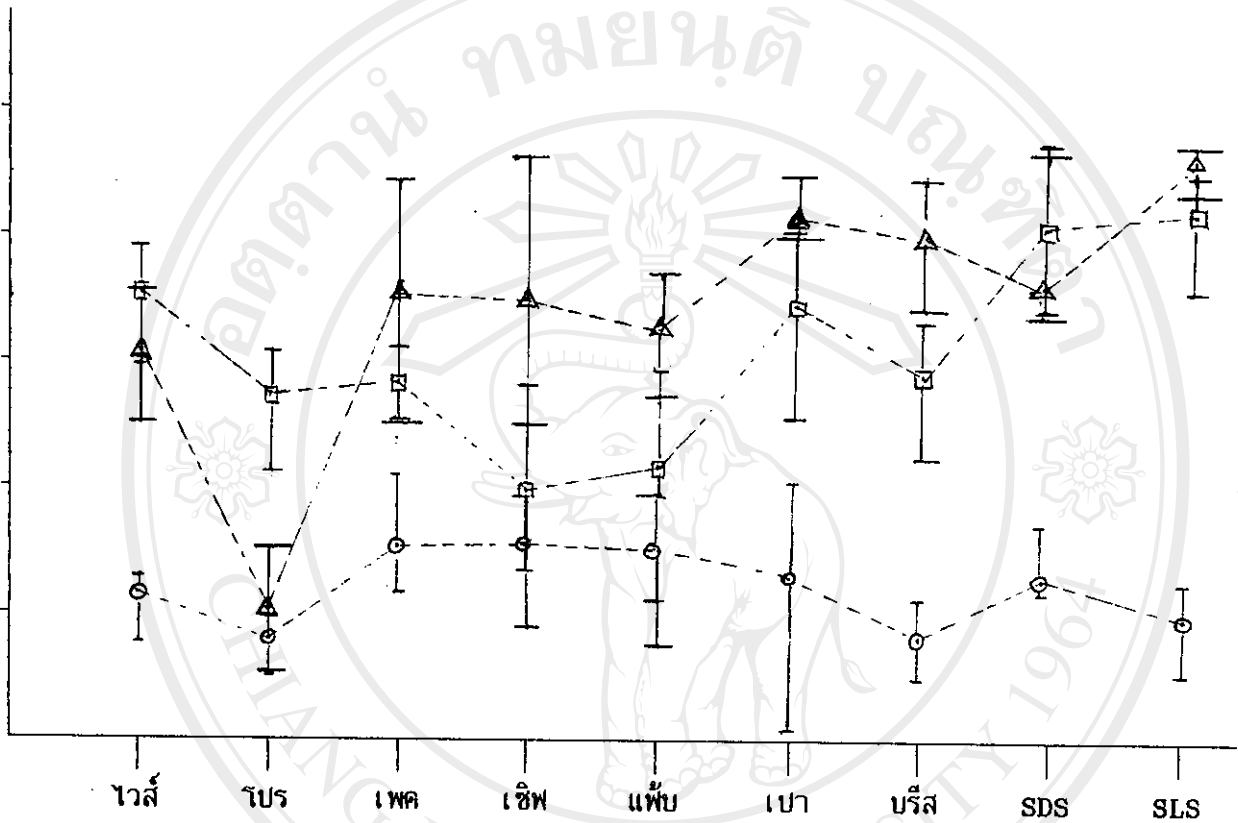
2.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของผงซักฟอกชนิดต่าง ๆ เมื่อใช้ผ้าฝ้าย และปริมาณผงซักฟอก 0.5 กรัม

ผงซักฟอก	ไอโซโทป I-131 วัดด้วย NaI(Tl)			ไอโซโทป I-131 วัดด้วย G.M.			ไอโซโทป p-32 วัดด้วย G.M.		
	%efficiency	$\bar{X}$	%RSD	%efficiency	$\bar{X}$	%RSD	%efficiency	$\bar{X}$	%RSD
	16.6-27.4	24.1	18.1	58.7-76.6	69.7	9.8	51.8-70.6	61.0	12.2
	8.8-31.4	16.2	57.0	43.4-60.9	54.2	13.7	8.6-31.4	19.7	53.7
	23.5-41.0	30.5	21.7	53.2-63.3	58.3	6.7	52.1-87.1	71.6	18.3
	25.6-38.3	31.8	19.4	21.8-56.6	40.4	30.7	49.1-91.4	68.6	28.6
	22.9-38.6	29.8	21.6	18.0-60.9	44.8	39.0	55.2-78.4	68.5	14.0
	1.2-39.5	26.2	62.1	52.0-80.1	68.9	18.3	78.4-89.1	82.9	5.3
	8.6-23.4	15.7	34.6	47.2-66.2	58.7	12.4	74.3-87.8	79.9	6.3
	20.6-35.5	28.2	24.5	75.1-92.6	83.9	8.0	66.5-95.8	71.3	13.9
	13.3-25.4	18.6	24.2	73.2-87.3	83.5	7.0	85.7-93.1	89.7	3.4

□ ไอโซไดน-131 วัดรังสีด้วย NaI (Tl)

□ ไอโซไดน-131 วัดรังสีด้วย G.M.-counter

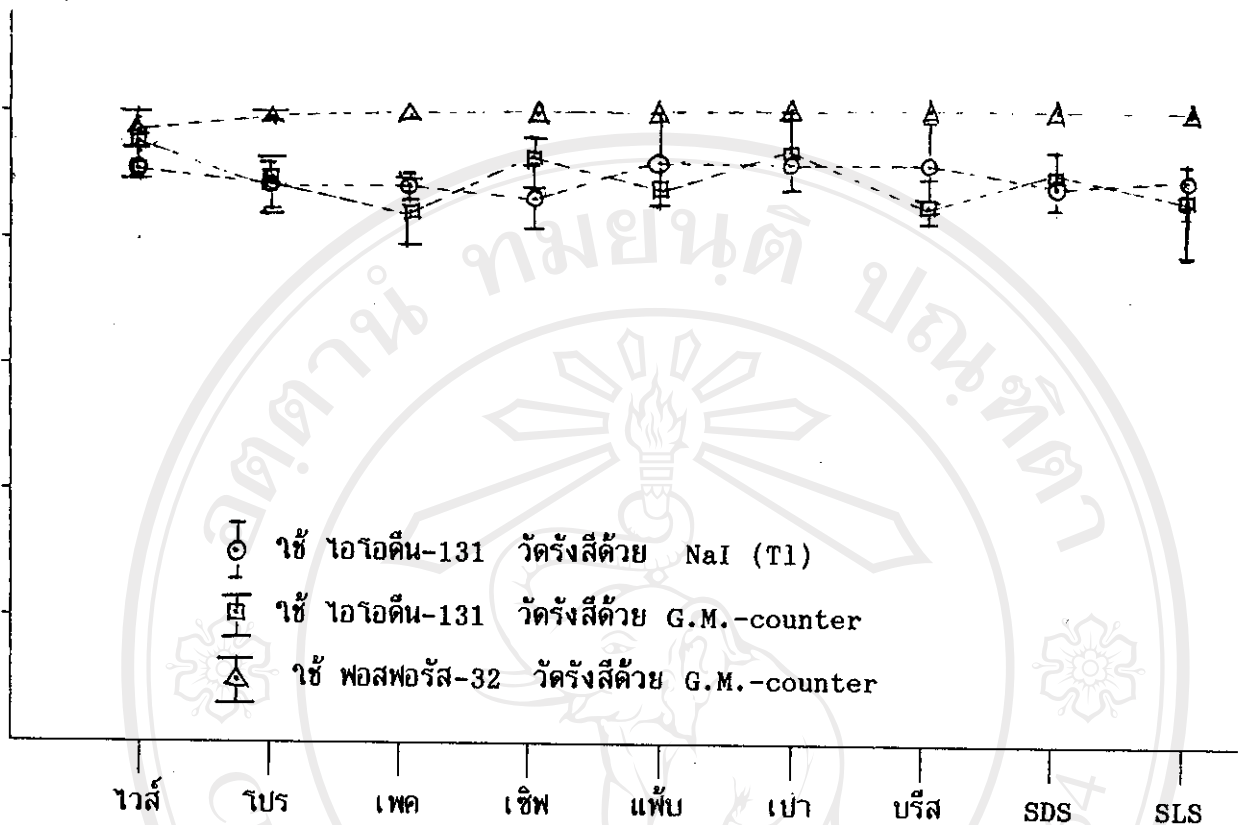
△ ฟอสฟอรัส-32 วัดรังสีด้วย G.M.-counter



รูปที่ 2.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของผงซักฟอกต่าง ๆ เมื่อใช้ผ้าฝ้าย และปริมาณผงซักฟอก 0.5 กรัม

2.3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของผงซักฟอกชนิดต่าง ๆ เมื่อใช้ผ้าลินินเทียม และปริมาณผงซักฟอก 0.5 กรัม

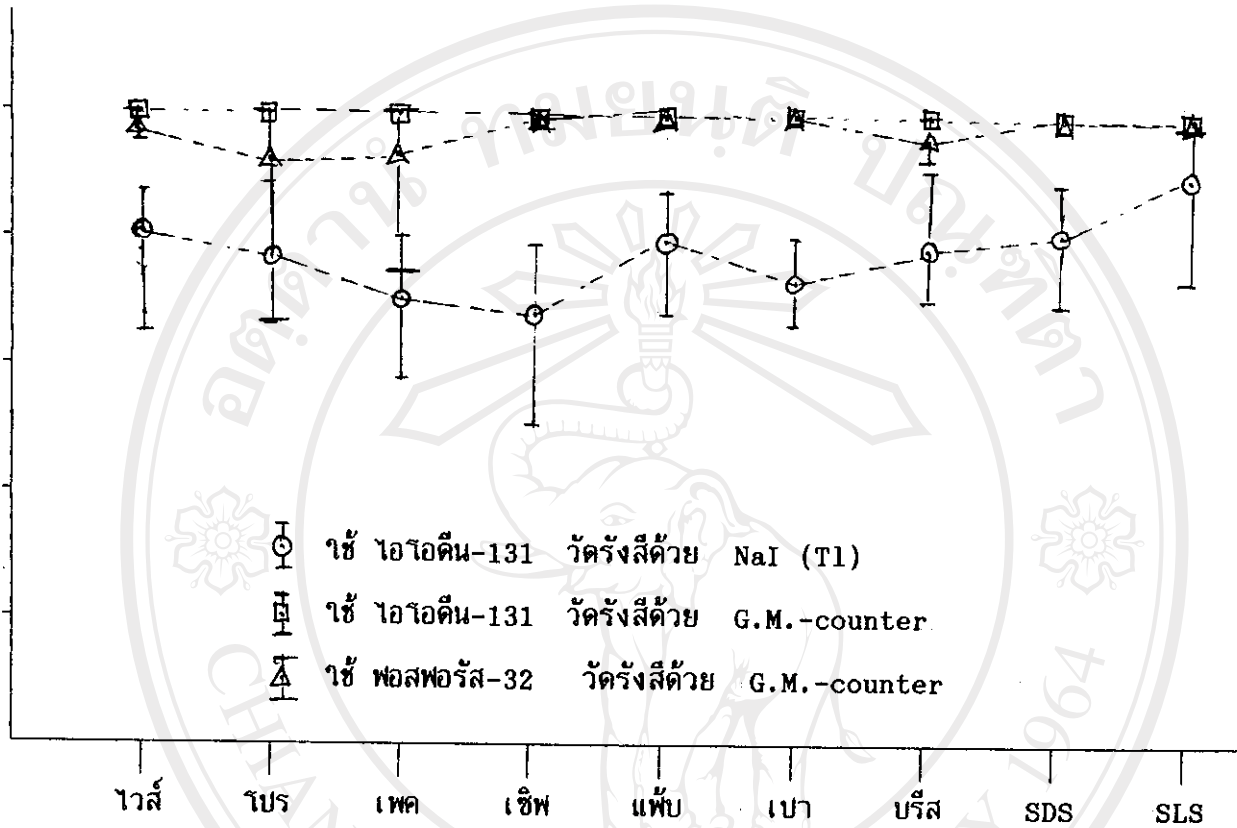
ปก ง	ไอซ์ I-131 วัดด้วย NaI(Tl)			ไอซ์ I-131 วัดด้วย G.M.			ไอซ์ p-32 วัดด้วย G.M.		
	%efficiency	$\bar{X}$	%RSD	%efficiency	$\bar{X}$	%RSD	%efficiency	$\bar{X}$	%RSD
	89.0-94.2	92.5	2.3	89.5-98.3	95.1	4.3	95.4-100	99.1	2.1
	86.5-91.5	89.5	2.5	84.5-93.4	90.0	4.0	99.3-100	99.8	0
	58.3-90.7	88.5	2.6	80.6-91.6	86.4	4.9	100-100	100	0
	79.6-90.7	85.8	5.5	88.1-94.3	90.9	2.8	99.7-100	99.9	0
	86.8-99.5	92.6	5.6	81.7-94.0	89.2	4.5	100-100	100	0
	88.1-100	91.5	5.4	85.3-96.7	92.0	5.5	100-100	100	0
	86.3-98.0	90.9	5.1	82.8-89.3	85.6	3.9	100-100	100	0
	80.8-93.4	85.5	6.9	83.0-89.9	86.8	3.5	100-100	100	0
	84.4-91.7	87.0	3.4	76.9-90.8	85.6	6.6	100-100	100	0



รูปที่ 2.3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของผงซักฟอกต่าง ๆ เมื่อใช้ผ้าลินินเทียม และปริมาณผงซักฟอก 0.5 กรัม

2.4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของผงซักฟอกชนิดต่าง ๆ เมื่อใช้ผ้าไนลอน และปริมาณผงซักฟอก 0.5 กรัม

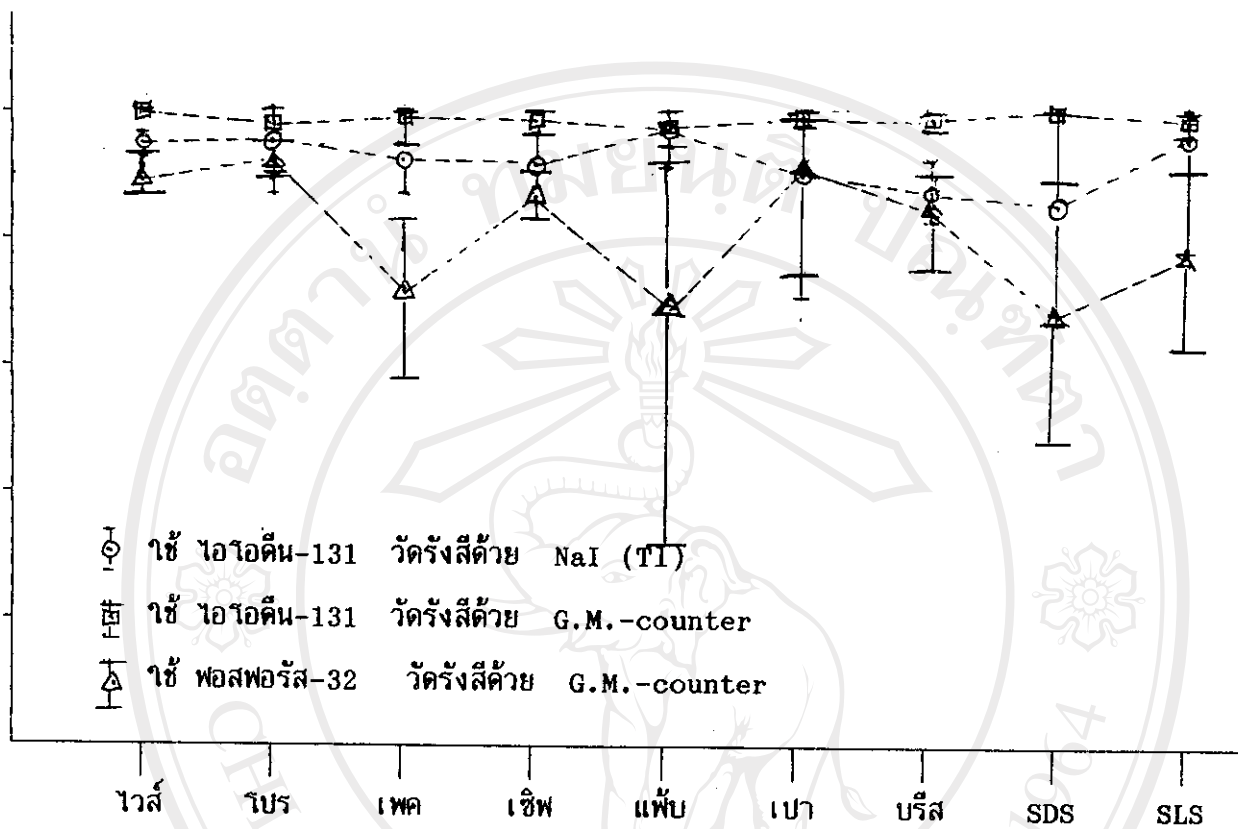
ก	ใช้ I-131 วัดด้วย NaI(Tl)			ใช้ I-131 วัดด้วย G.M.			ใช้ p-32 วัดด้วย G.M.		
	%efficiency	$\bar{X}$	%RSD	%efficiency	$\bar{X}$	%RSD	%efficiency	$\bar{X}$	%RSD
	67.4-88.5	80.7	10.6	100-100	100	0	95.0-100	99.0	2.3
	64.2-87.4	77.4	12.7	100-100	100	0	64.1-100	92.8	17.3
	56.6-79.8	69.8	13.2	100-100	100	0	75.1-100	94.0	11.4
	48.4-79.2	67.9	18.1	99.3-100	99.9	0	97.5-100	99.4	1.1
	71.2-86.3	81.1	7.4	100-100	100	0	99.6-100	99.9	0
	69.4-82.0	76.1	7.6	100-100	100	0	100-100	100	0
	71.4-93.5	79.7	10.9	100-100	100	0	88.9-100	97.8	5.1
	70.4-88.0	82.6	8.5	100-100	100	0	100-100	100	0
	74.1-99.4	91.6	11.0	99.8-100	100	0	100-100	100	0



รูปที่ 2.4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของผงซักฟอกต่าง ๆ เมื่อใช้ผ้าไนลอน และปริมาณผงซักฟอก 0.5 กรัม

2.5 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของผงซักฟอกชนิดต่าง ๆ เมื่อใช้ผ้าโทเร และปริมาณผงซักฟอก 0.5 กรัม

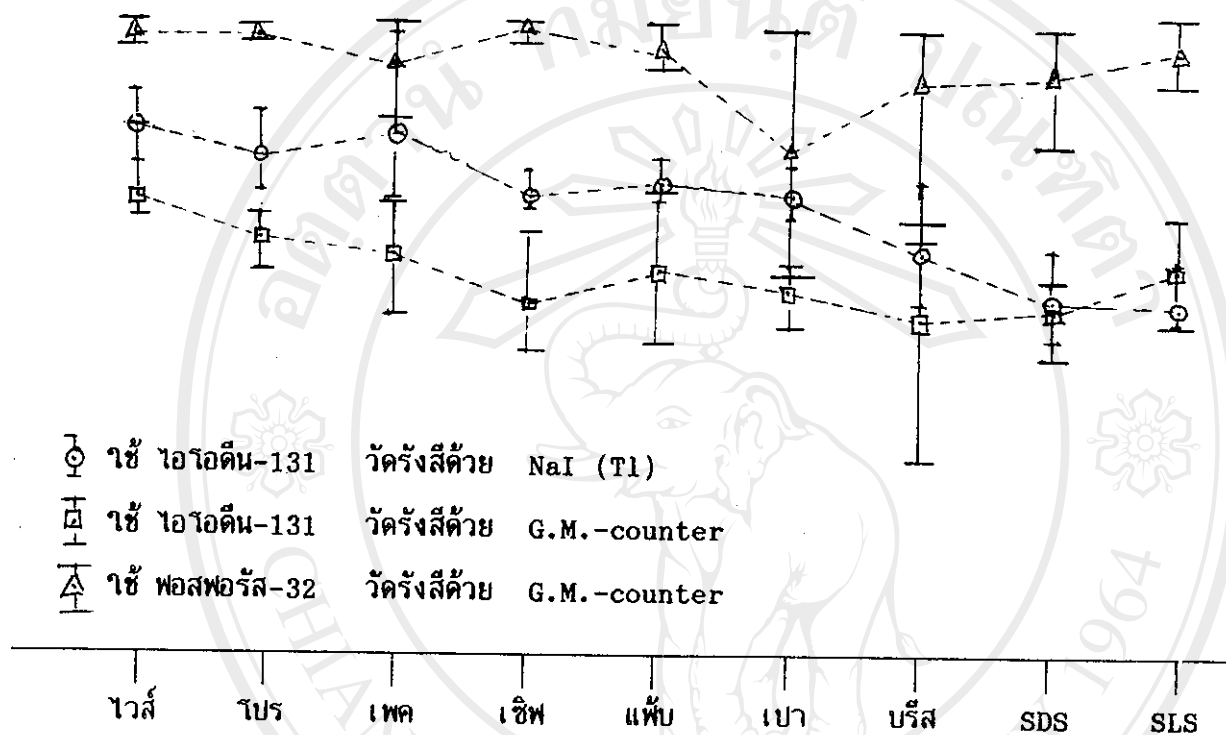
อก ง	ไอซ์ I-131 วัดด้วย NaI(Tl)			ไอซ์ I-131 วัดด้วย G.M.			ไอซ์ p-32 วัดด้วย G.M.		
	%efficiency	$\bar{X}$	%RSD	%efficiency	$\bar{X}$	%RSD	%efficiency	$\bar{X}$	%RSD
	92.6-96.3	95.1	1.7	100-100	100	0	86.4-91.6	89.0	2.8
	87.2-100	96.1	6.0	90.9-100	98.2	4.2	88.6-95.9	92.5	3.0
	86.6-98.8	92.1	4.8	95.2-100	99.0	2.2	57.8-82.7	74.6	13.5
	88.0-96.5	92.5	4.4	96.3-100	98.3	1.7	82.1-90.2	85.5	3.7
	94.2-100	97.3	2.5	95.0-100	97.8	2.4	33.0-90.8	68.4	33.9
	73.4-100	89.6	13.7	98.6-100	99.6	0.7	76.4-99.0	91.0	9.5
	82.5-92.6	87.2	4.3	97.3-100	99.1	1.1	75.4-89.7	84.2	7.8
	66.8-100	85.0	17.6	100-100	100	0	46.9-88.8	67.6	26.4
	78.3-100	94.6	10.0	94.2-100	98.4	2.6	63.3-91.9	77.0	14.0



รูปที่ 2.5 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของผงซักฟอกต่าง ๆ เมื่อใช้ผ้าไทเร และปริมาณผงซักฟอก 0.5 กรัม

2.6 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของผงซักฟอกชนิดต่าง ๆ เมื่อใช้ผ้าดิบ และปริมาณผงซักฟอก 0.2 กรัม

อก ง	ไอซ์ I-131 วัดด้วย NaI(Tl)			ไอซ์ I-131 วัดด้วย G.M.			ไอซ์ p-32 วัดด้วย G.M.		
	%efficiency	$\bar{X}$	%RSD	%efficiency	$\bar{X}$	%RSD	%efficiency	$\bar{X}$	%RSD
	78.2-88.3	83.2	4.9	69.2-83.4	74.1	7.6	96.4-99.5	97.9	1.5
	74.3-85.1	79.3	6.1	61.6-70.2	66.5	5.3	96.8-99.3	98.1	1.0
	74.7-98.0	82.5	11.1	55.2-73.1	64.1	10.6	86.2-100	92.3	5.5
	70.4-75.1	72.2	2.8	47.1-67.2	56.0	14.2	97.3-100	98.8	1.3
	77.7-81.3	97.7	1.8	51.4-74.8	61.8	13.6	92.8-98.7	94.5	2.6
	68.9-77.9	75.9	5.2	53.2-62.3	57.9	7.2	60.3-97.6	79.0	22.1
	58.5-75.5	66.5	10.4	30.5-65.5	54.0	25.7	69.4-97.5	89.9	13.1
	49.7-68.6	59.7	12.0	47.3-61.2	56.8	9.9	82.0-98.4	91.9	6.8
	55.4-67.1	61.2	7.8	51.4-68.9	59.3	11.1	92.7-100	96.7	3.1



2.6 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของผงซักฟอกต่าง ๆ เมื่อใช้ผ้าดิบ และปริมาณผงซักฟอก 0.2 กรัม

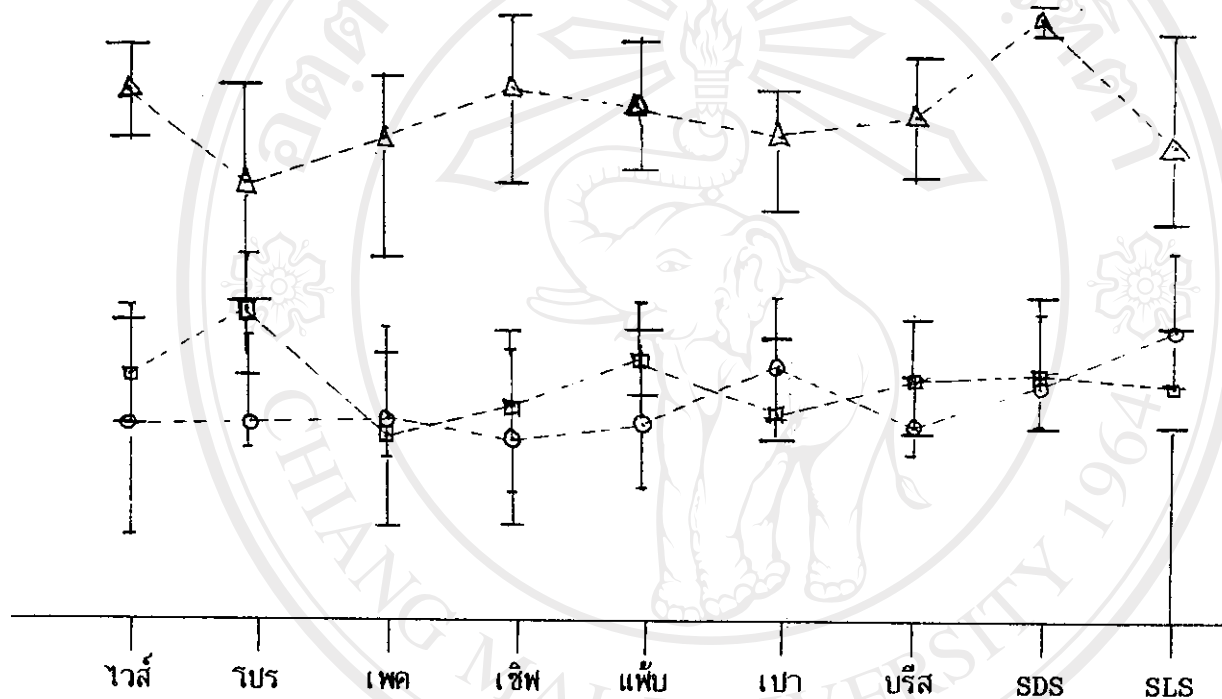
2.7 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของผงซักฟอกชนิดต่าง ๆ เมื่อใช้ผ้าฝ้าย และปริมาณผงซักฟอก 0.2 กรัม

อก ง	ไอซ์ I-131 วัดด้วย NaI(Tl)			ไอซ์ I-131 วัดด้วย G.M.			ไอซ์ p-32 วัดด้วย G.M.		
	%efficiency	$\bar{X}$	%RSD	%efficiency	$\bar{X}$	%RSD	%efficiency	$\bar{X}$	%RSD
	13.4-49.3	32.1	47.3	31.9-45.8	38.0	14.8	75.0-94.1	84.5	8.4
	26.5-44.5	32.5	18.4	38.4-56.5	47.1	15.3	49.0-83.5	67.6	18.2
	25.5-45.8	33.5	23.5	13.6-41.9	29.0	37.7	56.5-85.6	74.6	16.4
	20.1-42.7	30.9	30.0	14.2-44.8	33.9	36.0	67.9-93.8	84.1	11.9
	20.7-44.8	33.6	25.8	35.8-45.5	39.2	10.1	70.4-90.9	80.1	9.9
	33.2-50.1	38.8	17.6	26.7-44.2	33.3	20.8	65.0-82.9	75.1	9.2
	26.1-38.4	31.7	16.9	28.9-47.2	35.5	19.4	68.3-87.5	78.4	9.3
	32.3-48.8	37.9	17.7	27.5-50.5	37.1	26.0	93.5-97.1	95.3	1.8
	36.9-56.7	46.2	16.3	32.3-45.3	36.6	15.3	62.1-90.3	73.9	17.3

ใช้ ไอโอดีน-131 วัดรังสีด้วย NaI (Tl)

ใช้ ไอโอดีน-131 วัดรังสีด้วย G.M.-counter

ใช้ โพสฟอรัส-32 วัดรังสีด้วย G.M.-counter



2.7 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของผงซักฟอกต่าง ๆ เมื่อใช้ผ้าฝ้าย และปริมาณผงซักฟอก 0.2 กรัม

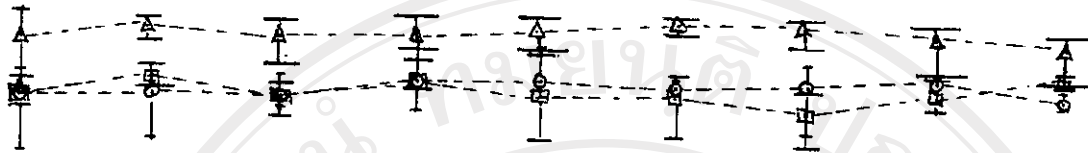
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

2.8 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของผงซักฟอกชนิดต่าง ๆ เมื่อใช้ผ้าลินินเทียม และปริมาณผงซักฟอก 0.2 กรัม

ก ล	ไอซ์ I-131 วัดด้วย NaI(Tl)			ไอซ์ I-131 วัดด้วย G.M.			ไอซ์ p-32 วัดด้วย G.M.		
	%efficiency	$\bar{X}$	%RSD	%efficiency	$\bar{X}$	%RSD	%efficiency	$\bar{X}$	%RSD
	77.2-90.1	85.9	6.5	83.5-88.4	86.0	2.3	86.8-100	96.0	5.7
	80.3-87.8	85.2	3.6	87.4-91.7	89.4	1.8	94.9-99.0	96.8	1.5
	84.6-91.4	86.8	3.1	83.5-87.6	85.9	2.1	91.9-98.3	95.7	2.9
	83.7-96.1	88.7	5.7	88.2-94.4	90.6	2.7	94.4-100	96.4	4.2
	86.0-94.3	88.5	3.8	82.0-95.3	90.0	6.3	94.2-100	97.1	2.6
	88.1-91.4	89.4	1.5	82.9-92.7	88.9	4.1	97.6-100	98.9	1.2
	82.4-94.4	90.4	5.3	78.8-90.8	87.1	6.2	95.7-100	98.8	1.8
	87.2-95.7	90.9	3.8	87.4-93.1	89.2	2.6	93.0-99.0	97.6	2.6
	84.9-91.0	88.3	3.0	88.9-92.5	90.0	1.6	89.7-97.6	95.6	3.5



△ ใช้ ไอโอดีน-131 วัดรังสีด้วย NaI (Tl)
 □ ใช้ ไอโอดีน-131 วัดรังสีด้วย G.M.-counter
 ○ ใช้ ฟอสฟอรัส-32 วัดรังสีด้วย G.M.-counter

ไวล โพร เพค เชฟ แพ็บ เปา บรีส SDS SLS

2.8 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของผงซักฟอกต่าง ๆ เมื่อใช้ผ้าลินินเทียม และปริมาณผงซักฟอก 0.2 กรัม

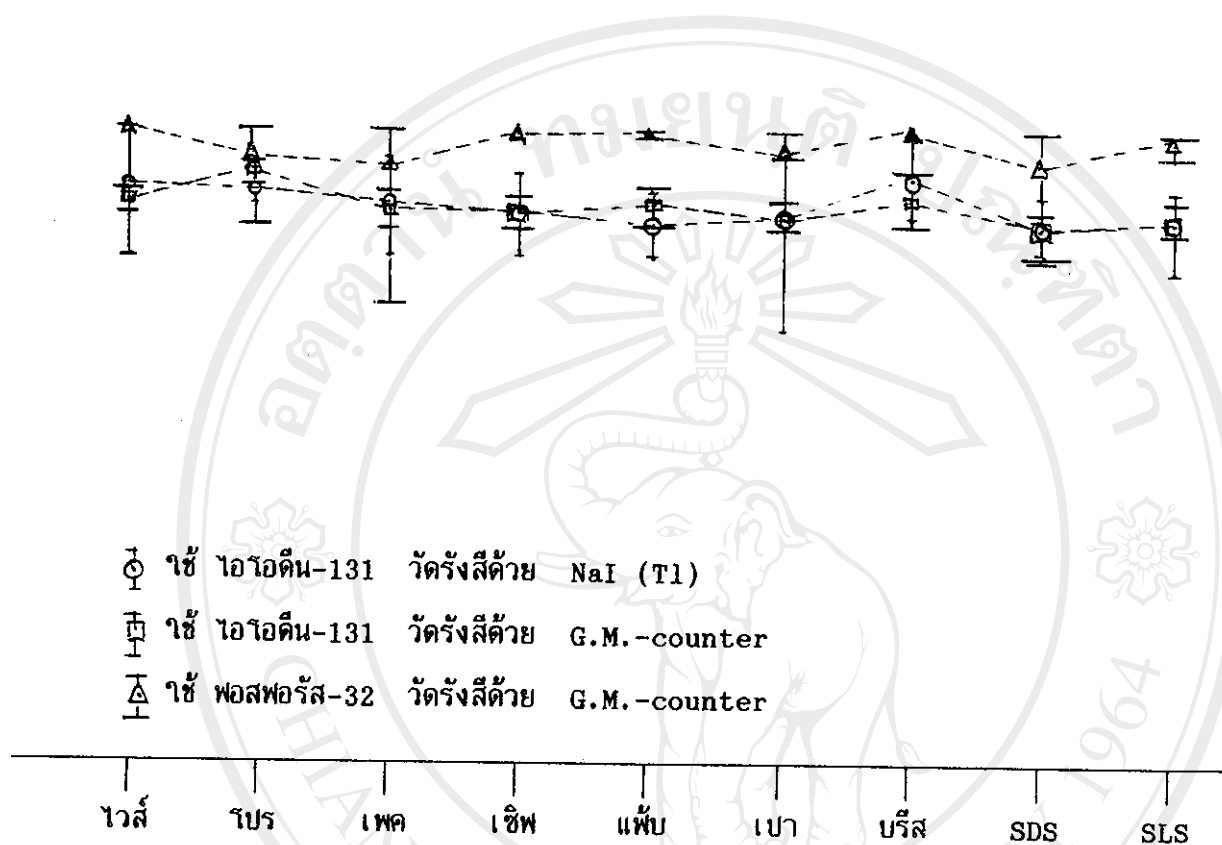
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

9.9 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของผงซักฟอกชนิดต่าง ๆ เมื่อใช้ผ้าในลอน และปริมาณผงซักฟอก 0.2 กรัม

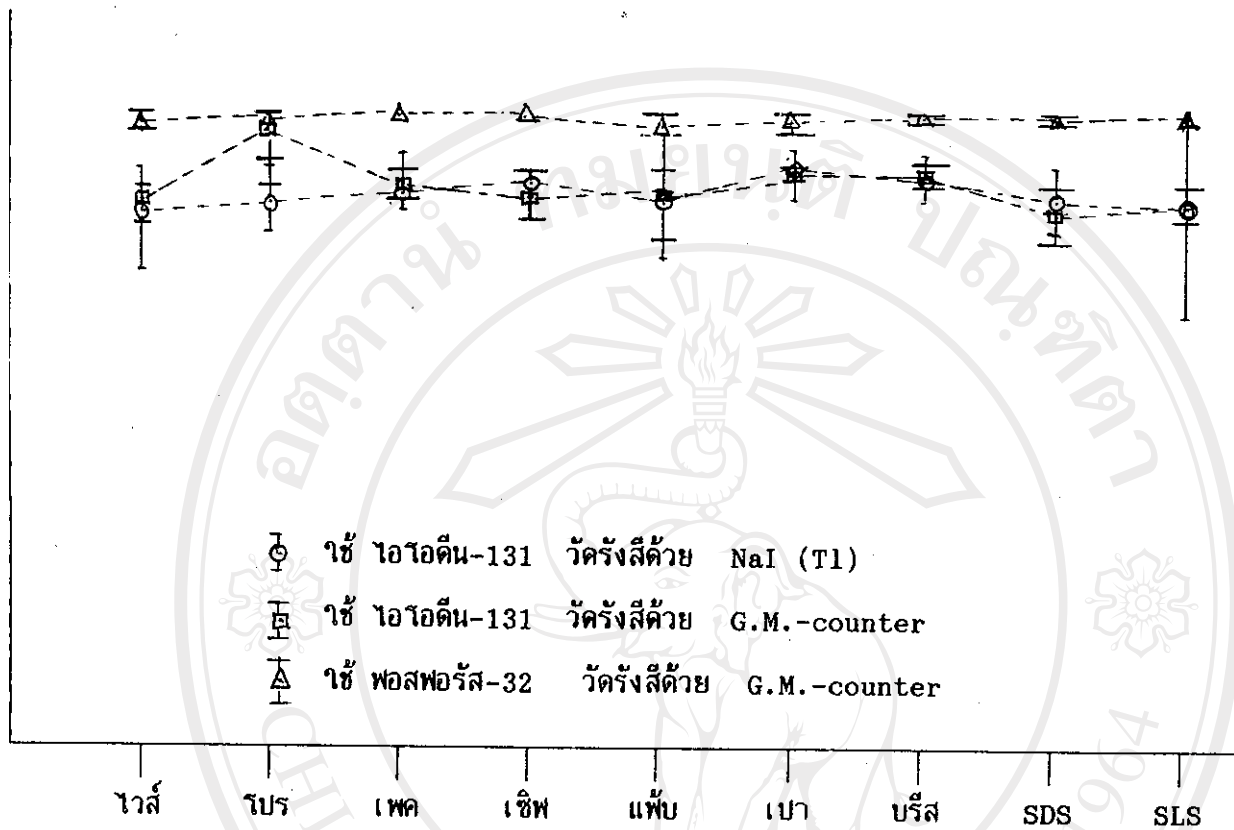
ก	ไอซ์ I-131 วัดด้วย NaI(Tl)			ไอซ์ I-131 วัดด้วย G.M.			ไอซ์ p-32 วัดด้วย G.M.		
	%efficiency	$\bar{X}$	%RSD	%efficiency	$\bar{X}$	%RSD	%efficiency	$\bar{X}$	%RSD
	80.4-100	91.1	9.5	86.6-89.9	88.4	1.5	100-100	100	0
	88.0-93.4	90.3	3.4	90.7-93.9	92.5	1.4	83.5-100	95.6	7.5
	80.1-96.1	88.2	8.6	83.8-90.0	86.9	2.7	73.2-100	94.6	12.7
	80.6-92.7	87.0	5.3	84.3-89.2	87.2	1.8	100-100	100	0
	79.8-89.6	84.9	4.5	85.2-91.2	88.4	2.4	99.0-100	99.8	0
	78.8-96.5	85.9	8.6	84.1-87.5	85.7	1.2	96.3-100	97.3	1.7
	86.1-99.8	92.6	6.9	84.6-93.5	89.1	3.7	100-100	100	0
	80.6-89.0	85.3	3.6	18.7-87.2	85.1	2.8	80.0-100	94.9	9.1
	78.3-91.2	85.9	5.1	84.2-88.8	86.0	2.0	97.3-100	99.2	1.2



2.9 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของผงซักฟอกต่าง ๆ เมื่อใช้ผ้าไนลอน และปริมาณผงซักฟอก 0.2 กรัม

2.10 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของผงซักฟอกชนิดต่าง ๆ เมื่อใช้ผ้าโทเร และปริมาณผงซักฟอก 0.2 กรัม

ผงซักฟอก	ไอโซโทป I-131 วัดด้วย NaI(Tl)			ไอโซโทป I-131 วัดด้วย G.M.			ไอโซโทป p-32 วัดด้วย G.M.		
	%efficiency	$\bar{X}$	%RSD	%efficiency	$\bar{X}$	%RSD	%efficiency	$\bar{X}$	%RSD
	75.9-90.5	84.0	7.1	83.1-87.7	85.4	2.3	97.0-100	99.4	1.4
	80.6-90.8	84.9	4.5	87.5-99.8	98.9	1.7	97.7-100	99.0	1.0
	83.8-92.9	86.7	3.6	85.6-90.8	88.0	2.2	100-100	100	0
	84.8-91.1	88.0	3.0	83.0-90.9	87.4	3.5	100-100	100	0
	77.0-97.1	86.3	9.1	80.1-90.7	86.8	4.7	95.8-100	98.2	1.9
	88.6-92.6	90.8	1.9	88.5-91.1	90.0	1.2	98.3-100	99.7	0
	85.9-92.5	89.1	3.0	87.9-91.5	89.8	1.6	98.6-100	99.7	0
	80.8-91.0	86.1	4.8	78.7-88.4	84.0	4.7	100-100	100	0
	69.3-98.3	85.2	12.6	83.2-88.2	85.4	2.3	99.5-100	99.9	0



2.10 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของผงซักฟอกต่าง ๆ เมื่อใช้ผ้าไทเร และปริมาณผงซักฟอก 0.2 กรัม