

บทที่ 3

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาประสิทธิภาพของผงซักฟอกที่นำมาใช้ 7 ตรา คือ วัลส์ โบริ เพค เชฟ แพ็บ เปาบันจัน บริส กับเซอร์แพคแทนท์ 2 ชนิดคือ Sodium dodecylbenzene sulphonate (SDS) และ Sodium Laurylsulphate (SLS) นั้นพบว่า ค่า % efficiency ของผงซักฟอกแต่ละตรามีค่าใกล้เคียงกัน โดยที่ผงซักฟอกชนิดหนึ่งอาจมี % efficiency สูง ในการซักผ้าชนิดหนึ่ง แต่อาจมี % efficiency ต่ำ ในการซักผ้าอีกชนิดหนึ่งดังตัวอย่างผลการทดลอง เมื่อใช้ผงซักฟอกวัลส์ ในตารางที่ 3.1

ตาราง 3.1 % efficiency ของผงซักฟอกวัลส์ (เมื่อใช้ปริมาณ 0.5 กรัม) ติดฉลากสิ่งสกปรกด้วยไอโอดีน-131

ชนิดหัววัด ชนิดของผ้า	วัดด้วย NaI(Tl)			วัดด้วย G.M.-counter		
	% efficiency	$\bar{X}$	%RDS	% efficiency	$\bar{X}$	%RDS
ผ้าดิบ	70.3 - 22.8	74.2	5.2	64.5 - 77.6	71.5	5.8
ผ้าฝ้าย	16.6 - 27.4	24.1	18.1	58.7 - 76.6	69.7	9.8
ผ้าลินินเทียม	89.0 - 94.2	92.5	2.3	89.5 - 98.3	95.1	4.3
ผ้าไนลอน	67.4 - 88.5	80.7	10.6	100 - 100	100	0
ผ้าโพร	92.6 - 96.3	95.1	1.7	100 - 100	100	0

อาจอธิบายได้เนื่องจากความแตกต่างกันของธรรมชาติของสารที่นำมาทอเป็นเส้นใยของ
ผ้านั้น ๆ ดังจะเห็นได้ว่า

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

เส้นใยของผ้าจะมีสมบัติเคมีและโครงสร้างต่างกัน (รายละเอียดภาคผนวก 6) (5)
ใยผ้าบางชนิดเช่น polyethylene ค่อนข้าง inert ต่อสิ่งสกปรก ในขณะที่ขนสัตว์และ cotton
มี reactive group อยู่ภายในโมเลกุลทำให้ดูดซับสิ่งสกปรกได้ดี

นอกจากนี้ผู้พบว่า ไนลอนจะดูดซับสิ่งสกปรกได้มากกว่า cotton ถ้าเป็นสิ่งสกปรกชนิด
เดียวกันแต่สามารถขจัดออกได้ง่ายกว่าในการทำความสะอาด โดย Weather Burn และ Bayley
(5) พบว่า ความสามารถในการขจัดสิ่งสกปรกของผ้าเรียงตามลำดับจากน้อยไปมากดังนี้

cotton < acetate < viscose < nylon < wool

และ Wagg (8) พบว่าการกำจัดสิ่งสกปรกนั้นขึ้นกับธรรมชาติของสารที่นำมาทำเส้นใยปริมาณผง
ซักฟอกที่ใช้และโครงสร้างของเส้นใยด้วย ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้ จากตารางที่ 3.2 จะเห็นว่า
ผ้าดิบซึ่งประกอบด้วย cotton 100 % และผ้าไนลอน ที่ประกอบด้วยไนลอน 100 % นั้นจะขจัด
สิ่งสกปรกออกจากผ้าไนลอนได้ง่ายกว่า ดังจะเห็นได้จาก % efficiency ที่สูงกว่า ซึ่งสอดคล้อง
กับการทดลองของ Weather Burn กับ Bayley และ Wagg

ตาราง 3.2 เปรียบเทียบ % efficiency ของผงซักฟอก 0.5 กรัม เมื่อซักผ้าดิบและผ้าไนลอน
ติดฉลากสิ่งสกปรกด้วยไอโอดีน-131 และวัดประสิทธิภาพจาก G.M.-counter

ผงซักฟอก	ผ้าดิบ (cotton 100%)			ผ้าไนลอน (nylon 100%)		
	% efficiency	$\bar{X}$	% RSD	% efficiency	$\bar{X}$	% RSD
วาล์	64.5-77.6	71.5	5.8	100-100	100	0
โบร	59.8-90.9	70.1	18.0	100-100	100	0
เพค	56.0-81.1	66.7	14.3	100-100	100	0
เซฟ	47.5-56.6	51.2	7.1	99.3-100	99.9	0
แพ็บ	45.5-67.7	59.2	16.9	100-100	100	0
เปาบันจัน	42.3-52.7	48.0	8.4	100-100	100	0
บรีส	50.7-55.6	53.6	4.2	100-100	100	0
SDS	55.9-65.9	62.1	7.2	100-100	100	0
SLS	52.2-64.6	57.6	8.0	99.8-100	99.9	0

ส่วนผลการทดลองที่สรุปในตารางที่ 3.3 นั้น จะเห็นว่าเมื่อใช้ผงซักฟอก 0.2 กรัม ในการซักผ้าฝ้ายจะให้ % efficiency ที่สูงกว่า เมื่อใช้ปริมาณผงซักฟอก 0.5 กรัม และนอกจากนี้ยังให้ % RSD ที่เชื่อถือได้มากกว่า ทั้งนี้การศึกษาระสิทธิภาพของผงซักฟอกจึงขึ้นอยู่กับ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ ลักษณะของเส้นใยของผ้า ดังกล่าวแล้ว

ตาราง 3.3 เปรียบเทียบ % efficiency ในการซักผ้าฝ้ายเมื่อใช้ผงซักฟอก 0.2 กรัม และ 0.5 กรัม ติดฉลากสิ่งสกปรกด้วยไอโอดีน-131 และวัดประสิทธิภาพจาก NaI(Tl)

ปริมาณผงซักฟอก ชนิด	0.2 กรัม			0.5 กรัม		
	% efficiency	$\bar{X}$	% RSD	% efficiency	$\bar{X}$	% RSD
วาล์	13.4-49.3	32.1	47.3	16.6-27.4	24.1	18.1
โบร	26.5-44.5	32.5	18.4	8.8-31.4	16.2	57.0
เพค	25.5-45.8	33.5	23.5	23.5-41.0	30.5	21.7
เซฟ	20.1-42.7	30.9	30.0	25.6-38.3	31.8	19.4
แพ็บ	20.7-44.8	33.6	25.8	22.9-38.6	29.8	21.6
เปาบันจัน	33.2-50.1	38.8	17.6	1.2-39.5	26.2	62.1
บรีล	26.1-38.4	31.7	16.9	8.6-23.4	15.7	34.6
SDS	32.3-48.8	37.9	17.7	20.6-35.5	28.2	24.5
SLS	36.9-56.7	46.2	16.3	13.3-25.4	18.6	24.2

สำหรับตาราง 3.4 แสดงให้เห็นประสิทธิภาพของการซักเมื่อใช้ ผ้าฝ้าย และผ้าทอเร ซึ่งมีส่วนประกอบใกล้เคียงกัน นั่นคือ

ผ้าดิบ ประกอบด้วย cotton 65 % polyester 35 % และ

ผ้าทอเร ประกอบด้วย cotton 80 % polyester 20 %

ดังนั้น % efficiency ของการซักผ้าทั้ง 2 คาร์วาล์ใกล้เคียงกัน แต่เนื่องจากแต่ละเส้นใย (fibrile) ของ polyester มีประจุไฟฟ้า (static charge) (5) มันจะดึงดูดสิ่งสกปรกที่มีประจุตรงข้ามกับตัวมันเองอย่างเหนียวแน่น จึงทำให้ % efficiency ของการชำระล้างผ้าฝ้าย

มีค่าต่ำ ส่วนผ้าไทเร (มี polyester ผสมน้อยกว่าผ้าฝ้าย) ก็จะมี % efficiency สูงกว่าผ้าฝ้าย

ตาราง 3.4 เปรียบเทียบ % efficiency ระหว่างผ้าฝ้ายกับผ้าไทเร ติดฉลากสิ่งสกปรก
ด้วยไอโอดีน-131 ปริมาณผงซักฟอก 0.2 กรัม และวัดประสิทธิภาพจาก NaI(Tl)

ชนิดผ้า / ผงซักฟอก	ผ้าฝ้าย			ผ้าไทเร		
	% efficiency	$\bar{X}$	% RSD	% efficiency	$\bar{X}$	% RSD
วาล์	13.4-49.3	32.1	47.3	75.9-90.5	84.0	7.1
โบร	26.5-44.5	32.5	18.4	80.6-90.8	84.9	4.5
เพค	25.5-45.8	33.5	23.5	83.8-92.9	86.7	3.6
เซฟ	20.1-42.7	30.9	30.0	84.8-91.1	88.0	3.0
แพ็บ	20.7-44.8	33.6	25.8	77.0-97.1	86.3	9.1
เปาบันจัน	33.2-50.1	38.8	17.6	88.6-92.6	90.8	1.9
บรีส	26.1-38.4	31.7	16.9	85.9-92.5	89.1	3.0
SDS	32.3-48.8	37.9	17.7	80.8-91.0	86.1	4.8
SLS	36.9-56.7	46.2	16.3	69.3-98.3	85.2	12.6

ประสิทธิภาพของการซักล้างในสภาวะต่าง ๆ ครั้งนี้ระหว่างผงซักฟอกกับเซอร์แฟคแทนท์
ทั้ง 2 ชนิดใกล้เคียงกัน ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากในผงซักฟอกแต่ละตราที่มีส่วนประกอบของเซอร์
แฟคแทนท์เหล่านี้เช่นกัน

ปัญหาที่น่าสนใจอีกประการหนึ่ง คือการเขย่า แม้ว่าจะใช้ shaker เขย่าพร้อม ๆ กัน

และใช้เวลาในการเขย่าเท่ากัน แต่จะมีผ้าบางชิ้นที่ได้รับการเขย่าในแนวนอน อนุภาคลิ่งสกปรกที่เกาะติดกับผ้าจะเปรียบเสมือนไม่มีแรงใด ๆ มากระทำกับมันเลยทำให้ผ้าชิ้นนั้นมี % efficiency ต่ำกว่าชิ้นอื่น ๆ และทำให้ % RSD สูงไปด้วย

นอกจากนี้ความเข้มข้นของ tracer isotope ที่ใช้อาจมีผลต่อการศึกษาประสิทธิภาพของการซักผ้าก็ได้ ถึงแม้ว่าความเข้มข้นจะต่ำมาก แต่เมื่อความเข้มข้นผิดไป การเกิดปฏิกิริยาที่ผิว (surface activity) อาจผิดไปก็ได้ ในการทดลองนี้ได้เตรียม tracer หลายครั้งโดยไม่ได้ควบคุมความเข้มข้นที่แน่นอน เพียงแต่เตรียมให้มีความเข้มข้นต่ำมาก ๆ เท่านั้นในแต่ละครั้ง ดังผลการทดลองที่สังเกตได้ในตารางที่ 3.5 และ 3.6

ตาราง 3.5 เปรียบเทียบ % efficiency ของผงซักฟอก โบร และ แพ็บ ในปริมาณต่าง ๆ โดยใช้ tracer isotope ที่มีความเข้มข้นต่างกับผ้าผ่าย ตัดผลาล้างสกปรก ด้วยไอโอดีน -131

ผงซักฟอก		G.M. counter			NaI(Tl)		
ชนิด	ปริมาณ (กรัม)	% efficiency	$\bar{X}$	% RSD	% efficiency	$\bar{X}$	% RSD
โบร	** 0.2	38.4-56.5	47.1	15.3	26.5-44.5	32.5	18.4
	* ** 0.3	70.5-78.5	75.2	4.5	14.4-43.6	31.4	38.5
	* ** 0.4	74.9-83.3	77.5	4.3	41.1-49.6	43.8	8.4
	* 0.5	43.4-60.9	54.2	13.7	8.8-31.4	16.2	57.0
	* ** 0.7	79.6-86.3	83.8	3.0	7.5-25.3	16.1	41.1
	* ** 0.9	80.4-85.4	82.6	2.4	4.1-26.6	14.1	67.1

ผงซักฟอก		G.M. counter			NaI(Tl)		
ชนิด	ปริมาณ (กรัม)	% efficiency	$\bar{X}$	% RSD	% efficiency	$\bar{X}$	% RSD
แพ็บ	** 0.2	35.8-45.5	39.2	10.1	20.7-44.8	33.6	25.8
	* ** 0.3	64.3-71.5	67.9	4.9	8.3-52.8	31.0	66.8
	* ** 0.4	65.2-76.2	72.3	5.7	22.7-35.8	29.4	17.2
	* 0.5	18.0-60.9	44.8	39.0	22.9-38.7	29.8	21.6
	* ** 0.7	72.8-78.1	76.8	3.0	21.0-50.0	36.8	32.5
	* ** 0.9	74.8-85.5	78.4	5.3	51.1-64.5	56.4	9.3

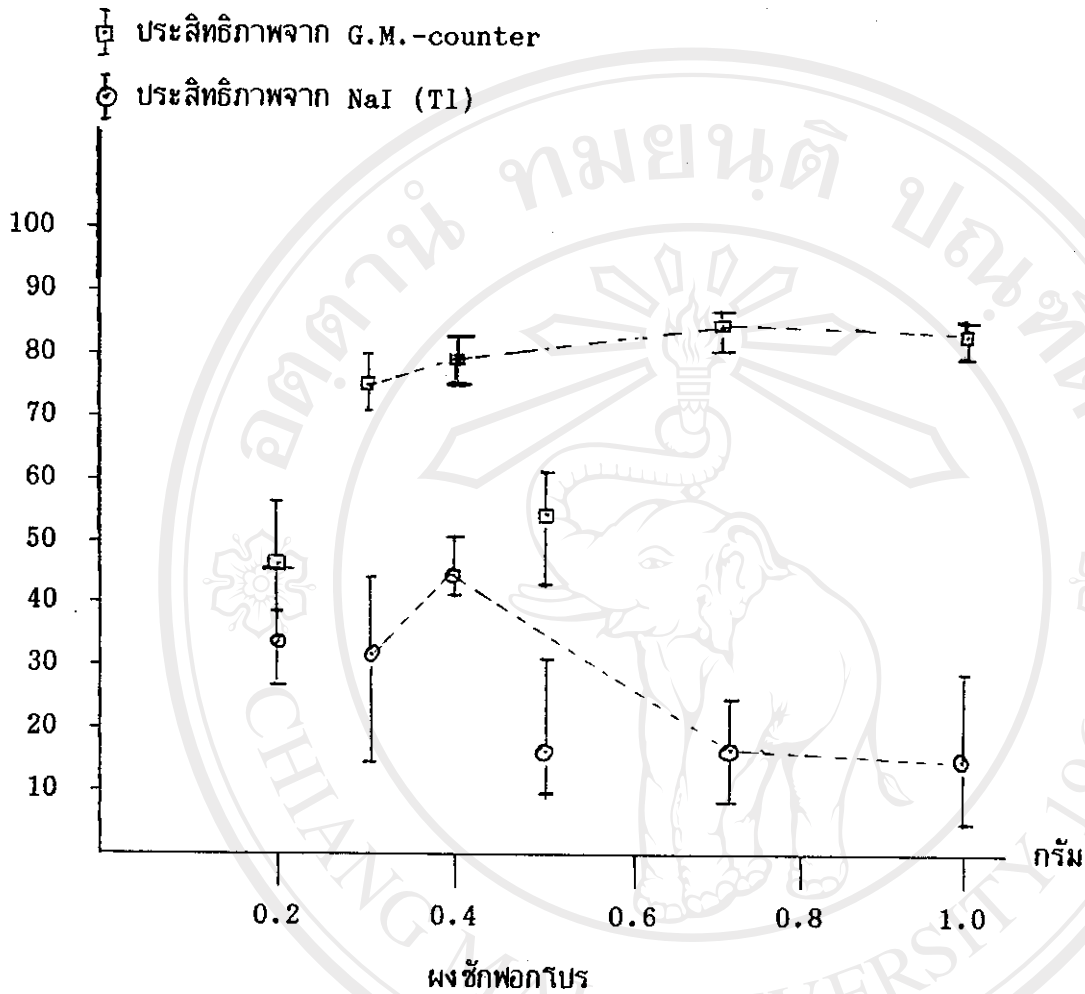
- * ความเข้มข้นครั้งที่ 1 ของ tracer isotope
 ** ความเข้มข้นครั้งที่ 2
 *** ความเข้มข้นครั้งที่ 3
- Specific Activity
 ไม่เท่ากันในแต่ละครั้ง

ตาราง 3.6 เปรียบเทียบ % efficiency ของผงซักฟอกโปรและแพ็บ ในปริมาณต่าง ๆ
(โดยใช้ tracer isotope ที่มีความเข้มข้นต่างกัน) กับผ้าฝ้าย ติดฉลากสิ่ง
สกรปรค้ายฟอสฟอรัส-32

ผงซักฟอก		ความเข้มข้น tracer ต่ำ			ความเข้มข้น tracer สูง		
ชนิด	ปริมาณ (กรัม)	% efficiency	$\bar{X}$	% RSD	% efficiency	$\bar{X}$	% RSD
โปร	** 0.2	49.0-83.5	67.6	18.2	-	-	-
	* ** 0.3	86.5-100	91.9	5.9	31.0-90.9	59.5	38.2
	* ** 0.4	87.7-100	95.3	5.5	61.6-85.1	76.2	8.5
	* 0.5	8.6-31.4	19.7	53.7	-	-	-
	* ** 0.7	93.0-100	98.6	3.2	15.8-70.9	45.1	53.9
	* ** 0.9	80.7-100	93.6	8.2	4.8-68.6	45.8	56.0
แพ็บ	** 0.2	70.4-90.9	80.1	9.9	-	-	-
	* ** 0.3	86.9-100	96.8	5.8	44.5-89.5	71.9	24.7
	* ** 0.4	71.3-100	88.2	17.7	63.8-86.6	74.5	11.0
	* 0.5	55.2-78.4	68.5	14.0	-	-	-
	* ** 0.7	84.4-100	96.9	7.2	42.0-85.6	61.6	27.0
	* ** 0.9	93.7-100	97.1	3.2	64.2-86.9	77.4	10.6

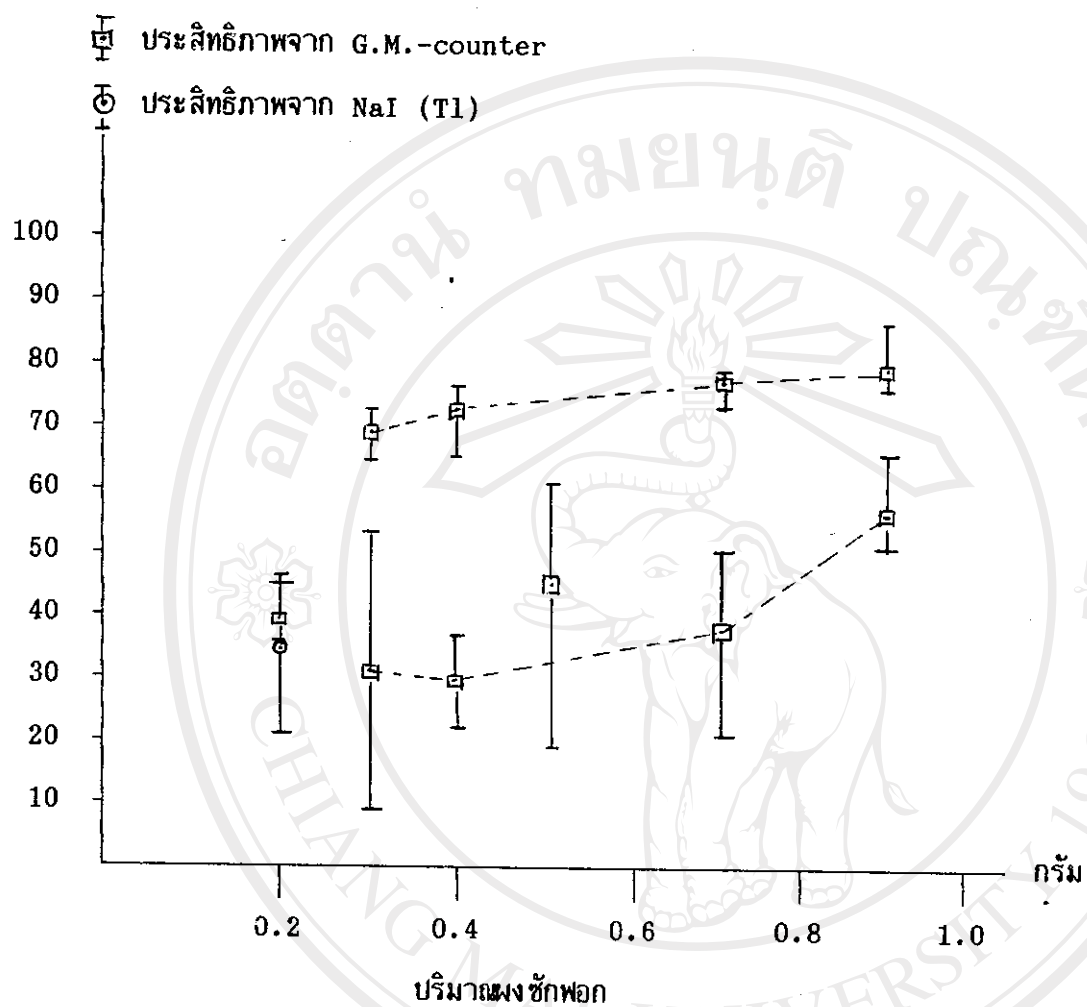
* ความเข้มข้นของ tracer isotope ครั้งแรก
 ** ความเข้มข้นของ tracer isotope ครั้งที่ 2
 *** ความเข้มข้นของ tracer isotope ครั้งที่ 3

(Specific acitivity
 ไม่เท่ากันในแต่ละครั้ง)



รูป 3.1 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของผงซักฟอกโปร ในปริมาณต่าง ๆ กับ ผ้าฝ้าย

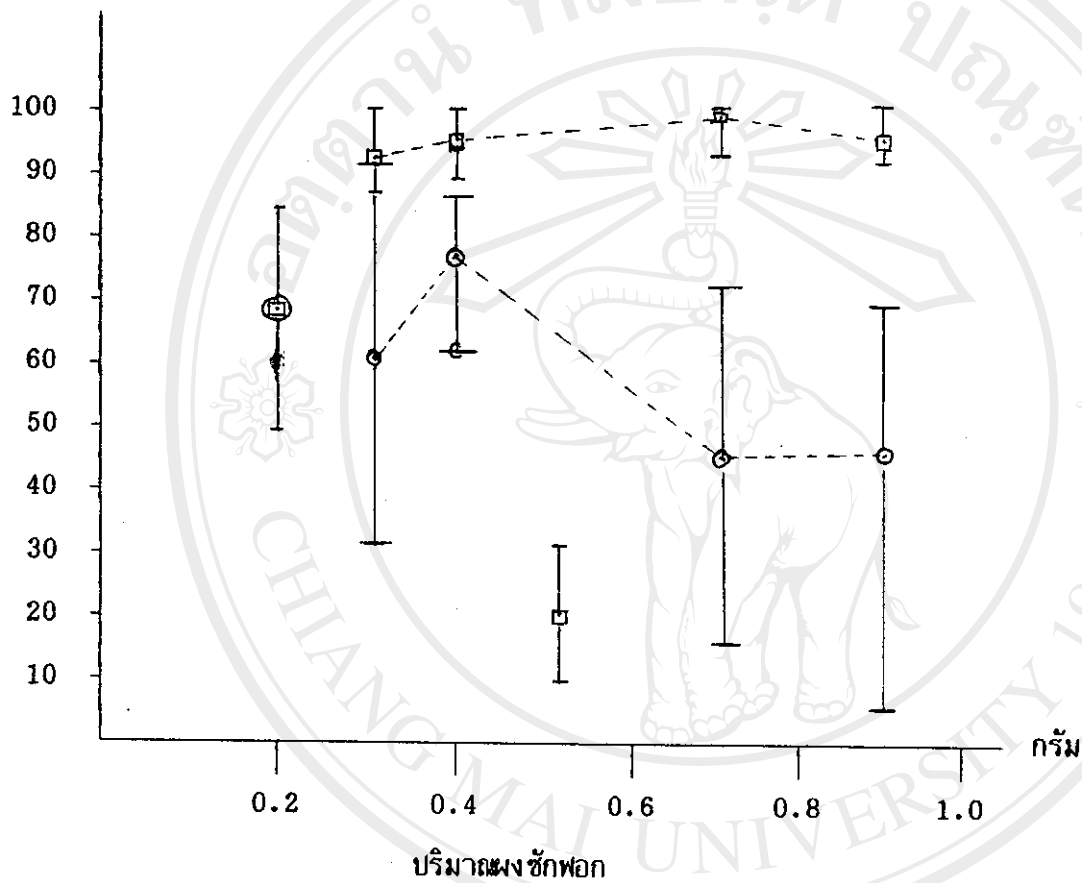
ติดฉลากสิ่งสกปรกด้วยไอโอดีน-131



รูป 3.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของผงซักฟอกแพ้ ในปริมาณต่าง ๆ กับ ผ้าฝ้าย

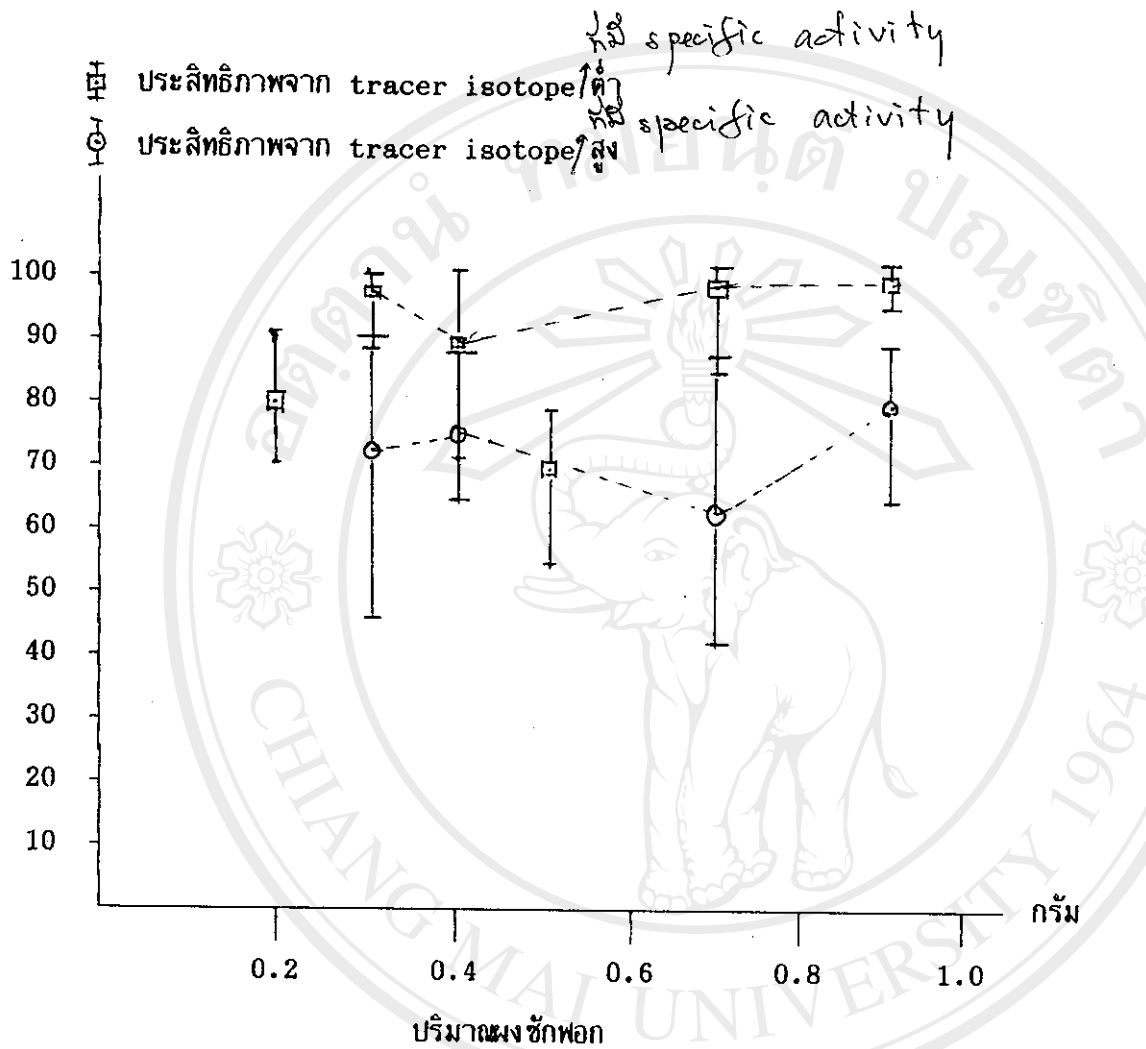
ติดฉลากสิ่งสกปรกด้วยไอโอดีน-131

□ ประสิทธิภาพจาก tracer isotope 1 specific activity ๑๕
 ○ ประสิทธิภาพจาก tracer isotope 2 specific activity ๕๐



รูป 3.3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของผงซักฟอกโบร ในปริมาณต่าง ๆ กับผ้าฝ้าย

ติดฉลากสิ่งสกปรกด้วยฟอสฟอรัส -32



รูป 3.4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพจากฟอสฟอรัส-32 ในปริมาณต่าง ๆ กับผ้าฝ้าย
 ติดฉลากสิ่งสกปรกด้วยฟอสฟอรัส-32

จากกราฟรูป 3.1 และ 3.2 จะสังเกตเห็นได้ว่า เมื่อใช้ผงซักฟอกชนิดเดียวกันแต่ปริมาณต่างกันนั้น เมื่อใช้ความเข้มข้นของ tracer isotope เท่ากัน % efficiency ของการซักจะมีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อใช้ความเข้มข้นของ tracer isotope ต่างกันออกไป % efficiency จะต่างกันออกไปด้วย ตามรูปนั้นความเข้มข้นของ tracer isotope เมื่อใช้ผงซักฟอก 0.2 กรัม และ 0.5 กรัม ต่างจากเมื่อใช้ปริมาณผงซักฟอก 0.3, 0.4, 0.7 และ 0.9 กรัม และจะได้ผลการทดลองทำนองเดียวกับเมื่อ label สิ่งสกปรกด้วยฟอสฟอรัส-32 ตามกราฟรูปที่ 3.3 และ 3.4 จึงเป็นข้อสังเกตได้ว่า ความเข้มข้นของ tracer isotope น่าจะมีผลต่อ % efficiency ของผงซักฟอกด้วย

ทั้งนี้ในการทดลองที่นี้ใช้ specific activity ของสารไม่เท่ากัน แต่เนื่องจากเวลาในการศึกษาจำกัดจึงไม่ได้ศึกษาผลของความเข้มข้น (specific activity) ต่อประสิทธิภาพของการซักอย่างละเอียด ซึ่งน่าสนใจที่จะได้มีการศึกษาอย่างละเอียดต่อไป

แม้ว่าจะทำการควบคุมปัจจัยอื่น ๆ ในการชำระล้างแล้วก็ตาม แต่ก็ยังมีบางปัจจัยที่ไม่ได้ควบคุม เช่นอุณหภูมิ แต่ก็สรุปได้ว่า % efficiency ของผงซักฟอกแต่ละตราและเซอร์แฟคแทนท์ที่ใช้ทั้ง 2 ชนิด มีผลใกล้เคียงกันสรุปการทดลองครั้งนี้พบว่า

1. เมื่อใช้ผ้าชนิดเดียวกัน ซักล้างด้วยผงซักฟอกต่างชนิดกัน แต่ใช้ปริมาณผงซักฟอกเท่ากัน % efficiency ก็ใกล้เคียงกัน ดังตารางที่ 3.2
2. เมื่อใช้ผ้าต่างชนิดกัน ซักล้างด้วยผงซักฟอกชนิดเดียวกัน ปริมาณเท่ากัน % efficiency ต่างกันดังตารางที่ 3.1
3. เมื่อใช้ผ้าต่างชนิดกัน และผงซักฟอกต่างชนิดกัน % efficiency ย่อมต่างกัน