



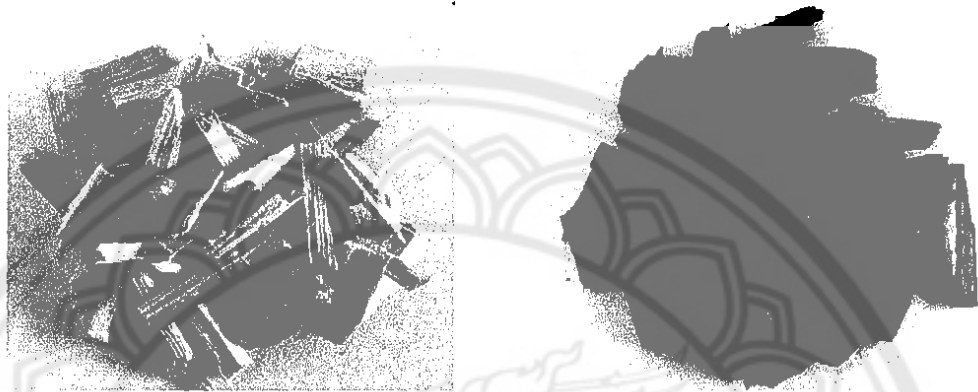
ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยพระนคร



ภาคผนวก ก

ตัวอย่างภาพถ่ายของวัตถุดิบและตัวดูดซับ



(a) ไมยราบยักษ์

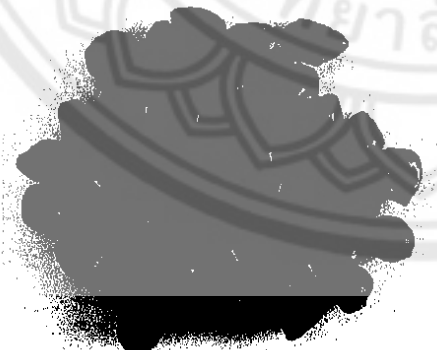
(b) ถ่านไมยราบยักษ์



(c) เปลือกมังคุด



(d) ถ่านเปลือกมังคุด



(e) เมล็ดมะขาม

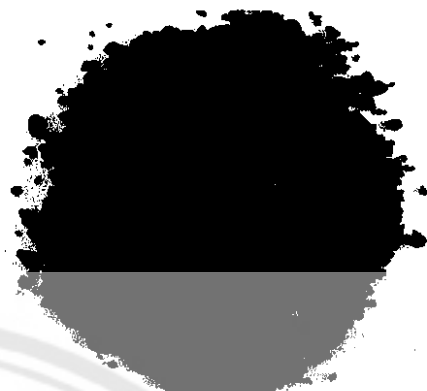


(f) ถ่านเมล็ดมะขาม

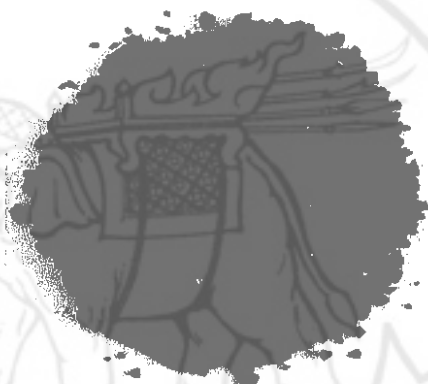
ภาพ 95 ภาพถ่ายของวัตถุดิบและถ่านจากไมยราบยักษ์ เปลือกมังคุด และเมล็ดมะขาม



(a) เม็ดถ่านไนยราบยักษ์



(b) เม็ดถ่านเปลือกมังคุด



(c) เม็ดถ่านเมล็ดมะขาม

ภาพ 96 ภาพถ่ายของเม็ดถ่านไนยราบยักษ์ เปลือกมังคุด และเมล็ดมะขาม
ขนาด 0.5-2.0 mm. (10-35 mesh)

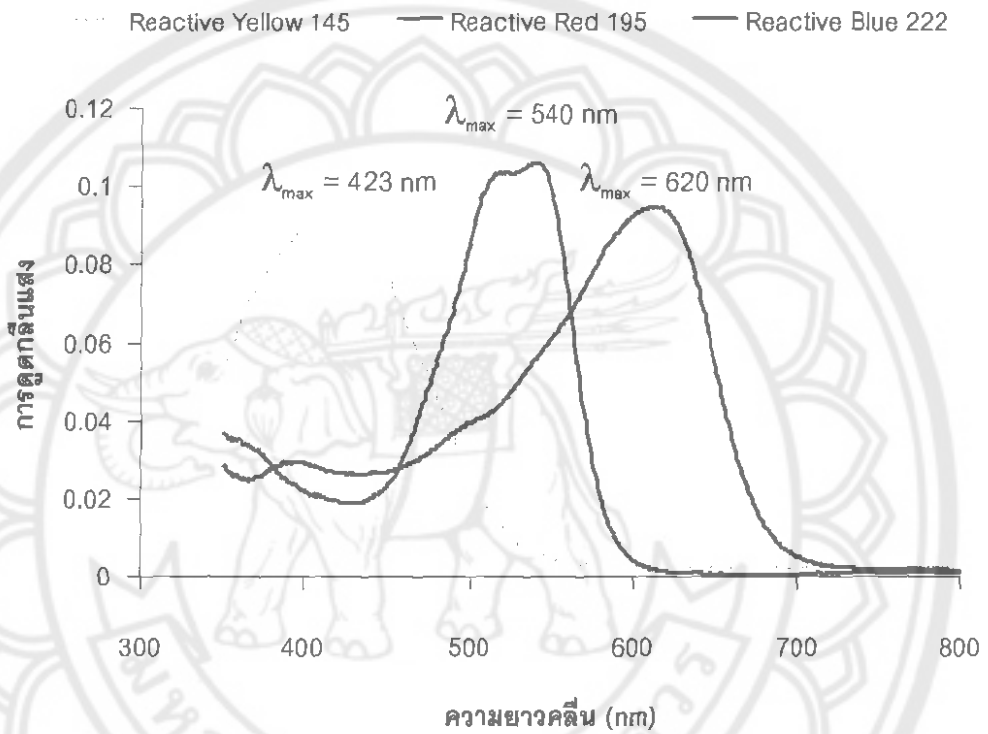


ภาคผนวก ข

การหาความยาวคลื่นสูงสุด (Maximum curve)

ภาคผนวก ข

การหาความยาวคลื่นสูงสุด (Maximum curve)



ภาพ 97 ความยาวคลื่นสูงสุดของสีย้อมรีแอกทีฟ



ภาคผนวก ค

การสร้างกราฟมาตรฐาน (Calibration curve)

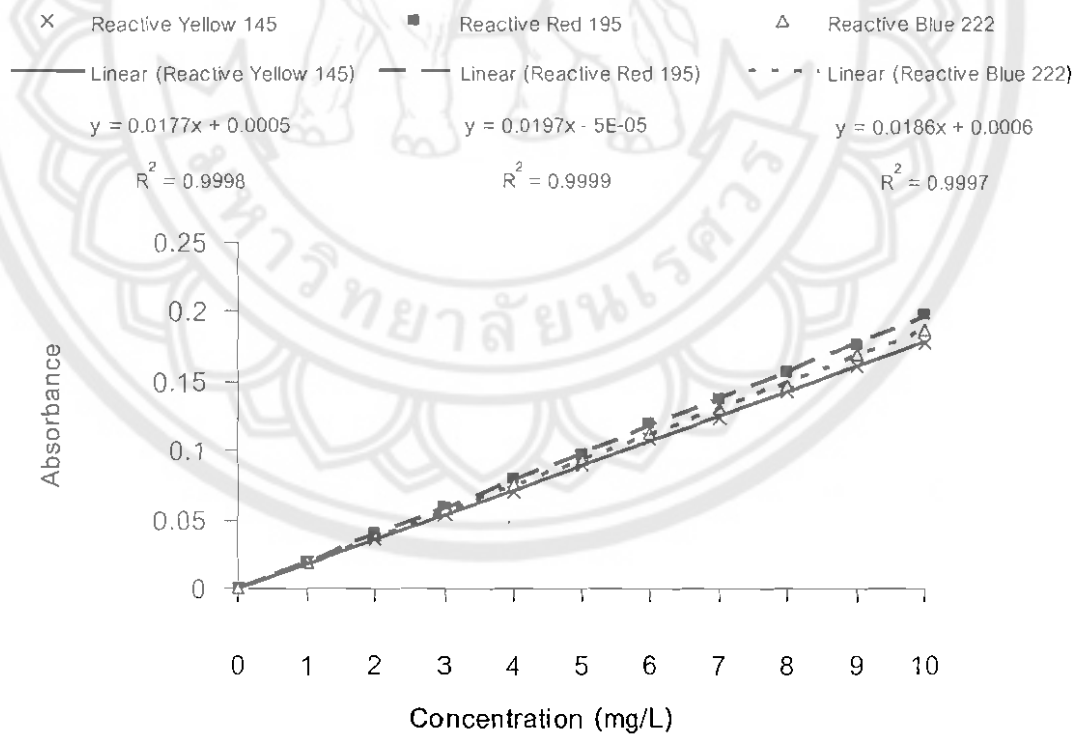
มหาวิทยาลัยพระนคร

ภาคผนวก ค

การสร้างกราฟมาตรฐาน (Calibration curve)

ตาราง 16 ข้อมูลการสร้างกราฟมาตรฐาน (Calibration curve)

โทนสี รีแอกทีฟ	ค่าการดูดกลืนแสง (absorbance)										
	ความเข้มข้น (mg/L)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Yellow 145	0.000	0.019	0.036	0.054	0.070	0.089	0.108	0.124	0.143	0.161	0.177
Red 195	0.000	0.019	0.040	0.059	0.079	0.098	0.119	0.138	0.157	0.176	0.198
Blue 222	0.000	0.019	0.038	0.058	0.075	0.093	0.113	0.131	0.147	0.169	0.187



ภาพ 98 กราฟมาตรฐานของสีย้อมรีแอกทีฟ



ภาคผนวก ง

การคำนวณค่าขีดจำกัดการตรวจวัด (Detection limit)

มหาวิทยาลัยสุรินทร์

ภาคผนวก ง

การคำนวณค่าขีดจำกัดการตรวจวัด (Detection limit)

การคำนวณหาค่าขีดจำกัดการตรวจวัด (Detection limit)

ค่าขีดจำกัดการตรวจวัด (Detection limit) คือความเข้มข้นของสารละลายที่ต่ำที่สุดที่สามารถวัดได้จากพื้นหลัง (background) หรืออีกนัยหนึ่งคือความเข้มข้นของสารละลายที่ทำการวิเคราะห์ซึ่งสามารถหาสัญญาณ (signal) เป็น 2 เท่าหรือ 3 เท่าของพื้นหลังหรือสัญญาณรบกวน (noise) หรือของความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) (American Public Health Association, 1998)

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) หาได้จาก

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

X_i = ค่าที่วัดได้แต่ละครั้ง

\bar{X} = ค่าเฉลี่ยจากการวัดหลาย ๆ ครั้ง

n = จำนวนครั้งที่วัด

$$\% RSD = \frac{SD}{\bar{X}} \times 100$$

$$\text{ค่าขีดจำกัดการตรวจวัด (mg/L)} = \frac{3 \times SD \text{ ของแปลงค์ก่อนวัด}}{\text{slope ของสารมาตรฐาน}}$$

การหาค่า Detection limit ของสารละลายมาตรฐานสีเหลือง (Reactive Yellow 145)

ตาราง 17 ค่าการดูดกลืนแสงของเบลนค์และสารละลายมาตรฐานสีเหลือง
(Reactive Yellow 145)

จำนวนครั้ง	Abs. ของ Blank ก่อนวัด สารละลายมาตรฐาน	Abs. ของสารละลาย มาตรฐาน 0.5 mg/L	Abs. ของ สารละลาย มาตรฐาน 1.0 mg/L
1	0.000	0.009	0.016
2	0.000	0.009	0.016
3	0.001	0.008	0.016
4	0.001	0.008	0.017
5	0.001	0.009	0.017
6	0.000	0.008	0.018
7	0.000	0.009	0.018
8	0.001	0.009	0.017
9	0.000	0.009	0.019
10	0.001	0.008	0.017
เฉลี่ย (X)	0.001	0.009	0.017
SD	0.0005	0.0005	0.0010

% RSD ที่ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน 0.5 mg/L

$$\begin{aligned} \% \text{ RSD} &= \frac{0.0005}{0.009} \times 100 \\ &= 6.005 \% \end{aligned}$$

% RSD ที่ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน 1.0 mg/L

$$\begin{aligned} \% \text{ RSD} &= \frac{0.0010}{0.017} \times 100 \\ &= 5.815 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าขีดจำกัดการตรวจวัด (mg/L)} &= \frac{3 \times 0.0005}{0.0177} \\ &= 0.089 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

การหาค่า Detection limit ของสารละลายมาตรฐานสีแดง (Reactive Red 195)

ตาราง 18 ค่าการดูดกลืนแสงของแบลงค์และสารละลายมาตรฐานสีแดง (Reactive Red 195)

จำนวนครั้ง	Abs. ของ Blank ก่อนวัด สารละลายมาตรฐาน	Abs. ของสารละลาย มาตรฐาน 0.5 mg/L	Abs. ของ สารละลาย มาตรฐาน 1.0 mg/L
1	0.000	0.008	0.020
2	0.001	0.007	0.017
3	0.001	0.008	0.019
4	0.001	0.008	0.018
5	0.000	0.007	0.018
6	0.000	0.008	0.018
7	0.001	0.007	0.019
8	0.001	0.008	0.018
9	0.001	0.007	0.019
10	0.001	0.008	0.019
เฉลี่ย (\bar{X})	0.001	0.008	0.019
SD	0.0005	0.0005	0.0008

% RSD ที่ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน 0.5 mg/L

$$\begin{aligned} \% \text{ RSD} &= \frac{0.0005}{0.008} \times 100 \\ &= 6.795 \% \end{aligned}$$

% RSD ที่ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน 1.0 mg/L

$$\begin{aligned} \% \text{ RSD} &= \frac{0.0008}{0.019} \times 100 \\ &= 4.594 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าขีดจำกัดการตรวจวัด (mg/L)} &= \frac{3 \times 0.0005}{0.0197} \\ &= 0.074 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

การหาค่า Detection limit ของสารละลายมาตรฐานสีน้ำเงิน (Reactive Blue 222)

ตาราง 19 ค่าการดูดกลืนแสงของแบลงค์และสารละลายมาตรฐานสีน้ำเงิน (Reactive Blue 222)

จำนวนครั้ง	Abs. ของ Blank ก่อนวัด สารละลายมาตรฐาน	Abs. ของสารละลาย มาตรฐาน 0.5 mg/L	Abs. ของ สารละลาย มาตรฐาน 1.0 mg/L
1	0.000	0.011	0.016
2	0.001	0.010	0.015
3	0.001	0.010	0.016
4	0.000	0.011	0.017
5	0.001	0.010	0.016
6	0.001	0.011	0.017
7	0.001	0.010	0.017
8	0.001	0.010	0.017
9	0.001	0.012	0.018
10	0.000	0.011	0.017
เฉลี่ย (\bar{X})	0.001	0.011	0.017
SD	0.0005	0.0007	0.0008

% RSD ที่ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน 0.5 mg/L

$$\begin{aligned} \% \text{ RSD} &= \frac{0.0007}{0.011} \times 100 \\ &= 6.596 \% \end{aligned}$$

% RSD ที่ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน 1.0 mg/L

$$\begin{aligned} \% \text{ RSD} &= \frac{0.0008}{0.017} \times 100 \\ &= 5.080 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าขีดจำกัดการตรวจวัด (mg/L)} &= \frac{3 \times 0.0005}{0.0186} \\ &= 0.078 \text{ mg/L} \end{aligned}$$



ภาคผนวก จ

การหาร้อยละของการกลับคืน (% Recovery)

มหาวิทยาลัยพระเชตะวัน

ภาคผนวก จ

การหาร้อยละของการกลับคืน (% Recovery)

การวิเคราะห์ spiked sample หรือ การหาร้อยละของการกลับคืน (% Recovery)

การเตรียม spiked sample ทำได้โดยการเติมสารละลายมาตรฐานความเข้มข้นสูง ๆ ปริมาณน้อย ๆ ลงในตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบ analyte recovery ใน sample matrix หรือถ้ามีการวิเคราะห์ตัวอย่างที่มี matrix ที่แตกต่างกันไป ก็เป็นการทวนสอบปริมาณสารรวม นอกจากนี้ยังสามารถเติมสารมาตรฐานลงในแหล่งของวิธีทดสอบ หรือฟิลด์เบลงค์ เพื่อตรวจสอบสมรรถนะของวิธีวิเคราะห์ทดสอบ สารมาตรฐานที่ใช้ควรมาจากคนละแหล่งกับที่ใช้เตรียมกราฟมาตรฐาน และความเข้มข้นของ spiked sample ควรอยู่ในช่วงเดียวกับตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์ ทั้งนี้ผู้วิเคราะห์ทดสอบควรแน่ใจว่าสิ่งที่เติมลงไปมีคุณสมบัติทางเคมีเหมือนตัวอย่าง และรวมเป็นเนื้อเดียวกับตัวอย่าง (American Public Health Association, 1998)

วิธีการเตรียม spiked sample

1. ชั่งหรือตวงตัวอย่างจำนวนเท่า ๆ กัน 2 ส่วน (portions) ส่วนแรกเติมสารมาตรฐานลงไป เรียกส่วนนี้ว่า spiked sample ส่วนที่สองไม่ต้องเติมสารละลายมาตรฐาน เรียกส่วนนี้ว่า ตัวอย่างเริ่มต้น (original sample)
2. เตรียมตัวอย่างทั้งสองส่วนตามขั้นตอนการวิเคราะห์
3. วิเคราะห์หาปริมาณที่ต้องการวิเคราะห์
4. หา % Recovery จากสูตร

$$\% \text{ Recovery} = \frac{\text{Concentration of spiked sample} - \text{Concentration of original sample}}{\text{Concentration of standard added}} \times 100$$

Concentration of spiked sample = ความเข้มข้นรวมของสารตัวอย่างและสารมาตรฐานที่เติม

Concentration of original sample = ความเข้มข้นของสารตัวอย่างเริ่มต้น

Concentration of standard added = ความเข้มข้นของสารมาตรฐานที่เติมลงไป

% Recovery สามารถตรวจสอบความคลาดเคลื่อนจากระบบในขั้นตอนต่าง ๆ ของการวิเคราะห์ทดสอบได้ กล่าวคือเมื่อวิเคราะห์ spiked sample แล้วพบว่า % Recovery เกินเกณฑ์การยอมรับในขั้นตอนใดจะแสดงผล ดังต่อไปนี้

1. % Recovery เกินเกณฑ์การยอมรับในฟิลต์เบลงค์ แต่ไม่เกินใน เบลงค์ของวิธีทดสอบ แสดงว่ามีความคลาดเคลื่อนจากระบบในกระบวนการสุ่มและขนย้าย

2. % Recovery เกินเกณฑ์การยอมรับทั้งในฟิลต์เบลงค์ และเบลงค์ของวิธีทดสอบ แสดงว่ามีความคลาดเคลื่อนจากระบบของห้องปฏิบัติการ

3. % Recovery เกินเกณฑ์การยอมรับใน matrix spiked sample แสดงว่ามีความคลาดเคลื่อนจากระบบ เนื่องจาก matrix ของตัวอย่าง ซึ่งหากพบว่า matrix มีผลต่อการวิเคราะห์ทดสอบ ผู้วิเคราะห์ทดสอบต้องทำ standard addition ในการวิเคราะห์ตัวอย่างนั้น

ผู้วิเคราะห์ทดสอบสามารถทำการวิเคราะห์ matrix spiked sample โดยใช้ความเข้มข้นประมาณ 10 เท่าของขีดจำกัดต่ำสุดของวิธีทดสอบ หรือเท่ากับความเข้มข้นที่จุดกึ่งกลางของความเข้มข้นของช่วงการทดสอบ (working range) หรือตามข้อมูลของการทดสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบ (method validation)

เกณฑ์การยอมรับ % Recovery จากข้อมูลของการทดสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบ

ตาราง 20 ตัวอย่างเกณฑ์การยอมรับ % Recovery สำหรับการวิเคราะห์น้ำและน้ำทิ้ง

สิ่งที่ต้องการวิเคราะห์	เกณฑ์การยอมรับ % Recovery
กรด	60 – 140
แอนไอออน	80 – 120
เบส หรือสารเป็นกลาง	70 – 130
ยาฆ่าแมลงชนิดคาร์บาเมต	50 – 150
ยาฆ่าวัชพืช	40 – 160
โลหะ	80 – 120

ที่มา : American Public Health Association, 1998. pp. 3-3 – 3-5.

ตาราง 21 แสดงค่าความเข้มข้นของสารตัวอย่างในการดูดซับสีของสีเหลือง (Reactive Yellow 145)

ครั้งที่	ความเข้มข้น (mg/L)													
	ถ่านกัมมันต์มาตรฐาน		ถ่านไม่ยราบายักษ์		ถ่านเปลือกมังคุด		ถ่านเม็ดมะขาม		ถ่านกัมมันต์ไม่ยราบายักษ์		ถ่านกัมมันต์เปลือกมังคุด		ถ่านกัมมันต์เม็ดมะขาม	
	Sample	Spike	Sample	Spike	Sample	Spike	Sample	Spike	Sample	Spike	Sample	Spike	Sample	Spike
1	0.48	6.53	63.56	72.60	85.03	95.76	78.81	87.85	14.27	25.56	41.10	49.29	32.34	41.38
2	0.59	6.81	64.69	74.29	85.59	97.46	79.94	89.55	14.83	26.69	40.82	48.73	32.91	40.82
3	0.42	6.36	62.99	73.16	83.90	95.20	77.68	86.72	14.55	26.41	41.67	49.86	32.63	40.54
เฉลี่ย	0.50	6.56	63.75	73.35	84.84	96.14	78.81	88.04	14.55	26.22	41.20	49.29	32.63	40.91

ตาราง 22 แสดงค่า % Recovery ในการดูดซับสีของสีเหลือง (Reactive Yellow 145)

		% Recovery											
		ถ่านไม่ยราบายักษ์		ถ่านเปลือกมังคุด		ถ่านเม็ดมะขาม		ถ่านกัมมันต์ไม่ยราบายักษ์		ถ่านกัมมันต์เปลือกมังคุด		ถ่านกัมมันต์เม็ดมะขาม	
ค่า	ค่ามาตรฐาน	Sample	Spike	Sample	Spike	Sample	Spike	Sample	Spike	Sample	Spike	Sample	Spike
60.64 ± 1.42	96.05 ± 5.65	96.05 ± 5.65	112.99 ± 5.65	92.28 ± 3.26	116.76 ± 3.26	80.98 ± 1.63	82.86 ± 6.52						

ตาราง 23 แสดงค่าความเข้มข้นของสารตัวอย่างในการดูดซับสีอะมสีแดง (Reactive Red 195)

ครั้งที่	ความเข้มข้น (mg/L)													
	ค่ากันมันต์มาตรฐาน		ค่าไม่รบกวน		ค่าเบลอออกมังกุค		ค่าเมล็ดมะขาม		ค่ากันมันต์ไม่รบกวน		ค่ากันมันต์เบลอออกมังกุค		ค่ากันมันต์เมล็ดมะขาม	
	Sample	Spike	Sample	Spike	Sample	Spike	Sample	Spike	Sample	Spike	Sample	Spike	Sample	Spike
1	0.30	4.82	55.81	67.49	79.67	87.79	71.55	80.69	15.72	24.10	30.95	39.33	20.04	27.65
2	0.40	5.07	56.32	67.99	81.19	88.81	71.04	80.18	15.98	24.86	31.21	40.09	20.80	29.43
3	0.20	4.57	56.83	66.47	78.65	87.13	72.06	81.70	16.74	25.11	30.44	38.31	20.29	28.41
เฉลี่ย	0.30	4.82	56.32	67.32	79.84	87.91	71.55	80.85	16.15	24.69	30.87	39.24	20.38	28.50

ตาราง 24 แสดงค่า % Recovery ในการดูดซับสีอะมสีแดง (Reactive Red 195)

% Recovery					
ค่ากันมันต์มาตรฐาน	ค่าไม่รบกวน	ค่าเบลอออกมังกุค	ค่าเมล็ดมะขาม	ค่ากันมันต์ไม่รบกวน	ค่ากันมันต์เบลอออกมังกุค
45.18 ± 1.52	109.98 ± 11.72	80.71 ± 4.34	93.06 ± 2.93	85.45 ± 2.93	83.76 ± 5.08
					81.22 ± 5.08

ตาราง 25 แสดงค่าความเข้มข้นของสารตัวอย่างในการดูดซับสีของสีน้ำเงิน (Reactive Blue 22)

ครั้งที่	ความเข้มข้น (mg/L)													
	ถ่านกัมมันต์มาตรฐาน		ถ่านไม่ยราบายักษ์		ถ่านเปลือกมังคุด		ถ่านเม็ดมะขาม		ถ่านกัมมันต์ไม่ยราบายักษ์		ถ่านกัมมันต์เปลือกมังคุด		ถ่านกัมมันต์เม็ดมะขาม	
	Sample	Spike	Sample	Spike	Sample	Spike	Sample	Spike	Sample	Spike	Sample	Spike	Sample	Spike
1	0.89	4.92	44.95	52.47	58.92	69.14	54.62	63.23	7.69	17.37	11.45	20.86	16.02	24.62
2	1.00	5.19	47.63	56.77	57.85	68.60	53.01	64.84	7.96	17.10	11.18	20.05	16.56	27.04
3	0.84	4.82	43.33	53.01	59.46	70.22	54.09	64.30	8.23	17.90	11.72	20.59	16.29	25.43
เฉลี่ย	0.91	4.98	45.30	54.09	58.75	69.32	53.91	64.12	7.96	17.46	11.45	20.50	16.29	25.70

ตาราง 26 แสดงค่า % Recovery ในการดูดซับสีของสีน้ำเงิน (Reactive Blue 22)

		% Recovery			
ถ่านกัมมันต์มาตรฐาน	ถ่านไม่ยราบายักษ์	ถ่านเปลือกมังคุด	ถ่านเม็ดมะขาม	ถ่านกัมมันต์ไม่ยราบายักษ์	ถ่านกัมมันต์เปลือกมังคุด
40.68 ± 1.12	87.81 ± 11.19	105.73 ± 3.10	102.15 ± 16.13	94.98 ± 3.10	90.50 ± 3.10
					ถ่านกัมมันต์เม็ดมะขาม
					94.09 ± 9.69



ภาคผนวก จ

วิธีการคำนวณ

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

ภาคผนวก จ

วิธีการคำนวณ

1. การคำนวณเกี่ยวกับการเตรียมสารเคมี

1.1 การเตรียม Stock Solution ของสีย้อมรีเอกทีฟ (เหลือง แดง น้ำเงิน) เข้มข้น 1000 mg/L ปริมาตร 500 ml

จากสารละลายสีย้อม	1 ml	มีเนื้อสาร	1,000 μ g
ถ้าสารละลายสีย้อม	500 ml	มีเนื้อสาร	= 1,000 X 500 μ g
			= 500,000 μ g
			= 0.5000 g

ดังนั้นในการเตรียม จะต้องชั่งสีย้อมมา 0.5000 g ละลายด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรให้เป็น 500 ml

1.2 การเตรียมสารละลายสีย้อมรีเอกทีฟ (เหลือง แดง น้ำเงิน) เข้มข้น 100 mg/L ปริมาตร 1000 ml จาก Stock Solution เข้มข้น 1000 mg/L

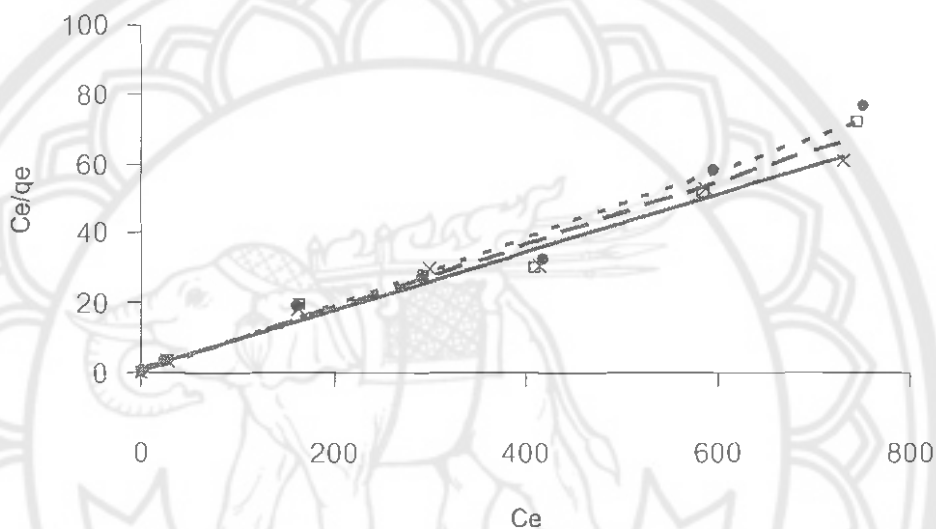
จากสูตร	$M_1V_1 = M_2V_2$
	1000 mg/L X $V_1 = 100$ mg/L X 1000 ml
	$V_1 = \frac{100 \text{ mg/L X } 1000 \text{ ml}}{1000 \text{ mg/L}}$
	= 100 ml

ดังนั้นในการเตรียม จะต้องปิเปต Stock Solution มา 100 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตร ขนาด 1000 ml

2. การคำนวณค่าคงที่ของ Langmuir Isotherm และ Freundlich Isotherm

2.1 การคำนวณค่าคงที่ของ Langmuir Isotherm

● 20 oC	□ 30 oC	× 40 oC
- - - Linear (20 oC)	- - - Linear (30 oC)	— Linear (40 oC)
$y = 0.0967x - 0.0897$	$y = 0.0901x + 0.3277$	$y = 0.0837x + 1.2351$
$R^2 = 0.9839$	$R^2 = 0.9805$	$R^2 = 0.9849$



สมการแลงเมียร์ (Langmuir Isotherm)

$$\frac{Ce}{qe} = \frac{Ce}{X_m} + \frac{1}{KX_m}$$

จากสมการเชิงเส้นตรงที่อุณหภูมิ 40 °C ได้ดังต่อไปนี้

ความชัน = $\frac{1}{X_m}$

จุดตัด = $\frac{1}{KX_m}$

0.0837 = $\frac{1}{X_m}$

1.2351 = $\frac{1}{KX_m}$

$X_m = \frac{1}{0.0837}$

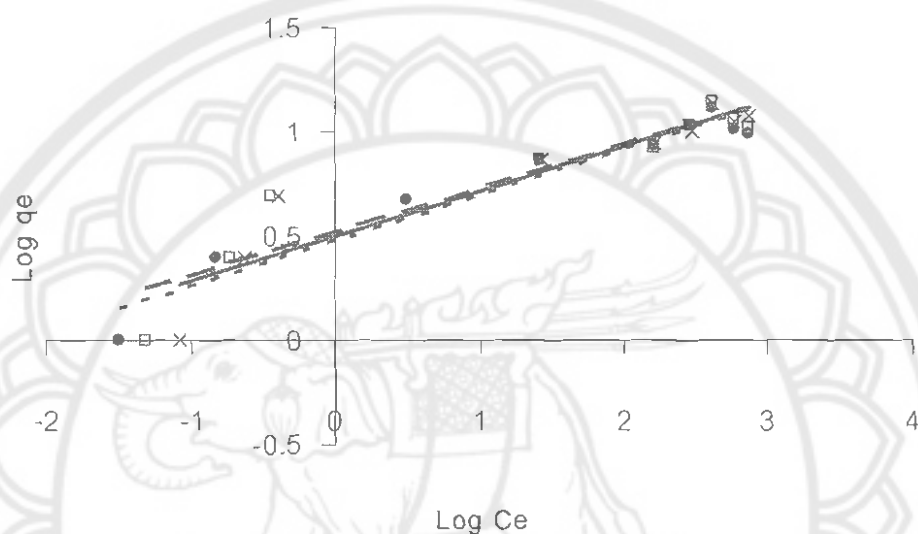
$K = \frac{1}{1.2351 \times \frac{1}{0.0837}}$

$X_m = 11.947 \text{ mg/g}$

$K = 0.067768 \text{ l/mg}$
 $= 67.768 \text{ ml/mg}$

2.2 การคำนวณค่าคงที่ของ Freundlich Isotherm

● 20 oC	□ 30 oC	× 40 oC
- - - Linear (20 oC)	— Linear (30 oC)	— Linear (40 oC)
$y = 0.216x + 0.4801$	$y = 0.206x + 0.5201$	$y = 0.2154x + 0.5004$
$R^2 = 0.9349$	$R^2 = 0.8583$	$R^2 = 0.8535$



สมการพหอยต์ลิต (Freundlich Isotherm)

$$\log q_e = \left(\frac{1}{n}\right) \log C_e + \log K_f$$

จากสมการเชิงเส้นตรงที่อุณหภูมิ 40 °C ได้ดังต่อไปนี้

$$\text{ความชัน} = \frac{1}{n} \qquad \text{จุดตัด} = \log K_f$$

$$0.2154 = \frac{1}{n} \qquad 0.5004 = \log K_f$$

$$n = \frac{1}{0.2154} \qquad K_f = 10^{0.5004}$$

$$n = 4.643 \qquad K_f = 3.165$$

3. การคำนวณค่าเทอร์โมไดนามิกส์

3.1 การคำนวณค่าพลังงานอิสระ (Gibb's free energy) ; ΔG°

ที่อุณหภูมิ 40°C (313 K) ค่า K ของสมการ Langmuir เท่ากับ 67.768 ml/mg

$$\begin{aligned}\text{จากสมการ } \Delta G^\circ &= -RT \ln K \\ &= -8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 313 \text{ K} \times \ln(67.768) \\ &= -10.971 \text{ kJ mol}^{-1}\end{aligned}$$

3.2 การคำนวณค่า enthalpy ; ΔH° และ entropy ; ΔS°

$$\text{จากสมการ } \ln(K) = \frac{\Delta S^\circ}{R} - \frac{\Delta H^\circ}{RT}$$

ΔH° และ ΔS° สามารถหาได้จากความชันและจุดตัดแกน y ของกราฟซึ่งพล็อตระหว่าง $\ln(K)$ กับ $1/T$

$$\text{ตัวอย่างสมการ } y = -3.2903X + 13.283$$

$$\text{ความชัน} = -\frac{\Delta H^\circ}{R}$$

$$-3.2903 = -\frac{\Delta H^\circ}{8.314}$$

$$\begin{aligned}\Delta H^\circ &= -8.314 \times -3.2903 \\ &= 27.356 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}\end{aligned}$$

$$\text{จุดตัด} = \frac{\Delta S^\circ}{R}$$

$$13.283 = \frac{\Delta S^\circ}{8.314}$$

$$\begin{aligned}\Delta S^\circ &= 8.314 \times 13.283 \\ &= 110.435 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}\end{aligned}$$