

ภาคผนวก ก

ภาคผนวก ก

มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

ตารางที่ ก1 ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
1. ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH value)	5.5-9.0	pH Meter
2. ค่าทีดีเอส (TDS หรือ Total Dissolved Solids)	ไม่เกิน 3,000 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันได้แต่ละประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 5,000 มก./ล. น้ำทิ้งที่จะระบายลงแหล่งน้ำกร่อยที่มีค่าความเค็ม (Salinity) เกิน 2,000 มก./ล. หรือลงสู่ทะเลค่าทีดีเอสในน้ำทิ้งจะมีค่ามากกว่าค่าทีดีเอสที่มีอยู่ในแหล่งน้ำกร่อยหรือน้ำทะเลได้ไม่เกิน 5,000 มก.ล.	ระเหยแห้งที่อุณหภูมิ 103-105°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

ตารางที่ ก1 ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม(ต่อ)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
4. อุณหภูมิ (Temperature)	ไม่เกิน 40°C	เครื่องวัดอุณหภูมิ วัดขณะทำการเก็บตัวอย่างน้ำ
5. สีหรือกลิ่น	ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ	ไม่ได้กำหนด
6. ซัลไฟด์ (Sulfide as H ₂ S)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	Titrate
7. ไซยาไนด์ (Cyanide as HCN)	ไม่เกิน 0.2 มก./ล.	กลั่นและตามด้วยวิธี Pyridine Barbituric Acid
8. น้ำมันและไขมัน (Fat, Oil and Grease)	ไม่เกิน 5.0 มก./ล. หรืออาจแตกต่างกันแต่ละประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 15 มก./ล.	สกัดด้วยตัวทำละลาย แล้วแยกหาน้ำหนักของน้ำมันและไขมัน
9. ฟอรัมาลดีไฮด์ (Formaldehyde)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	Spectrophotometry
10. สารประกอบฟีนอล (Phenols)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	กลั่นและตามด้วยวิธี 4-Aminoantipyrine
11. คลอรีนอิสระ (Free Chlorine)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	Iodometric Method
12. สารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์ (Pesticide)	ต้องตรวจไม่พบตามวิธีตรวจสอบที่กำหนด	Gas-Chromatography

ตารางที่ ก1 ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม(ต่อ)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
13. ค่าบีโอดี (5 วันที่อุณหภูมิ 20 °C (Biochemical Oxygen Demand : BOD)	ไม่เกิน 20 มก./ล. หรือแตกต่าง แล้วแต่ประเภทของแหล่ง รองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของ โรงงานอุตสาหกรรม ตามที่ คณะกรรมการควบคุมมลพิษ เห็นสมควร แต่ไม่เกิน 60 มก./ล.	Azide Modification ที่อุณหภูมิ 20°C เป็นเวลา 5 วัน
14. ค่าทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen)	ไม่เกิน 100 มก./ล. หรืออาจ แตกต่างแล้วแต่ประเภทของ แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือ ประเภทของโรงงาน อุตสาหกรรม ตามที่ คณะกรรมการควบคุมมลพิษ เห็นสมควร แต่ไม่เกิน 200 มก./ล.	Kjeldahl
15. ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand : COD)	ไม่เกิน 120 มก./ล.หรืออาจ แตกต่างแล้วแต่ประเภทของ แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือ ประเภทของโรงงาน อุตสาหกรรม ตามที่ คณะกรรมการควบคุมมลพิษ เห็นสมควร แต่ไม่เกิน 400 มก./ล.	Potassium Dichromate Digestion

ตารางที่ ก1 ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม(ต่อ)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
16. โลหะหนัก (Heavy Metal)	ไม่เกิน 5.0 มก./ล.	Atomic Absorption Spectro
1. สังกะสี (Zn)		Photometry ชนิด Direct
		Aspiration หรือวิธี Plasma
		Emission Spectroscopy ชนิด
		Inductively Coupled Plasma :
		ICP
2. โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (Hexavalent Chromium)	ไม่เกิน 0.25 มก./ล.	
3. โครเมียมชนิดไตรวาเลนต์ (Trivalent Chromium)	ไม่เกิน 0.75 มก./ล.	
4. ทองแดง (Cu)	ไม่เกิน 2.0 มก./ล.	
5. แคดเมียม (Cd)	ไม่เกิน 0.03 มก./ล.	
6. แบเรียม (Ba)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	
7. ตะกั่ว (Pb)	ไม่เกิน 0.2 มก./ล.	
8. นิกเกิล (Ni)	ไม่เกิน 1.0 มก./ล.	
9. แมงกานีส (Mn)	ไม่เกิน 5.0 มก./ล.	
10. อาร์เซนิก (As)	ไม่เกิน 0.25 มก./ล.	-Atomic Absorption
		Spectrophotometry ชนิด
		Hydride Generation หรือวิธี
		Plasma Emission
		Spectroscopy ชนิด Inductively
		Coupled Plasma : ICP

ตารางที่ ก1 ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม(ต่อ)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
11. เซเลเนียม (Se)	ไม่เกิน 0.02 มก./ล.	-Atomic Absorption Spectrophotometry ชนิด Hydride Generation หรือวิธี Plasma Emission Spectroscopy ชนิด Inductively Coupled Plasma : ICP
12. ปรอท (Hg)	ไม่เกิน 0.005 มก./ล.	-Atomic Absorption Cold Vapour Technique

แหล่งที่มา : ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2539) ลงวันที่ 3 มกราคม 2539 เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 113 ตอนที่ 13 ลงวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2539

ภาคผนวก ข

ภาคผนวก ข

วิธีการวิเคราะห์หาค่าไอโอดีนนมเบอร์

การวิเคราะห์ความสามารถในการดูดติดผิวไอโอดีน ตามวิธี ASTM D 4607-94 มีรายละเอียดของการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1.สารเคมีและวิธีการเตรียม

1.1 สารละลายกรดไฮโดรคลอริก ร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก

ผสมกรดไฮโดรคลอริก 70 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น 550 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

1.2 สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.1 นอร์มัล

ละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 24.82 กรัม ในน้ำกลั่นที่ถูกต้มให้เดือด 75 มิลลิลิตร เติมโซเดียมคาร์บอเนต 0.1 กรัม ถ่ายสารละลายลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 1 ลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร เก็บสารละลายไว้ในขวดสีชา ทิ้งไว้อย่างน้อย 4 วัน ก่อนทำการตรวจสอบความเข้มข้น

1.3 สารละลายมาตรฐานไอโอดีน 0.1 นอร์มัล

ชั่งไอโอดีน 12.7 กรัม และโปแตสเซียมไอโอไดน์ 19.1 กรัม ผสมให้เข้ากัน เติมน้ำกลั่น 2-5 มิลลิลิตร คนให้ของแข็งละลาย ค่อยๆ เติมน้ำทีละน้อย ครั้งละประมาณ 5 มิลลิลิตร จนกระทั่งได้สารละลายประมาณ 40 มิลลิลิตร ทิ้งไว้อย่างน้อย 4 ชั่วโมง คนเป็นระยะ เพื่อให้แน่ใจว่าของแข็งละลายหมด ถ่ายสารละลายลงในขวดปรับปริมาตร ขนาด 1 ลิตร

1.4 สารละลายโปแตสเซียมไอโอเดต 0.1 นอร์มัล

ชั่งโปแตสเซียมไอโอเดต ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 นาที แล้วทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น จำนวน 3.5667 มิลลิกรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 100 มิลลิลิตร ถ่ายสารละลายลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 1 ลิตร ทำให้เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

1.5 สารละลายเป้ง

ละลายเป้ง 1 กรัม ในน้ำเย็น 5-10 มิลลิลิตร คนสารละลายพร้อมกับเติมน้ำกลั่นอีก 25 มิลลิลิตร เทสารละลายลงในน้ำเดือด 1 ลิตร แล้วต้มต่อไปให้เดือดอีก 4-5 นาที

2. การตรวจสอบความเข้มข้นของสารละลาย

2.1 การตรวจสอบความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

ใช้ปิเปตดูดสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ 25 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ เติมน้ำโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ 2 กรัม เขย่าจนละลาย ปิเปตกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ แล้วไตเตรตทันทีด้วยสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล เมื่อสีของสารละลายไฮดรอกไซด์จากสีชมพูเป็นสีเหลืองอ่อน (ใกล้ถึงจุด end point) หยดน้ำเป้ง 2-3 หยด สารละลายจะเป็นสีน้ำเงิน ไตเตรตจนสารละลายไม่มีสี บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ ทำการไตเตรตซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง คำนวณหาความเข้มข้นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์โดยใช้สูตร

$$N_1 = (P.R)/S$$

เมื่อ	N_1	=	ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์, นอร์มัล
	P	=	ปริมาตรสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์, มิลลิลิตร
	R	=	ความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์, นอร์มัล
	S	=	ปริมาตรสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้, มิลลิลิตร

2.2 การตรวจสอบความเข้มข้นของสารละลายไฮดรอกไซด์

ใช้ปิเปตดูดสารละลายไฮดรอกไซด์ 25 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ แล้วไตเตรตทันทีด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล เมื่อสีของสารละลายไฮดรอกไซด์จากสีชมพูเป็นสีเหลืองอ่อน (ใกล้ถึงจุด end point) หยดน้ำเป้ง 2-3 หยด สารละลายจะเป็นสีน้ำเงิน ไตเตรตจนสารละลายไม่มีสี บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ ทำการไตเตรตซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง คำนวณหาความเข้มข้นสารละลายไฮดรอกไซด์โดยใช้สูตร

$$N_2 = (S. N_1)/I$$

เมื่อ	N_2	=	ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์, นอร์มัล
	S	=	ปริมาตรสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์, มิลลิลิตร
	N_1	=	ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์, นอร์มัล
	I	=	ปริมาตรสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้, มิลลิลิตร

3. วิธีการวิเคราะห์

3.1 บดถ่านกัมมันต์ที่จะทำการวิเคราะห์ให้ละเอียด จนถ่านสามารถร่อนผ่านตะแกรงคัดขนาดเบอร์ 100 เมช ได้ 95 เปอร์เซ็นต์ และสามารถร่อนผ่านตะแกรงคัดขนาดเบอร์ 325 เมช ได้ 60 เปอร์เซ็นต์

3.2 นำถ่านที่บดแล้ว มาใส่อบความชื้นที่อุณหภูมิ 145 ถึง 155 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 180 นาที แล้วทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

3.3 ประมาณค่าไอโอดีนนัมเบอร์ ของถ่านตัวอย่าง เพื่อนำไปคำนวณหาค่าน้ำหนักถ่านที่จะใช้ในการทดลอง 3 ค่า โดยใช้ค่าประมาณน้ำหนักตัวอย่างในตารางที่ ข1 ซึ่งถ่านที่อบแห้งแล้วตามน้ำหนักที่คำนวณได้ ในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร

3.4 ปิเปต 5 เปอร์เซ็นต์ สารละลายกรดไฮโดรคลอริก จำนวน 10 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่แต่ละใบ ปิดจุก เขย่าเบาๆ เพื่อให้ตัวอย่างเปียกทั่ว เปิดฝา แล้วนำไปตั้งบน hot plate ในตู้ดูดควัน ทิ้งให้เดือดประมาณ 30 วินาที เพื่อให้โซลเฟอร์ในตัวอย่าง หลังจากนั้นนำตัวอย่างออก แล้วทิ้งให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง

3.5 ปิเปตสารละลายไอโอดีน 0.1 นอร์มัล จำนวน 100 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ ปิดจุก ขวดทันที แล้วเขย่าแรงๆเป็นเวลา 30 นาที ปิดจุก แล้วกรองสารละลายผ่านกระดาษกรองพับจีบ หมายเลข 42

3.6 ปิเปตสารละลายที่กรองได้ 50 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ ไตเตรตสารละลายด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล จนกระทั่งเป็นสีเหลืองอ่อน (ใกล้ถึงจุด end point) หยคน้ำแข็ง 2-3 หยด สารละลายจะเป็นสีน้ำเงิน ไตเตรตจนสารละลายไม่มีสี บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้

4. การคำนวณ

4.1 การคำนวณ residual iodine

$$C = (N_1 \cdot S) / F$$

เมื่อ	C	=	residual iodine, นอร์มัล
	N_1	=	ความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซียมไอโอเดต, นอร์มัล
	S	=	ปริมาตรสารละลายโซเดียมไซโอซัลเฟต, มิลลิลิตร
	F	=	ปริมาตรไอโอดีนหลังผ่านการกรอง (50 มิลลิลิตร)

ถ้า ค่า N_1 มีค่าไม่อยู่ในช่วง 0.008 นอร์มัล ถึง 0.04 นอร์มัล ให้ทำการทดลองใหม่โดยใช้ น้ำหนักถ่านค่าอื่น

4.2 การคำนวณค่า ไอโอดีนนัมเบอร์

$$X/M = [A - (DF)(B)(S)] / M$$

เมื่อ	X/M	=	ค่าไอโอดีนที่ถูกดูดติดผิวต่อกรัมของถ่าน (mg/g)
	A	=	$(N_2)(12693)$
	B	=	$(N_1)(126.93)$
	DF	=	dilution factor = 2.2
	S	=	ปริมาตรสารละลายโซเดียมไซโอซัลเฟต, มิลลิลิตร
	M	=	น้ำหนักถ่าน (g)

สร้างกราฟลอกลิทึม โดยใช้ค่า X/M เป็นค่าแกนตั้ง(Y) และค่า C เป็นค่าในแกนนอน(X)
คำนวณหาค่า X/M ที่ C = 0.02 นอร์มัล

ค่าน้ำหนักตัวอย่างถ่าน (M) สำหรับการวิเคราะห์ค่าไอโอดีนนัมเบอร์ โดยการประมาณค่า ไอโอดีนนัมเบอร์ของถ่าน (E) แสดงในตารางที่ ข1

ตารางที่ ข1 น้ำหนักประมาณของตัวอย่างถ่านที่ใช้วิเคราะห์ค่าไอโอดีนัมเบอร์

M				M			
E	C = 0.01	C = 0.02	C = 0.03	E	C = 0.01	C = 0.02	C = 0.03
300	3.766	3.300	2.835	1550	0.729	0.639	0.549
350	3.228	2.829	2.430	1600	0.706	0.619	0.532
400	2.824	2.475	2.126	1650	0.685	0.600	0.515
450	2.510	2.200	1.890	1700	0.665	0.582	0.500
500	2.259	1.980	1.701	1750	0.646	0.566	0.486
550	2.054	1.800	1.546	1800	0.628	0.550	0.472
600	1.883	1.650	1.417	1850	0.611	0.535	0.460
650	1.738	1.523	1.308	1900	0.595	0.521	0.448
700	1.614	1.414	1.215	1950	0.579	0.508	0.436
750	1.506	1.320	1.134	2000	0.565	0.495	0.425
800	1.412	1.238	1.063	2050	0.551	0.483	0.415
850	1.329	1.165	1.001	2100	0.538	0.471	0.405
900	1.255	1.100	0.945	2150	0.525	0.460	0.396
950	1.189	1.042	0.895	2200	0.513	0.450	0.387
1000	1.130	0.990	0.850	2250	0.502	0.440	0.378
1050	1.076	0.943	0.810	2300	0.491	0.430	0.370
1100	1.027	0.900	0.773	2350	0.481	0.421	0.362
1150	0.982	0.861	0.740	2400	0.471	0.413	0.354
1200	0.941	0.825	0.709	2450	0.461	0.404	0.347
1250	0.904	0.792	0.680	2500	0.452	0.396	0.340
1300	0.869	0.762	0.654	2550	0.443	0.388	0.334
1350	0.837	0.733	0.630	2600	0.434	0.381	0.327
1400	0.807	0.707	0.607	2650	0.426	0.374	0.321
1450	0.779	0.683	0.587	2700	0.418	0.367	0.315
1500	0.753	0.660	0.567	2750	0.411	0.360	0.309

ภาคผนวก ค

ภาคผนวก ค

การคำนวณไอโซเทอมการดูดติดผิวตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์

ตารางที่ ค1 ผลการคำนวณค่า X/M และ C ของการดูดติดผิวตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์ของ
ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากกะลามะพร้าว

น้ำหนักถ่าน M (กรัม) / 100 มิลลิลิตร	ค่าที่วัดได้ C (mg) / 100 มิลลิลิตร	X (mg) / 100 มิลลิลิตร	X/M (mg/g) / 100 มิลลิลิตร
0.00	1.1212	-	-
0.01	0.7646	0.357	35.66
0.02	0.8286	0.293	14.63
0.04	0.6802	0.441	11.025
0.1	0.1636	0.958	9.576
0.2	0.0764	1.045	5.224

หมายเหตุ ความเข้มข้นตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์เริ่มต้นเท่ากับ 11.212 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากสมการฟรอนดลิช $X/M = K_F C^{1/n}$

เมื่อนำตัวเลขในตารางไปสร้างกราฟลอการิทึม และกำหนดรูปแบบเส้นแนวโน้มเป็นยกกำลังจะได้

สมการฟรอนดลิชของ ถ่าน ord NO143/04 คือ $X/M = 21.097C^{0.5122}$

ค่า R^2 ของสมการ = 0.6243

ตารางที่ ค2 ผลการคำนวณค่า X/M และ C ของการดูดติดผิวตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์ของ
ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากชังข้าวโพด

น้ำหนักถ่าน M (กรัม) / 100 มิลลิลิตร	ค่าที่วัดได้ C (mg) / 100 มิลลิลิตร	X (mg) / 100 มิลลิลิตร	X/M (mg/g) / 100 มิลลิลิตร
0.00	1.1212	-	-
0.01	0.8284	0.293	29.28
0.02	0.953	0.168	8.41
0.04	0.4012	0.720	18
0.1	0.5178	0.603	6.034
0.2	0.3482	0.773	3.865

หมายเหตุ ความเข้มข้นตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์เริ่มต้นเท่ากับ 11.212 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากสมการฟรุนดลิช $X/M = K_F C^{1/n}$

เมื่อนำตัวเลขในตารางไปสร้างกราฟลอการิทึม และกำหนดรูปแบบเส้นแนวโน้มเป็นยกกำลังจะได้

สมการฟรุนดลิชของ ถ่าน ord No 143/04 คือ $X/M = 15.921C^{0.8007}$

ค่า R^2 ของสมการ = 0.1857

ตารางที่ ๓3 ผลการคำนวณค่า X/M และ C ของการดูดติดผิวตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์ของ
ถ่าน ord NO 143/04

น้ำหนักถ่าน M (กรัม) / 100 มิลลิลิตร	ค่าที่วัดได้ C (mg) / 100 มิลลิลิตร	X (mg) / 100 มิลลิลิตร	X/M (mg/g) / 100 มิลลิลิตร
0.00	1.1212	-	-
0.01	0.729	0.3922	39.22
0.02	0.3894	0.7318	36.59
0.04	0.3018	0.8194	20.485
0.1	0.0406	1.0806	10.806
0.2	0.0322	1.089	5.445

หมายเหตุ ความเข้มข้นตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์เริ่มต้นเท่ากับ 11.212 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากสมการฟรุนดลิช $X/M = K_F C^{1/n}$

เมื่อนำตัวเลขในตารางไปสร้างกราฟลอการิทึม และกำหนดรูปแบบเส้นแนวโน้มเป็นยกกำลังจะได้

สมการฟรุนดลิชของ ถ่าน ord NO143/04 คือ $X/M = 49.704C^{0.568}$

ค่า R^2 ของสมการ = 0.9104

ภาคผนวก ง

ภาคผนวก ง

การคำนวณต้นทุนในการผลิตถ่านกัมมันต์ 1 กิโลกรัม

ตารางที่ ง1 ผลการคำนวณต้นทุนการผลิตถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากกะลามะพร้าว 1 กิโลกรัม

ประเภทค่าใช้จ่าย	ปริมาณที่ใช้	ราคาต่อหน่วย	ค่าใช้จ่าย
ค่าเกลือแกลง	4.6 กิโลกรัม	5 บาท/กิโลกรัม	23
ค่าไฟฟ้า	2 UNIT	3.5 บาท/UNIT	7
ค่าน้ำกลั่น	1 ลิตร	4 บาท/ลิตร	4
ค่าน้ำประปา	10 ลิตร	1 บาท/100ลิตร	0.1
รวม			34.1

หมายเหตุ ปริมาณที่ใช้ในการผลิตถ่านกัมมันต์ 1 กิโลกรัม เป็นค่าประมาณจากการทดลอง

ตารางที่ ง2 ผลการคำนวณต้นทุนการผลิตถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากซังข้าวโพด 1 กิโลกรัม

ประเภทค่าใช้จ่าย	ปริมาณที่ใช้	ราคาต่อหน่วย	ค่าใช้จ่าย
ค่าเกลือแกลง	6.6 กิโลกรัม	5 บาท/กิโลกรัม	33
ค่าไฟฟ้า	2.5 UNIT	3.5 บาท/UNIT	8.75
ค่าน้ำกลั่น	1 ลิตร	4 บาท/ลิตร	4
ค่าน้ำประปา	10 ลิตร	1 บาท/100ลิตร	0.1
รวม			45.85

หมายเหตุ ปริมาณที่ใช้ในการผลิตถ่านกัมมันต์ 1 กิโลกรัม เป็นค่าประมาณจากการทดลอง

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายวีรุฒิ แพร่พานิชกุล
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 9 มิถุนายน 2524
สถานที่เกิด	อ่างทอง
ประวัติการศึกษา	ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนวิเศษไชยชาญ “ตันติวิทยานูมิ” จังหวัดอ่างทอง ระดับอุดมศึกษา วท.บ.(วิทยาศาสตร์) ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพมหานคร (พ.ศ. 2547)
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	