

การจัดการของเสียจากการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์

Waste Management from Organic Chemistry Laboratory

กนกพร สุพงษ์ E-mail : kukanokp@kmitl.ac.th

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ใช้เทคนิคทางเคมีพื้นฐานในการนำของเสียทางเคมีจากห้องปฏิบัติการเคมีกลับมาใช้ใหม่ ของเสียดังกล่าวประกอบไปด้วยกรดเบนโซอิก 4-ไนโตรอะนีน 2-แนพทอล และ เอทิลแอซิเตต โดยจากการกลั่นแบบสุญญากาศ สามารถผลิตเอทิลแอซิเตตให้ผลผลิตถึง 81.78 % และจากการบำบัดของกากเอทิลแอซิเตตด้วยวิธีการสกัดด้วยกรด-เบส ทำให้ได้สารอินทรีย์ทั้งสามชนิดปริมาณ 0.37% 0.68% 0.52% ตามลำดับ และจากการวินิจฉัยสารอินทรีย์ที่ได้โดยใช้ฟูเรียร์อินฟราเรดสเปกโตรโฟโตมิเตอร์และปฏิกิริยาเคมี

ผลการทดลองพบว่าฟูเรียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี สามารถระบุกลุ่มการทำงานของสารประกอบอินทรีย์โดยใช้ร่วมกับปฏิกิริยาทางเคมีได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ : เอทิลแอซิเตต, กรดเบนโซอิก, 4-ไนโตรอะนีน, 2-แนพทอล, ฟูเรียร์อินฟราเรด

Abstract

The purpose of this research is the study of reuse and characterization of organic compounds in waste chemical from the Chemistry Laboratory . A large amount of waste including benzoic acid , 4-nitroaniline, 2-naphthol and ethyl acetate can be used to produce ethyl acetate by vacuum distillation. The experimental results show that ethyl acetate yield can reach 81.78 % through vacuum distillation. Treatment of waste ethyl acetate extraction by acid - base to get three organic compounds. The benzoic acid yield can reach 0.37 % , the 4-nitroaniline yield can reach 0.68 % and the 2-Naphthol yield can reach 0.52 % through acid-base extraction. Identification of them can be used Fourier Transform Infrared (FT – IR) spectrophotometer and chemical reaction .The results showed that Fourier infrared (FT - IR) spectroscopy can identify functional groups of organic compounds by combining with the chemical reaction as well.

Keywords: ethyl acetate, benzoic acid, 4-Nitroaniline, 2-naphthol, Fourier Transform Infrared

บทนำ

ห้องปฏิบัติการทางเคมีเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่สำคัญ เพราะการเรียนการสอนปฏิบัติ การย่อมมีการใช้สารเคมี โดยเฉพาะในวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ ของเสียทางเคมี(waste) ที่เกิดจากการทดลองจะมีลักษณะคอลลอยด์ที่ประกอบไปด้วย เอทิลแอซิเตต กรดเบนโซอิก 2-แนพทอล และ4-ไนโตรอะนีน หากมีการหายใจสารอินทรีย์ดังกล่าวเข้าไปอาจก่อให้เกิดการระคายเคืองและเผาไหม้เยื่อเมือก ถ้าสัมผัสถูกผิวหนังจะก่อให้เกิดการระคายเคือง หากกลืนหรือกินเข้าไปจะก่อให้เกิดการระคายเคืองทางเดินอาหาร คลื่นไส้ อาเจียน ถ้าสัมผัสถูกตาจะก่อให้เกิดการระคายเคือง สารอินทรีย์ดังกล่าวนี้มีผลทำลายปอด ทรวงอก ระบบทางเดินหายใจ(กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

โดยทั่วไปอันตรายที่จะเกิดขึ้นจากของเสียอันตรายแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับ คุณสมบัติความเป็นพิษ โอกาสของการได้รับ ระยะเวลาในการสัมผัส ความเข้มข้นของการสัมผัส โดยถ้าได้รับสารพิษเข้าไปในปริมาณสูง อาจทำให้เกิดการเจ็บป่วย และเสียชีวิตในเวลาอันสั้น แต่ถ้าได้รับในปริมาณน้อย ก็จะสะสมในร่างกายส่งผลต่อสุขภาพในระยะยาว นอกจากผลกระทบทางด้านสุขภาพอนามัยแล้ว ถ้าทิ้งลงอ่างน้ำในห้องปฏิบัติการอาจจะส่งผลกระทบและก่อปัญหามลพิษต่อแหล่งน้ำและผิวดิน ส่วนผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคม เมื่อมีผู้เจ็บป่วยไม่สามารถทำงานได้ เกิดภาวะความพิการและว่างงานซึ่งจะกลายเป็นปัญหาระดับชาติต่อไป

ดังนั้นเพื่อลดปัญหาดังกล่าว ในงานวิจัยจึงเสนอแนวทางนำของเสียเคมีดังกล่าว มาผ่านกระบวนการการกลั่นแบบสูญญากาศเพื่อแยกเอทิลแอซิเตต(Ethyl acetate) แล้วนำกระบวนการสกัดด้วยตัวทำละลายกรด-เบส เพื่อแยกกรดเบนโซอิก 2-แนพทอล และ 4-ไนโตรอะนีสีน ออกจากของเสียทางเคมี แล้วมีการทดสอบเอกลักษณ์ของสารอินทรีย์ที่แยกได้โดยใช้ปฏิกิริยาเคมีของกรดคาร์บอกซิลิก ฟีนอล เอมีน ตามลำดับ ร่วมกับการใช้เครื่องมือวิเคราะห์สารด้วยรังสีอินฟราเรด (FT-IR)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

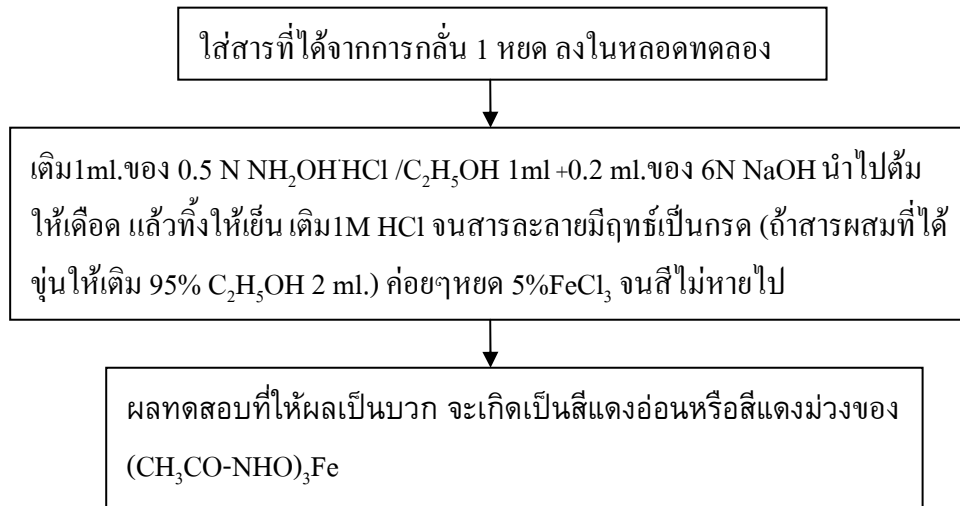
1. เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการของเสียเคมีโดยใช้หลักการป้องกันมลพิษ(Pollution Prevention) ทำให้ลดปัญหามลพิษ การปนเปื้อนจากห้องปฏิบัติการเคมีสู่สิ่งแวดล้อม
2. เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ปฏิกิริยาเคมีร่วมกับการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ทางเคมีในการพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารอินทรีย์
3. ลดงบประมาณของสาขาวิชาเคมีในการกำจัดของเสียอันตรายจากการทดลอง

วิธีการวิจัย

1. การแยกสารอินทรีย์โดยใช้เทคนิคเคมีจากห้องปฏิบัติการเคมีอาคารศูนย์เรียนรวมสมเด็จพระเทพฯ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

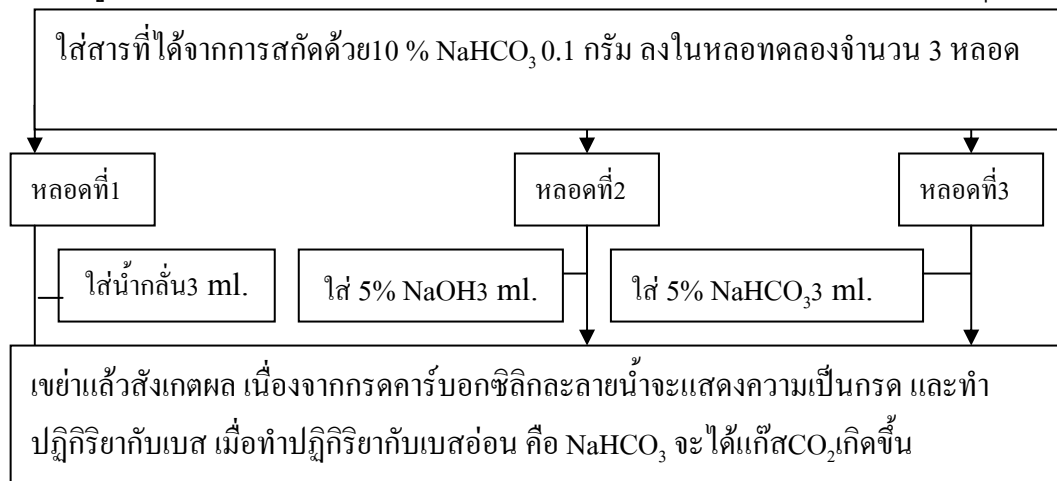
2. การพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารอินทรีย์ที่ได้จากของเสียทางเคมีโดยใช้ปฏิกิริยาเคมี

2.1 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของเอทิลแอซิดเตตโดยใช้ไฮดรอกซิลเอมีนไฮโดรคลอไรด์และเฟอร์ริกคลอไรด์(Hydroxamic Acid Test) (สมยศ, 2534)



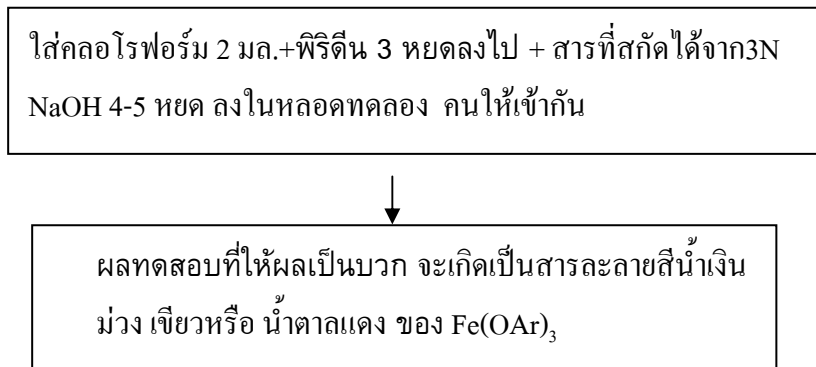
ภาพ 2 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของเอทิลแอซิดเตตโดย Hydroxamic Acid Test

2.2 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของBenzoic acid โดยใช้ปฏิกิริยาแสดงความเป็นกรด (พัชนี และ สุจินต์, 2553)



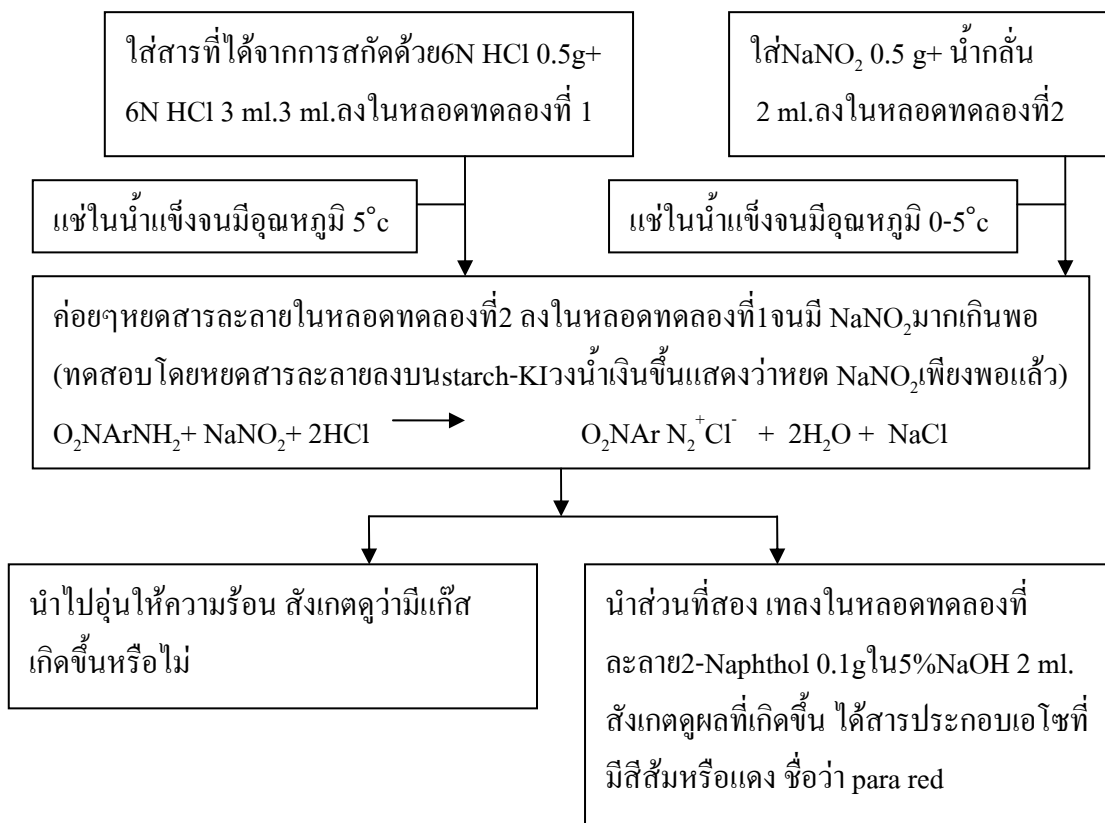
ภาพ 3 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของBenzoic acid โดยใช้ปฏิกิริยาแสดงความเป็นกรด

2.3 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของ2-Napthol ด้วยเฟอร์ริกคลอไรด์และไพรีดีน(Ferric Chloride-Pyridine Reagent) (สมยศ, 2534)



ภาพ 4 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของ 2-Naphthol โดย Ferric Chloride-Pyridine Reagent

2.4 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของ 4-Nitroaniline โดยใช้ปฏิกิริยาเกิดเป็นสารสีแดง (Azo dye) (พัชนี และ สุจินต์, 2553)



ภาพ 5 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของ 4-Nitroaniline ด้วยปฏิกิริยาเกิด Azo dye

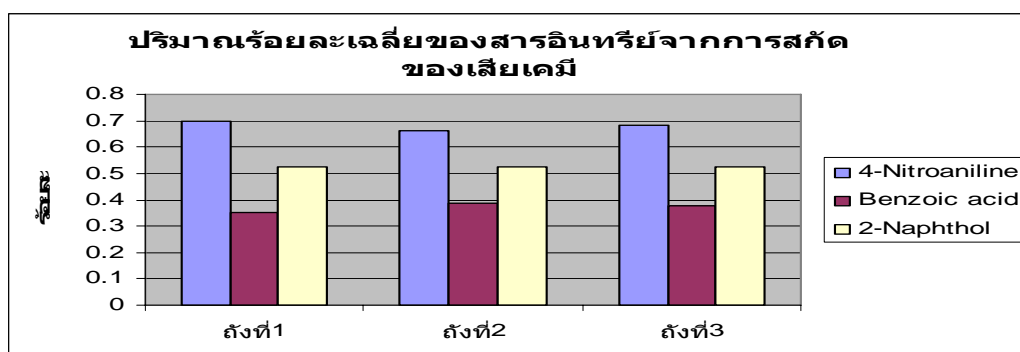
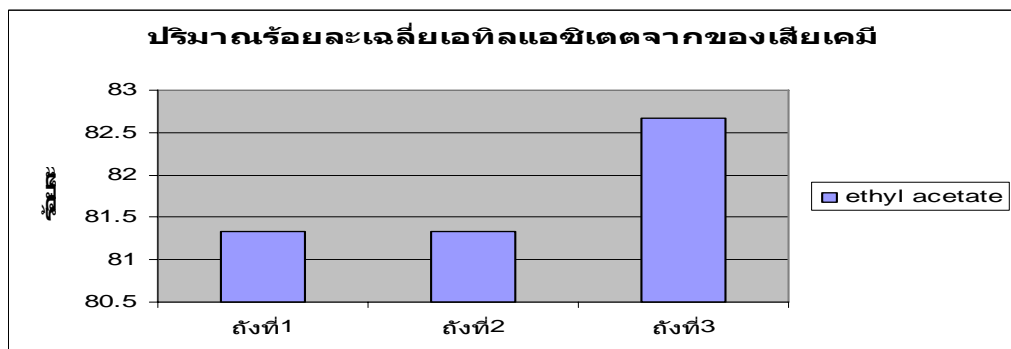
3. การใช้ฟูเรียร์อินฟราเรดสเปกโตรโฟโตมิเตอร์เพื่อพิสูจน์เอกลักษณ์ของสาร

ในการวิเคราะห์อินฟราเรดสเปกตรัมของสาร unknown จะมุ่งความสนใจต่อแถบดูดกลืนรังสีของหมู่ฟังก์ชันหลักที่สำคัญๆ เช่น C=O , O-H , N-H , C-O , C=C และ NO_2 ซึ่งจะทำให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างของสาร (แมน และ อมร, 2539)

ผลการทดลอง 1. ปริมาณร้อยละของสารอินทรีย์ที่แยกได้จากของเสียเคมี

ตาราง 1 ปริมาณร้อยละของสารอินทรีย์ที่แยกได้จากของเสียเคมี

ถังที่	ครั้งที่	%Ethyl acetate	%4-Nitroaniline	%Benzoic acid	%2-Naphthol
1	1	81	0.73	0.33	0.53
		83	0.69	0.36	0.51
		80	0.65	0.37	0.53
2	1	82	0.64	0.38	0.52
	2	81	0.64	0.37	0.53
	3	81	0.71	0.41	0.53
3	1	84	0.71	0.37	0.52
	2	82	0.69	0.37	0.51
	3	82	0.65	0.39	0.54
	ค่าเฉลี่ย	81.78	0.68	0.37	0.52
		1.09	0.04	0.02	0.01
		1.32	5.45	4.78	2.07



ภาพ 6 ปริมาณร้อยละของสารอินทรีย์ที่แยกได้จากของเสียเคมี

3. การพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารโดยใช้ปฏิกิริยาเคมี



ก. Blank test

ข. สารที่ได้จากการกลั่นของเสียเคมี

ภาพ 7 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารที่ได้จากการกลั่นโดยHydroxamic Acid Test

ตาราง 2 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารที่ได้จากการสกัดด้วย 10% NaHCO_3 โดยปฏิกิริยาแสดงความเป็นกรด

กรดเบนโซอิก/ในตัวทำละลาย	การละลาย	การเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส
1. น้ำ	ไม่ค่อยละลาย	น้ำเงิน \longrightarrow แดง
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	ละลาย	น้ำเงิน \longrightarrow แดง
3. สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต	ละลาย	น้ำเงิน \longrightarrow แดง



ก. ละลายใน CHCl_3

ข. ผลการทดสอบ

ภาพ 8



ก. ละลายใน 6N HCl

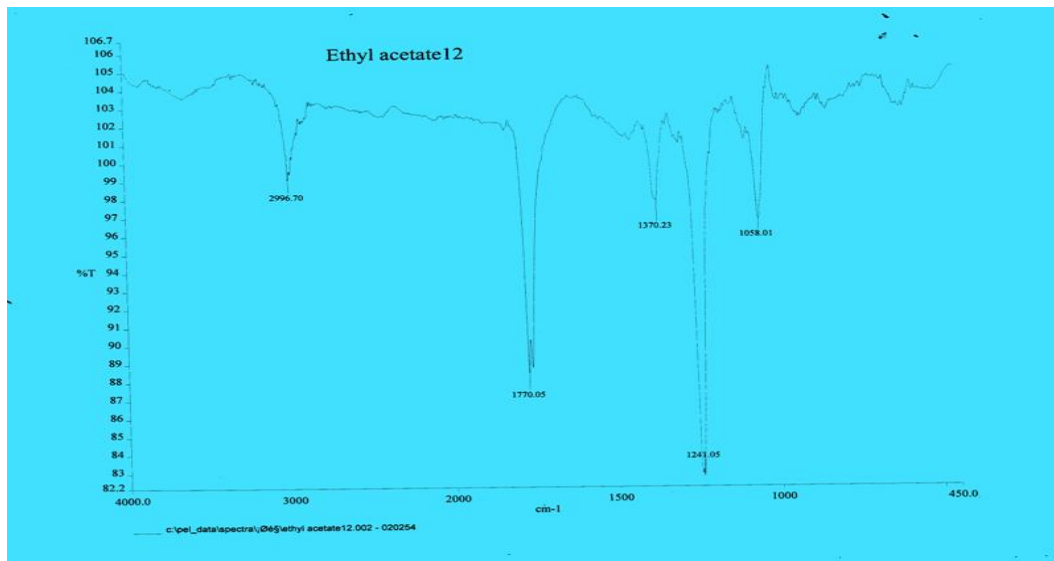
ข. ผลทดสอบ

ภาพ 9

ภาพ 8 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารที่ได้จากการสกัดด้วย 3N NaOH โดยปฏิกิริยาเฟอริกคลอไรด์และฟิรดิน

ภาพ 9 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารที่ได้จากการสกัดด้วย 6 N HCl โดยปฏิกิริยาเกิดเป็นสารสีแดง

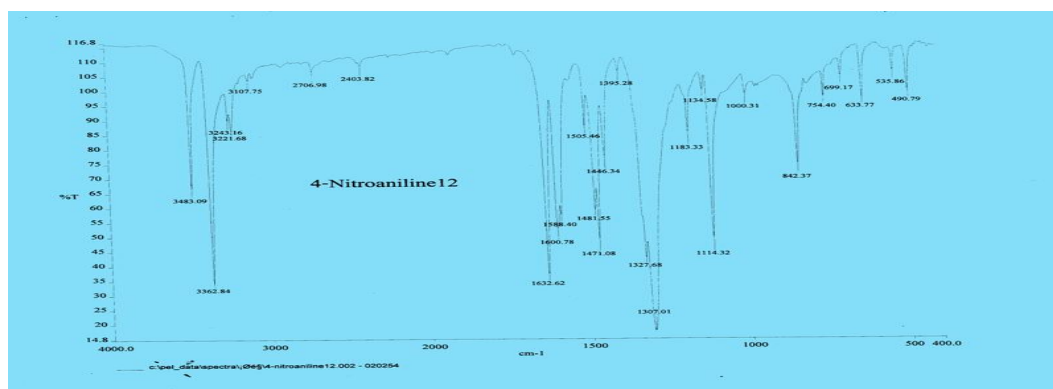
3. การพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารโดยใช้ฟูเรียร์อินฟราเรดสเปกโตรโฟโตมิเตอร์



ภาพ 10 IR สเปกตรัมของสารที่ได้จากการกลั่นของเสีย

ตาราง 3 ตารางบันทึก IR สเปกตรัมของสารที่ได้จากการกลั่นของเสียด้วยเทคนิคFT-IR

ความถี่ (cm ⁻¹)	แถบของการยืด
ใกล้ 1770	C=O stretching
1000-1300 ใกล้ 1246	C-O stretching ใกล้ 1246 cm ⁻¹ แสดงว่าเป็นสารประกอบเอสเทอร์
ใกล้ 1370	การสั่นแบบงอที่ไม่สมมาตรของหมู่เมธีลที่ติดกับหมู่คาร์บอนิล
2900-3000	C-H stretching of Aliphatic
สรุปได้ว่าเป็นสารประกอบของเอสเทอร์โดยมีหมู่เมธีลติดอยู่กับหมู่คาร์บอนิล	



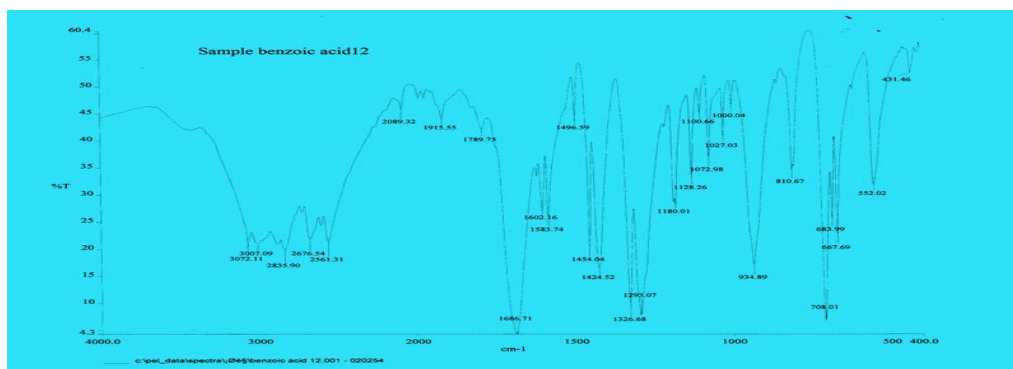
ภาพ 11 IR สเปกตรัมของสารที่ได้จากสกัดด้วย 6N HCl

บทความฉบับเต็ม ภาคโปสเตอร์

การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2554

ตาราง 4 ตารางบันทึก IR สเปกตรัมของสารที่ได้จากสกัดโดย 6N HCl ด้วยเทคนิค FT-IR

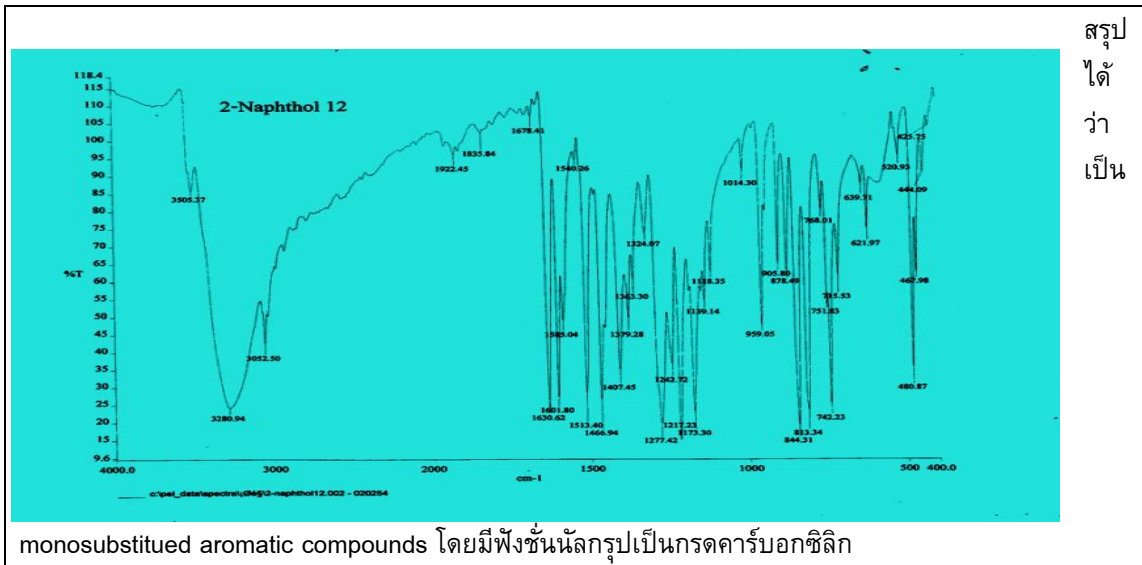
ความถี่ (cm^{-1})	แถบการยืด
3300-3400	มี 2 แถบ แสดงว่าเป็น N-H Stretching ของ 1° Amine
ใกล้ 800	N-H out of plane
1250-1350	C-N Stretching ของ Aromatic amine
3000-3100 cm^{-1}	C-H Stretching ของ Aromatic
800-850 cm^{-1}	C-H bending ของ para-disubstituted ring
1300-1390 cm^{-1} , 1500-1600	N=O คอนจูเกตกับพันธะคู่หรือวงแหวนอะโรมาติก
1450-1600	C=C stretching of aromatic เพราะพีคมีความแหลมคม
สรุปได้ว่าสารตัวอย่างเป็น para-disubstituted ring โดยมีฟังก์ชันนัล กรุ๊ปเป็น 1° Amine และ มีหมู่ไนโตร คอนจูเกตกับพันธะคู่หรือวงแหวนอะโรมาติก	



ภาพ 12 IR สเปกตรัมของสารที่ได้จากสกัดด้วย 10% NaHCO_3

ตาราง 5 ตารางบันทึก IR สเปกตรัมของสารที่ได้จากสกัดโดย 10% NaHCO_3 ด้วยเทคนิค FT-IR

ความถี่ (cm^{-1})	แถบการยืด
ช่วงใกล้ 1700	C=O conjugated stretching
1000-13000	C-O stretching มีความเข้มสูง
ประมาณ 930	O-H Bendind
2400-3400	O-H stretching
3000-3100	C-H stretching of Aromatic compounds
ความเข้มสูงใกล้ 690 และ 750	=CH out of plane bending of monosubstituted aromatic compounds
1450-1600	C=C stretching of aromatic เนื่องจากพีคมีความแหลมคม



ภาพ 13 IR สเปกตรัมของสารที่ได้จากการสกัดด้วย 3N NaOH

ตาราง 6 ตารางบันทึก IR สเปกตรัมของสารที่ได้จากการสกัดด้วย 3N NaOH ด้วยเทคนิค FT-IR

ความถี่ (cm^{-1})	แถบของการยืด
3200-3500	O-H stretching
ใกล้ 1223	C-O stretching of Phenol compound
1450-1600	C=C stretching of aromatic เนื่องจากฟีนอลมีความแหลมคม
3000-3100	C-H stretching of Aromatic compounds เนื่องจากฟีนอลมีความแหลมคม

จากข้อมูลดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าสารตัวอย่างเป็นสารประกอบของฟีนอล

อภิปรายและสรุปผล

1. จากผลการทดลองการแยกสารอินทรีย์ พบว่าเมื่อใช้ปฏิกิริยาเคมีทดสอบร่วมกับ การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR

1.1 ตัวทำละลายอินทรีย์ที่แยกได้โดยการกลั่นแบบลดความดัน คือ เอทิลแอซิเตต ร้อยละของสารจากของเสียทางเคมี = 81.78 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์=1.09 ค่าร้อยละความเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์(%RSD) = 1.32

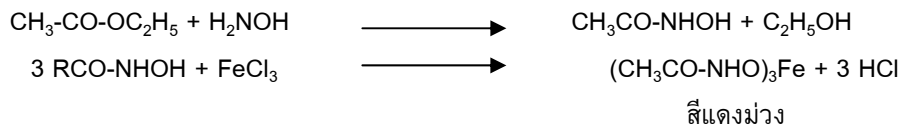
1.2 สารอินทรีย์ที่สกัดได้ในตัวทำละลายกรดแก่ คือ 4-ไนโตรอะนิลีน ร้อยละของสารจากของเสียทางเคมี = 0.6788 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์=0.0369 ค่าร้อยละความเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์(%RSD) = 5.45

1.3 สารอินทรีย์ที่สกัดได้ในตัวทำละลายเบสอ่อน คือ กรดเบนโซอิก ร้อยละของสาร จากของเสียทางเคมี = 0.3722 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์=0.0177 ค่าร้อยละความเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์(%RSD) = 4.7797

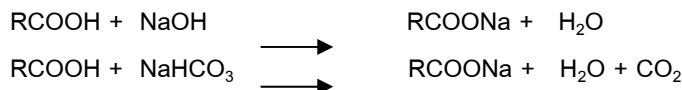
1.4 สารอินทรีย์ที่สกัดได้ในตัวทำละลายเบสแก่ คือ 2-แนพทอล ร้อยละของสาร จากของเสียทางเคมี = 0.5244 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์=0.0108 ค่าร้อยละความเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์(%RSD) = 2.0695

2. การพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารที่ได้จากการสกัดโดยใช้ปฏิกิริยาเคมี

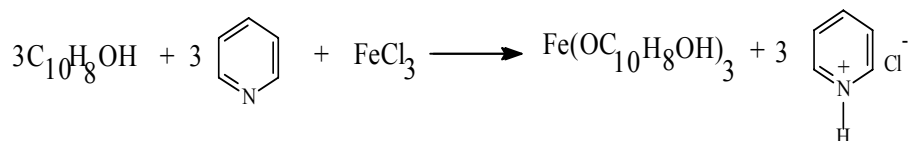
ก. การพิสูจน์เอกลักษณ์ของเอทิลอะซีเตทโดยใช้ไฮดรอกซิลเอมีนไฮโดรคลอไรด์และเฟอร์ริกคลอไรด์ (Hydroxamic Acid Test) จะเกิดเป็นสีแดงม่วงจากปฏิกิริยา



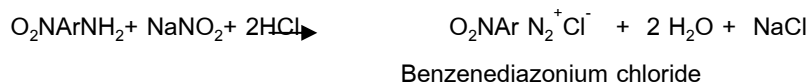
ข. การพิสูจน์เอกลักษณ์ของกรดเบนโซอิกโดยใช้ปฏิกิริยาแสดงความเป็นกรด



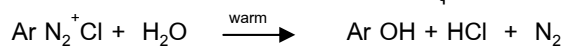
ค. การพิสูจน์เอกลักษณ์ของ 2-Naphthol ด้วยเฟอร์ริกคลอไรด์และพิริดีน (Ferric Chloride-Pyridine Reagent) จะเกิดเป็นสีน้ำตาลแดงจากปฏิกิริยา $\text{Fe}(\text{O C}_{10}\text{H}_8)_3$



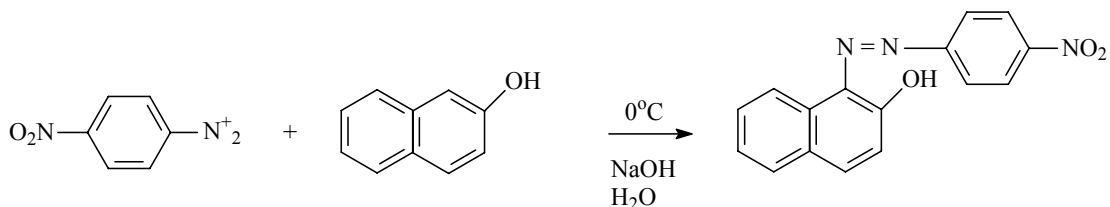
ง. การพิสูจน์เอกลักษณ์ด้วยปฏิกิริยา Azo dye ของ 4-Nitroaniline จะเกิดเป็นสีแดงจาก



เมื่อนำเกลือ benzenediazonium chloride มาอุ่นให้ร้อนจะสลายตัวได้แก๊สไนโตรเจน



เกลือไดอะโซเนียมของ 4-Nitroaniline ทำปฏิกิริยากับ 2-Naphthol ได้สารประกอบเอโซที่มีสีส้มหรือแดงชื่อว่า Parared ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น เรียกว่า ปฏิกิริยาคู่ควบ (Coupling reaction)



ข้อเสนอแนะ

1. ในเชิงปฏิบัติ อาจใช้การกลั่นเอทิลอะซีเตตออกจากของเสียทางเคมี แล้วส่งของเสียทางเคมี ที่เหลือส่งกำจัดยังหน่วยงานภายนอก เนื่องจากปริมาณของสารอินทรีย์ที่เหลือหลังจากแยก เอทิลอะซีเตตมีปริมาณไม่สูงมากนัก
2. ควรมีการออกแบบชุดสกัดใหม่ให้มีลักษณะต่อเนื่องมากกว่าการใช้กรวยแยก

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554 คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้วิจัยขอขอบคุณหน่วยงานดังกล่าวที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยตลอดโครงการวิจัยนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีของงานวิจัย ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่านและบิดาผู้ล่วงลับ

บทความฉบับเต็ม ภาคโปสเตอร์

การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2554

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2548. แนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ. พิมพ์ครั้งที่5.

กรุงเทพมหานคร: กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

พัชนี เจริญยิ่ง และ สุจินต์ ตันติพิสิฐกุล. 2553. ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์1. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาเคมีคณะ

วิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

แม่น อมรสิทธิ์ และ อมร เพชรสม. 2539. หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ. กรุงเทพมหานคร: ชวนพิมพ์

สมยศ สุทธิไวยกิจ. 2534. เคมีอินทรีย์วิเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่4. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง