การวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

นางสาวนันทกา ไตรหัตถการ
นางสาวพจมาน แสงนวล
นายสราวุธ เหล็งเอี่ยม

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาเคมีอุตสาหกรรม-เครื่องมือวิเคราะห์
ภาควิชาเคมี
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

T107824

นางสาว นันทกา ไตรหัตถการ
นางสาว พจมาน แสงนวล
นาย สราวุธ เหลี่งเอี่ยม

วท.
ว621ก
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.107824
วัน,เดือน,ปี.....14 พ.ค. 2553

b.12211862
i.....

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาเคมีอุตสาหกรรม-เครื่องมือวิเคราะห์
ภาควิชาเคมี
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

นางสาว นันทกา ไตรหัตถการ

นางสาว พจมาน แสงนวล

นาย สราวุธ เหล็งเอี่ยม

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาเคมีอุตสาหกรรม-เครื่องมือวิเคราะห์

ภาควิชาเคมี

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Determination of Ethanol in Alcoholic Beverages

Miss Nuntaka Traihatthakarn

Miss Pojamarn Sangnual

Mr. Saravoot Leng-iam

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of

Bachelor of Science

Department of Chemistry

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Acedemic Year 2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษ	การวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์
นักศึกษา	นางสาว นันทกา ไตรหัตถการ
	นางสาว พจมาน แสงนวล
	นาย สราวุธ เหล็งเอี่ยม
ภาควิชา	เคมี คณะวิทยาศาสตร์
สาขาวิชา	เคมีอุตสาหกรรม-เครื่องมือวิเคราะห์
ปีการศึกษา	2549
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. วิบูลย์ ประดิษฐ์เวียงคำ
	อ. สุจินต์ ตันติพิสิฐกุล

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการตรวจสอบ	**ลายมือชื่อ**
ประธานกรรมการ รศ.อรุณี คงศักดิ์ไพศาล	.....
กรรมการ อ.พรทิพย์ ศัพทอนันต์	.....
กรรมการ ดร.วิบูลย์ ประดิษฐ์เวียงคำ	.....

.....

(ผศ.ดร.ประยงค์ ดวงดี)

หัวหน้าภาควิชาเคมี

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษ	การวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์
นักศึกษา	นางสาว นันทกา ไตรหัตถการ
	นางสาว พจมาน แสงนวล
	นาย สราวุธ เหล็งเอี่ยม
ภาควิชา	เคมี คณะวิทยาศาสตร์
สาขาวิชา	เคมีอุตสาหกรรม-เครื่องมือวิเคราะห์
ปีการศึกษา	2549
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. วิบูลย์ ประดิษฐ์เวียงคำ
	อ. สุจินต์ ตันติพิสิฐกุล

บทคัดย่อ

โครงงานพิเศษนี้ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์โดยสกัดเอทานอลเข้าสู่ชั้นคลอโรฟอร์ม และตรวจวัดด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี (GC) โดยมีเครื่องตรวจวัด คือ Flame Ionization Detector (FID) และเทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (FT-IR) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการวิเคราะห์ คือ อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟอร์มกับสารตัวอย่าง เพื่อสกัดเอทานอลเข้าสู่ชั้นคลอโรฟอร์ม พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมคือ คลอโรฟอร์ม : สารตัวอย่าง เท่ากับ 5 mL : 10 mL ความเที่ยงของการสกัดสารตัวอย่างขวดเดียวกัน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์เท่ากับ ±1.84% สำหรับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC-FID และ ±2.03% สำหรับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR ตามลำดับ ความเที่ยงของการสกัดสารตัวอย่างต่างขวดกัน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์เท่ากับ ±1.84% สำหรับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC-FID และ ±1.38% สำหรับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR ตามลำดับ ความเที่ยงของการฉีดและการวัด มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์เท่ากับ ±2.92% สำหรับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC-FID และ ±1.60% สำหรับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR ตามลำดับ ใช้สภาวะที่เหมาะสมทำการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ 10 ตัวอย่าง พบว่าที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ปริมาณเอทานอลที่วิเคราะห์ได้ด้วยวิธี GC-FID และวิธี FT-IR ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับปริมาณเอทานอลที่ระบุไว้ที่ฉลาก การศึกษาความแม่นของวิธีวิเคราะห์ พบว่าให้ค่าร้อยละของการกลับได้คืนอยู่ในช่วง 85-111%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	Determination of Ethanol in Alcoholic Beverages	
Name	Miss Nuntaka	Traihatthakarn
	Miss Pojamarn	Sangnual
	Mr. Saravoot	Leng-iam
Department	Chemistry	
Program	Industrial Chemistry – Analytical Instrumentation	
Academic Year	2006	
Special Project Advisor	Dr. Wiboon	Praditweangkum
	Mrs. Sujin	Tuntipisitkul

ABSTRACT

This special project is purposed to find out the optimum condition for the determination of ethanol in alcoholic beverages by extraction of ethanol into chloroform phase and detected using gas chromatography-flame ionization detector (GC-FID) and fourier transform infrared spectrometry (FT-IR). The extraction ratio between chloroform : sample was optimized at the ratio of 5 mL : 10 mL. The precision for the extraction of a same bottle show relative standard deviation (RSD) value of ±1.84% for GC-FID and ±2.03% for FT-IR. The RSD value of precision for the extraction of different bottles was ±1.84% for GC-FID and ±1.38% for FT-IR. The precision of the injection and the detection was found at RSD of ±2.92% for GC-FID and ±1.60% for FT-IR. The determination of ethanol in alcoholic beverage samples was illustrated that at the 95% confidence level, the analysis results and the label amount was not significant difference. The accuracy was obtained as the recovery of 85-111%.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษนี้สามารถลุล่วงไปด้วยดีในครั้งนี้ สืบเนื่องมาจากความร่วมมือและความกรุณาของทุกๆท่าน ทั้งอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.วิบูลย์ ประดิษฐ์เวียงคำ และอาจารย์สุจินต์ ตันติพิสิฐกุล รวมทั้งท่านคณะกรรมการ ที่กรุณาติดตาม ตรวจสอบดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดี จนโครงงานพิเศษนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องธุรการ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมี รวมทั้งแม่บ้านที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในทุกๆด้าน

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ญาติพี่น้อง และเพื่อนๆ รวมถึงรุ่นพี่ รุ่นน้องทุกๆคนที่ให้กำลังใจและช่วยเหลือในทุกๆด้านจนโครงงานพิเศษนี้สำเร็จในที่สุด

นางสาว นันทกา ไตรหัตถการ
นางสาว พจมาน แสงนวล
นาย สราวุธ เหล็งเอี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงงานพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ	1
1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ	1
1.4 ขั้นตอนของการวิจัยและวิธีการดำเนินงาน	1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 เครื่องดื่มแอลกอฮอล์	3
2.2 แอลกอฮอล์	3
2.2.1 การผลิตเอทานอล	4
2.2.2 ผลกระทบต่อสุขภาพร่างกาย	6
2.3 แก๊สโครมาโทกราฟี	8
2.3.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องโครมาโทกราฟี	8
2.3.2 เครื่องวัดสัญญาณชนิดเฟลมไอออไนเซชัน	9
2.4 เครื่องฟูริเออร์ทรานสฟอร์ม อินฟราเรดสเปกโทรมิเตอร์	11
2.4.1 ส่วนประกอบของเครื่องอินฟราเรดสเปกโทรมิเตอร์	11
2.4.2 การวิเคราะห์สารตัวอย่างที่เป็นของเหลว	12
2.5 การสกัดของเหลวด้วยของเหลว	13
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	15
3.1 สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	15
3.2 วิธีการดำเนินการทดลอง	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล	19
4.1 การศึกษาอัตราส่วนปริมาณที่เหมาะสมในการสกัด	19
4.2 การทำกราฟมาตรฐาน	26
4.3 การศึกษาความเที่ยงของการสกัด	28
4.3.1 ตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ขวดเดียวกัน	28
4.3.2 ตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ต่างขวดกัน	31
4.4 การศึกษาความเที่ยงของการฉีดและการวัด	32
4.5 การวิเคราะห์ปริมาณเอทานอลที่มีในตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์	35
4.6 การศึกษาความแม่นของวิธีวิเคราะห์	39
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	42
เอกสารอ้างอิง	44
ภาคผนวก	45
ภาคผนวก ก	46
ภาคผนวก ข	47
ภาคผนวก ค	49
ภาคผนวก ง	54
ภาคผนวก จ	56
ภาคผนวก ฉ	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงวัตถุดิบที่สามารถนำมาผลิตเอทานอลและปริมาณเอทานอลที่ผลิตได้ 6

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองเมื่อใช้อัตราส่วนระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอล ต่อคลอโรฟอร์ม ในอัตราส่วน 20 mL : 10 mL 19

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองเมื่อใช้อัตราส่วนระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอล ต่อคลอโรฟอร์ม ในอัตราส่วน 20 mL : 5 mL 20

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองเมื่อใช้อัตราส่วนระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอล ต่อคลอโรฟอร์ม ในอัตราส่วน 10 mL : 10 mL 21

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองเมื่อใช้อัตราส่วนระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอล ต่อคลอโรฟอร์ม ในอัตราส่วน 10 mL : 5 mL 22

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองเมื่อใช้อัตราส่วนระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอล ต่อคลอโรฟอร์ม ในอัตราส่วน 5 mL : 10 mL 23

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองเมื่อใช้อัตราส่วนระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอล ต่อคลอโรฟอร์ม ในอัตราส่วน 5 mL : 5 mL 24

ตารางที่ 4.7 แสดงค่า R^2 ของการหาอัตราส่วนระหว่างสารละลายมาตรฐาน เอทานอลต่อคลอโรฟอร์ม ในอัตราส่วนต่างๆ โดยเทคนิค GC-FID 25

ตารางที่ 4.8 แสดงค่า R^2 ของการหาอัตราส่วนระหว่างสารละลายมาตรฐาน เอทานอลต่อคลอโรฟอร์ม ในอัตราส่วนต่างๆ โดยเทคนิค FT-IR 26

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการทดลองค่า Area และ Retention time ของสารละลาย มาตรฐานเอทานอลในน้ำที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ 27

ตารางที่ 4.10 แสดงผลการทดลองที่ได้จากการสกัดตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ขวดเดียวกัน ด้วยคลอโรฟอร์ม ทั้งหมด 11 ครั้ง โดยเทคนิค GC-FID 29

ตารางที่ 4.11 แสดงผลการทดลองที่ได้จากการสกัดตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ขวดเดียวกัน ด้วยคลอโรฟอร์ม ทั้งหมด 11ครั้ง โดยเทคนิค FT-IR 30

ตารางที่ 4.12 แสดงผลการทดลองที่ได้จากการสกัดตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ต่างขวดกัน ด้วยคลอโรฟอร์ม โดยเทคนิค GC-FID 31

ตารางที่ 4.13 แสดงผลการทดลองที่ได้จากการสกัดตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ต่างขวดกัน ด้วยคลอโรฟอร์ม โดยเทคนิค FT-IR 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.14 แสดงผลการทดลองที่ได้จากการฉีดซ้ำตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ทั้งหมด 11 ครั้ง โดยเทคนิค GC-FID 33

ตารางที่ 4.15 แสดงผลการทดลองที่ได้จากการวัดซ้ำตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ทั้งหมด 11 ครั้ง โดยเทคนิค FT-IR 34

ตารางที่ 4.16 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ชนิดต่างๆ โดยเทคนิค GC-FID 35

ตารางที่ 4.17 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ชนิดต่างๆ โดยเทคนิค FT-IR 37

ตารางที่ 4.18 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณ Ethanol ในสารละลาย Spiked sample โดยเทคนิค GC-FID 40

ตารางที่ 4.19 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในสารละลาย Spiked sample โดยเทคนิค FT-IR 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงภาพส่วนประกอบของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี 9

รูปที่ 2.2 แสดงภาพลักษณะของ FID แบบต่างๆ 10

รูปที่ 2.3 แสดงภาพส่วนประกอบของเครื่องฟูริเออร์ทรานสฟอร์ม อินฟราเรดสเปกโทรมิเตอร์ 11

รูปที่ 2.4 แสดงเซลล์ใส่ตัวอย่างที่เป็นของเหลว ชนิด demountable cells 12

รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเอทานอลกับพื้นที่ใต้พีคที่ได้จากการใช้อัตราส่วนระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลต่อคลอโรฟอร์ม ในอัตราส่วน 20 mL : 10 mL 20

รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเอทานอลกับพื้นที่ใต้พีคที่ได้จากการใช้อัตราส่วนระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลต่อคลอโรฟอร์ม ในอัตราส่วน 20 mL : 5 mL 21

รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเอทานอลกับพื้นที่ใต้พีคที่ได้จากการใช้อัตราส่วนระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลต่อคลอโรฟอร์ม ในอัตราส่วน 10 mL : 10 mL 22

รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเอทานอลกับพื้นที่ใต้พีคที่ได้จากการใช้อัตราส่วนระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลต่อคลอโรฟอร์ม ในอัตราส่วน 10 mL : 5 mL 23

รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเอทานอลกับพื้นที่ใต้พีคที่ได้จากการใช้อัตราส่วนระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลต่อคลอโรฟอร์ม ในอัตราส่วน 5 mL : 10 mL 24

รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเอทานอลกับพื้นที่ใต้พีคที่ได้จากการใช้อัตราส่วนระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลต่อคลอโรฟอร์ม ในอัตราส่วน 5 mL : 5 mL 25

รูปที่ 4.7 กราฟมาตรฐานค่า Area ของ Std. Solution Ethanol in H_2O 27

รูปที่ 4.8 กราฟแสดง Repeatability ของตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี โดยทำการสกัดซ้ำ 11 ครั้ง โดยเทคนิค GC-FID 29

รูปที่ 4.9 กราฟแสดง Repeatability ของตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี โดยทำการสกัดซ้ำ 11 ครั้ง โดยเทคนิค FT-IR 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ 4.10 กราฟแสดง Repeatability ของตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี เมื่อทำการวิเคราะห์ซ้ำ11 ครั้ง โดยเทคนิค GC-FID 33

รูปที่ 4.11 กราฟแสดง Repeatability ของตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี เมื่อทำการวิเคราะห์ซ้ำ11 ครั้ง โดยเทคนิค FT-IR 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงานพิเศษ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมเครื่องดื่มแอลกอฮอล์มีเป็นจำนวนมากทั่วโลก ซึ่งแต่ละโรงงานมีการผลิต และกรรมวิธีการผลิตที่ต่างกันอาจส่งผลถึงปริมาณแอลกอฮอล์ที่ได้ในการผลิต โดยแต่ละโรงงานมีกรรมวิธีการตรวจสอบปริมาณเอทานอลที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจส่งผลกระทบแตกต่างกันไป

ในโครงงานพิเศษนี้ จึงได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลของเครื่องดื่มแอลกอฮอล์แต่ละประเภทโดยใช้เทคนิคการสกัดนำเอทานอลออกมาจากน้ำ โดยอาศัยคลอโรฟอร์มจากนั้นนำสารละลายที่ได้จากการสกัดไปวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลด้วย เครื่อง GC-FID และเครื่อง FT-IR ซึ่งในการวิเคราะห์นี้เครื่อง GC-FID และเครื่อง FT-IR ที่ใช้จะมีค่าความเบี่ยงเบนสูงเนื่องมาจากอายุการใช้งานที่นานมาก จึงต้องทำการตรวจสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องด้วยเพื่อความถูกต้องและแม่นยำในการวิเคราะห์ก่อน โดยทำการวิเคราะห์สารมาตรฐานก่อนที่จะนำกระบวนการวิเคราะห์ที่เหมาะสมไปใช้ในการวิเคราะห์สารตัวอย่างเพื่อหาปริมาณเอทานอลต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ

เพื่อศึกษาและพัฒนาวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอล โดยอาศัยการสกัดเอทานอลเข้าสู่ชั้นคลอโรฟอร์ม และตรวจวิเคราะห์โดยเทคนิคแก๊สโครมาโทรกราฟี และเทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี

1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ

1.ศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์โดยใช้เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี และเทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี

2.นำวิธีแก๊สโครมาโทกราฟี และเทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี ที่พัฒนาได้ใช้วิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

1.4 ขั้นตอนการทำวิจัยและการดำเนินงาน

1. สืบค้นแหล่งข้อมูลจากแหล่งที่เกี่ยวข้อง

2. วางแผนการทดลองโดยจัดหาอุปกรณ์ สารเคมี สารตัวอย่างและเครื่องมือที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ดำเนินการทดลองโดยศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลด้วยเครื่อง GC-FID และเครื่อง FT-IR

4. ใช้วิธี GC-FID และเครื่อง FT-IR ที่พัฒนาได้ วิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอล โดยใช้เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี และเทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี

2. สามารถนำวิธีที่พัฒนาได้นี้ ไปประยุกต์ใช้ในการหาปริมาณเอทานอลในตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ได้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ [1]

"สุรา" หมายถึง เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ชนิดที่ดื่มได้หรือเอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl Alcohol) ผสมอยู่ในปริมาณไม่เกิน 60 % ปริมาณดังกล่าวนี้เป็นเกณฑ์มาตรฐานสากล สำหรับปริมาณที่คนสามารถดื่มได้ (ขณะที่เมืองไทยอนุญาตให้มีปริมาณแอลกอฮอล์ได้สูงถึง 80 %)

สุราแบ่งเป็น 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

1. **สุราหมักหรือเมรัย** ได้จากการนำเมล็ดธัญพืช เช่น ข้าวชนิดต่าง ๆ ผลไม้ เช่น องุ่น น้ำตาลจากพืช เช่น น้ำตาลอ้อย น้ำตาลสด ไปหมักกับยีสต์จนเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนเป็นน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ดีกรี อ่อน ๆ กลายเป็นน้ำเมาที่รสชาติดี ได้แก่ เบียร์ ไวน์ แชมเปญ กระแช่ สาโท น้ำตาลเมา สาเก เป็นต้น
2. **สุรากลั่น คือ** การนำสุราหมักมาผ่านกรรมวิธีการต้มกลั่นอีกครั้ง จนได้แอลกอฮอล์ที่มีดีกรีสูงขึ้น เช่น วิสกี้ บรั่นดี รัม คอนยัค เหล้าโรงหรือเหล้าขาว และสุราผสมพิเศษของไทยที่นำเหล้าโรงมาปรุงแต่งกลิ่นรส เช่น แม่โขง แสงทิพย์

2.2 แอลกอฮอล์ [2]

แอลกอฮอล์ หรือที่คนไทยเรียกว่า สุราหรือเหล้า เป็นสารธรรมชาติที่ได้มาจากกระบวนการหมักน้ำตาล (เช่น จากข้าว องุ่น ข้าวโพด) กับยีสต์ เกิดเป็นสารที่เรียกว่า เอทานอล* (ethanol) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในเครื่องดื่มประเภทสุรา แต่การที่จะดื่มเอทานอลที่บริสุทธิ์เพียงอย่างเดียวนั้น ไม่ สามารถดื่มได้ เพราะรสชาติแรงบาดคอ จึง ต้องมีส่วนผสมเพื่อให้รสชาติดีขึ้น เราเรียก ส่วนผสมนั้นว่า คอนจีเนอร์ (congener)

ตามหลักสากลทั่วไป คำว่า 1 ดริงก์ (drink) นั้น หมายถึง เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ผสมอยู่ 12 กรัม ซึ่งเทียบเท่ากับเบียร์ (3.6% เอทานอล) ขนาด 12 ออนซ์ (1 ออนซ์ เท่ากับ 30 มิลลิลิตร) 1 กระป๋อง หรือวิสกี้ 80 ดีกรี (40% เอทานอล) 1 ออนซ์ (30 มิลลิลิตร)

คำว่า ดีกรี หมายถึง ความเข้มข้น เช่น เหล้า 100 ดีกรี หมายถึง เหล้าที่มีแอลกอฮอล์ 100 ส่วน ผสมน้ำ 100 ส่วน เหล้า 80 ดีกรี หมายถึง เหล้าที่มีแอลกอฮอล์ 80 ส่วน ผสมน้ำ 100 ส่วน

โดยทั่วๆไปแล้วได้มีการกำหนดอย่างคร่าวๆสำหรับชาวเอเชียว่า ผู้ชายที่ติดเหล้าคือ ผู้ที่ดื่ม 4 ดริงก์ต่อวัน และถ้าเป็นผู้หญิงที่ติดเหล้าคือ ผู้ที่ดื่ม 3 ดริงก์ต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอลกอฮอล์ที่คนบริโภคเข้าไปนั้น ประมาณร้อยละ 90 จะถูกดูดซึมอย่างรวดเร็ว โดยลำไส้เล็กส่วนต้น และภายในเวลา 30 - 90 นาที ระดับแอลกอฮอล์ในเลือดจะ ขึ้นสูงสุด แอลกอฮอล์จะกระจายในร่างกาย ได้อย่างรวดเร็ว ผลที่เห็นได้อย่างชัดเจนลำดับแรกคือ ฤทธิ์ต่อสมอง ในระยะแรกจะทำให้ผู้ดื่มเกิดความรู้สึกกระปรี้กระเปร่า คึกคะนอง แต่ในขณะเดียวกันก็เริ่มมีผลต่อการตัดสินใจ การพูด ความว่องไวในการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อจะช้าลง ทำให้มีผลต่อการขับขี่ยานพาหนะ และเมื่อระดับของแอลกอฮอล์เพิ่มสูงขึ้นอีก จะทำให้สูญเสียด้านการทรงตัว การมองเห็น สมาธิความจำ และอาจรุนแรงถึงขั้นหมดสติได้ นอกจากนี้ การดูดซึมของแอลกอฮอล์ที่บริเวณลำไส้เล็กก็จะทำให้การดูดซึมของวิตามินบีชนิดต่างๆลดลงด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง วิตามินบี 1 โดยภาวะพร่องวิตามินบี 1 จะทำให้เกิดโรคสมองเสื่อมขึ้นได้ และจะเป็นอย่างถาวรถ้าแก้ไขไม่ทัน และแน่นอนที่สุด แอลกอฮอล์จะไปมีผลทำให้เกิดการอักเสบของเซลล์ตับ ก่อให้เกิดตับอักเสบ ไขมันสะสมในตับ และตับแข็งได้ แอลกอฮอล์ยังมีผลต่อหลอดเลือดและหัวใจได้ โดยทำให้เกิดภาวะความดันโลหิตสูง ระดับคอเลสเทอรอลและไตรกลีเซอไรด์เพิ่มสูงขึ้น ทำให้มีโอกาสเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจขาดเลือดเนื่องจากภาวะหลอดเลือดหัวใจตีบ นอกจากนี้แอลกอฮอล์ยังเป็นพิษโดยตรงต่อกล้ามเนื้อหัวใจอีกด้วย จึงเห็นได้ว่า แอลกอฮอล์นั้นมีผลต่อระบบภายในร่างกายหลายระบบ ยิ่งบริโภคในปริมาณที่มากและต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน ก็ยิ่งเสี่ยงต่ออันตรายต่างๆ เหล่านี้มากขึ้น

2.2.1 การผลิตเอทานอล [3]

ในการผลิตเอทานอลนั้นสามารถ กระทำได้ 2 วิธี

2.2.1.1 การสังเคราะห์ คือ การทำปฏิกิริยาระหว่างเอทิลีน (Ethylene, C_2H_4) กับกรดซัลฟูริค (Sulfuric acid, H_2SO_4) เข้มข้น เกิดเป็นสารตัวกลาง (Intermediate) ของกรดเอทธิลซัลฟูริค ซึ่งจะถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดซัลฟูริค และเอทานอล ดังสมการ

$$3C_2H_4 + 2H_2SO_4 \longrightarrow CH_3CH_2OSO_3H + (CH_3CH_2)_2SO_4$$

$$CH_3CH_2OSO_3H + H_2O \longrightarrow CH_3CH_2OH + H_2SO_4$$

และ ได้ผลิตภัณฑ์ร่วม คือ ไดเอทิลอีเทอร์ ดังสมการ

$$CH_3CH_2OH + (CH_3CH_2)_2SO_4 \longrightarrow CH_3CH_2OSO_3H + (CH_3CH_2)_2O$$

หรือ โดยการเติมน้ำลงในเอทิลีนโดยตรง โดยใช้กรดฟอสฟอริค (Phosphoric acid) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ความดัน 100 psi และที่อุณหภูมิ 400° C ดังสมการ

$$C_2H_4 + H_2O \xrightarrow[100\ psi,\ 400^{\circ}C]{H_3PO_4} C_2H_5OH$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.2 การหมัก (Fermentation) เป็นวิธีที่ใช้เอนไซม์ที่ย่อยน้ำตาล หรือ น้ำผลไม้ โดยเอนไซม์ที่ใช้ เช่น Zymase, Invertase และ Diastase เป็นต้น

วิธีการหมักนั้นเป็นวิธีการผลิตเอทานอลที่ใช้กันมากกว่าวิธีการสังเคราะห์ โดยเฉพาะในประเทศที่มีผลิตผลทางเกษตรมาก โดยกระบวนการหมักจะใช้วัตถุดิบที่มีน้ำตาล เช่น มันสำปะหลัง อ้อย ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ข้าวฟ่างหวาน เป็นต้น ซึ่งถ้าใช้วัตถุดิบที่ให้แป้งจะต้องมีขั้นตอนในการเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลก่อน โดยใช้เอนไซม์ หรือกรดเป็นเป็นตัวย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล โดยกระบวนการนี้เรียกว่า ไฮโดรไลซีส (Hydrolysis) จากนั้นน้ำตาลจะถูกเปลี่ยนเป็นเอทานอลโดยยีสต์ในสภาพไร้อากาศ โดยกระบวนการหมัก ดังสมการ

$$C_{12}H_{12}O_{11} \xrightarrow{\text{invertase}} 2C_6H_{12}O_6$$

Sucrose → invert sugar

$$n\,C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2n\,C_2H_5OH + 2n\,CO_2$$

(น้ำหนักโมเลกุล)	180	92	88
(เปอร์เซ็นต์)	100	51.1	48.9

ตามสมการ ยีสต์จะเปลี่ยนน้ำตาลเป็นเอทานอล 51.1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 48.9 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ของน้ำตาลเริ่มต้น แต่ในทางปฏิบัติ น้ำตาล 95 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นที่ถูกเปลี่ยนแปลงเป็นเอทานอล โดยน้ำตาลส่วนหนึ่งจะถูกยีสต์ใช้ไปในการเจริญเติบโต และปฏิกิริยาเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น กลีเซอรอล และกรดซัคซินิค เป็นต้น ดังนั้นเอทานอลที่ได้จะประมาณ 48.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำตาล ความเข้มข้นของน้ำตาลที่ใช้หมักนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของยีสต์ว่าจะทนทานต่อปริมาณของเอทานอลได้เพียงใด โดยปกติแล้วยีสต์จะทนต่อความเข้มข้นของเอทานอลได้ไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ โดยอย่างไรก็ตามในสภาวะที่น้ำตาลเข้มข้นมาก ประสิทธิภาพของยีสต์ในการผลิตเอทานอลจะลดลง ดังนั้นปริมาณน้ำตาลที่ใช้มักจะมีความเข้มข้นประมาณ 14-18 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมื่อสิ้นสุดการหมักจะได้เอทานอลที่มีความเข้มข้นประมาณ 6-9 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

จากสมการจะเห็นว่าวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลจากกระบวนการหมักนั้น จะต้องประกอบด้วย Hexose sugar หรือสามารถเปลี่ยนเป็น Hexose sugar ได้ ดังได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 วัตถุดิบที่สามารถนำมาผลิตเอทานอล และปริมาณเอทานอลที่ผลิตได้

วัตถุดิบ	ปริมาณวัตถุดิบ (ตัน)	ปริมาณเอทานอลที่ได้(ลิตร)
ต้นอ้อยสด	1	65
กากน้ำตาล	1	258
มันเส้น	1	456
มันสำปะหลังสด	1	180

จากตารางจะพบว่าประเทศไทยมีความเหมาะสมที่จะผลิตเอทานอลเนื่องจากมีวัตถุดิบที่มาจากทางเกษตรอย่างเพียงพอ

2.2.2 ผลกระทบต่อสุขภาพร่างกาย

ภาวะมึนเมาจากแอลกอฮอล์

ภาวะมึนเมาจากแอลกอฮอล์ เป็นผลจากการที่แอลกอฮอล์ในกระแสเลือดไปมีผลต่อการทำงานของสมอง ทำให้เกิดอาการต่างๆแตกต่างกันไปตามระดับของแอลกอฮอล์ ในกระแสเลือด ผู้ดื่มจะมีอาการมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ ปริมาณของแอลกอฮอล์ที่บริโภคเข้าไป อัตราการเพิ่มสูงขึ้นของแอลกอฮอล์ในร่างกาย ยิ่งดูดซึมเร็วอัตรานี้จะยิ่งมากขึ้น ทำให้มีอาการได้เร็ว และมากขึ้นตามลำดับ ภาวะร่างกายของแต่ละคนที่จะตอบสนองต่อแอลกอฮอล์ ซึ่งบางคนต้องใช้แอลกอฮอล์ปริมาณมากจึงจะเกิดอาการขึ้นได้ นอกจากนี้ปัจจัยทางพันธุกรรมที่เป็นตัวกำหนดการตอบสนองของสมองที่มี ต่อระดับแอลกอฮอล์ และภาวะของอารมณ์และสิ่งแวดล้อมในขณะที่ดื่ม

ผลของแอลกอฮอล์ที่มีต่อการทำงานของสมอง จะสัมพันธ์กับปริมาณแอลกอฮอล์ในกระแสเลือด โดยในระดับต่ำ จะมีผลต่อการควบคุมอารมณ์ให้รู้สึกร่าเริง คึกคัก และความวิตกกังวลลดลง ต่อมา เมื่อระดับของแอลกอฮอล์เริ่มสูงขึ้น ก็จะมีผลต่อการประสานงานต่างๆในระบบการทำงานของสมอง ทำให้พูดไม่ชัดเจน เดินเซ การประสานงานระหว่างสายตา สมอง และการกระทำเริ่มผิดพลาด การตัดสินใจบกพร่อง มองเห็นภาพ ไม่ชัด ภาพซ้อน และเมื่อระดับแอลกอฮอล์เพิ่มสูงขึ้นถึง 200 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร จะมีผลต่อการทำงานของสมองอย่างรุนแรง ทำให้สูญเสียต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ คลื่นไส้ อาเจียน จิตใจสับสน และถ้าระดับของแอลกอฮอล์เพิ่มสูงขึ้นไปอีก จะทำให้หมดสติได้ นอกจากนี้ ภาวะมึนเมาจากแอลกอฮอล์ยังมีผลเสียต่อร่างกายในด้านต่างๆ กล่าวคือ ทำให้เกิดอาการหน้าแดง ใจเต้นแรง หายใจเร็ว มีพฤติกรรมที่รุนแรง ก้าวร้าว และยังมีผลเสียต่อความจำ ทำให้จำอะไรไม่ได้ในขณะที่มึนเมา ในภาษาอังกฤษเรียกอาการนี้ว่า แบล็กเอาต์ (blackout)

ภาวะขาดแอลกอฮอล์

เกิดจากการลดลงของระดับแอลกอฮอล์ ซึ่งจะส่งผลต่อการทำงานของสมองทำให้เกิดอาการต่างๆตามมา อาการจะขึ้นอยู่กับว่าผู้นั้น เป็นผู้ที่ดื่มจนกลายเป็นผู้ติดแอลกอฮอล์หรือไม่ โดยทั่วไป ผู้ที่ไม่ติดแอลกอฮอล์จะเกิดอาการขาดแอลกอฮอล์ได้หลังจากดื่มในปริมาณที่มาก โดยมีลักษณะที่เรียกกันว่า เมาค้างในตอนเช้า หรือยังไม่สร่างจากเมาเมื่อ คืน อาการจะเริ่มเกิดขึ้นหลังจากหยุดดื่มได้ 4 - 6 ชั่วโมง โดยมีอาการปวดศีรษะ มือสั่น หงุดหงิด กระวนกระวาย ตาสู้แสงสว่างไม่ได้ รวมทั้งอาจมีอาการใจสั่นร่วมด้วย อาการต่างๆเหล่านี้จะเป็นอยู่ประมาณ 24 - 48 ชั่วโมง สำหรับอาการขาดแอลกอฮอล์ในผู้ ที่ดื่มจนติดแล้วนั้น อาการจะเริ่มเป็นตามช่วงระยะและลำดับเวลาดังนี้ ในช่วง 6 - 24 ชั่วโมงแรกหลัง จากหยุดหรือลดปริมาณการดื่ม จะมีอาการมือสั่น ปวดศีรษะ หงุดหงิด กระวนกระวาย ใจสั่น นอนไม่หลับ ในบางรายจะเริ่มเกิดอาการประสาทหลอน ส่วนใหญ่เป็นอาการหูแว่ว หวาดระแวง กลัวคนจะมาทำร้าย บางรายจะพบอาการชักกระตุกเกร็งทั้งตัวได้ อาการต่างๆจะเป็นอยู่ประมาณ 24 - 48 ชั่วโมง และหากผู้นั้นเป็นผู้ที่ติดแอลกอฮอล์อย่างรุนแรงก็จะทำให้เกิดอาการต่างๆตามมา ได้อีกคือ ประมาณ 36 - 72 ชั่วโมง หลังจากหยุดดื่มหรือลดปริมาณการดื่มลง จะเกิดอาการสับสน จำวัน เวลา สถานที่ และบุคคลไม่ได้ เพ้ออย่างรุนแรง กระวนกระวาย ได้ยินเสียงแว่ว ภาพหลอน ควบคุมตัวเองไม่ได้ อาการเหล่านี้จะเป็นมากขึ้นเรื่อยๆ บางรายอาจเป็นได้นานถึงสัปดาห์ หากไม่ได้ รับการรักษาอย่างถูกต้องและเหมาะสม จะมีอันตรายต่อสุขภาพตามมาได้ นอกจากนี้ บางรายที่ติดแอลกอฮอล์อาจเกิดภาวะขาดแอลกอฮอล์ในลักษณะที่เรื้อรังได้คือ จะมีอาการนอนไม่หลับ ความจำบกพร่อง อ่อนเพลีย และการทำงานของระบบอัตโนมัติของร่างกาย ผิดปกติไป เช่น ใจสั่น ใจเต้นเร็ว อาการเหล่านี้จะเป็นต่อเนื่องได้นาน 6 - 24 เดือน ถึงแม้ว่าจะหยุดดื่มแอลกอฮอล์แล้วก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 แก๊สโครมาโทรกราฟี [4]

แก๊สโครมาโทรกราฟี (Gas Chromatography, GC) เป็นอีกเทคนิคหนึ่งที่ใช้สำหรับแยกสารผสม เทคนี้ใช้แยกสารที่สามารถเปลี่ยนให้เป็นแก๊สเฟสได้ที่อีกอุณหภูมิหนึ่ง (ไม่เกิน 450 °C) ถ้าสารใดเปลี่ยนให้เป็นแก๊สเฟสยาก ก็อาจใช้เทคนิคอื่นๆบางอย่างเข้าช่วย เช่น อาศัยปฏิกิริยาเคมีเปลี่ยนให้เป็นอนุพันธ์อื่นๆ หรืออาจใช้หลักการแยกสลายด้วยความร้อน (pyrolysis) เมื่อสารนั้นถูกเปลี่ยนให้อยู่ในอยู่แก๊สเฟส แล้วให้ไอของสารเหล่านั้นผ่านไปยังคอลัมน์ที่บรรจุด้วยเฟสคงที่ (stationary phase) โดยอาศัยการพาไปของเฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) หรือแก๊สพา (carrier gas) สารเหล่านั้นจะเกิดการแยกขึ้น อันเนื่องมาจากการกระจายของผสมในระหว่างเฟสทั้งสองที่แตกต่างกัน (ค่าสัมประสิทธิ์การแจกแจงต่างกัน) ทำให้เวลาการคงไว้ก็ต่างกันด้วยแก๊สจึงเป็นตัวการสำคัญในการแยกสารผสม การกระจายของสารผสมในภาวะสมดุลระหว่างสองเฟส (distribution equilibrium) จะขึ้นอยู่กับความดันไอขององค์ประกอบของสารผสม และความสามารถในการดูดซึมของเฟสที่อยู่กับที่ ดังนั้นการแยกสารผสมด้วยเทคนิคโครมาโทรกราฟีส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับจุดเดือดที่ต่างกันของผสม มวลโมเลกุลและสูตรโครงสร้างที่ต่างกันของผสม การที่จะใช้สารใดเป็นเฟสที่อยู่กับที่จึงต้องพิจารณาโครงสร้างของสารตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ให้มีความใกล้เคียงกับเฟสที่อยู่กับที่

2.3.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องโครมาโทรกราฟี

ในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคนี้นั้น จำเป็นจะต้องเรียนรู้ถึงสิ่งต่างๆที่สำคัญและเกี่ยวข้องให้เข้าใจจริงๆเสียก่อนที่จะลงมือทำการวิเคราะห์ เพื่อให้เข้าใจง่ายจึงขอแสดงองค์ประกอบของเครื่องแก๊สโทรมาโทรกราฟี (GC) ดังรูป 2.1 และขั้นตอนการทำงานอย่างย่อเสียก่อน เพื่อจะได้มองเห็นภาพรวมของการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคทางโครมาโทกราฟี ดังนี้

1. ถังแก๊สที่ใช้บรรจุตัวพา (carrier gas) เพื่อจะพาไอของสารตัวอย่างผ่านเข้าไปยังคอลัมน์ เช่น ไนโตรเจน ฮีเลียม และอาร์กอน เป็นต้น

2. ส่วนที่ใช้ควบคุมการไหลของแก๊สต่างๆ (Flow controller) ได้แก่ไฮโดรเจน อากาศ และไนโตรเจน เป็นต้น

3. ส่วนที่จะฉีดสารตัวอย่างเข้าไป (Injection port)

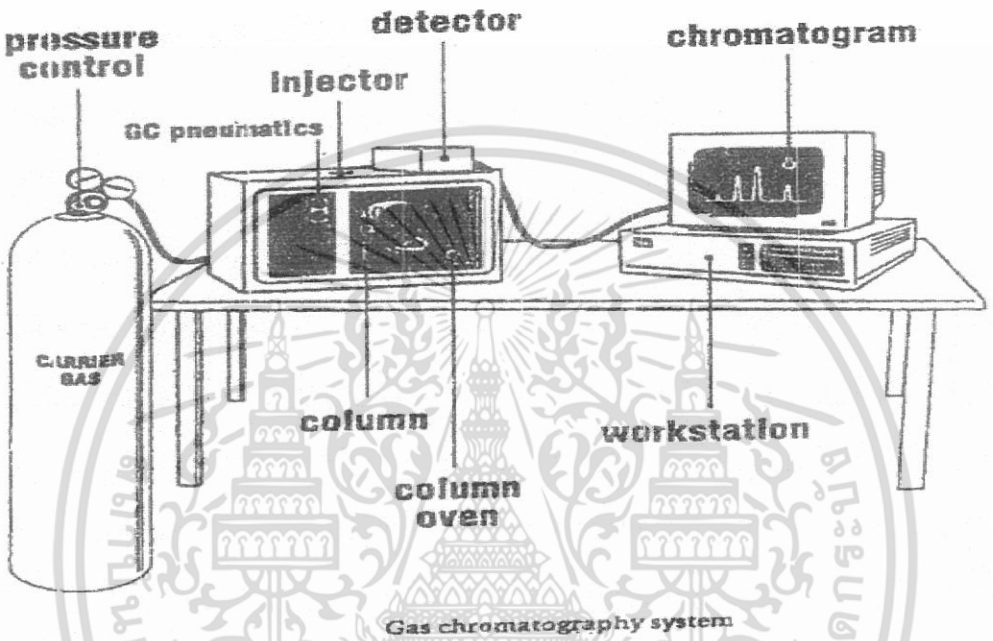
4. คอลัมน์ (column) ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในการแยกสาร

5. ดีเทคเตอร์ (Detector) เป็นส่วนที่ใช้หรับการตรวจวัดสารแต่ละชนิดที่ถูกแยกออกมาจากคอลัมน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ส่วนที่ใช้ควบคุมอุณหภูมิ (Temperature controller) ให้กับคอลัมน์ ดีเทคเตอร์ และ injection

7. ส่วนที่ประมวลผลและข้อมูลต่างๆ ได้แก่ อินทิเกรเตอร์ เครื่องบันทึกโครมาโทแกรม หรือ data processor หรือคอมพิวเตอร์



รูปที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบของเครื่องแก๊สโครมาโทรกราฟี

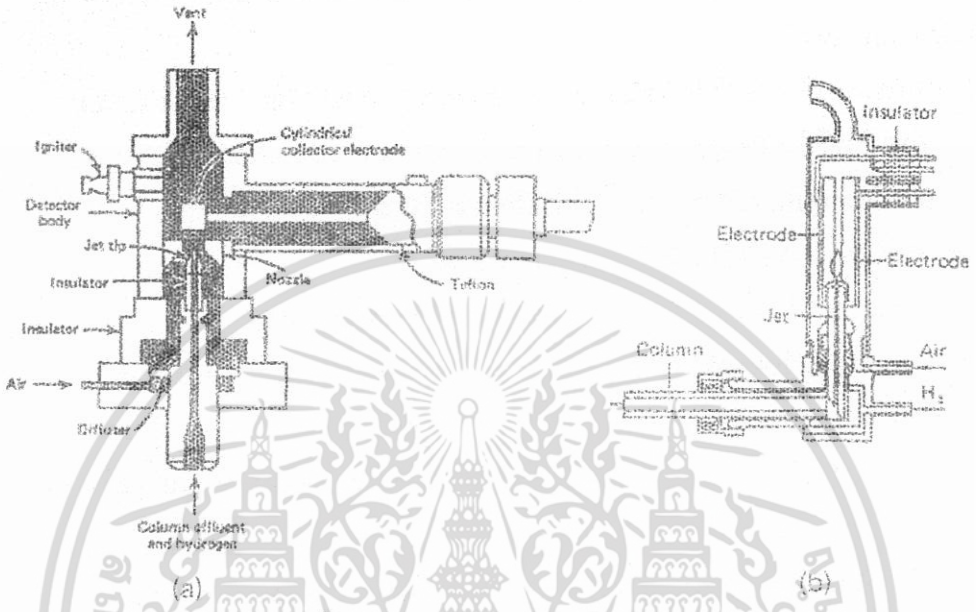
2.3.2 เครื่องวัดสัญญาณชนิดเฟลมไอออไนเซชัน (Flame Ionization Detector, FID)

หลักการทำงานของ FID

แก๊สไฮโดรเจนจะถูกจุดให้ติดด้วย heater ไฟฟ้าซึ่งอยู่ใกล้ๆกับ Flame jet ทำให้เกิดการเผาไหม้ของแก๊สไฮโดรเจนในบรรยากาศของแก๊สออกซิเจน หรืออากาศขึ้นตรงหัวเจ็ท (jet) ของ FID แก๊สออกซิเจนหรืออากาศจะทำหน้าที่สองอย่าง คือ ช่วยในการเผาไหม้ของไฮโดรเจน และช่วยพาให้แก๊สที่เผาไหม้แล้วออกไป แก๊สพาและสารตัวอย่างที่เป็นสารประกอบอินทรีย์ จะออกจากคอลัมน์เข้าไปสู่ในเจ็ทของเปลวไฟที่มีอุณหภูมิสูงถึง 2100 ° C จะเกิดการไอออไนเซชันได้อนุภาคที่มีประจุบวก (positive ions) หรือเรียกว่า คาร์บอเนียมไอออน (carbonium ions) และอิเล็กตรอน อิเล็กตรอนจะวิ่งไปยัง flame jet อนุภาคที่มีประจุบวกจะวิ่งที่อิเล็กโทรดของตัวเก็บ (collector electrode) ที่อยู่รอบๆเปลวไฟ ทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างเปลวไฟกับอิเล็กโทรดของตัวเก็บ ซึ่งจะวัดออกมาในรูปของกระแสไฟฟ้า (electric current) ประมาณ 10^{-14} แอมแปร์ กระแสไฟฟ้าดังกล่าวนี้จะเป็นสัดส่วนกับจำนวนอะตอมของคาร์บอนที่เกิดขึ้นภายในเปลวไฟ กระแสไฟฟ้าจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกขยายด้วยตัวขยายสัญญาณ (amplifier) แล้วส่งสัญญาณไปยังอิเล็กโทรมิเตอร์ และบันทึกสัญญาณได้เป็นโครมาโทแกรมออกมา ดังรูปที่ 2.2 (a) และ 2.2 (b)



รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะของ FID แบบต่างๆ

คุณสมบัติจำเพาะของ FID

1. FID สามารถตรวจวัดสารที่ระเหยกลายเป็นไอได้เกือบทุกชนิดโดยเฉพาะสารประกอบอินทรีย์ทุกชนิด (ยกเว้นสารอินทรีย์ที่ไม่สามารถเกิดการไอออไนซ์ในเปลวไฟของแก๊สไฮโดรเจน) สภาพความไวมีค่าเป็น 10^{-12} g/sec FID ให้สภาพไวที่ดีกับสารต่างๆโดยเฉพาะสารอินทรีย์ แต่จะไม่ตอบสนองต่อสารประกอบหรือแก๊สต่างๆดังต่อไปนี้ ได้แก่ He, Ar, Kr, Ne, X, O_2, N_2, CS_2, CO_2, H_2S, SO_2, NO, N_2O, NO_2, NH_3, CO SiCl, $SiHCl_3$, SiF_4 ดังนั้นเราสามารถจะใช้น้ำ และคาร์บอนไดซัลไฟด์เป็นตัวทำละลายสารตัวอย่างก่อนที่จะฉีดเข้าสู่คอลัมน์ FID จึงถูกใช้เป็นตัววัดสัญญาณเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารมลภาวะทางอากาศ (air pollutants) และปริมาณสารต่างๆในเครื่องดื่มจำพวกแอลกอฮอล์ (alcohol beverages)

2. FID มีสภาพไวมากกว่า TCD ถึง 1000 เท่า จึงทำให้ FID มีช่วงเส้นตรงเป็น 10^7

3. FID ไม่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ มีอุณหภูมิขีดจำกัดเป็น 400° C

4. สามารถจะใช้กับแก๊สพาทุกชนิด แต่นิยมใช้แก๊สไนโตรเจน เปลวไฟของไฮโดรเจนนั้นจะต้องปรับให้มีสัดส่วนที่พอเหมาะ เพื่อไม่ให้เกิดการระเบิด หรือจุดไม่ติด พบว่าอัตราส่วนผสมของแก๊สพา : แก๊สไฮโดรเจน: อากาศ เท่ากับ 1 : 1 : 10 จะมีสภาพไวสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อพึงระวังในการใช้ FID

ใน FID นั้นจะเกิดขบวนการสันดาปในเปลวไฟจะให้ไอน้ำเกิดขึ้น ดังนั้นจะต้องให้เปลวไฟมีอุณหภูมิมากกว่า 100 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการควบแน่นของน้ำ เพราะว่าถ้าไอน้ำถูกควบแน่นอาจจะรวมตัวกับตัวทำละลายหรือสารตัวอย่างที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบจะทำให้เกิดการกัดกร่อนขึ้น และทำให้สภาพไวลดลง

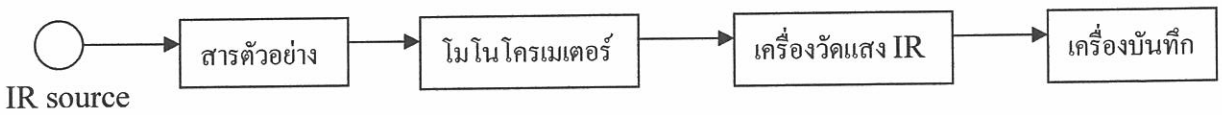
2.4 เครื่องฟูริเออร์ทรานสฟอร์ม อินฟราเรดสเปกโทรมิเตอร์ (Fourier Transform Infrared Spectrometer, FT-IR) [5]

เป็นเครื่องมือทางสเปกโทรโกปี โดยอาศัยการวัดความเข้มของแสง หรือกำลังของแสงที่ความยาวคลื่นต่างๆ กันอย่างต่อเนื่องเทียบกับเวลา เรียกว่า Time-Domain Spectroscopy หรือโดยทั่วไปเรียกว่า Fourier Transform Spectroscopy จากนั้น time-domain spectrum จะถูกเปลี่ยนเป็น frequency-domain spectrum ด้วย fourier transform จากการใช้ดิจิตัลคอมพิวเตอร์ จึงช่วยทำให้การวิเคราะห์รวดเร็วขึ้น การแยก (resolution) ก็ดีขึ้น หรือเป็นการทำให้ signal-to-noise ratio ดีขึ้นกว่าวิธีธรรมดา

2.4.1 ส่วนประกอบของเครื่องฟูริเออร์ทรานสฟอร์ม อินฟราเรดสเปกโทรมิเตอร์

มีส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1. ต้นกำเนิดแสงอินฟราเรด (IR Source)
2. เซลล์ใส่สารตัวอย่าง (Sample Cell)
3. โมโนโครเมเตอร์ (Monochromator)
4. เครื่องวัดแสงอินฟราเรด (IR Detector)
5. เครื่องบันทึกสเปกตรัม (Recorder หรือ Readout Devices)



รูปที่ 2.3 แสดงส่วนประกอบของเครื่องฟูริเออร์ทรานสฟอร์ม อินฟราเรดสเปกโทรมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของการใช้เทคนิค fourier transform ที่เห็นได้ชัดๆ ก็คือ ช่วยให้การวิเคราะห์หรือการวัดสเปกตรัมของสารตัวอย่างที่ได้ รวดเร็วกว่าเครื่องอินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ธรรมดาหลายเท่า เพราะการวัดด้วยเครื่องธรรมดาจะเป็นแบบวัดทีละความถี่ (sequentially) แต่ FT-IR วัดที่ความถี่ต่างๆ อย่าต่อเนื่อง (simultaneously) เรียกว่า Fellgetts advantage สามารถใช้ circular entrance aperture แทน entrance slit ได้ ทำให้ได้กำลังแสงสูงขึ้น เรียก jacquinot's advantage และยังช่วยให้การแยก (resolution) และความถูกต้องดีขึ้น เรียกว่า Conne's advantage ประการสุดท้าย FT-IR ยังช่วยทำให้การวิเคราะห์ง่าย และสะดวกขึ้นด้วยการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมและทำงาน

ข้อเสียที่สำคัญก็คือ FT-IR เป็นเครื่องที่มีราคาแพง และต้องเสียค่าทำนุบำรุงสูง อย่างไรก็ตามเครื่องอินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ควรจะต้องอยู่ในห้องที่ควบคุมความชื้นตลอดเวลา แต่มีเครื่อง FT-IR Spectrophotometer ที่ผลิตจากบางบริษัทสามารถตั้งอยู่ในห้องที่ไม่ต้องควบคุมความชื้น

2.4.2 การวิเคราะห์สารตัวอย่างที่เป็นของเหลว (Liquid and Solution Samples)

ในกรณีสารตัวอย่างเป็นของเหลวหรือเป็นสารละลายอยู่แล้ว สามารถนำตัวอย่างนั้นมาใส่เซลล์สำหรับของเหลวซึ่งมีด้วยกัน 3 ชนิด ที่สามารถเลือกใช้ได้ คือ

1. เป็น sealed cells ซึ่งมีความหนาคงที่
2. เป็น demountable cells ซึ่งสามารถปรับความหนาของตัวอย่างได้ โดยใช้ spacer ระหว่าง window ทั้งสอง ดังรูปที่ 2.4
3. เป็น variable thickness cells ซึ่งสามารถปรับความหนาของตัวอย่างได้

รูปที่ 2.4 แสดงเซลล์ใส่ตัวอย่างที่เป็นของเหลว ชนิด demountable cells

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การสกัดของเหลวด้วยของเหลว (Liquid-Liquid Extraction) [6]

การสกัดของเหลวด้วยของเหลว เป็นวิธีกระบวนการถ่ายเทมวลสารที่สำคัญอย่างหนึ่งในทางเคมี โดยเป็นกรรมวิธีที่ใช้แยกสารออกจากของผสมที่มีลักษณะเป็นของเหลว โดยใช้ตัวทำละลายที่เป็นของเหลว ที่มีคุณสมบัติไม่ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน หรือละลายได้บางส่วนเท่านั้นกับสารละลายเดิม และตัวทำละลายจะต้องมีคุณสมบัติที่จะละลายสารชนิดหนึ่งออกจากของผสมได้ดี โดยทั่วไปการแยกของเหลวออกจากกันนั้นมักใช้วิธีการกลั่น แต่ในบางครั้งก็มีข้อจำกัด เช่น สารที่กลั่นแยกมีความดันใกล้เคียงกัน สารที่จะแยกเกิดเป็นของผสม อะซีโอโทรป ของผสมเจือจางมากไม่สามารถให้ความร้อนได้โดยตรงเนื่องจากอาจเกิดการสลายตัวของสาร ต้องใช้พลังงานมากเมื่อสารบางชนิดมีจุดเดือดสูง ซึ่งวิธีการสกัดของเหลวด้วยของเหลวเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถใช้แยกสารที่ต้องการ โดยหลีกเลี่ยงปัญหาที่กล่าวมาได้

การออกแบบวิธีการสกัดของเหลวด้วยของเหลวนั้น จะต้องทำการเลือกตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดแยกสาร โดยคุณสมบัติที่ใช้ในการเลือกเป็นตัวทำละลายได้แก่

- ค่าการเลือก (Selectivity, α)
- ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (Distribution coefficient, K_{Di})
- การละลายของตัวทำละลาย เข้าเฟสที่ถูกสกัด (Raffinate phase) เพื่อลดการสูญเสียตัวทำละลาย
- ค่าความหนาแน่น (Density, p) ควรมีความแตกต่างกันมากพอ เพื่อจะสามารถแยกเฟสได้ง่าย และทำให้เกิดการสวนทางกันในหอสกัดได้
- สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้
- ค่าแรงตึงผิว (Surface tension) เพื่อให้เกิดกระจายเฟสได้ดี
- ค่าความหนืด (Viscosity, η) เพื่อให้เกิดการแยกเฟสได้เร็วเมื่อสารสัมผัสกัน
- อื่นๆ เช่น ไม่ทำให้เกิดการกัดกร่อน ไม่เป็นพิษ ราคาถูก

ค่าการเลือก และค่าสัมประสิทธิ์การกระจายนั้น เป็นค่าที่ได้จากข้อมูลสมดุลของเหลวของเหลวในระบบที่จะใช้ในการสกัด ข้อมูลสมดุลของเหลวของเหลวนั้นจะต้องนำมาใช้เพื่อกำหนดสภาวะในการสกัด

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Akkarawat S. และWeerachai S. [7] ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอล ในเหล้าโดยใช้เทคนิคแก๊สโครมาโทรกราฟีโดยมีเครื่องตรวจวัด คือ Flame Ionization Detector (FID) การสกัดเอทานอลด้วยคลอโรฟอร์ม ช่วยแยกปริมาณเอทานอลที่มีในเหล้าตัวอย่างเข้าสู่ชั้นคลอโรฟอร์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมโดยพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอล ได้แก่ อัตราการไหลของแก๊สพา อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟอร์ม : ตัวอย่างเหลวที่ใช้ในการสกัด นอกจากนี้เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลที่เตรียมในน้ำกับที่เตรียมในคลอโรฟอร์ม พบว่าสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในตัวอย่างเหล้า จะใช้อัตราการไกลของแก๊สพาเท่ากับ 7 psi อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟอร์ม : เอทานอลที่ใช้ในการสกัดเท่ากับ 2 : 4 ให้ค่าความเที่ยงของการสกัดคิดเป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์เท่ากับ ± 3.94 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในตัวอย่างเหล้า 10 ตัวอย่าง ให้ค่า t-test เท่ากับ 1.68 ซึ่งถือว่าผลการวิเคราะห์กับค่าที่ระบุไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

Prapatsorn T.และคณะ. [8] ได้ทำการศึกษาปริมาณเอทานอลในเหล้าโดยใช้เทคนิค Flow injection แล้ววัดค่าดัชนีการหักเหของแสงโดยใช้ near-infrared spectrophotometer โดยนำตัวอย่างเหล้ามาทำการสกัดเพื่อแยกชั้นน้ำออกไปโดยใช้คลอโรฟอร์ม จากนั้นเอทานอลจะแยกเข้าสู่ชั้นสารอินทรีย์แล้วนำไปฉีดโดยผ่านคลอโรฟอร์มที่ปราศจากน้ำเข้าสู่ cell ที่เตรียมไว้แล้วในเครื่อง NIR ทำการตรวจวัดที่ความยาวคลื่น 2305 และ 2636 nm ปริมาณเอทานอลในตัวอย่างหาได้จากการเทียบกับกราฟมาตรฐาน plot ระหว่าง การเปลี่ยนไปของค่า Absorbance กับค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทานอล โดยกราฟมาตรฐานจะมีค่า linear อยู่ในช่วง 20-60 %(v/v) และเทคนิคการวิเคราะห์นี้ได้ทำการพิสูจน์ว่าใช้ได้จริงโดยการเปรียบเทียบผลกับผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย gas chromatography

J. M. Garrigues และคณะ [9] ได้ศึกษาวิธีการ vapor phase-fourier transform infrared spectroscopy เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลและเมทานอลในตัวอย่างของเหลว ดังเช่นเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์และโคโลญ โดยยึดหลักการเกิดไอของของเหลว จากการฉีดสารปริมาณเพียงเล็กน้อยของตัวอย่างที่ปราศจากการถูกกระทำ เข้าไปใน reactor แก้ว pyrex ที่ร้อน ซึ่งภายในมีอุณหภูมิ 80°C ซึ่งเอทานอลและเมทานอลจะระเหยกลายเป็นไอแล้วเข้าสู่ long-path IR gas cell โดยใช้ N_2 เป็นแก๊สพา IR spectra ที่ได้มีลักษณะเฉพาะของสารแต่ละชนิด โดยปรากฏแบนด์เอทานอล 2 แบนด์ (1050 และ 880 cm^{-1}) และปรากฏแบนด์เมทานอล 1 แบนด์ (1030 cm^{-1}) การวัดพื้นที่ของสิ่งที่ได้มามีเลขคลื่นอยู่ในช่วงระหว่าง 1025-950 และ 950-820 cm^{-1} เพื่อให้การวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลและเมทานอลในตัวอย่างอยู่ในช่วงเดียวกันโดยใช้สัดส่วนที่เท่ากัน ค่า detection limit ที่ได้จากการฉีดสารปริมาตร 1 µl ของเอทานอลเท่ากับ 0.21% v/v และเมทานอลได้เท่ากับ 0.04% v/v และค่า relative standard deviation อยู่ระหว่าง 0.5-3.5% v/v โดยอะซิโตน เอทิลอะซิเตต 1-โพรพานอล และ2-โพรพานอล ไม่รบกวนการวิเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นใกล้เคียงกับเมทานอลเหล่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

สารเคมี

1. Ethanol (99.8 %v/v) Analytical grade ของ CARLO ERBA reagent
2. Chloroform (Analytical grade) ของ LAB-SCAN ANALYTICAL SCIENCES
3. Acetone (Analytical grade) ของ J.T.Baker

สารตัวอย่าง

1. ตัวอย่างสุราขาวกลั่น (บางยี่ขัน 28, 30, 40 ดีกรี)
2. ตัวอย่างเบียร์ (ช้าง, ลีโอ, สิงห์, ไฮเนเก้น)
3. ตัวอย่างสุรากลั่น (แม่โขง, แสงโสม)
4. ตัวอย่างไวน์พื้นบ้าน (ไวน์มะเม่า)

อุปกรณ์

1. บีกเกอร์
2. ปิเปต
3. ลูกยาง
4. กระบอกตวง
5. กรวยแยก
6. ขวดวัดปริมาตร
7. กระจกนาฬิกา
8. เข็มฉีดสารตัวอย่าง (10 μL)
9. Liquid cell และ spacer เบอร์ 1851

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่อง Gas chromatography รุ่น SRI 8610 C
2. เครื่อง Fourier Transform Infrared Spectrometer รุ่น Spectrum GX ยี่ห้อ Perkin Elmer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีการดำเนินการทดลอง

3.2.1 การศึกษาอัตราส่วนปริมาณที่เหมาะสมในการสกัด

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำ 10, 20, 30, 40, 50 % (V/V)

2. ปิเปตสารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำ 10 % (V/V) มาใส่ในกรวยแยกจากนั้นปิเปตคลอโรฟอร์มลงไปในอัตราส่วนสารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำต่อคลอโรฟอร์ม เท่ากับ 20 mL :10 mL ทำการสกัดเพื่อแยกเอทานอลเข้าสู่ชั้นคลอโรฟอร์ม

3. ไขกรวยแยกเพื่อเก็บสารละลายส่วนล่าง (ชั้นคลอโรฟอร์ม)

4. นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-FID และเครื่อง FT-IR

4.1 ฉีดสารละลายปริมาณ 1μL เข้าเครื่อง GC-FID

4.2 สำหรับการวิเคราะห์ด้วย FT-IR ให้ฉีดสารละลายเข้า Liquid cell โดยใช้ spacer เบอร์ 1851

5. ทำการทดลองตั้งแต่ข้อ 2-4 โดยเปลี่ยนอัตราส่วนสารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำต่อคลอโรฟอร์มเป็น 20:5, 10:10, 10:5, 5:10, 5:5 ตามลำดับ

3.2.2 การทำกราฟมาตรฐาน

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำ 10, 20, 30, 40, 50 %(V/V)

2. ปิเปตสารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำ 10 %(V/V) มา 5 mL ใส่ในกรวยแยกจากนั้นปิเปต คลอโรฟอร์ม ลงไป 10 mL ทำการสกัดเพื่อแยกเอทานอลเข้าสู่ชั้นคลอโรฟอร์ม

3. ไขกรวยแยกเพื่อเก็บสารละลายส่วนล่าง(ชั้นคลอโรฟอร์ม)

4. นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-FID และเครื่อง FT-IR

4.1 ฉีดสารละลายปริมาณ 1μL เข้าเครื่อง GC-FID

4.2 สำหรับการวิเคราะห์ด้วย FT-IR ให้ฉีดสารละลายเข้า Liquid cell โดยใช้ spacer เบอร์ 1851

5. ทำการทดลองตั้งแต่ข้อ 2-4 โดยเปลี่ยนสารละลายมาตรฐาน เป็น 20, 30, 40, 50 %(V/V) ตามลำดับ

3.2.3 การศึกษาความเที่ยงของการสกัด

3.2.3.1 ตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ขวดเดียวกัน

1. เตรียมตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2. ปิเปตตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี มา 5 mL ใส่ในกรวยแยกจากนั้นปิเปตคลอโรฟอร์ม ลงไป 10 mL ทำการสกัดเพื่อแยกเอทานอลเข้าสู่ชั้นคลอโรฟอร์ม (ทำซ้ำ 11 ครั้ง)

3. ไขกรวยแยกเพื่อเก็บสารละลายส่วนล่าง(ชั้นคลอโรฟอร์ม)

4. นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-FID และเครื่อง FT-IR

4.1 ฉีดสารละลายปริมาณ 1μL เข้าเครื่อง GC-FID

4.2 สำหรับการวิเคราะห์ด้วย FT-IR ให้ฉีดสารละลายเข้า Liquid cell โดยใช้ spacer เบอร์ 1851

3.2.3.2 ตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ต่างขวดกัน

1. เตรียมตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี จำนวน 3 ขวด

2. ปิเปตตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี แต่ละขวดมา 5 mL ใส่ในกรวยแยกจากนั้นปิเปตคลอโรฟอร์มลงไป 10 mL ทำการสกัดเพื่อแยกเอทานอลเข้าสู่ชั้นคลอโรฟอร์ม(ทำซ้ำขวดละ 3 ครั้ง)

3. ไขกรวยแยกเพื่อเก็บสารละลายส่วนล่าง(ชั้นคลอโรฟอร์ม)

4. นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-FID และเครื่อง FT-IR

4.1 ฉีดสารละลายปริมาณ 1μL เข้าเครื่อง GC-FID

4.2 สำหรับการวิเคราะห์ด้วย FT-IR ให้ฉีดสารละลายเข้า Liquid cell โดยใช้ spacer เบอร์ 1851

3.2.4 การศึกษาความเที่ยงของการฉีดและการวัด

1. เตรียมตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี

2. ปิเปตตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี มา 5 mL ใส่ในกรวยแยกจากนั้นปิเปต คลอโรฟอร์ม ลงไป 10 mL ทำการสกัดเพื่อแยกเอทานอลเข้าสู่ชั้นคลอโรฟอร์ม

3. ไขกรวยแยกเพื่อเก็บสารละลายส่วนล่าง(ชั้นคลอโรฟอร์ม)

4. นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-FID และเครื่อง FT-IR (ฉีดซ้ำ 11 ครั้ง)

4.1 ฉีดสารละลายปริมาณ 1μL เข้าเครื่อง GC-FID

4.2 สำหรับการวิเคราะห์ด้วย FT-IR ให้ฉีดสารละลายเข้า Liquid cell โดยใช้ spacer เบอร์ 1851 (วัดซ้ำ 11 ครั้ง)

107824

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 การวิเคราะห์ปริมาณเอทานอลในตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

1. ปิเปตตัวอย่างสุราขาว 28 ดีกรี มา 5 mL ใส่ในกรวยแยกจากนั้นปิเปต คลอโรฟอร์ม ลงไป 10 mL ทำการสกัดเพื่อแยกเอทานอลเข้าสู่ชั้นคลอโรฟอร์ม(แต่ละตัวอย่างทำ 3 ซ้ำ)

2. ไขกรวยแยกเพื่อเก็บสารละลายส่วนล่าง(ชั้นคลอโรฟอร์ม)

3. นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-FID และเครื่อง FT-IR

3.1 ฉีดสารละลายปริมาณ 1μL เข้าเครื่อง GC-FID

3.2 สำหรับการวิเคราะห์ด้วย FT-IR ให้ฉีดสารละลายเข้า Liquid cell โดยใช้ spacer เบอร์ 1851

4. ทำการทดลองตั้งแต่ข้อ 2-3 โดยเปลี่ยนชนิดของตัวอย่างเป็นตัวอย่างสุราขาว (30, 40 ดีกรี) ตัวอย่างเบียร์ (4 ตัวอย่าง : ช้าง, ลีโอ, สิงห์, ไฮเนเก้น) ตัวอย่างไวน์พื้นบ้าน (1 ตัวอย่าง : ไวน์มะเม่า), ตัวอย่างเหล้า (2 ตัวอย่าง : แม่โขง, แสงโสม)

5. หาปริมาณเอทานอลที่มีในตัวอย่างโดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน

3.2.6 การศึกษาความแม่นของวิธีวิเคราะห์

1. เตรียมตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี

2. ปิเปตตัวอย่างสุราขาว มา 25 mL ใส่ขวดวัดปริมาตร ขนาด 50 mL จากนั้นปิเปตสารละลายมาตรฐานเอทานอล (Absolute) มา 15 mL ใส่ในขวดวัดปริมาตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จนถึงขีดบอกปริมาตร (ทำซ้ำความเข้มข้นละ 3 ขวด)

3.จากนั้นปิเปตสารละลายที่เตรียมได้ในข้อ 2 มา 5 mL ใส่ในกรวยแยกจากนั้นปิเปตคลอโรฟอร์ม ลงไป 10 mL ทำการสกัดเพื่อแยกเอทานอลเข้าสู่ชั้นคลอโรฟอร์ม

4. นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-FID และเครื่อง FT-IR

4.1 ฉีดสารละลายปริมาณ 1μL เข้าเครื่อง GC-FID

4.2 สำหรับการวิเคราะห์ด้วย FT-IR ให้ฉีดสารละลายเข้า Liquid cell โดยใช้ spacer เบอร์ 1851

5. ทำการทดลองตั้งแต่ข้อ 2-4 โดยเปลี่ยนปริมาณสารละลายมาตรฐานเอทานอล(Absolute) ที่ใช้ เป็น 17.5 mL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและอภิปรายผล

จากการทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสม ในการหาปริมาณเอทานอลในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ โดยการศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่คาดว่าจะมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการหาปริมาณของเอทานอล ในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ได้ผลการทดลองดังนี้

4.1 การศึกษาอัตราส่วนปริมาณที่เหมาะสมในการสกัด

ทำการทดลองเพื่อหาปริมาณคลอโรฟอร์มที่เหมาะสม ในการหาปริมาณเอทานอลโดยใช้สารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำ 10, 20, 30, 40, 50 %(V/V) ตามลำดับ มาใส่ในกรวยแยกโดยใช้อัตราส่วนสารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำต่อคลอโรฟอร์ม เท่ากับ 20:10, 20:5, 10:10, 10:5, 5:10, 5:5 ทำการสกัดเพื่อแยกเอทานอลเข้าสู่ชั้นคลอโรฟอร์ม

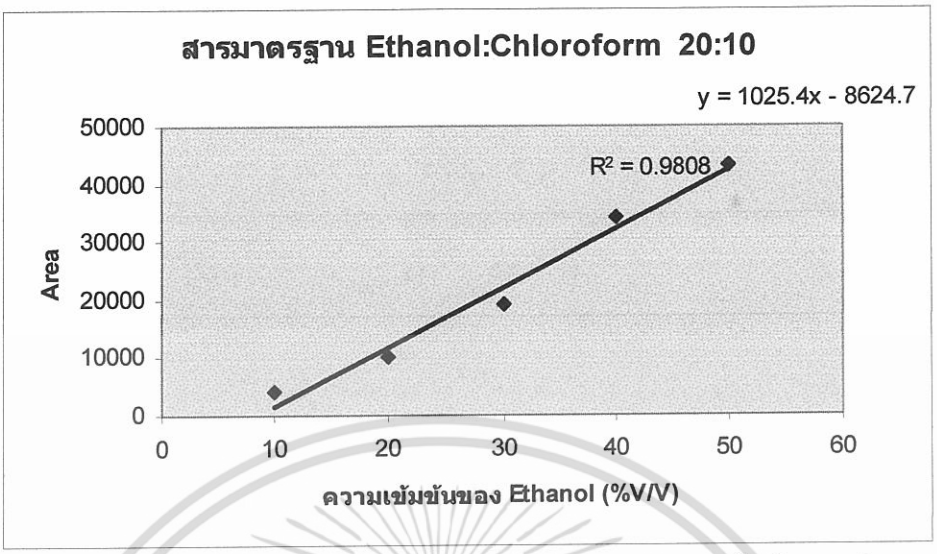
4.1.1 การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC-FID

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลที่สกัดได้ในชั้นคลอโรฟอร์ม ด้วยเทคนิค GC-FID โดยใช้สภาวะของเครื่องมือตามภาคผนวก ก ได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.1-4.7 และรูปที่ 4.1-4.6

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองเมื่อใช้อัตราส่วนระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลต่อคลอโรฟอร์ม ในอัตราส่วน 20 mL : 10 mL

อัตราส่วน Std. Ethanol ต่อ Chloroform เท่ากับ 20 : 10		
สารละลายมาตรฐานเอทานอล (%V/V)	Area	Retention time (min)
10	3948.708	1.616
20	10214.954	1.600
30	19129.611	1.566
40	34130.489	1.566
50	43260.105	1.566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



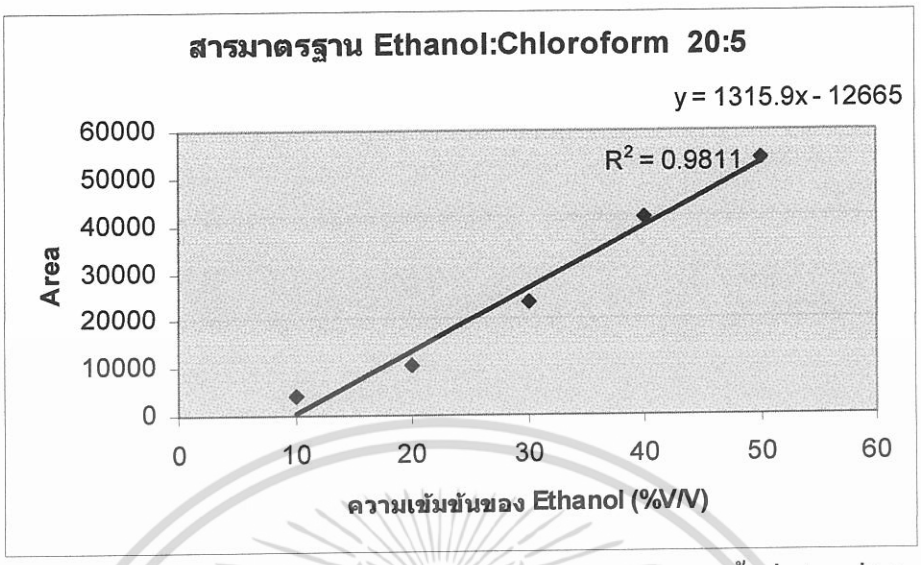
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเอทานอลกับพื้นที่ใต้พีคที่ได้จากการใช้อัตราส่วนระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลต่อคลอโรฟอร์ม ในอัตราส่วน 20 mL : 10 mL

จากผลการทดลอง เมื่อใช้อัตราส่วนในการสกัดระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลต่อคลอโรฟอร์ม เท่ากับ 20 mL : 10 mL จะได้กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเอทานอลกับพื้นที่ใต้พีค ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.9808

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองเมื่อใช้อัตราส่วนระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลต่อคลอโรฟอร์ม ในอัตราส่วน 20 mL : 5 mL

อัตราส่วน Std. Ethanol ต่อ Chloroform เท่ากับ 20 : 5		
สารละลายมาตรฐานเอทานอล (%V/V)	Area	Retention time (min)
10	3924.010	1.600
20	10491.576	1.600
30	23959.064	1.583
40	41452.919	1.583
50	54240.661	1.566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



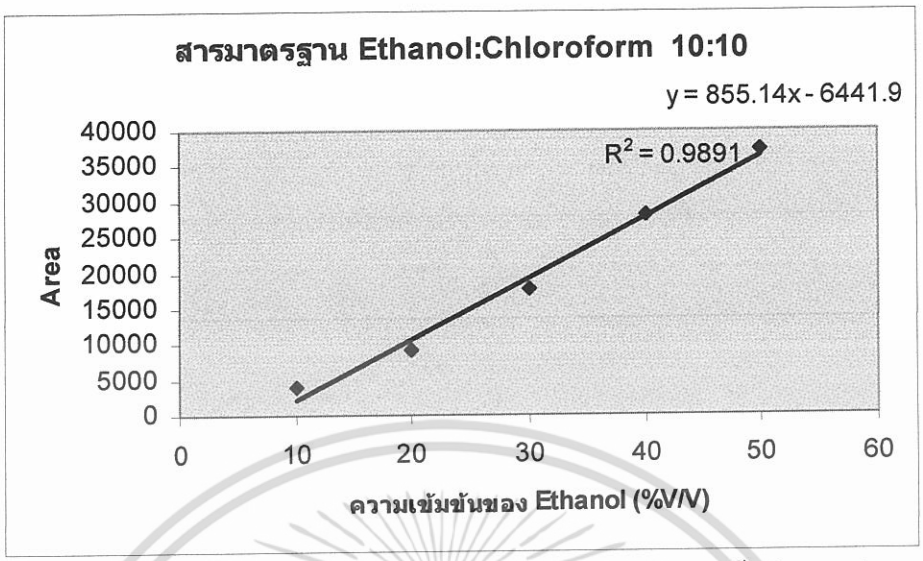
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเอทานอลกับพื้นที่ใต้พีคที่ได้จากการใช้อัตราส่วนระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลต่อคลอโรฟอร์ม ในอัตราส่วน 20 mL : 5 mL

จากผลการทดลอง เมื่อใช้อัตราส่วนในการสกัดระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลต่อคลอโรฟอร์ม เท่ากับ 20 mL : 5 mL จะได้กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเอทานอลกับพื้นที่ใต้พีค ให้ค่า R^2 เท่ากับ 0.9811

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองเมื่อใช้อัตราส่วนระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลต่อคลอโรฟอร์ม ในอัตราส่วน 10 mL : 10 mL

อัตราส่วน Std. Ethanol ต่อ Chloroform เท่ากับ 10 : 10		
สารละลายมาตรฐานเอทานอล (%V/V)	Area	Retention time (min)
10	3836.308	1.633
20	9295.683	1.616
30	17689.051	1.600
40	27997.839	1.600
50	37242.140	1.583

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



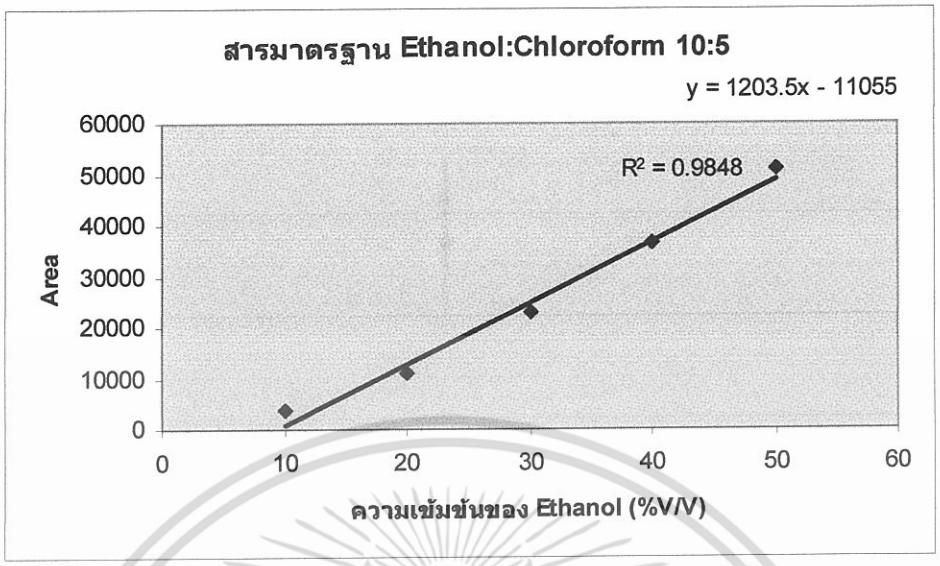
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเอทานอลกับพื้นที่ใต้พีคที่ได้จากการใช้อัตราส่วนระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลต่อคลอโรฟอร์ม ในอัตราส่วน 10 mL : 10 mL

จากผลการทดลอง เมื่อใช้อัตราส่วนในการสกัดระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลต่อคลอโรฟอร์ม เท่ากับ 10 mL : 10 mL จะได้กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเอทานอลกับพื้นที่ใต้พีค ให้ค่า R^2 เท่ากับ 0.9891

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองเมื่อใช้อัตราส่วนระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลต่อคลอโรฟอร์ม ในอัตราส่วน 10 mL : 5 mL

อัตราส่วน Std. Ethanol ต่อ Chloroform เท่ากับ 10 : 5		
สารละลายมาตรฐานเอทานอล (%V/V)	Area	Retention time (min)
10	3840.597	1.616
20	10869.059	1.600
30	22830.052	1.600
40	36526.324	1.583
50	51187.366	1.583

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



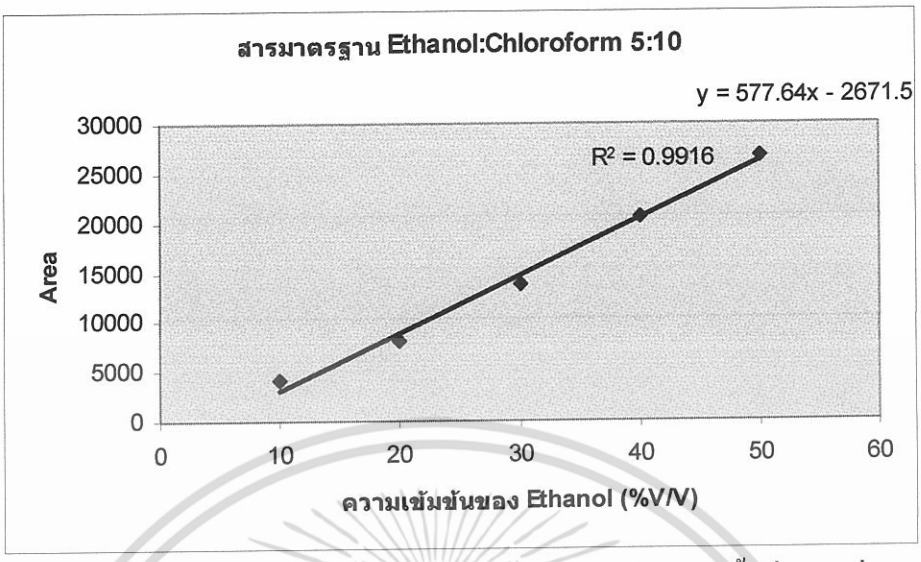
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเอทานอลกับพื้นที่ใต้พีคที่ได้จากการใช้อัตราส่วนระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลต่อคลอโรฟอร์ม ในอัตราส่วน10 mL : 5 mL

จากผลการทดลอง เมื่อใช้อัตราส่วนในการสกัดระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลต่อคลอโรฟอร์ม เท่ากับ 10 mL : 5 mL จะได้กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเอทานอลกับพื้นที่ใต้พีค ให้ค่า R^2 เท่ากับ 0.9848

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองเมื่อใช้อัตราส่วนระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลต่อคลอโรฟอร์ม ในอัตราส่วน 5 mL : 10 mL

อัตราส่วน Std. Ethanol ต่อ Chloroform เท่ากับ 5 : 10		
สารละลายมาตรฐานเอทานอล (%V/V)	Area	Retention time (min)
10	4106.989	1.616
20	8125.703	1.616
30	13688.989	1.600
40	20629.444	1.600
50	26736.998	1.583

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



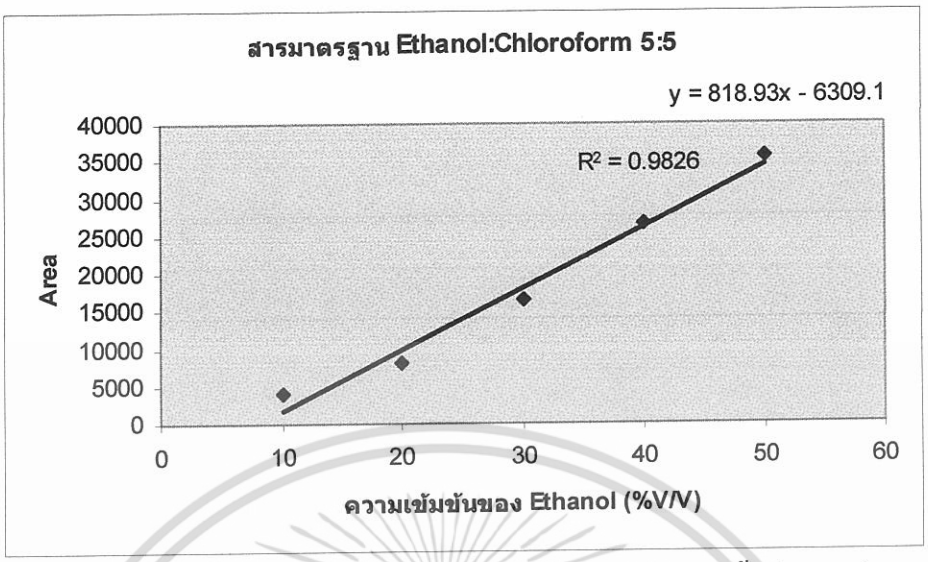
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเอทานอลกับพื้นที่ใต้พีคที่ได้จากการใช้อัตราส่วนระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลต่อคลอโรฟอร์ม ในอัตราส่วน 5 mL : 10 mL

จากผลการทดลอง เมื่อใช้อัตราส่วนในการสกัดระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลต่อคลอโรฟอร์ม เท่ากับ 5 mL : 10 mL จะได้กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเอทานอลกับพื้นที่ใต้พีค ให้ค่า R^2 เท่ากับ 0.9916

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองเมื่อใช้อัตราส่วนระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลต่อคลอโรฟอร์ม ในอัตราส่วน 5 mL : 5 mL

อัตราส่วน Std. Ethanol ต่อ Chloroform เท่ากับ 5 : 5		
สารละลายมาตรฐานเอทานอล (%V/V)	Area	Retention time (min)
10	4017.061	1.666
20	8220.692	1.666
30	16634.558	1.650
40	26694.909	1.650
50	35726.269	1.633

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเอทานอลกับพื้นที่ใต้พีคที่ได้จากการใช้อัตราส่วนระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลต่อคลอโรฟอร์ม ในอัตราส่วน 5 mL : 5 mL

จากผลการทดลอง เมื่อใช้อัตราส่วนในการสกัดระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลต่อคลอโรฟอร์ม เท่ากับ 5 mL : 5 mL จะได้กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเอทานอลกับพื้นที่ใต้พีค ให้ค่า R^2 เท่ากับ 0.9826

ตารางที่4.7 แสดงค่าR^2ของการหาอัตราส่วนระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลต่อคลอโรฟอร์ม ในอัตราส่วนต่างๆ โดยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC-FID

อัตราส่วน Std. Ethanol ต่อ คลอโรฟอร์ม (%V/V)	R^2
20 mL : 10 mL	0.9808
20 mL : 5 mL	0.9811
10 mL : 10 mL	0.9891
10 mL : 5 mL	0.9848
5 mL : 10 mL	0.9916
5 mL : 5 mL	0.9826

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR

จากผลการทดลอง พิจารณา IR spectra ที่เด่นชัดของทุกความเข้มข้น ดังแสดงในภาคผนวก ค ได้ตำแหน่งของเลขคลื่นที่สนใจ เท่ากับ 877 cm^{-1} จึงนำเลขคลื่นนี้มาใช้ในการหาค่า R^2 ซึ่งใช้ในการแสดงค่าความเป็น linearity ของแต่ละอัตราส่วน ดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่4.8 แสดงค่าR^2ของการหาอัตราส่วนระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลต่อคลอโรฟอร์มในอัตราส่วนต่างๆ โดยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR

อัตราส่วนStd. Ethanol ต่อ คลอโรฟอร์ม (%V/V)	R^2
20 mL : 10 mL	0.9870
20 mL : 5 mL	0.8805
10 mL : 10 mL	0.9926
10 mL : 5 mL	0.9874
5 mL : 10 mL	0.9953
5 mL : 5 mL	0.9845

จากผลการทดลองที่ได้ทั้งสองเทคนิคการวิเคราะห์ จะเห็นว่าอัตราส่วนสารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำต่อคลอโรฟอร์ม เท่ากับ 5 mL : 10 mL มีแนวโน้มค่า R^2 ที่สูง และยังมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันทั้งสองเทคนิคการวิเคราะห์ ดังนั้นในการทดลองนี้จะเลือกใช้อัตราส่วนระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลต่อคลอโรฟอร์มในอัตราส่วน 5 mL : 10 mL เพื่อศึกษาต่อไป

4.2 การทำกราฟมาตรฐาน

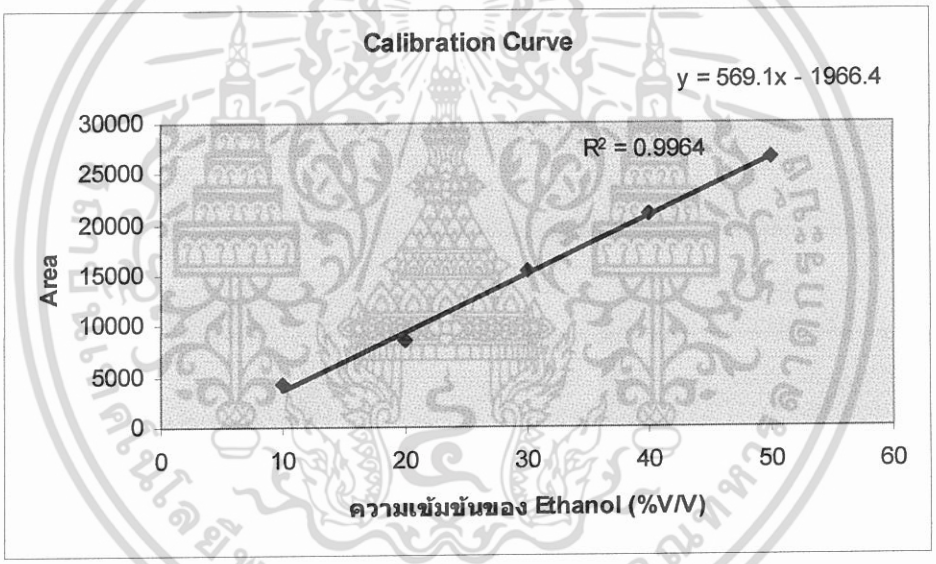
ทำการสกัด สารละลายมาตรฐานเอทานอลที่ความเข้มข้น 10, 20, 30, 40, 50 %V/V 5 mL โดยใช้คลอโรฟอร์ม 10 mL แล้วทำการพล็อตเป็นกราฟมาตรฐานผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.9 และรูปที่ 4.7

4.2.1 การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC-FID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการทดลองค่า Area และ Retention time ของสารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

สารละลายมาตรฐานเอทานอล %(V/V)	Area	Retention time (min)
10	4242.892	1.583
20	8513.768	1.583
30	15351.399	1.583
40	20940.859	1.566
50	26484.436	1.566



รูปที่ 4.7 กราฟมาตรฐานค่า Area ของสารละลายมาตรฐานเอทานอล

จากผลการทดลองแสดงกราฟมาตรฐานค่า Area ของสารละลายมาตรฐานเอทานอลให้ค่า $R^2 = 0.9964$

4.2.2 การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR

จากการทดลอง จะได้กราฟมาตรฐานที่มีค่า $R^2 = 0.9951$

จากผลการทดลองที่ได้ทั้งสองเทคนิคการวิเคราะห์ จะเห็นว่ากราฟมาตรฐานที่ใช้ มีค่า R^2 ที่ใกล้เคียงกันทั้งสองเทคนิคการวิเคราะห์ คือ เทคนิค GC-FID ให้ค่า $R^2 = 0.9964$ และเทคนิค FT-IR ให้ค่า $R^2 = 0.9951$ ซึ่งมีแนวโน้มค่า R^2 ที่สูง และยังมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ดังนั้นในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองจึงสามารถนำกราฟมาตรฐานที่ได้มานี้ เปรียบเทียบในการศึกษาความเที่ยงของการสกัด ความเที่ยงของการฉีดการวัด การหาปริมาณเอทานอลในตัวอย่าง และการศึกษาความแม่นของวิธีวิเคราะห์ในการทดลองได้ต่อไป

4.3 การศึกษาความเที่ยงของการสกัด

ในการทดลองนี้จะทำการสกัดตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ด้วยคลอโรฟอร์มแล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอล โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 วิธีคือ วิธีที่ 1 ทำการสกัดซ้ำ 11 ครั้ง โดยใช้ตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ขวดเดียวกัน และวิธีที่ 2 ใช้ตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี จำนวน 3 ขวด มาทำการสกัดซ้ำขวดละ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าความไม่แน่นอนของการสกัด โดยนำค่าความเข้มข้นที่ได้คำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean; $\bar{x}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมาตรฐาน (Standard Deviation; SD) และร้อยละของการเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%Relative Standard Deviation; %RSD) ของแต่ละความเข้มข้นตามสมการ

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^{n} \frac{x_i}{n}$$

$$\mathrm{SD} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

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

เมื่อ x_i คือ ความเข้มข้นที่ตรวจวัดได้

n คือ จำนวนครั้งในการทำซ้ำ

4.3.1 ตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ขวดเดียวกัน

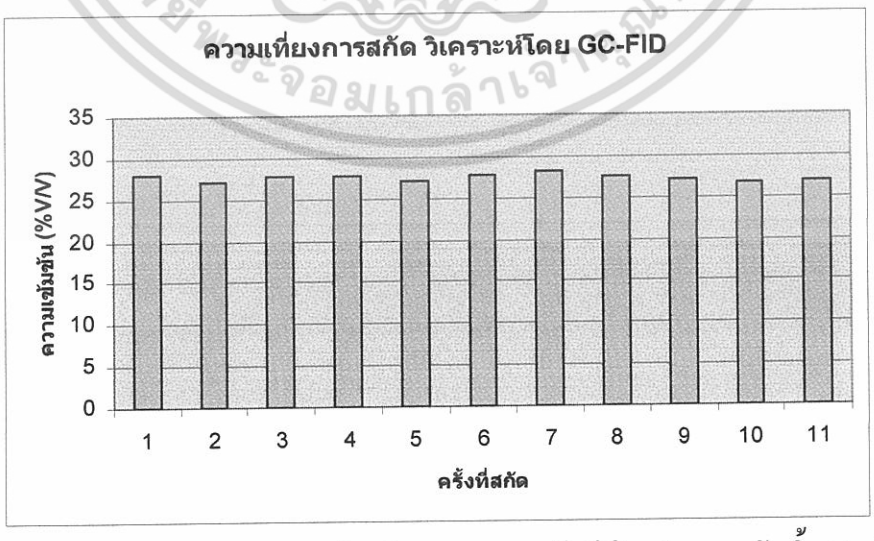
4.3.1.1 การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC-FID

การทำกราฟมาตรฐานที่ศึกษา จะได้สมการ y = 569.1x – 1966.4 ซึ่งสามารถนำมาคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง (x) ได้ เมื่อแทนค่าในสมการ โดยค่า y คือ Area ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 แสดงผลการทดลองที่ได้จากการสกัดตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ขวดเดียวกัน ด้วยคลอโรฟอร์ม ทั้งหมด 11 ครั้ง

ครั้งที่สกัด	Area (y)	ความเข้มข้นที่คำนวณได้ (x) (%V/V)
1	14007.414	28.07
2	13530.136	27.23
3	13901.280	27.88
4	13793.082	27.69
5	13525.882	27.22
6	13850.349	27.79
7	14092.605	28.22
8	13700.854	27.53
9	13450.673	27.09
10	13195.078	26.64
11	13312.012	26.85
ค่าเฉลี่ย		**27.47**
S.D.		**0.51**
%RSD		**1.85**



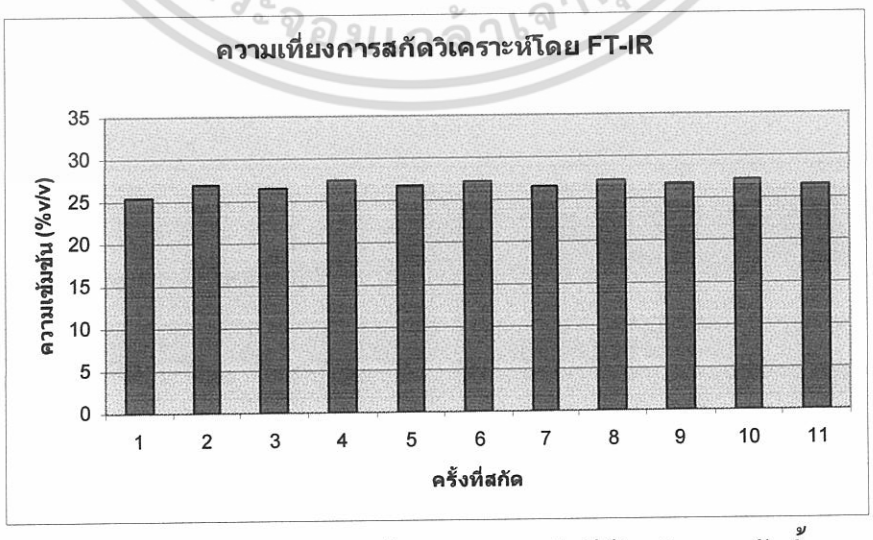
รูปที่ 4.8 กราฟแสดง Repeatability ของตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี โดยทำการสกัดซ้ำ 11 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1.2 การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR

ตารางที่ 4.11 แสดงผลการทดลองที่ได้จากการสกัดตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ด้วยคลอโรฟอร์ม ทั้งหมด 11 ครั้ง

ครั้งที่สกัด	ความเข้มข้นที่วัดได้ (%V/V)
1	25.51
2	27.00
3	26.56
4	27.47
5	26.80
6	27.27
7	26.57
8	27.23
9	26.67
10	27.26
11	26.55
ค่าเฉลี่ย	**26.81**
S.D.	**0.54**
%RSD	**2.03**



รูปที่ 4.9 กราฟแสดง Repeatability ของตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี โดยทำการสกัดซ้ำ 11 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองที่ได้พบว่าจะได้ค่าร้อยละของการเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) ของการวิเคราะห์ความเที่ยงการสกัดโดยใช้สารตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรีขวดเดียวกันด้วยเทคนิค GC-FID มีค่า %RSD = 1.85 และจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR มีค่า %RSD = 2.03 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในการสกัดแต่ละครั้งโดยใช้การวิเคราะห์ทั้งสองเทคนิค มีแนวโน้มของค่า %RSD ที่ใกล้เคียงกันจึงสามารถยืนยันได้ว่าผลการทดลองที่ได้นั้นมีความน่าเชื่อถือในระดับหนึ่ง

4.3.2 ตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ต่างขวดกัน

4.3.2.1 การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC-FID

การทำกราฟมาตรฐานที่ศึกษา จะได้สมการ y = 569.1x – 1966.4 ซึ่งสามารถนำมาคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง (x) ได้ เมื่อแทนค่าในสมการ โดยค่า y คือ Area ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 แสดงผลการทดลองที่ได้จากการสกัดตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ต่างขวดกัน ด้วยคลอโรฟอร์ม

ขวดที่	ครั้งที่สกัด	Area (y)	ความเข้มข้นที่คำนวณได้ (x) (%V/V)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	%RSD
1	1	14432.857	28.82	28.47	0.77	2.70
	2	14536.674	29.00			
	3	13741.108	27.59			
2	1	14107.500	28.24	28.26	0.06	0.21
	2	14087.096	28.21			
	3	14154.022	28.33			
3	1	14918.038	29.67	29.82	0.78	2.62
	2	14605.387	29.12			
	3	15482.292	30.66			
ค่าเฉลี่ยรวม				28.51	0.54	1.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1.2 การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR

ตารางที่ 4.13 แสดงผลการทดลองที่ได้จากการสกัดตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ต่างขวดกัน ด้วยคลอโรฟอร์ม

ขวดที่	ครั้งที่สกัด	ความเข้มข้นที่คำนวณได้ (%V/V)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	%RSD
1	1	27.44	28.14	0.67	2.38
	2	28.30			
	3	28.68			
2	1	28.58	28.77	0.19	0.66
	2	28.74			
	3	28.97			
3	1	28.37	28.43	0.31	1.09
	2	28.77			
	3	28.16			
ค่าเฉลี่ยรวม			28.45	0.39	1.38

จากผลการทดลองที่ได้พบว่าจะได้ค่าร้อยละของการเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) ของการวิเคราะห์ความเที่ยงการสกัดโดยใช้สารตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรีต่างขวดกันด้วยเทคนิค GC-FID มีค่า %RSD = 1.84 และจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR มีค่า %RSD = 1.38 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในการสกัดแต่ละครั้งโดยใช้การวิเคราะห์ทั้งสองเทคนิค มีแนวโน้มของค่า %RSD ที่ใกล้เคียงกันจึงสามารถยืนยันได้ว่าผลการทดลองที่ได้นั้นมีความน่าเชื่อถือในระดับหนึ่ง

4.4 การศึกษาความเที่ยงของการฉีดและการวัด

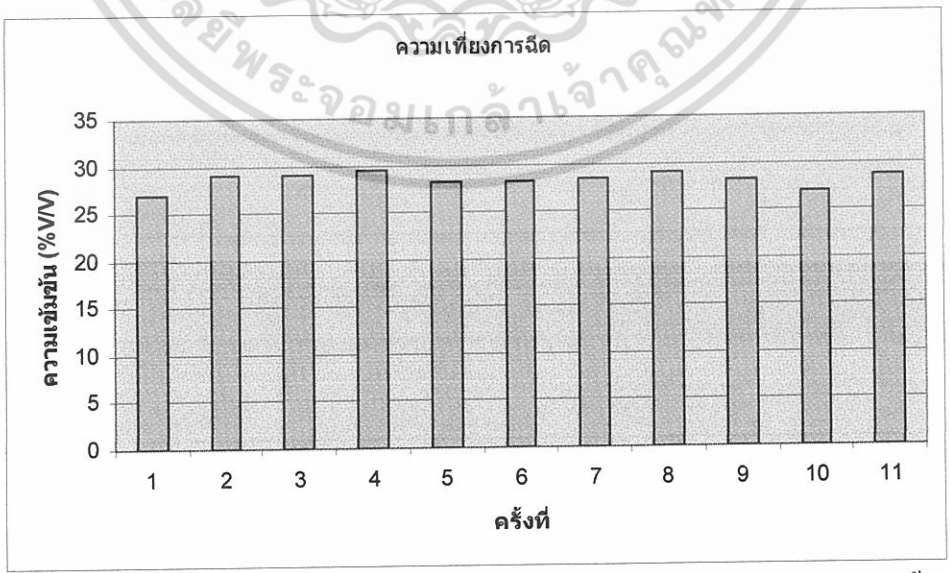
ในการทดลองนี้เราจะทำการสกัดตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ด้วยคลอโรฟอร์ม แล้วทำการวัดซ้ำทั้งหมด 11 ครั้งเพื่อหาค่าความแน่นอนของเครื่องที่ใช้ทำการวิเคราะห์ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.14 และตารางที่ 4.15

4.4.1 การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC-FID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 แสดงผลการทดลองที่ได้จากการฉีดซ้ำตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ทั้งหมด 11 ครั้ง

ครั้งที่ฉีด	Area (y)	ความเข้มข้นที่คำนวณได้ (x) (%V/V)
1	13411.922	27.02
2	14533.221	28.99
3	14572.027	29.06
4	14780.138	29.43
5	14077.105	28.19
6	14095.679	28.22
7	14250.093	28.50
8	14594.927	29.10
9	14080.045	28.20
10	13307.777	26.84
11	14338.272	28.65
ค่าเฉลี่ย		**28.38**
S.D.		**0.83**
%RSD		**2.92**



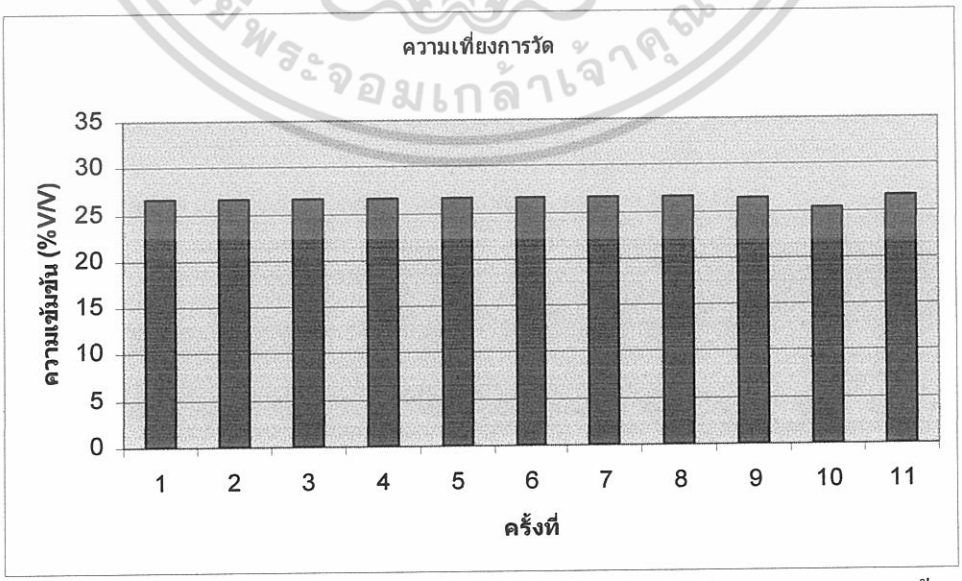
รูปที่ 4.10 กราฟแสดง Repeatability ของตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี เมื่อทำการวิเคราะห์ซ้ำ 11 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR

ตารางที่ 4.15 แสดงผลการทดลองที่ได้จากการวัดซ้ำตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ทั้งหมด 11 ครั้ง

ครั้งที่วัด	ความเข้มข้นที่วัดได้ (%V/V)
1	26.71
2	26.72
3	26.66
4	26.66
5	26.66
6	26.63
7	26.62
8	26.62
9	26.49
10	25.24
11	26.56
ค่าเฉลี่ย	**26.51**
S.D.	**0.43**
%RSD	**1.60**



รูปที่ 4.11 กราฟแสดง Repeatability ของตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี เมื่อทำการวิเคราะห์ซ้ำ11 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองที่ได้พบว่าจะได้ค่าร้อยละของการเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) ของการวิเคราะห์โดยเทคนิค GC-FID มีค่า %RSD = 2.92 และจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR มีค่า %RSD = 1.60 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในการวัดแต่ละครั้งโดยใช้การวิเคราะห์ทั้งสองเทคนิค มีแนวโน้มของค่า %RSD ที่ใกล้เคียงกันจึงสามารถยืนยันได้ว่าผลการทดลองที่ได้นั้นมีความน่าเชื่อถือในระดับหนึ่ง

4.7 การวิเคราะห์ปริมาณเอทานอลในตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

นำตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ชนิดต่างๆ 5 mL แล้วทำการสกัดด้วย คลอโรฟอร์ม 10 mL แล้วทำการสกัดเพื่อแยกน้ำที่มีอยู่ในตัวอย่างออกไป นำสารละลายที่สกัดได้ มาวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณเอทานอลที่มีในแต่ละตัวอย่าง

4.7.1 การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC-FID

ตารางที่ 4.16 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ชนิดต่างๆ

Sample	ครั้งที่	Area	ปริมาณเอทานอลที่วิเคราะห์ได้ (%V/V)	ค่าเฉลี่ย (%V/V) [1]	ปริมาณเอทานอลที่ฉลากระบุ (%V/V) [2]	[1]-[2] (d)
สุราขาว 28 ดีกรี	1	12707.005	25.8	26.50 ± 0.71	28	-1.50
	2	13430.846	27.1			
	3	13186.357	26.6			
สุราขาว 30 ดีกรี	1	14107.500	28.2	28.23 ± 0.06	30	-1.77
	2	14087.096	28.2			
	3	14154.022	28.3			
สุราขาว 40 ดีกรี	1	21135.067	40.6	39.87 ± 0.64	40	-0.13
	2	20542.126	39.6			
	3	20477.567	39.4			
เบียร์ช้าง	1	2841.329	8.4	8.43 ± 0.15	6.4	2.03
	2	2765.010	8.3			
	3	2902.052	8.6			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sample	ครั้งที่	Area	ปริมาณเอทานอลที่วิเคราะห์ได้ (%V/V)	ค่าเฉลี่ย (%V/V) [1]	ปริมาณเอทานอลที่ฉลากระบุ (%V/V) [2]	[1]-[2] (d)
เบียร์ลีโอ	1	2605.287	8.0	7.77 ± 0.21	5.5	2.27
	2	2365.696	7.6			
	3	2438.950	7.7			
เบียร์สิงห์	1	2210.258	7.3	7.60 ± 0.30	6	1.60
	2	2350.469	7.6			
	3	2526.552	7.9			
เบียร์ไฮเนเกน	1	2361.798	7.6	7.77 ± 0.15	5	2.77
	2	2534.593	7.9			
	3	2494.750	7.8			
เหล้าแม่โขง	1	16456.871	32.4	32.53 ± 0.42	35	-2.47
	2	16338.722	32.2			
	3	16807.142	33.0			
เหล้าแสงโสม	1	20016.823	38.6	38.93 ± 0.76	40	-1.07
	2	20688.129	39.8			
	3	19870.789	38.4			
ไวน์มะเม่า	1	5049.583	12.3	12.30 ± 0.30	12	-0.30
	2	5209.050	12.6			
	3	4871.993	12.0			

จากผลการทดลองนำค่าที่ได้ไปคำนวณค่าสถิติ t-test เพื่อเทียบว่าค่าจากการวิเคราะห์มีความแตกต่างกับค่าที่ระบุของตัวอย่างเหล้าหรือไม่จากสูตร

$$t_{cal} = \frac{\bar{d}}{S_d / \sqrt{n}}$$

เมื่อ $\bar{d}$ = ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่างของข้อมูลแต่ละคู่

S_d = ค่าความแปรปรวนของผลต่างของข้อมูลแต่ละคู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่าในสูตรคำนวณหา S_d

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum d_i^2 - \frac{(\sum d_i)^2}{n}}{n-1}}$$

ดังนั้น S_d = 1.89

แทนค่าในสูตรคำนวณหาค่า t-test

ค่า t_{cal} = -0.16

ค่า t ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากตาราง t เมื่อมี 10 ชุดตัวอย่าง = 2.262

4.7.2 การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR

ตารางที่ 4.17 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ชนิดต่างๆ

Sample	ครั้งที่	ปริมาณเอทานอล ที่วิเคราะห์ได้ (%V/V)	ค่าเฉลี่ย (%V/V) [1]	ปริมาณเอทานอล ที่ฉลากระบุ (%V/V) [2]	[1]-[2] (d)
สุราขาว 28 ดีกรี	1	26.6	26.83 ± 0.25	28	-1.17
	2	27.1			
	3	26.8			
สุราขาว 30 ดีกรี	1	28.6	28.77 ± 0.21	30	-1.23
	2	28.7			
	3	29.0			
สุราขาว 40 ดีกรี	1	38.3	38.63 ± 0.69	40	-1.33
	2	39.3			
	3	38.3			
เบียร์ช้าง	1	10.2	10.33 ± 0.12	6.4	3.93
	2	10.4			
	3	10.4			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sample	ครั้งที่	ปริมาณเอทานอลที่วิเคราะห์ได้ (%V/V)	ค่าเฉลี่ย (%V/V) [1]	ปริมาณเอทานอลที่ฉลากระบุ (%V/V) [2]	[1]-[2] (d)
เบียร์ลีโอ	1	9.8	9.80 ± 0.20	5.5	4.30
	2	9.6			
	3	10.0			
เบียร์สิงห์	1	9.9	9.67 ± 0.21	6	3.67
	2	9.5			
	3	9.6			
เบียร์ไฮเนเกน	1	9.6	9.70 ± 0.10	5	4.70
	2	9.7			
	3	9.8			
เหล้าแม่โขง	1	32.6	32.30 ± 0.52	35	-2.70
	2	32.6			
	3	31.7			
เหล้าแสงโสม	1	37.0	37.17 ± 0.15	40	-2.83
	2	37.3			
	3	37.2			
ไวน์มะเม่า	1	14.8	14.43 ± 0.32	12	2.43
	2	14.3			
	3	14.2			

จากผลการทดลองนำค่าที่ได้ไปคำนวณค่าสถิติ t-test เพื่อเปรียบเทียบว่าค่าจากการวิเคราะห์มีความแตกต่างกับค่าที่ระบุของตัวอย่างเหล้าหรือไม่จากสูตร

$$t_{cal} = \frac{\bar{d}}{S_d / \sqrt{n}}$$

เมื่อ $\bar{d}$ = ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่างของข้อมูลแต่ละคู่

S_d = ค่าความแปรปรวนของผลต่างของข้อมูลแต่ละคู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่าในสูตรคำนวณหา S_d

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum d_i^2 - \frac{\left(\sum d_i\right)^2}{n}}{n-1}}$$

ดังนั้น S_d = 3.088

แทนค่าในสูตรคำนวณหาค่า t-test

ค่า t_{cal} = 1.00

ค่า t ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากตาราง t เมื่อมี 10 ชุดตัวอย่าง = 2.262

จากผลการคำนวณที่ได้เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์กับปริมาตรที่ระบุของตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ พบว่าที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC-FID ให้ค่า t_{cal} = -0.16 และจากผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR ให้ค่า t_{cal} = 1.00 ซึ่งค่าที่ได้อยู่ในช่วงที่ยอมรับ แสดงว่าผลการวิเคราะห์นี้ไม่มีความแตกต่างกับค่าที่ระบุที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

4.6 การศึกษาความแม่นของวิธีวิเคราะห์

ในการศึกษาโดยการนำตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี มาเติมสารละลายมาตรฐานเอทานอลในปริมาตร 0, 15, 17.5 mL ตามลำดับ ลงไปในขวดวัดปริมาตร 50 mL แล้วปรับปริมาตรจนถึงขีดบอกปริมาตร แล้วนำมาสกัดด้วยคลอโรฟอร์มด้วยอัตราส่วนที่ศึกษาได้ จากนั้นนำมาคำนวณหาค่าร้อยละของการกลับได้คืน (%Recovery) ของสารละลายตัวอย่างดังสมการ

$$\%\text{Recovery} = \frac{(C_{SpikeSample} - C_{Sample})}{C_{S\,\text{tan}\,dard}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ $C_{SpikeSample}$ คือ ความเข้มข้นของสารละลาย Spiked sample ที่เครื่องตรวจวัดได้

C_{Sample} คือ ความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างที่เครื่องตรวจวัดได้

$C_{Standard}$ คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานที่ใช้ Spike

เกณฑ์การยอมรับของค่า %Recovery อยู่ในช่วง 80 – 120%

4.3.1 การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC-FID

จากกราฟมาตรฐานใช้ในการศึกษาความแม่นของวิธีวิเคราะห์ จะได้สมการ y = 569.1x – 1966.4 ซึ่งสามารถนำมาคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง (x) ได้ เมื่อแทนค่าในสมการ โดยค่า y คือ Area และคำนวณหา %Recovery ได้ ดังแสดงในตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณ Ethanol ในสารละลาย spiked sample

Std. Ethanol ที่ add	ขวดที่	Area (y)	ความเข้มข้นที่คำนวณได้ (x) (%V/V)	%Recovery
0	1	5614.335	13.32	-
15.0 mL (30 %V/V)	1	23484.152	44.72	104.67
	2	22830.384	43.57	100.84
	3	23261.081	44.33	103.36
17.5 mL (40 %V/V)	1	26038.327	49.21	89.72
	2	25032.536	47.44	85.30
	3	25859.200	48.89	88.93

จากผลการทดลองในการศึกษาความแม่นของวิธีวิเคราะห์ โดยเครื่อง GC-FID ได้ค่า % Recovery อยู่ในช่วงที่กำหนดคือ 80-120% ซึ่งสามารถยอมรับได้

4.3.2 การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR

จากกราฟมาตรฐานใช้ในการศึกษาความแม่นของวิธีวิเคราะห์ จะได้ค่า R^2 = 0.9951 ซึ่งสามารถแสดงค่าความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างได้ เมื่อเทียบกับกราฟมาตรฐาน และคำนวณหา %Recovery ได้ จากสูตรข้างต้น ดังแสดงในตารางที่ 4.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในสารละลาย spiked sample

Std. Ethanol ที่ add	ขวดที่	ความเข้มข้นที่คำนวณได้ (%V/V)	%Recovery
0	1	15.95	-
15.0 mL (30 %V/V)	1	45.37	98.08
	2	43.80	92.81
	3	43.95	93.32
17.5 mL (40 %V/V)	1	57.53	103.96
	2	60.52	111.44
	3	55.05	97.76

จากผลการทดลองในการศึกษาความแม่นของวิธีวิเคราะห์ โดยเครื่อง FT-IR ได้ค่า % Recovery อยู่ในช่วงที่กำหนดคือ 80-120% ซึ่งสามารถยอมรับได้

จากผลการทดลองที่ได้ทั้งสองเทคนิคการวิเคราะห์ จะเห็นค่า % Recovery ที่ได้นั้นมีค่าอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ทั้งสองเทคนิคการวิเคราะห์ คือ อยู่ในช่วง 80-120% ดังนั้นในการทดลองจึงสามารถยอมรับผลการวิเคราะห์ได้จากการศึกษาความแม่นของวิธีวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ด้วยเทคนิค GC-FID และ FT-IR โดยอาศัยปฏิกิริยาการสกัดเอทานอลโดยใช้คลอโรฟอร์มและทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบปริมาณที่ได้จากการวิเคราะห์กับฉลากข้างขวด รวมถึงหาประสิทธิภาพเครื่อง GC-FID และ FT-IR ที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วย

ก่อนทำการวิเคราะห์กับตัวอย่างนั้น เราต้องทำการหาสภาวะที่เหมาะสมเสียก่อน โดยเริ่มจากการศึกษาอัตราส่วนปริมาณที่เหมาะสมในการสกัด จะพบว่าที่อัตราส่วนสารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำต่อคลอโรฟอร์ม เท่ากับ 5 mL : 10 mL มีแนวโน้มค่า R^2 ที่สูง และยังมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันทั้งสองเทคนิคการวิเคราะห์ ดังนั้นจึงเป็นสภาวะมีความเหมาะสมมากที่สุด สำหรับการวิเคราะห์ซึ่งเราจะนำค่าที่ได้นี้ไปใช้ในการหาสภาวะอื่นต่อไป คือ การทำกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานเอทานอลโดยใช้ความเข้มข้นตั้งแต่ 10, 20, 30, 40, 50 %V/V เพื่อนำมาเปรียบเทียบในการศึกษาความเที่ยงของการสกัด ความเที่ยงของการฉีดการวัด การหาปริมาณเอทานอลที่มีในตัวอย่าง และการศึกษาความแม่นของวิธีวิเคราะห์ในการทดลอง โดยผลการทดลองที่ได้ทั้งสองเทคนิคการวิเคราะห์ จะเห็นว่ากราฟมาตรฐานที่ได้ มีค่า R^2 ที่ใกล้เคียงกันทั้งสองเทคนิคการวิเคราะห์ คือ เทคนิค GC-FID ให้ค่า R^2 = 0.9964 และเทคนิค FT-IR ให้ค่า R^2 = 0.9951 ซึ่งมีแนวโน้มค่า R^2 ที่สูง จึงสามารถนำกราฟมาตรฐานที่ได้มานี้ใช้เพื่อยืนยันถึงความถูกต้องของกระบวนการวิเคราะห์ จากการศึกษาหาความเที่ยงการสกัด โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 วิธีคือ วิธีที่ 1 ทำการสกัดซ้ำ 11 ครั้ง โดยใช้ตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ขวดเดียวกัน จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC-FID สามารถหาค่า %RSD = ±1.85 และเทคนิค FT-IR สามารถหาค่า %RSD = ±2.03 และวิธีที่ 2 ใช้ตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี จำนวน 3 ขวด มาทำการสกัดซ้ำขวดละ 3 ครั้ง จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC-FID สามารถหาค่า %RSD = ±1.84 และเทคนิค FT-IR สามารถหาค่า %RSD = ±1.38 จากนั้นทำการศึกษาความเที่ยงของการฉีดและการวัด พบว่าได้ค่า %RSD ของการวิเคราะห์โดยเทคนิค GC-FID มีค่า RSD = ±2.92 และจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR มีค่า %RSD = ±1.60 แสดงให้เห็นว่าจากการศึกษาหาความเที่ยงของการสกัดและการวัดแต่ละครั้งโดยใช้การวิเคราะห์ทั้งสองเทคนิค มีแนวโน้มของค่า %RSD ที่ใกล้เคียงกันจึงสามารถยืนยันได้ว่าผลการทดลองที่ได้นั้นมีความน่าเชื่อถือในระดับหนึ่ง ซึ่งที่เป็นที่น่าพอใจและแสดงถึงความถูกต้องของเครื่องมือที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง เราได้ศึกษาตัวอย่างมาทั้งหมด 10 ตัวอย่าง และทำการวิเคราะห์โดยใช้สภาวะที่ได้จากการทดลองก่อนหน้านี้ จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC-FID และ FT-IR ค่าที่ได้ใกล้เคียงกับฉลากข้างขวดของผลิตภัณฑ์จากนั้นได้คำนวณค่าสถิติ t-test เพื่อดูว่าค่าที่มาจากการวิเคราะห์กับค่าที่ระบุของตัวอย่างมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการคำนวณพบว่าค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ไม่มีความแตกต่างกับค่าที่ระบุที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และการศึกษาความแม่นของวิธีวิเคราะห์ โดยวิธี Spiked sample เพื่อคำนวณหาค่าร้อยละของการกลับได้คืนของสารละลายตัวอย่าง พบว่าทั้ง GC-FID และ FT-IR มีค่าร้อยละของการกลับได้คืนของสารละลายเป็นที่ยอมรับได้ ก็คืออยู่ในช่วง 85-111% จากการทดลองพบว่าอาจมีค่าความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากผลจากการเตรียมตัวอย่างที่ไม่ดีพอ, ความไม่ชำนาญในการวิเคราะห์ของผู้ที่ทำการวิเคราะห์ รวมไปถึงสภาพเครื่องที่ใช้ทำการวิเคราะห์ ซึ่งอาจทำให้ผลที่ได้มีการคลาดเคลื่อนของผลการวิเคราะห์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์. ค้นจาก www.phukettechno.ac.th/article/hc.doc

[2] ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแอลกฮอล์. (2548). ค้นเมื่อวันที่ 26 สิงหาคม 2549 ค้นจาก **http://203.157.45.67/vicha/alcohol.html**

[3] การสังเคราะห์ Ethanol. (2531). **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.** 3(3). กันยายน-ธันวาคม.

[4] **แก๊สโครมาโทกราฟี.** รศ.อรุณี คงศักดิ์ไพศาล. แบบเรียนเคมีวิเคราะห์ 2 ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[5] แม้น อมรสิทธิ์ และอมร เพชรสม. **Principles and Techniques of Instrumental Analysis.** ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์ชวนพิมพ์: กรุงเทพ, 2534

[6] Seader, J.D., Henley, E.J.. "**Separation Proces Principles**". John Wiley & Sons. 1998

[7] Akkarawat S., Weerachai S., **Determination of Ethanol in Liquor by Gas Chromatography.** Faculty of Science, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, (2005)

[8] P. Tipparat , S. Lapanaatnoppakhun , J. Jakmunee , Kate G. **Determination of ethanol in liquor by near-infrared spectrophotometry with flow injection.** Talanta 53 (2001) , 1199-1204.

[9] J.M. Garrigues, A. Perez Ponce, E.J. **Direct determination of ethanol and methanol in liquid samples by means of vapor phase-Fourier transform infrared spectrometry.** Vibrational Spectroscopy 15 (1997) 219-228

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

สภาวะของเครื่อง GC-FID

เครื่อง Gas Chromatograph รุ่น SRI 8610 C มีเครื่องวัดสัญญาณเป็น FID

คอลัมน์ Alltech, 10% CBX on CWAW 80/100, $6' \times 1/8'' \times 0.085''$

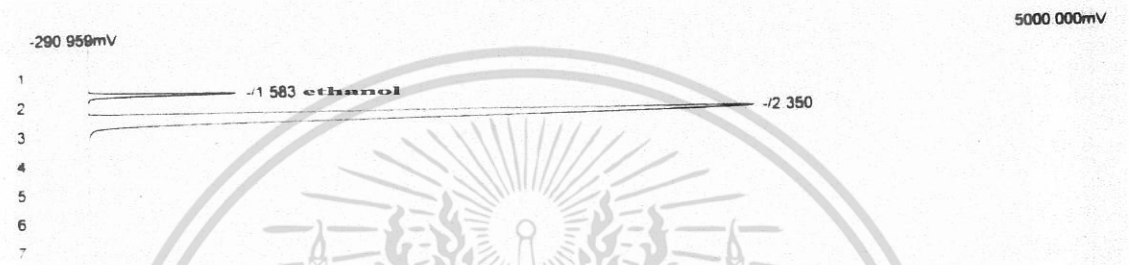
อุณหภูมิของ injection port	200°C
อุณหภูมิของ detector	200°C
อุณหภูมิคอลัมน์	80°C
แก๊สพา แก๊สไนโตรเจน	
อัตราการไหลของแก๊สพา	11 psi
อัตราการไหลของแก๊สออกซิเจน	5 psi
อัตราการไหลของแก๊สไฮโดรเจน	25 psi

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

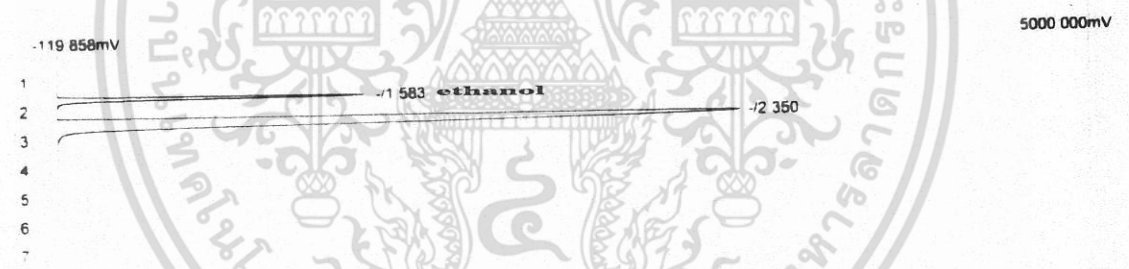
ภาคผนวก ข

โครมาโทแกรมศึกษาอัตราส่วนปริมาณที่เหมาะสมในการสกัดโดยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC-FID

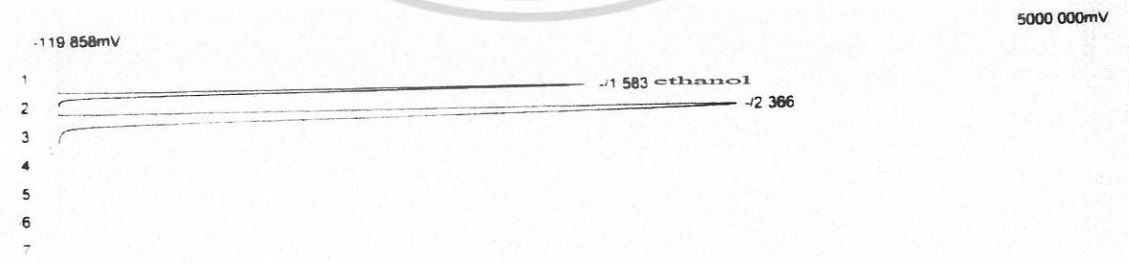
สารละลายมาตรฐานเอทานอล 10% : คลอโรฟอร์ม = 5 mL : 10 mL



สารละลายมาตรฐานเอทานอล 20% : คลอโรฟอร์ม = 5 mL : 10 mL

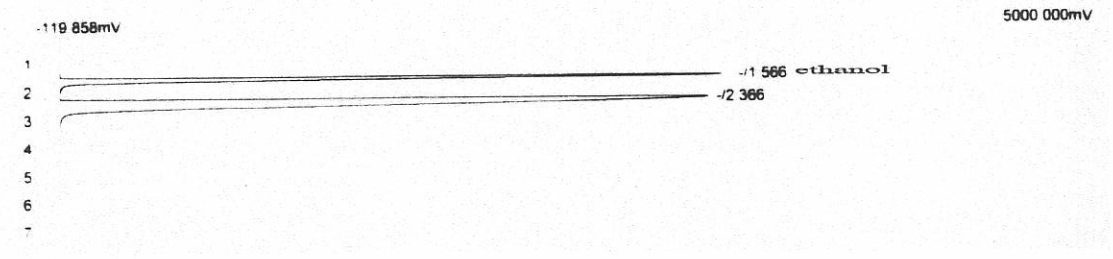


สารละลายมาตรฐานเอทานอล 30% : คลอโรฟอร์ม = 5 mL : 10 mL



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารละลายมาตรฐานเอทานอล 40% : คลอโรฟอร์ม = 5 mL : 10 mL



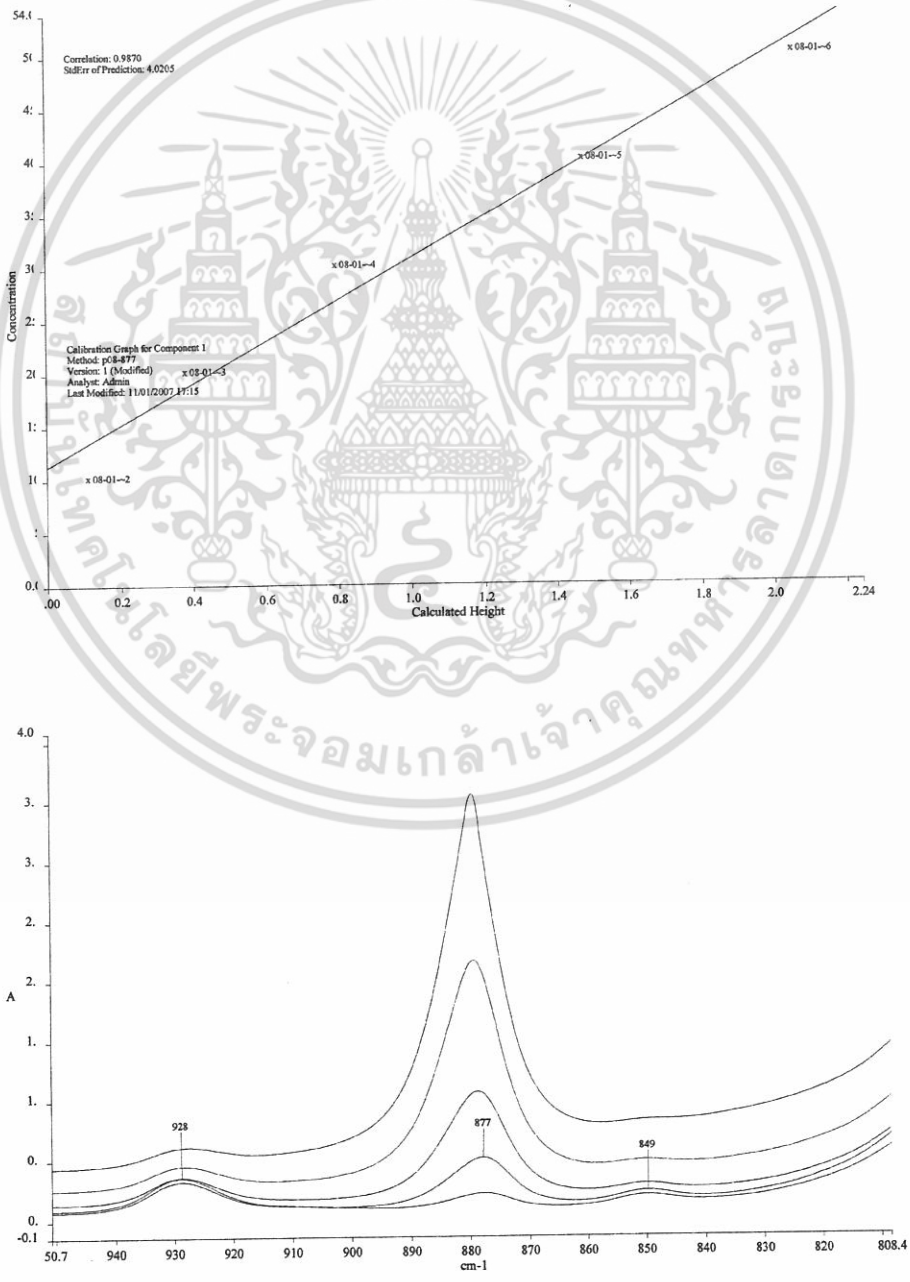
สารละลายมาตรฐานเอทานอล 50% : คลอโรฟอร์ม = 5 mL : 10 mL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

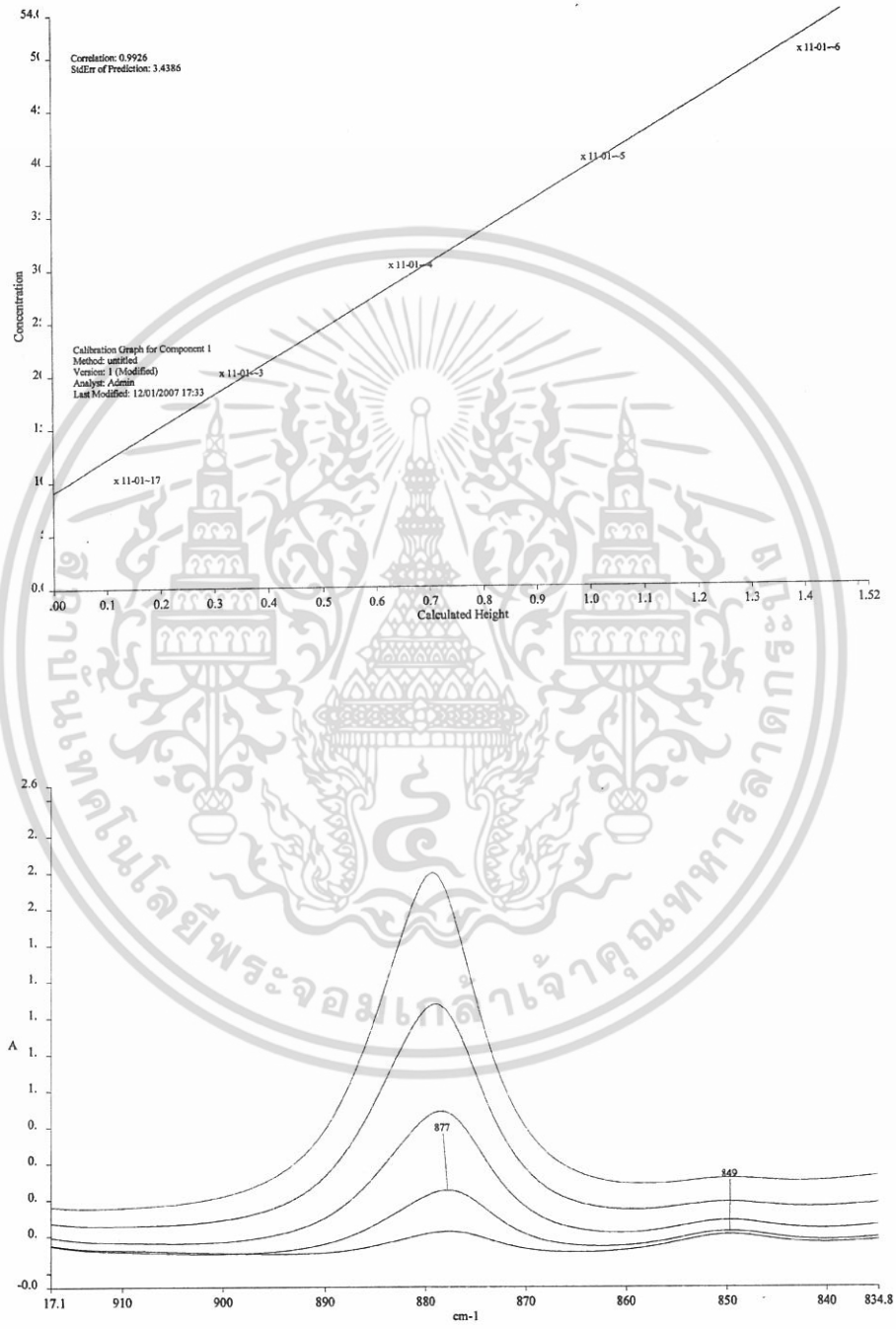
Calibration Graph การศึกษาอัตราส่วนปริมาณที่เหมาะสมในการสกัด ที่เลขคลื่น 877 cm^{-1} โดยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR

สารละลายมาตรฐานเอทานอล : คลอโรฟอร์ม = 20 mL : 10 mL



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารละลายมาตรฐานเอทานอล : คลอโรฟอร์ม = 10 mL : 10 mL



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารละลายมาตรฐานเอทานอล : คลอโรฟอร์ม = 10 mL : 5 mL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารละลายมาตรฐานเอทานอล : คลอโรฟอร์ม = 5 mL : 10 mL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารละลายมาตรฐานเอทานอล : คลอโรฟอร์ม = 5 mL : 5 mL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การหาความหนาของเซลล์ใส่ตัวอย่างของเหลวเครื่อง FT-IR เพื่อหาความถูกต้องของ spacer ที่วัดได้กับค่าที่แท้จริง

1. นำ Teflon spacer เบอร์ 1851 มาประกอบเข้าในชุด Liquid cell แล้วนำไป scan spectrum ใน mode ratio วัด 3 ครั้ง

2. เมื่อได้ spectrum แล้วให้ zoom เพื่อนับจำนวนริ้ว (finge) ที่สมบรูณ์ในระหว่างความถี่ที่เริ่มแรกกับความถี่ที่จุดสุดท้ายในหน่วย wave number (cm^{-1})

3.บันทึกผล นำมาคำนวณหาความเที่ยงและความแม่นของ Teflon spacer ที่ใช้

$$d = \frac{\Delta m}{2(\nu_1 - \nu_2)}$$

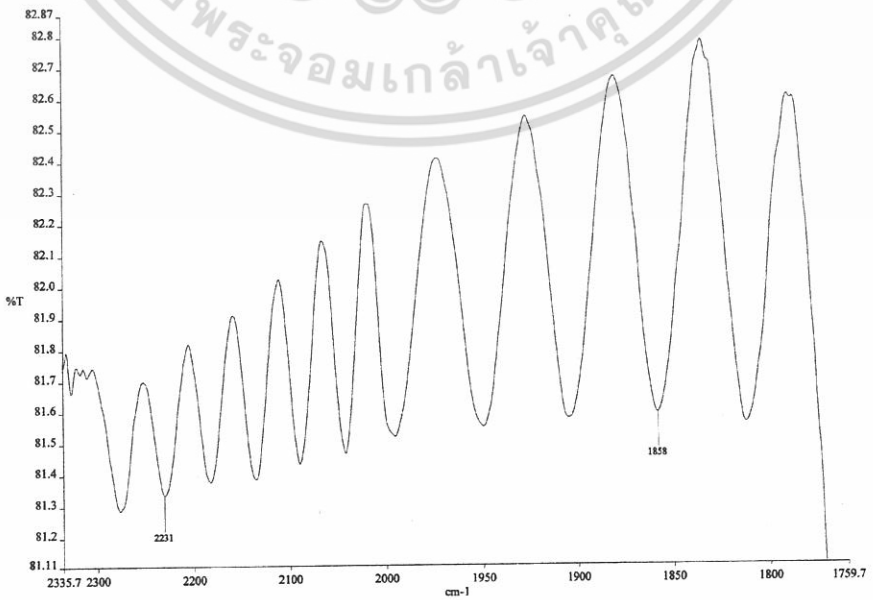
เมื่อ d คือ ความหนาของ Teflon spacer

Δm คือ จำนวนริ้วตั้งแต่ ν_1-ν_2

ν_1 คือ จุดเริ่มต้นความถี่ของริ้วที่สมบรูณ์

ν_2 คือ จุดสุดท้ายความถี่ของริ้วที่สมบรูณ์

จากกราฟแสดงจำนวนริ้วที่สมบรูณ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้ $$d = \frac{\Delta m}{2(\nu_1 - \nu_2)}$$

$$d = \frac{8}{2(2231-1585)}$$

$$d = 0.0107 \text{ cm}$$

$$d = 0.107 \text{ mm}$$

Teflon spacer เบอร์ 1851 ที่วัดได้ มีค่าเท่ากับ 0.107 mm ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงของ Teflon spacer เบอร์ 1851 คือ 0.15 mm แสดงว่า Teflon spacer ที่ใช้ในการทดลองสามารถเชื่อถือได้สำหรับการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์ปริมาณเอทานอลในตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

ตัวอย่างการคำนวณ

การวิเคราะห์โดยเทคนิค GC-FID

สูตรคำนวณ t-test

$$t_{cal} = \frac{\bar{d}}{S_d/\sqrt{n}}$$

เมื่อ $\bar{d}$ = ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่างของข้อมูลแต่ละคู่

S_d = ค่าความแปรปรวนของผลต่างของข้อมูลแต่ละคู่

แทนค่าในสูตรคำนวณหา S_d

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum d_i^2 - \frac{\left(\sum d_i\right)^2}{n}}{n-1}} = \sqrt{\frac{32.2423 - \left[\frac{(-0.95)^2}{10}\right]}{9}}$$

ดังนั้น S_d = 1.89

แทนค่าในสูตรคำนวณหาค่า t-test

$$t_{cal} = \frac{\bar{d}}{S_d/\sqrt{n}} = \frac{-0.093}{1.89/\sqrt{10}}$$

ค่า t_{cal} = -0.16

ค่า t ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากตาราง t เมื่อมี 10 ชุดตัวอย่าง = 2.262

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณ

การวิเคราะห์โดยเทคนิค FT-IR

สูตรคำนวณ t-test

$$t_{cal} = \frac{\bar{d}}{S_d / \sqrt{n}}$$

เมื่อ $\bar{d}$ = ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่างของข้อมูลแต่ละคู่

S_d = ค่าความแปรปรวนของผลต่างของข้อมูลแต่ละคู่

แทนค่าในสูตรคำนวณหา S_d

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum d_i^2 - \frac{\left(\sum d_i\right)^2}{n}}{n-1}} = \sqrt{\frac{95.3483 - \left[\frac{(9.77)^2}{10}\right]}{9}}$$

ดังนั้น S_d = 3.088

แทนค่าในสูตรคำนวณหาค่า t-test

$$t_{cal} = \frac{\bar{d}}{S_d / \sqrt{n}} = \frac{0.977}{3.088/\sqrt{10}}$$

ค่า t_{cal} = 1.00

ค่า t ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากตาราง t เมื่อมี 10 ชุดตัวอย่าง = 2.262

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

การตรวจวัดปริมาณเอทานอลในสารละลาย Spiked sample

เพื่อคำนวณหาค่าร้อยละของการกลับได้คืน(%Recovery) ของสารละลายตัวอย่างดังสมการ

$$\%\text{Recovery} = \frac{(C_{SpikeSample} - C_{Sample})}{C_{S\,\text{tan}\,dard}} \times 100$$

เมื่อ $C_{SpikeSample}$ คือ ความเข้มข้นของสารละลาย Spike sample ที่เครื่องตรวจวัดได้

C_{Sample} คือ ความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างที่เครื่องตรวจวัดได้

$C_{Standard}$ คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานที่ใช้ Spike

เกณฑ์การยอมรับของค่า %Recovery อยู่ในช่วง 80 – 120%

ตัวอย่างการคำนวณ

จากตารางแสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณ Ethanol ในสารละลาย spiked sample โดยเทคนิค GC-FID

Std. Ethanol ที่ add	ขวดที่	Area (y)	ความเข้มข้นที่คำนวณได้ (x) (%V/V)	%Recovery
0	1	5614.335	13.3206	-
15.0 (30 %V/V)	1	23484.152	44.7207	104.6672
	2	22830.384	43.5719	100.8378
	3	23261.081	44.3287	103.3605
17.5 (40 %V/V)	1	26038.327	49.2082	89.7191
	2	25032.536	47.4415	85.3024
	3	25859.200	48.8940	88.9336

Add Std. Ethanol 15 ml (30%V/V) ขวดที่ 1 :

$$\%\text{Recovery} = \frac{(44.7207-13.3206)}{30} \times 100$$

$$= 104.6672$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Add Std. Ethanol 15 ml (30%V/V) ขวดที่ 2 :

$$\%\text{Recovery} = \frac{(43.5719-13.3206)}{30} \times 100$$

$$= 100.8378$$

Add Std. Ethanol 17.5 ml (30%V/V) ขวดที่ 1 :

$$\%\text{Recovery} = \frac{(49.2082-13.3206)}{30} \times 100$$

$$= 89.7191$$

* การคำนวณความเข้มข้นที่เหลือ คำนวณในแบบเดียวกันทั้งสองเทคนิคการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้