สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในเหล้าโดยใช้เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี

นาย วีรชัย สัมฤทธิ์ภาพ
นาย อัครวัฒน์ สิทธาพานิช

วพ.
ส๘๖๑
๒๕๕๓
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 107716
วัน,เดือน,ปี 10 พ.ค. 2553
b. 12210985
i.....

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาเคมี
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Determination of Ethanol in Liquor by Gas Chromatography

Mr.Weerachai Sumritparp

Mr.Akkarawat Sittapanich

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

Academic Year 2005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษเรื่อง	การวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในเหล้าโดยใช้เทคนิคแก๊สโครโทกราฟี
นักศึกษา	นายวีรชัย สัมฤทธิ์ภาพ
	นายอัครวัฒน์ สิทธาพานิช
ภาควิชา	เคมี คณะวิทยาศาสตร์
สาขาวิชา	เคมีอุตสาหกรรม-เครื่องมือวิเคราะห์
ปีการศึกษา	2548
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.วิบูลย์ ประดิษฐ์เวียงคำ

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

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

.....

(ผศ.ดร.ประยงค์ ดวงดี)

หัวหน้าภาควิชา

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
สภาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษ การวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในเหล้าโดยใช้เทคนิคแก๊สโครมาโทรกราฟี

นักศึกษา นาย วีรชัย สัมฤทธิ์ภาพ
นาย อัครวัฒน์ สิทธาพานิช

ภาควิชา เคมี คณะวิทยาศาสตร์

สาขาวิชา เคมีอุตสาหกรรม-เครื่องมือวิเคราะห์

ปีการศึกษา 2548

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. วิบูลย์ ประดิษฐ์เวียงคำ

บทคัดย่อ

โครงงานพิเศษนี้ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอล ในเหล้าโดยใช้เทคนิคแก๊สโครมาโทรกราฟีโดยมีเครื่องตรวจวัด คือ Flame Ionization Detector (FID) การสกัดเอทานอลด้วยคลอโรฟอร์มช่วยแยกปริมาณเอทานอลที่มีในเหล้าตัวอย่างเข้าสู่ชั้นชั้นคลอโรฟอร์ม 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 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	Determination of Ethanol in Liquor by Gas Chromatography
Name	Mr.Weerachai Sumritpap
	Mr.Akkarawat Sittapanich
Department	Chemistry
Program	Industrial Chemistry – Analytical Instrumentation
Academic Year	2005
Special Project Advisor	Dr.Wiboon Praditweangkum

ABSTRACT

This special project is purposed to find out the optimum condition for the determination of ethanol in liquid liquor by gas chromatography using FID as detector. The procedure is processed by the extraction of ethanol in liquor to chloroform phase. The ratio of chloroform: sample used to extract and the flow rate of carrier gas were optimized. The carrier gas flow rate of 7 psi and the ratio of chloroform: sample of 2:4 were used as the optimum condition. The precision of the extraction procedure showed as the relative standard deviation is ± 3.94. The results for the determination of ethanol in liquor sample illustrated as t-test is 1.68, showed that the analysis results and the label amount was not significant different at the 95% confidence level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษนี้สามารถลุล่วงไปด้วยดีในครั้งนี้สืบเนื่องมาจากความร่วมมือและความกรุณาของทุกๆท่าน ทั้งอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.วิบูลย์ ประดิษฐ์เวียงคำ และคณะกรรมการ ที่กรุณาติดตาม ตรวจสอบดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดี จนโครงงานพิเศษนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องธุรการ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมี รวมทั้งแม่บ้านที่ได้ให้คอยให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในทุกๆด้าน

ขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ญาติ พี่น้อง และเพื่อนๆ รวมถึงรุ่นพี่ รุ่นน้องทุกๆคนที่ให้กำลังใจและช่วยเหลือในทุกๆด้านจนโครงงานพิเศษนี้สำเร็จในที่สุด

นายวีรชัย สัมฤทธิ์ภาพ

นายอัครวัฒน์ สิทธาพานิช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ	1
1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ	1
1.4 ขั้นตอนการทำวิจัยและการดำเนินงาน	1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 แอลกอฮอล์	3
2.1.1 การผลิตเอทานอล	4
2.1.2 ผลกระทบต่อสุขภาพร่างกาย	5
2.2 แก๊สโครมาโทรกราฟี	7
2.3 การสกัดของเหลวด้วยของเหลว	10
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	12
3.1 สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	12
3.2 วิธีการดำเนินการทดลอง	12
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล	15
4.1 การศึกษาหา Flow rate ของ carrier gas ที่เหมาะสม	15
4.2 การศึกษาอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟอร์มต่อตัวอย่างเหล้าที่เหมาะสม	22
4.3 การเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลที่เตรียมในน้ำกับสารละลายมาตรฐานเอทานอลที่เตรียมในคลอโรฟอร์ม	23
4.4 การศึกษาความเที่ยงของการสกัด	25
4.5 การศึกษาความเที่ยงของการฉีด	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.6 การทำกราฟมาตรฐาน	28
4.7 การศึกษาปริมาณ Ethanol ที่มีในตัวอย่างเหล้า	29
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	32
เอกสารอ้างอิง	33
ภาคผนวก	34
ภาคผนวก ก	35
ภาคผนวก ข	37
ภาคผนวก ค	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 แสดงผลการทดลองของ Standard ethanol 10 %v/v ที่ flow rate ต่างๆ	15
4.2 แสดงผลการทดลองของ Standard ethanol 20 %v/v ที่ flow rate ต่างๆ	16
4.3 แสดงผลการทดลองของ Standard ethanol 30 %v/v ที่ flow rate ต่างๆ	18
4.4 แสดงผลการทดลองของ Standard ethanol 40 %v/v ที่ flow rate ต่างๆ	19
4.5 แสดงผลการทดลองของ Standard ethanol 50 %v/v ที่ flow rate ต่างๆ	21
4.6 แสดงผลการหาปริมาณ Ethanol โดยใช้ chloroform ที่อัตราส่วนต่างๆ	22
4.7 แสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างวิธีการสกัดกับสารละลาย Std. Ethanol in Chloroform (%V/V)	24
4.8 แสดงผลการทดลองที่ได้จากการวัดซ้ำของสารละลายมาตรฐานเอทานอลที่สกัดด้วย คลอโรฟอร์ม ทั้งหมด 5 ครั้ง	26
4.9 แสดงผลการทดลองที่ได้จากการวัดซ้ำของสารละลายมาตรฐานเอทานอลที่สกัดด้วย คลอโรฟอร์ม ทั้งหมด 10 ครั้ง	27
4.10 แสดงผลการทดลองค่า Area, Retention time ของ สารละลายมาตรฐานเอทานอลin water ที่ความเข้มข้นต่างๆ	28
4.11 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณ Ethanol ในตัวอย่างเหล้าชนิดต่างๆ	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ส่วนประกอบของเครื่องแก๊สโครมาโทรกราฟี	8
2.2 ลักษณะของ FID แบบต่างๆ	9
4.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า N ของ Std. ethanol 10 %v/v ที่ Flow rate ต่างๆ	16
4.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า HETP ของ Std. Ethanol 10 %V/V ที่ Flow rate ต่างๆ	16
4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า N ของ Std. ethanol 20 %v/v ที่ Flow rate ต่างๆ	17
4.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า HETP ของ Std. Ethanol 20 %V/V ที่ Flow rate ต่างๆ	17
4.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า N ของ Std. ethanol 30 %v/v ที่ Flow rate ต่างๆ	18
4.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า HETP ของ Std. Ethanol 30 %V/V ที่ Flow rate ต่างๆ	19
4.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า N ของ Std. ethanol 40 %v/v ที่ Flow rate ต่างๆ	20
4.8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า HETP ของ Std. Ethanol 50 %V/V ที่ Flow rate ต่างๆ	20
4.9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า N ของ Std. ethanol 50 %v/v ที่ Flow rate ต่างๆ	21
4.10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า HETP ของ Std. Ethanol 10 %V/V ที่ Flow rate ต่างๆ	22
4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนคลอโรฟอร์ม/สารละลายมาตรฐานเอทานอลกับ Area	23
4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Area กับ %V/V สารละลายมาตรฐานเอทานอลในคลอโรฟอร์ม	24
4.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Area กับ %V/V สารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำ	25
4.14 กราฟแสดง Repeatability ของ Std. Solution Ethanol in H_2O 40 %(V/V) โดยทำการสกัดซ้ำ 5ครั้ง	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้า
4.15 กราฟแสดง Repeatability ของ Std. Solution Ethanol in H_2O 40 %(V/V) เมื่อทำการวิเคราะห์ซ้ำ10 ครั้ง	28
4.16 กราฟมาตรฐานค่า Area ของ Std. Solution Ethanol in H_2O	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมเครื่องดื่มแอลกอฮอล์มีเป็นจำนวนมากทั่วโลก ซึ่งแต่ละที่แต่ละประเทศมีการผลิตที่แตกต่างกัน และกรรมวิธีการผลิตที่ต่างกันอาจส่งผลถึงปริมาณแอลกอฮอล์ที่ได้ในการผลิต และแต่ละโรงงานมีกรรมวิธีการตรวจสอบปริมาณเอทานอล ที่แตกต่างกันซึ่งอาจส่งผลถึงแตกต่างกันไปด้วย

ในโครงงานพิเศษนี้เราได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์ของเหล้าแต่ละยี่ห้อโดยใช้เทคนิคการสกัดนำเอทานอลออกมาจากน้ำ โดยอาศัยคลอโรฟอร์มจากนั้นนำสารละลายที่ได้จากการสกัดไปวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลด้วย เครื่อง GC-FID ซึ่งในการวิเคราะห์นี้เครื่อง GC-FID ที่ใช้จะมีค่าความเบี่ยงเบนสูงเนื่องมาจากอายุการใช้งานที่นานมากมากเราจึงต้องทำการตรวจสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องด้วยเพื่อความถูกต้องและแม่นยำในการวิเคราะห์ก่อน โดยทำการวิเคราะห์สารมาตรฐานก่อนที่จะนำกระบวนการวิเคราะห์ที่เหมาะสมไปใช้ในการวิเคราะห์สารตัวอย่างเพื่อหาปริมาณเอทานอลต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ

เพื่อศึกษาและพัฒนาวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลโดยอาศัยการสกัดเอทานอลออกจากน้ำด้วยคลอโรฟอร์มและวิเคราะห์โดยเทคนิคแก๊สโครมาโทรกราฟี

1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ

1. ศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการสกัดเอทานอลในตัวอย่างเหล้าเข้าสู่ชั้นคลอโรฟอร์ม
2. วิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลโดยใช้เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี

1.4 ขั้นตอนการทำวิจัยและการดำเนินงาน

1. สืบค้นแหล่งข้อมูลจากแหล่งที่เกี่ยวข้อง
2. วางแผนการทดลองโดยจัดหาอุปกรณ์ สารเคมี สารตัวอย่างและเครื่องมือที่ใช้
3. ดำเนินการทดลองโดยศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลด้วยเครื่อง GC-FID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. จะได้สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอล โดยอาศัยปฏิกิริยาการสกัดเอทานอลออกจากน้ำโดยใช้คลอโรฟอร์ม

2. สามารถนำวิธีที่พัฒนาได้นี้ไปประยุกต์ใช้ในการหาปริมาณเอทานอลในตัวอย่างต่างๆได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 แอลกอฮอล์ [1]

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

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 และแน่นอน ที่สุด แอลกอฮอล์จะไปมีผลทำให้เกิดการอักเสบของเซลล์ตับ ก่อให้เกิดตับอักเสบ ไขมันสะสมในตับ และตับแข็งได้ แอลกอฮอล์ยังมีผลต่อหลอดเลือดและหัวใจได้ โดยทำให้เกิดภาวะความดันโลหิตสูง ระดับคอเลสเทอรอลและไตรกลีเซอไรด์เพิ่มสูงขึ้น ทำให้มีโอกาสเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจขาด เลือดเนื่องจากภาวะหลอดเลือดหัวใจตีบ นอกจากนี้แอลกอฮอล์ยังเป็นพิษโดยตรงต่อกล้ามเนื้อหัวใจอีกด้วย จึงเห็นได้ว่า แอลกอฮอล์นั้นมีผลต่อระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในร่างกายหลายระบบ ยิ่งบริโภคในปริมาณที่มากและต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน ก็ยิ่งเสี่ยงต่ออันตรายต่างๆ เหล่านี้มากขึ้น

2.1.1 การผลิตเอทานอล [2]

ในการผลิตเอทานอลนั้นสามารถ กระทำได้ 2 วิธี

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

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

$$CH_3CH_2OSO_3 + H_2O \longrightarrow CH_3CH_2OH + H_2SO_4$$

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

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

2.1.1.2 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) จากนั้นน้ำตาลจะถูกเปลี่ยนเอทานอลโดยยีสต์ในสภาพไร้อากาศ โดยกระบวนการหมัก ดังสมการ

$$\underset{\text{Sucrose}}{C_{12}H_{12}O_{11}} \xrightarrow{\text{invertase}} \underset{\text{invert sugar}}{2C_6H_{12}O_6}$$

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามสมการ ยีสต์จะเปลี่ยนน้ำตาลเป็นเอทานอล 51.1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 48.9 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ของน้ำตาลเริ่มต้น แต่ในทางปฏิบัติ น้ำตาล 95 เปอร์เซ็นต่เท่านั้นที่ถูกเปลี่ยนแปลงเป็นเอทานอล โดยน้ำตาลส่วนหนึ่งจะถูกยีสต์ใช้ไปในการเจริญเติบโต และปฏิกิริยาเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น กลีเซอรอล และกรดซัลซินิค 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

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 [1]

ภาวะมึนเมาจากแอลกอฮอล์

ภาวะมึนเมาจากแอลกอฮอล์เป็นผลจากการที่แอลกอฮอล์ในกระแสเลือดไปมีผลต่อการทำงานของสมอง ทำให้เกิดอาการต่างๆแตกต่างกันไปตามระดับของแอลกอฮอล์ ในกระแสเลือด ผู้ดื่มจะมีอาการมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ ปริมาณของแอลกอฮอล์ที่บริโภคเข้าไป อัตราการเพิ่มสูงขึ้นของแอลกอฮอล์ในร่างกาย ยิ่งดูดซึมเร็วอัตรานี้จะยิ่งมากขึ้น ทำให้มีอาการได้เร็ว และมากขึ้นตามลำดับ ภาวะร่างกายของแต่ละคนที่จะตอบสนองต่อแอลกอฮอล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งบางคนต้องใช้แอลกอฮอล์ปริมาณมากจึงจะเกิดอาการขึ้นได้ นอกจากนี้ปัจจัยทางพันธุกรรมที่เป็นตัวกำหนดการตอบสนองของสมองที่มี ต่อระดับแอลกอฮอล์ และภาวะของอารมณ์และสิ่งแวดล้อมในขณะที่ดื่ม

ผลของแอลกอฮอล์ที่มีต่อการทำงานของสมองจะสัมพันธ์กับปริมาณแอลกอฮอล์ในกระแสเลือด โดยในระดับต่ำ จะมีผลต่อการควบคุมอารมณ์ให้รู้สึกร่าเริง คึกคัก และความวิตกกังวลลดลง ต่อมา เมื่อระดับของแอลกอฮอล์เริ่มสูงขึ้น ก็จะมีผลต่อการประสานงานต่างๆในระบบการทำงานของสมอง ทำให้พูดไม่ชัดเจน เดินเซ การประสานงานระหว่างสายตา สมอง และการกระทำเริ่มผิดพลาด การตัดสินใจบกพร่อง มองเห็นภาพ ไม่ชัด ภาพซ้อน และเมื่อระดับแอลกอฮอล์เพิ่มสูงขึ้นถึง 200 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร จะมีผลต่อการทำงานของสมองอย่างรุนแรง ทำให้สูญเสียต่อการควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ คลื่นไส้ อาเจียน จิตใจสับสน และถ้าระดับของแอลกอฮอล์เพิ่มสูงขึ้นไปอีก จะทำให้หมดสติได้ นอกจากนี้ ภาวะมึนเมาจากแอลกอฮอล์ยังมีผลเสียต่อร่างกายในด้านต่างๆ กล่าวคือ ทำให้เกิดอาการหน้าแดง ใจเต้นแรง หายใจเร็ว มีพฤติกรรมที่รุนแรง ก้าวร้าว และยังมีผลเสียต่อความจำ ทำให้จำอะไรไม่ได้ในขณะที่มึนเมา ในภาษาอังกฤษเรียกอาการนี้ว่า แบล็กเอาต์ (blackout)

ภาวะขาดแอลกอฮอล์

เกิดจากการลดลงของระดับแอลกอฮอล์ ซึ่งจะส่งผลต่อการทำงานของสมองทำให้เกิดอาการต่างๆตามมา อาการจะขึ้นอยู่กับว่าผู้นั้น เป็นผู้ที่ดื่มจนกลายเป็นผู้ติดแอลกอฮอล์ หรือไม่ 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 จะมีอันตราย

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อสุขภาพตามมาได้ นอกจากนี้ บางรายที่ติดแอลกอฮอล์อาจเกิดภาวะขาดแอลกอฮอล์ในลักษณะที่เรื้อรังได้คือ จะมีอาการนอนไม่หลับ ความจำบกพร่อง อ่อนเพลีย และการทำงานของระบบอัตโนมัติของร่างกาย ผิดปกติไป เช่น ใจสั่น ใจเต้นเร็ว อาการเหล่านี้จะเป็นต่อเนื่องได้นาน 6 - 24 เดือน ถึงแม้ว่าจะหยุดดื่มแอลกอฮอล์แล้วก็ตาม

2.2 แก๊สโครมาโทรกราฟี [3]

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

2.2.1 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)

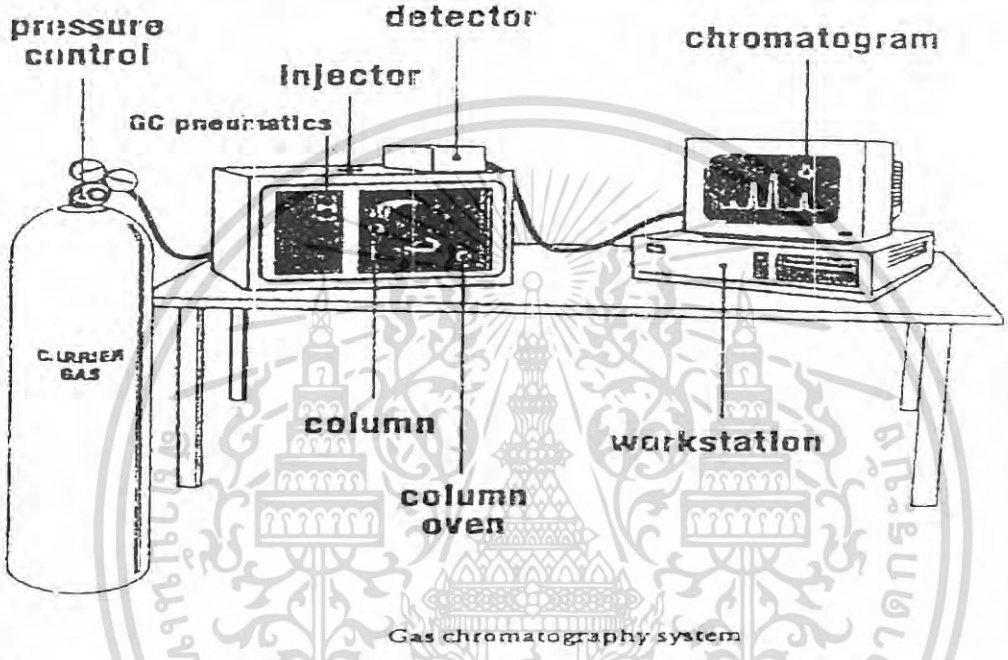
4. คอลัมน์ (column) ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในการแยกสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ดีเทคเตอร์ (Detector) เป็นส่วนที่ใช้หรับการตรวจวัดสารแต่ละชนิดที่ถูกแยกออกมาจากคอลัมน์

6. ส่วนที่ใช้ควบคุมอุณหภูมิ (Temperature controller) ให้กับคอลัมน์ ดีเทคเตอร์ และ injection

7. ส่วนที่ประมวลผลและข้อมูลต่างๆ ได้แก่ อินทิเกรเตอร์ เครื่องบันทึกโครมาโทแกรม หรือ data processor หรือคอมพิวเตอร์



รูปที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบของเครื่องแก๊สโครมาโทรกราฟี

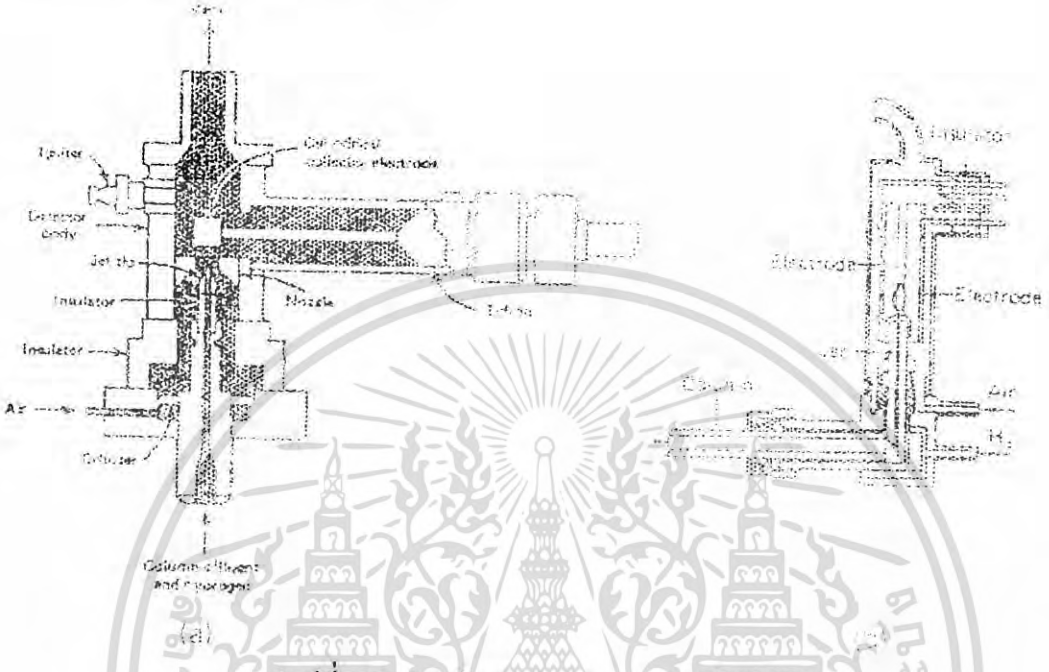
2.2.2 เครื่องวัดสัญญาณชนิดเฟลมไอออไนเซชัน (Flame Ionization Detector, FID)

หลักการทำงานของ FID

แก๊สไฮโดรเจนจะถูกจุดให้ติดด้วย heater ไฟฟ้าซึ่งอยู่ใกล้ๆกับ Flame jet ทำให้เกิดการเผาไหม้ของแก๊สไฮโดรเจนในบรรยากาศของแก๊สออกซิเจน หรืออากาศขึ้นตรงหัวเจ็ท (jet) ของ FID แก๊สออกซิเจนหรืออากาศจะทำหน้าที่สองอย่าง คือ ช่วยในการเผาไหม้ของไฮโดรเจน และช่วยพาให้แก๊สที่เผาไหม้แล้วออกไป แก๊สพาและสารตัวอย่างที่สารประกอบอินทรีย์ 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 กระแสไฟฟ้าดังกล่าวนี้จะเป็น

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัดส่วนกับจำนวนอะตอมของคาร์บอนที่เกิดขึ้นภายในเปลวไฟ กระแสไฟฟ้าจะถูกขยายด้วยตัวขยายสัญญาณ (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

ภาวะของอัตราการไหลของแก๊สพา แก๊สไฮโดรเจน และอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาวะของอัตราการไหลของแก๊สแต่ละชนิดที่จะให้สภาพไวและความเสถียรที่ดี โดยทั่วไปแล้วควรจะมีค่าประมาณดังนี้

อัตราการไหลของแก๊สไฮโดรเจน	30 ml/min หรือ 60 ml/min
อัตราการไหลของแก๊สพา (ไนโตรเจน)	30 ml/min หรือ 60 ml/min
อัตราการไหลของอากาศ	400 ml/min

ข้อพึงระวังในการใช้ FID

ใน FID นั้นจะเกิดขบวนการสันดาบในเปลวไฟจะให้ไอน้ำเกิดขึ้น ดังนั้นจะต้องให้เปลวไฟมีอุณหภูมิมากกว่า 100 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการควบแน่นของน้ำ เพราะว่าถ้าไอน้ำถูกควบแน่นอาจจะรวมตัวกับตัวทำละลายหรือสารตัวอย่างที่คลอรีนเป็นองค์ประกอบจะทำให้เกิดการกัดกร่อนขึ้น และทำให้สภาพไวลดลง

2.3 การสกัดของเหลวด้วยของเหลว (Liquid-Liquid Extraction) [4]

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้
- ค่าแรงตึงผิว (Surface tension) เพื่อให้เกดกระจายเฟสได้ดี
- ค่าความหนืด (Viscosity, η) เพื่อให้เกิดการแยกเฟสได้เร็วเมื่อสารสัมผัสกัน
- อื่นๆ เช่น ไม่ทำให้เกิดการกัดกร่อน ไม่เป็นพิษ ราคาถูก

ค่าการเลือก และค่าสัมประสิทธิ์การกระจายนั้น เป็นค่าที่ได้จากข้อมูลสมดุลของเหลว ของเหลวในระบบที่จะใช้ในการสกัด ข้อมูลสมดุลของเหลวของเหลวนั้นจะต้องนำมาใช้เพื่อกำหนดสภาวะในการสกัด

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Philip J. Fletcher และ Jacobus F. van Staden. [5] ทำการศึกษาปริมาณ ethanol ในเหล้า โดยใช้วิธีวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค Sequential injection แล้ววัดค่าดัชนีการหักเหของแสงโดยใช้ detector แบบ UV-Vis โดยเทคนิคนี้จะใช้สาร reagent ที่มีราคาถูก (0.2 M $K_2Cr_2O_7$ และ 4 M H_2SO_4) และใช้ reagent ในปริมาณน้อยมาก (200 µl ต่อ การวิเคราะห์ 1 ครั้ง) วิธีนี้มีค่า linear จนถึง 6 %(v/v) (R=0.9995) ค่า detection limit จะอยู่ที่ 0.09 %(v/v) ค่า RSDs (n= 10) จะน้อยกว่า 1% ในช่วง 1-6 %(v/v) และสามารถวิเคราะห์ตัวอย่างได้ 19 ตัวอย่าง/ชั่วโมง จากผลการตรวจวัดปริมาณ ethanol ในเหล้าตัวอย่างโดยใช้เทคนิคนี้ พบว่ามีปริมาณตามที่ได้ทำการโฆษณา

Prapatsorn T.และคณะ. [6] ได้ทำการศึกษาปริมาณ ethanol ในเหล้าโดยใช้เทคนิค Flow injection แล้ววัดค่าดัชนีการหักเหของแสงโดยใช้ near-infrared spectrophotometer โดยนำตัวอย่างเหล้ามาทำการสกัดเพื่อแยกชั้นน้ำออกไปโดยใช้ Chloroform จากนั้น ethanol จะแยกเข้าสู่ชั้นสารอินทรีย์แล้วนำไปฉีดโดยผ่าน Chloroform ที่ปราศจากน้ำเข้าสู่ cell ที่เตรียมไว้แล้วในเครื่อง NIR ทำการตรวจวัดที่ความยาวคลื่น 2305 และ 2636 nm ปริมาณ ethanol ในตัวอย่างหาได้จากการเทียบกับกราฟมาตรฐาน plot ระหว่าง การเปลี่ยนไปของค่า Absorbance กับค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน ethanol โดยกราฟมาตรฐานจะมีค่า linear อยู่ในช่วง 20-60 %(v/v) และเทคนิคการวิเคราะห์นี้ได้ทำการพิสูจน์ว่าใช้ได้จริงโดยการเปรียบเทียบผลกับผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย gas chromatography

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

สารเคมี

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

อุปกรณ์

1. บีกเกอร์
2. ปิเปต
3. ลูกยาง
4. กระบอกตวง
5. กรวยแยก
6. ช้อนตักสาร
7. ขวดวัดปริมาตร
8. เข็มฉีดสารตัวอย่าง (10 µL)

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่อง Gas chromatography รุ่น SRI 8610 C

3.2 วิธีการดำเนินการทดลอง

3.2.1 การศึกษาหาอัตราการไหลของแก๊สพาที่เหมาะสม

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำ 10, 20, 30, 40, 50 %(V/V)
2. ปิเปตสารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำ 10 %(V/V) มา 20 ml ใส่ในกรวยแยกจากนั้นปิเปตคลอโรฟอร์ม ลงไป 10 ml ทำการสกัดเพื่อแยกเอทานอลเข้าสู่ชั้นคลอโรฟอร์ม
3. ไขกรวยแยกเพื่อเก็บสารละลายส่วนล่าง(ชั้นคลอโรฟอร์ม)
4. นำไปฉีดเข้าเครื่อง GC-FID 1µL ที่ carrier gas flow rate 5, 7, 9, 11, 13 psi ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

6. คำนวณหาค่า จำนวนเพลต (N) และค่าประสิทธิภาพการแยก (R_S) ของแต่ละ Flow rate

3.2.2 การศึกษาอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟอร์มต่อตัวอย่างเหล้าที่เหมาะสมในการสกัด

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำ 40 %(V/V)

2. ปิเปตสารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำ 40 %(V/V) มา 20 ml ใส่ในกรวยแยกจากนั้นปิเปตคลอโรฟอร์มลงไป 5 ml ทำการสกัดเพื่อแยกเอทานอลเข้าสู่ชั้นคลอโรฟอร์ม

3. ไขกรวยแยกเพื่อเก็บสารละลายส่วนล่าง(ชั้นคลอโรฟอร์ม)

4. นำสารละลายที่สกัดไปฉีดเข้าเครื่อง GC-FID 1μL เพื่อหาปริมาณเอทานอล

5. ทำการทดลองตั้งแต่ข้อ 2-4 โดยเปลี่ยนปริมาณคลอโรฟอร์มเป็น 10, 15, 20 ตามลำดับ

3.2.3 การเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลที่เตรียมในน้ำกับสารละลายมาตรฐานเอทานอลที่เตรียมในคลอโรฟอร์ม

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

2. ปิเปตสารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำ 10 %(V/V) มา 20 ml ใส่ในกรวยแยกจากนั้นปิเปต คลอโรฟอร์ม ลงไป 10 ml ทำการสกัดเพื่อแยกเอทานอลเข้าสู่ชั้นคลอโรฟอร์ม

3. ไขกรวยแยกเพื่อเก็บสารละลายส่วนล่าง (ชั้นคลอโรฟอร์ม)

4. นำสารละลายที่สกัดไปฉีดเข้าเครื่อง GC-FID 1μL เพื่อหาปริมาณเอทานอล

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

6. เตรียมสารละลายมาตรฐานเอทานอลในคลอโรฟอร์ม 10, 20, 30, 40, 50 %(V/V)

7. นำสารละลายมาตรฐานเอทานอลในคลอโรฟอร์ม 10 %(V/V) 1 μL ฉีดเข้าเครื่อง GC-FID

8. ทำซ้ำข้อ 7 โดยเปลี่ยนสารละลายมาตรฐานเอทานอลในคลอโรฟอร์ม เป็น 20, 30, 40, 50 %(V/V) ตามลำดับ

9. เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่าง สารละลายมาตรฐาน 2 ประเภท

3.2.4 การศึกษาความเที่ยงของการสกัด

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำ 40 %(V/V)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปิเปตสารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำ 40 %(V/V) มา 20 ml ใส่ในกรวยแยกจากนั้นปิเปต คลอโรฟอร์ม ลงไป 10 ml ทำการสกัดเพื่อแยกเอทานอลเข้าสู่ชั้นคลอโรฟอร์ม (ทำซ้ำ 4 ครั้ง)

3. ไขกรวยแยกเพื่อเก็บสารละลายส่วนล่าง(ชั้นคลอโรฟอร์ม)

4. นำสารละลายที่สกัดไปฉีดเข้าเครื่อง GC-FID 1μL เพื่อหาปริมาณเอทานอล

3.2.5 การศึกษาความเที่ยงของการฉีด

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำ 40 %(V/V)

2. ปิเปตสารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำ 40 %(V/V) มา 20 ml ใส่ในกรวยแยกจากนั้นปิเปต คลอโรฟอร์ม ลงไป 10 ml ทำการสกัดเพื่อแยกเอทานอลเข้าสู่ชั้นคลอโรฟอร์ม

3. ไขกรวยแยกเพื่อเก็บสารละลายส่วนล่าง(ชั้นคลอโรฟอร์ม)

4. นำสารละลายที่สกัดไปฉีดเข้าเครื่อง GC-FID 1μL (ฉีดซ้ำ 9 ครั้ง) เพื่อหาปริมาณเอทานอล

3.2.6 การทำกราฟมาตรฐาน

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

2. ปิเปตสารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำ 10 %(V/V) มา 20 ml ใส่ในกรวยแยกจากนั้นปิเปต คลอโรฟอร์ม ลงไป 10 ml ทำการสกัดเพื่อแยกเอทานอลเข้าสู่ชั้นคลอโรฟอร์ม

3. ไขกรวยแยกเพื่อเก็บสารละลายส่วนล่าง(ชั้นคลอโรฟอร์ม)

4. นำไปฉีดเข้าเครื่อง GC-FID 1μL เพื่อหาปริมาณเอทานอล

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

3.2.7 การศึกษาปริมาณเอทานอลที่มีในตัวอย่างเหล้า

1. ปิเปตตัวอย่างเหล้า มา 20 ml ใส่ในกรวยแยกจากนั้นปิเปต คลอโรฟอร์ม ลงไป 10 ml ทำการสกัดเพื่อแยกเอทานอลเข้าสู่ชั้นคลอโรฟอร์ม(10 ตัวอย่าง)

2. ไขกรวยแยกเพื่อเก็บสารละลายส่วนล่าง(ชั้นคลอโรฟอร์ม)

3. นำไปฉีดเข้าเครื่อง GC-FID 1μL เพื่อหาปริมาณ Ethanol

4. ทำการทดลองตั้งแต่ข้อ 2-4 โดยเปลี่ยนชนิดของตัวอย่างเหล้า

5. หาปริมาณเอทานอลที่มีในตัวอย่างโดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและอภิปรายผล

จากการทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการหาปริมาณเอทานอลในเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ โดยการศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่คาดว่าจะมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการหาปริมาณของ ethanol ในเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ ได้ผลการทดลองดังนี้

4.1 การศึกษาหา Flow rate ของ carrier gas ที่เหมาะสม

ทำการทดลองโดยทำการสกัดเอทานอลมาตรฐาน 10,20,30,40 และ 50 %v/v แล้วทำการฉีดสารเข้าเครื่องที่ Flow rate 5,7,9,11,13 ทุกความเข้มข้นแล้วนำมาคำนวณหาค่า N และ R_s ได้ผลการทดลองดังนี้ สมการการคำนวณหาค่า N

ประสิทธิภาพของคอลัมน์ $N = 16(t_r/w)^2$

เมื่อ t_r = retention time w = ความกว้างของฐานพีก (cm)

สมการการคำนวณหาค่า R_S (Resolution)

ประสิทธิภาพการแยก $R_S = 2\Delta t / w_1 + w_2$

เมื่อ t = ระยะยอดพีก

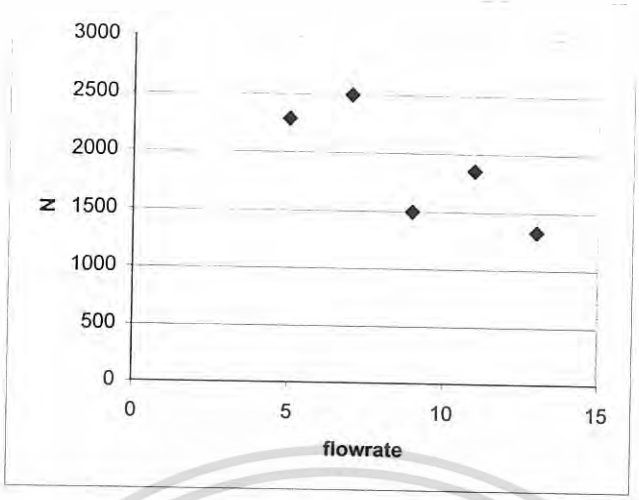
w = ความกว้างของฐานพีก

ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.1-4.5 และรูปที่4.1-4.5

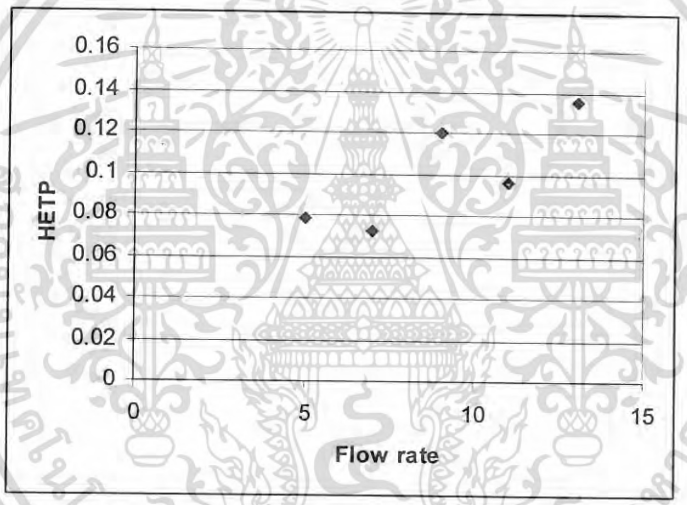
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองของ Standard ethanol 10 %v/v ที่ flow rate ต่างๆ

Flow rate (psi)	t_r	W_1 (cm)	W_2 (cm)	N	R_S	HETP
5	3.583	0.30	0.80	2282.29	2.031	0.078
7	2.500	0.20	0.60	2500.00	2.040	0.072
9	1.933	0.20	0.50	1494.59	1.808	0.120
11	1.616	0.15	0.50	1857.03	1.745	0.096
13	1.366	0.15	0.50	1326.90	1.538	0.135

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า N ของ สารละลายมาตรฐานเอทานอล10 %v/v ที่ Flow rate ต่างๆ



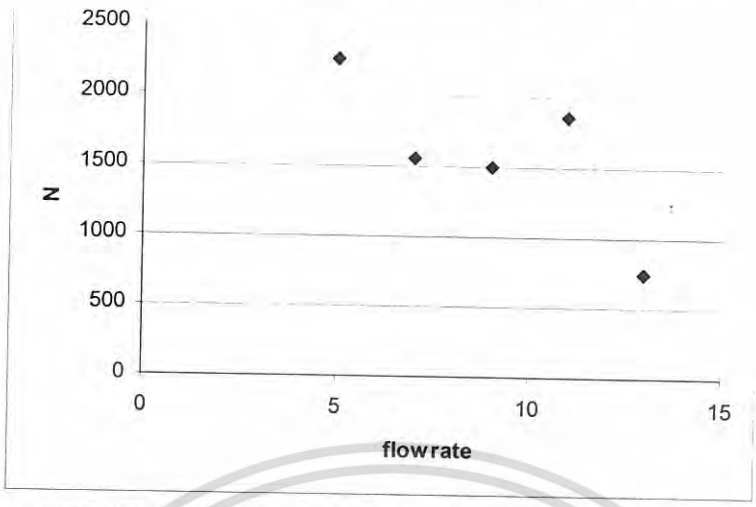
รูปที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า HETP ของสารละลายมาตรฐานเอทานอล 10 %V/V ที่ Flow rate ต่างๆ

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองของ Standard ethanol 20 %v/v ที่ flow rate ต่างๆ

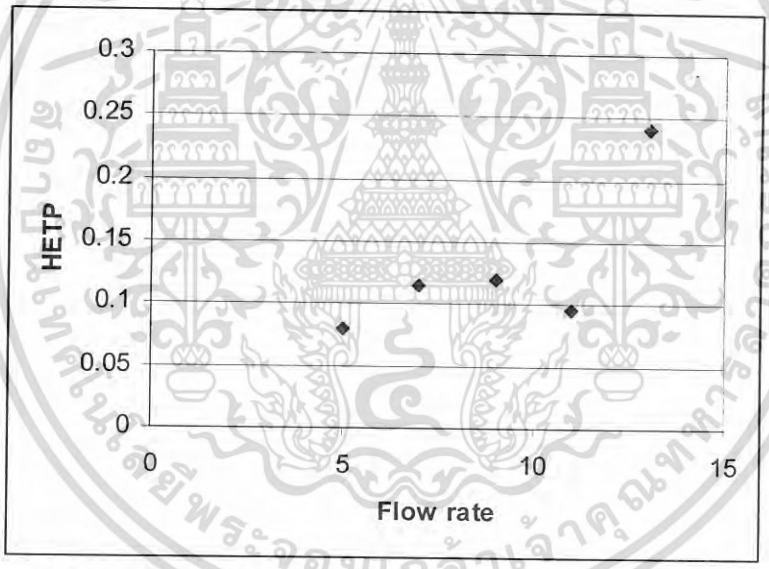
Flow rate (psi)	t_r	W_1 (cm)	W_2 (cm)	N	R_s	HETP
5	3.566	0.30	0.70	2260.68	2.031	0.079
7	2.466	0.25	0.60	1556.77	2.040	0.115
9	1.933	0.20	0.50	1494.59	1.808	0.120
11	1.616	0.15	0.50	1857.03	1.745	0.096
13	1.366	0.20	0.40	746.38	1.538	0.241

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า N ของ สารละลายมาตรฐานเอทานอล20 % v/v ที่ flow rate ต่างๆ

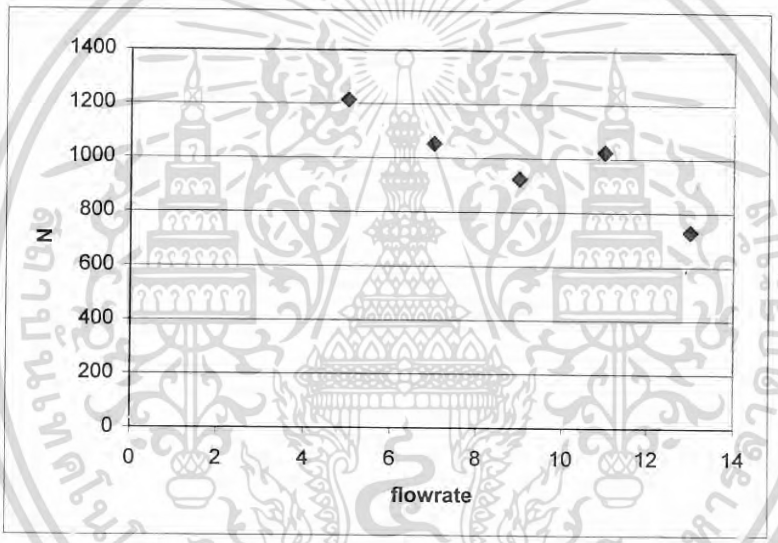


รูปที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า HETP ของสารละลายมาตรฐานเอทานอล 20 %V/V ที่ Flow rate ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
107716

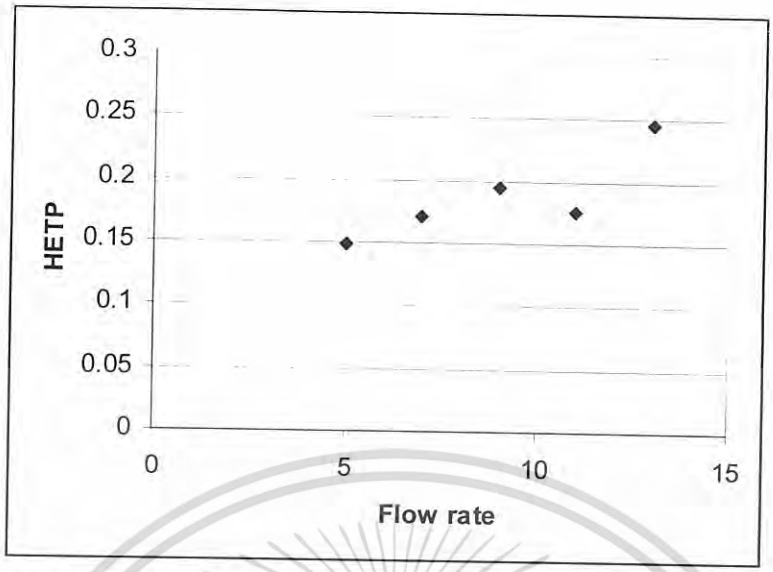
ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลองของ Standard ethanol 30 % v/v ที่ flow rate ต่างๆ

Flow rate (psi)	t_r	W_1 (cm)	W_2 (cm)	N	R_S	HETP
5	3.483	0.40	0.80	1213.13	2.031	0.148
7	2.433	0.30	0.60	1052.35	2.040	0.171
9	1.900	0.25	0.50	924.16	1.808	0.194
11	1.600	0.20	0.50	1024.00	1.745	0.175
13	1.350	0.20	0.40	729.00	1.538	0.246



รูปที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า N ของ สารละลายมาตรฐานเอทานอล30 % v/v ที่ Flow rate ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

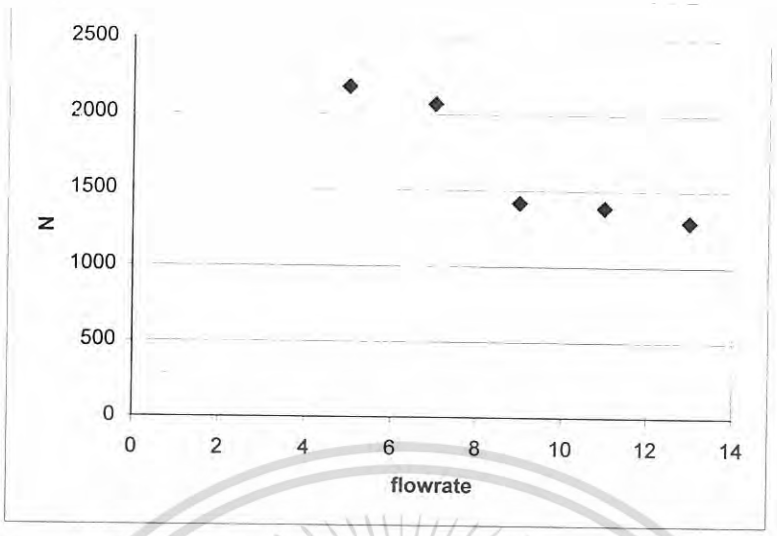


รูปที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า HETP ของสารละลายมาตรฐานเอทานอล 30 %V/V ที่ Flow rate ต่างๆ

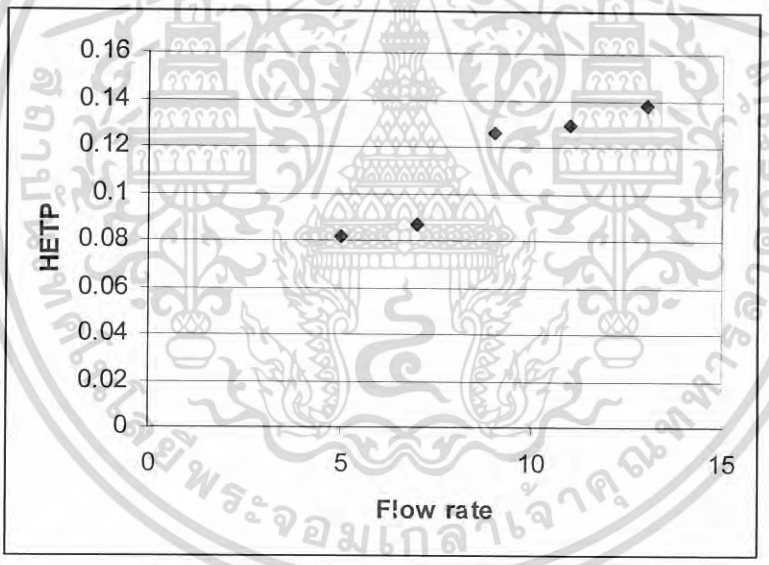
ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดลองของ Standard ethanol 40 % v/v ที่ Flow rate ต่างๆ

Flow rate (psi)	t_r	W_1 (cm)	W_2 (cm)	N	R_s	HETP
5	3.383	0.29	0.52	2177.34	2.031	0.082
7	2.383	0.21	0.40	2066.29	2.040	0.087
9	1.883	0.20	0.28	1418.27	1.808	0.126
11	1.583	0.17	0.25	1387.34	1.745	0.129
13	1.350	0.15	0.21	1296.00	1.538	0.138

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า N ของ สารละลายมาตรฐานเอทานอล40 % v/v ที่ Flow rate ต่างๆ

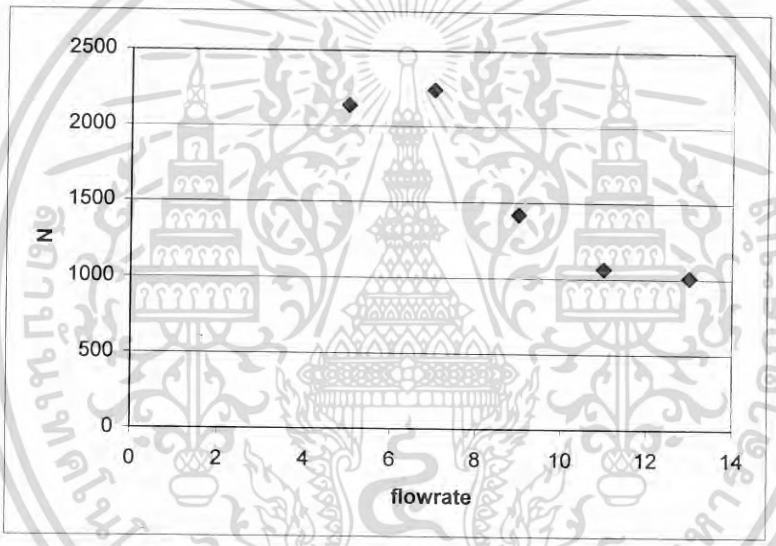


รูปที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า HETP ของสารละลายมาตรฐานเอทานอล 40 %V/V ที่ Flow rate ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

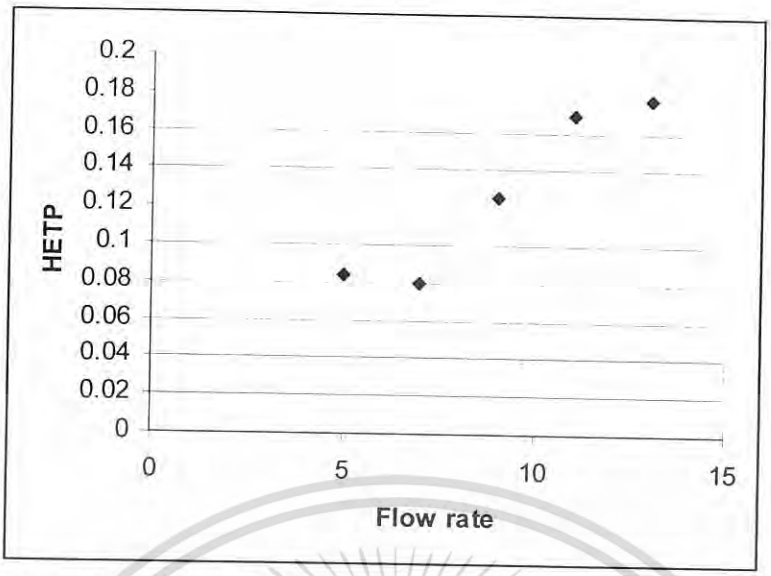
ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดลองของ Standard ethanol 50 % v/v ที่ Flow rate ต่างๆ

Flow rate (psi)	t_r	W_1 (cm)	W_2 (cm)	N	R_s	HETP
5	3.483	0.30	0.50	2135.07	2.031	0.084
7	2.466	0.21	0.40	2239.18	2.040	0.080
9	1.933	0.21	0.30	1418.27	1.808	0.126
11	1.616	0.20	0.25	1064.81	1.745	0.169
13	1.350	0.17	0.21	1008.99	1.538	0.178



รูปที่ 4.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า N ของ สารละลายมาตรฐานเอทานอล50 % v/v ที่ Flow rate ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า HETP ของสารละลายมาตรฐานเอทานอล 50 %V/V ที่ Flow rate ต่างๆ

จากผลการทดลองที่ได้จะเห็นว่าที่ Flow rate 7 มีแนวโน้มค่า N และ R_s ที่สูง แสดงว่าที่ flow rate นี้มีประสิทธิภาพคอลัมน์และมีการแยกที่ดีและยังใช้เวลาในการวิเคราะห์แต่ละครั้งสั้นกว่าที่ flow rate 5 ดังนั้นในการทดลองนี้เราจึงเลือกใช้ flow rate 7 สำหรับการทดลอง

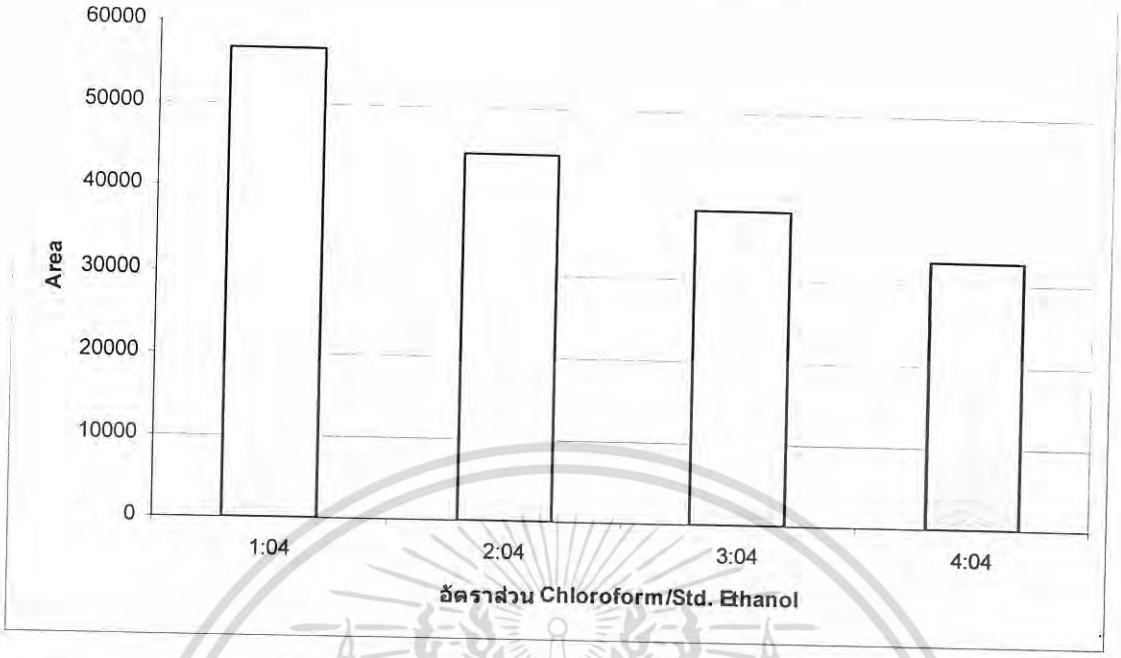
4.2 การศึกษาอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟอร์มต่อตัวอย่างเหล้าที่เหมาะสม

ทำการทดลองเพื่อหาปริมาณคลอโรฟอร์มที่เหมาะสมในการปริมาณเอทานอลโดยใช้ สาร-ละลายมาตรฐานเอทานอล 40 %v/v 20 ml มาทำการสกัดกับคลอโรฟอร์มปริมาณ 5,10,15,20 ml ผลการทดลองแสดงในตารางที่4.6 และรูปที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการทดลองการหาปริมาณ Ethanol โดยใช้ คลอโรฟอร์ม ที่อัตราส่วนต่างๆ

อัตราส่วนคลอโรฟอร์ม/Std. Ethanol	Area	Retention time
1:4	56768.143	2.433
2:4	44512.899	2.450
3:4	38104.076	2.466
4:4	32544.756	2.483

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนคลอโรฟอร์ม/สารละลายมาตรฐานเอทานอล กับพื้นที่

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าเมื่อใช้ปริมาณของสารละลายมาตรฐานเอทานอลคงที่และปรับเปลี่ยนปริมาณของคลอโรฟอร์มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจะทำให้พื้นที่พีก(Area) ที่ได้มีขนาดน้อยลงตามปริมาณคลอโรฟอร์มที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าจะเลือกใช้ปริมาณคลอโรฟอร์มเท่าไรก็ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณของเอทานอลที่มีในเหล้าในที่การทดลองนี้จะเลือกใช้อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟอร์ม: สารละลายมาตรฐานเอทานอลในอัตราส่วน 2:4 เพื่อศึกษาต่อไป

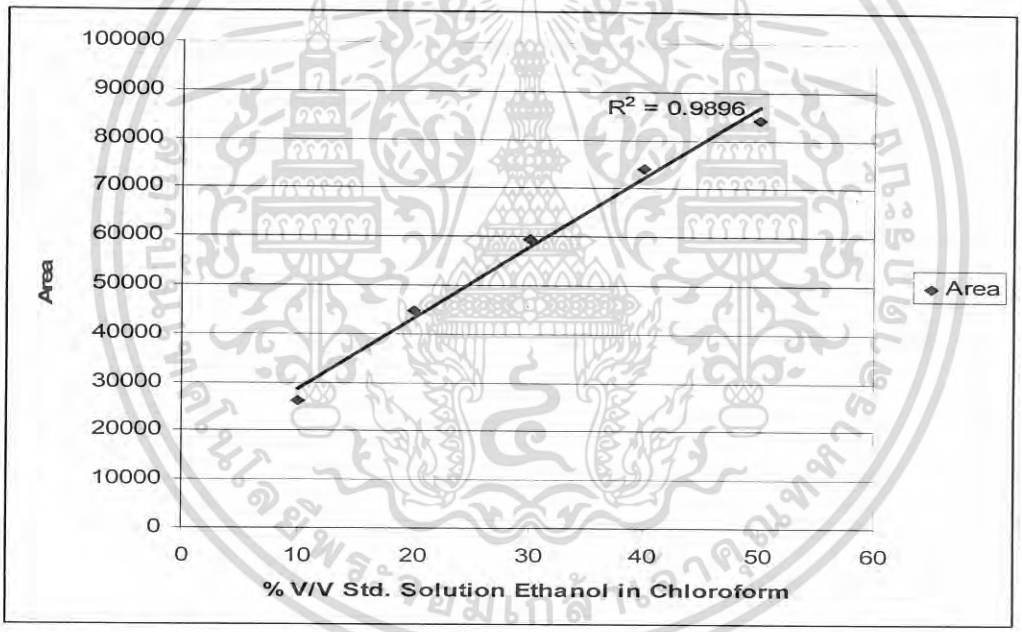
4.3 การเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลที่เตรียมในน้ำกับสารละลายมาตรฐานเอทานอลที่เตรียมในคลอโรฟอร์ม

เราจะทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลระหว่างการนำ สารละลายมาตรฐานเอทานอลมาทำการสกัดก่อนด้วยคลอโรฟอร์ม กับผลของการเตรียม ethanol ที่ความเข้มข้นต่างๆเท่ากับ standard ผสมลงในคลอโรฟอร์มโดยตรง ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.7-4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

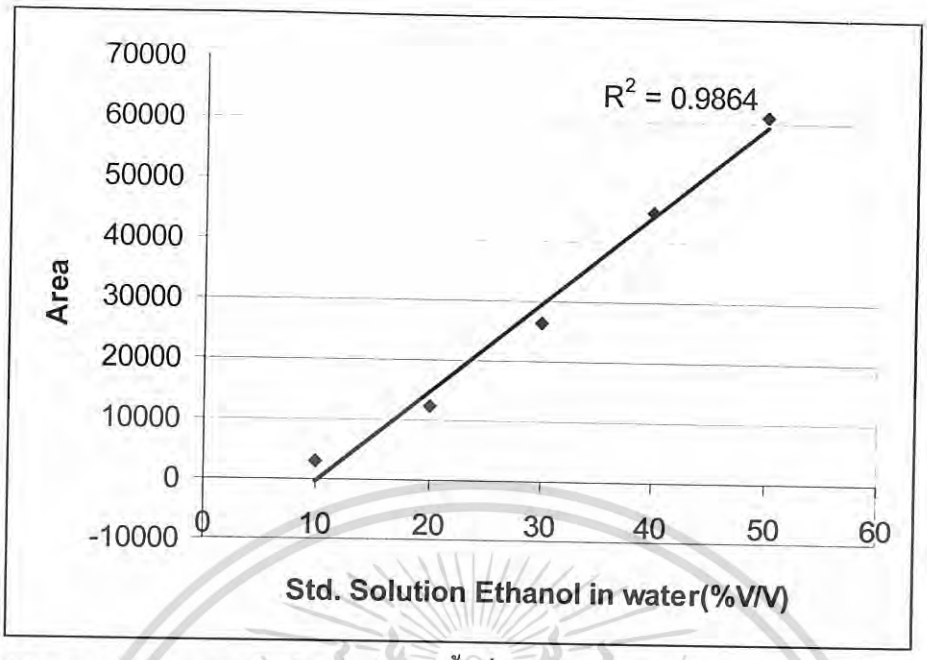
ตารางที่ 4.7 แสดงผลการทดลองระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลที่เตรียมในน้ำกับสารละลายมาตรฐานเอทานอลที่เตรียมในคลอโรฟอร์ม

% V/V	Std. Solution Ethanol in คลอโรฟอร์ม		Std. Solution Ethanol in water	
	Area	Retention time	Area	Retention time
10	26073.416	2.466	3007.091	2.500
20	44869.670	2.400	12347.271	2.466
30	59496.087	2.383	26171.202	2.450
40	73999.164	2.333	45045.403	2.400
50	84242.319	2.333	61033.834	2.383



รูปที่ 4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่กับร้อยละโดยปริมาตร (%V/V) สารละลายมาตรฐานเอทานอลในคลอโรฟอร์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง พื้นที่กับร้อยละโดยปริมาตร (%V/V) สารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำ

จากผลการทดลองที่ได้ แสดงให้เห็นความแตกต่างของค่าArea ที่ได้จากการทดลองโดยสารละลายมาตรฐานเอทานอลในคลอโรฟอร์ม จะมีค่า Area ที่สูงกว่า สารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำ เป็นอย่างมากที่ระดับความเข้มข้นเดียวกันดังนั้นควรจะเตรียมสารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำเพื่อใช้ทำกราฟมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์เพื่อให้สภาวะการเตรียมสารละลายมาตรฐานเหมือนกับการเตรียมสารตัวอย่าง

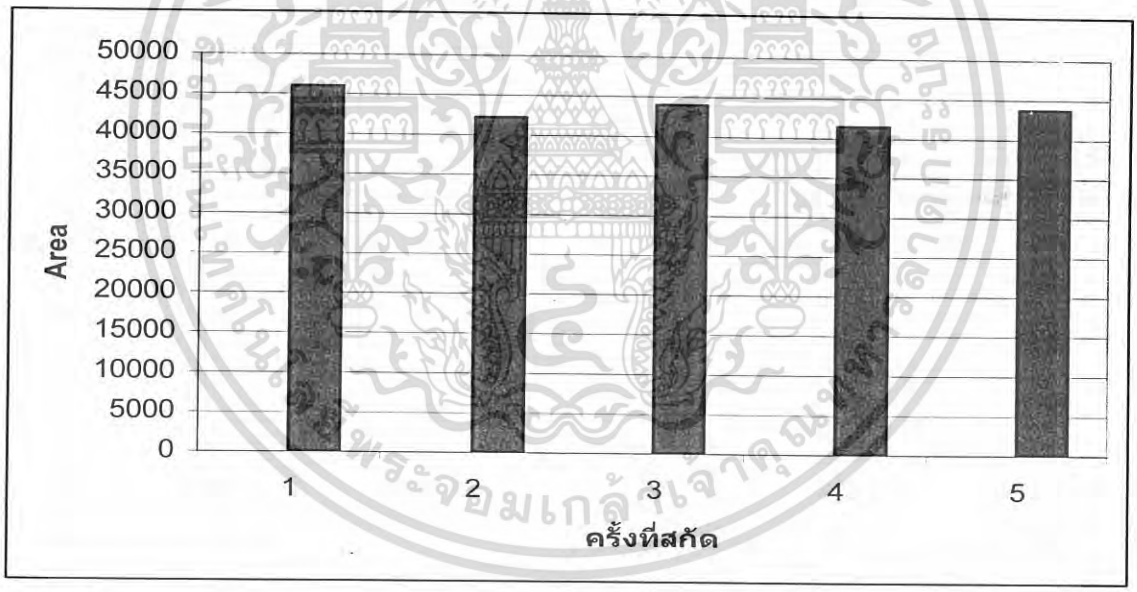
4.4 การศึกษาความเที่ยงของการสกัด

ในการทดลองนี้เราจะทำการสกัดสารละลายมาตรฐานเอทานอล 40 %V/V ด้วยคลอโรฟอร์มแล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลจากนั้นทำการสกัดเหมือนเดิมอีก 4 ครั้งเพื่อหาค่าความไม่แน่นอนของการสกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการทดลองที่ได้จากการวัดซ้ำของสารละลายมาตรฐานเอทานอลที่สกัดด้วยคลอโรฟอร์ม ทั้งหมด 5 ครั้ง

ครั้งที่สกัด	Area	Retention time
1	45954.26	2.433
2	42188.71	2.433
3	44113.78	2.416
4	41594.36	2.45
5	43627.88	2.433
ค่าเฉลี่ย	**43495.80**	**2.433**
S.D.	**1715.17**	**0.012**
RSD	**3.94**	**0.494**



รูปที่ 4.14 กราฟแสดง Repeatability ของ Std. Solution Ethanol in H_2O 40 %(V/V) โดยทำการสกัดซ้ำ 5ครั้ง

จากผลการทดลองที่ได้พบว่าจะได้ค่าความเบี่ยงเบนสัมพัทธ์ (R.S.D) = 3.94 ซึ่งแสดงว่าในการสกัดแต่ละครั้งมีค่าที่ใกล้เคียงกันจึงสามารถยืนยันได้ว่าผลการทดลองที่ได้นั้นมีความน่าเชื่อถือในระดับหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

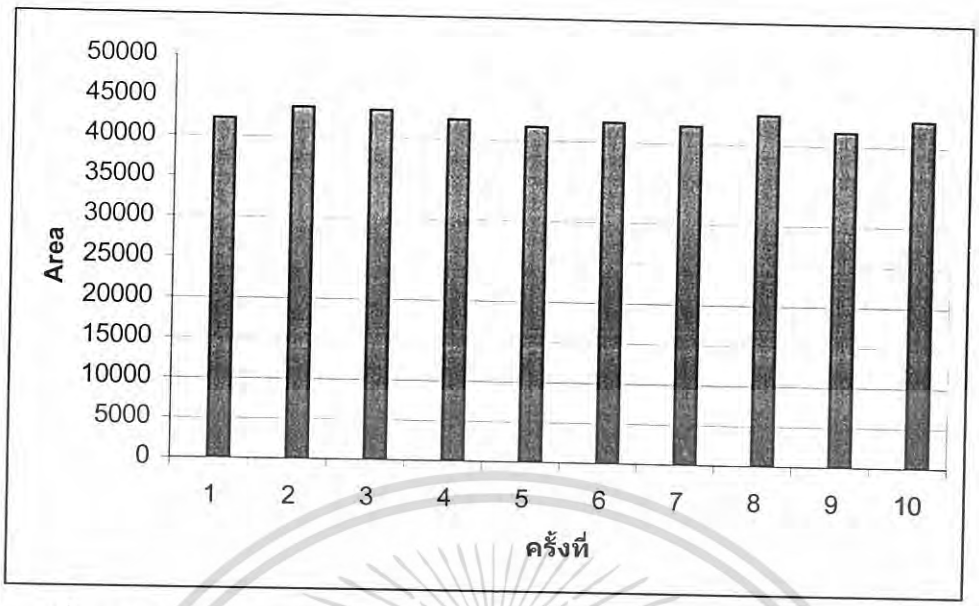
4.5 การศึกษาความเที่ยงของการฉีด

ในการทดลองนี้เราจะทำการสกัดสารละลายมาตรฐานเอทานอล 40 %(V/V) ด้วยคลอโรฟอร์ม แล้วทำการวัดทั้งหมด 10 ครั้งเพื่อหาค่าความแน่นอนของเครื่องที่ใช้ทำการวิเคราะห์ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.9 และรูปที่ 4.10

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการทดลองที่ได้จากการวัดซ้ำของ สารละลายมาตรฐานเอทานอลที่สกัดด้วยคลอโรฟอร์ม ทั้งหมด 10 ครั้ง

ครั้งที่ฉีด	Area	Retention time
1	42305.04	2.433
2	43838.97	2.416
3	43533.22	2.433
4	42566.35	2.433
5	41740.22	2.433
6	42482.51	2.433
7	42186.89	2.416
8	43787.9	2.416
9	41836.06	2.416
10	43223.59	2.416
ค่าเฉลี่ย	**42750.07**	**2.424**
S.D.	**787.12**	**0.008**
R.S.D.	**1.84**	**0.369**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 กราฟแสดง Repeatability ของ Std. Solution Ethanol in H_2O 40 %(V/V) เมื่อทำการวิเคราะห์ซ้ำ10 ครั้ง

จากผลการทดลองที่ได้พบว่าจะได้ค่าความเบี่ยงเบนสัมพัทธ์ (R.S.D) = 1.84 ซึ่งแสดงว่าในการวัดแต่ละครั้งมีค่าที่ใกล้เคียงกันจึงสามารถยืนยันได้ว่าผลการทดลองที่ได้นั้นมีความน่าเชื่อถือในระดับหนึ่ง

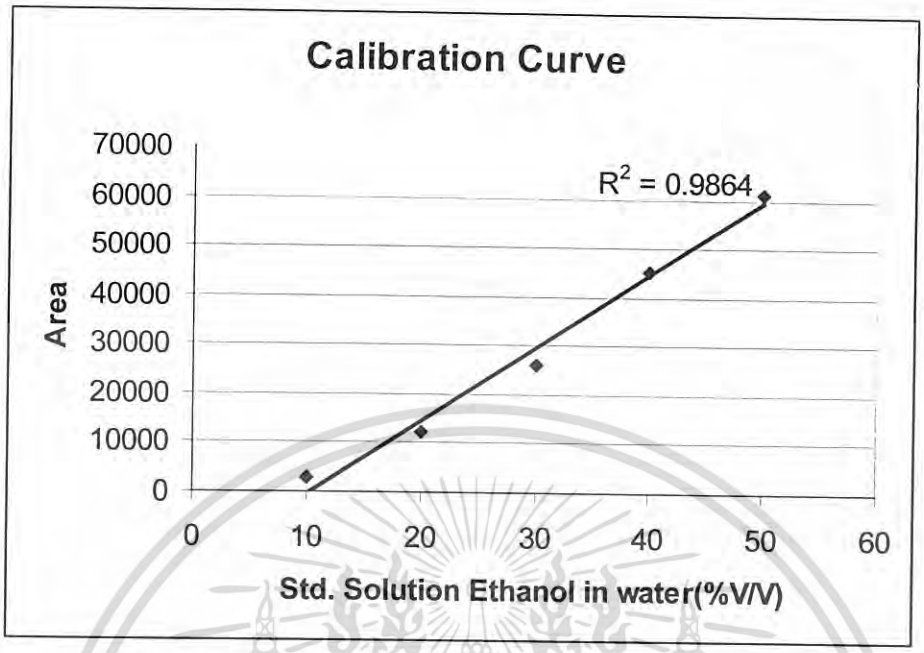
4.6 การทำกราฟมาตรฐาน

เราจะทำการสกัด สารละลายมาตรฐานเอทานอลที่ความเข้มข้น 10, 20, 30, 40, 50 %V/V 20 ml โดยใช้คลอโรฟอร์ม 10 ml แล้วมาทำการพล็อตเป็นกราฟมาตรฐานผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.10 และรูปที่ 4.11

ตารางที่ 4.10 แสดงผลการทดลองค่า Area, Retention time ของ สารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ.

Std. Solution Ethanol in H_2O%(V/V)	Area	Retention time
10	3007.091	2.500
20	12347.271	2.466
30	26171.202	2.450
40	45045.403	2.400
50	61033.834	2.383

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 กราฟมาตรฐานค่า Area ของ Std. Solution Ethanol in H_2O

จากผลการทดลองที่ได้ เราจะได้กราฟมาตรฐานที่มีค่า $R^2 = 0.9864$ ซึ่งจากกราฟนี้เราสามารถนำเปรียบเทียบใช้หาความเข้มข้นของสารตัวอย่างในการทดลองได้ต่อไป

4.7 การศึกษาปริมาณ Ethanol ที่มีในตัวอย่างเหล้า

นำตัวอย่างเหล้าชนิดต่างๆ 20 ml แล้วทำการสกัดด้วย คลอโรฟอร์ม 10 ml แล้วทำการสกัดเพื่อแยกน้ำที่มีอยู่ในตัวอย่างออกไปนำสารละลายที่สกัดได้ มาฉีดเข้าเครื่อง GC-FID เพื่อหาปริมาณ Ethanol ที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณ Ethanol ในตัวอย่างเหล้าชนิดต่างๆ

Sample	Area	Labelle amount (%V/V)	Amount Found (%V/V)	[2]-[1] (d)
1	25685.06	28	27.4	-0.6
2	34888.31	35	33.6	-1.4
3	45096.56	40	40.4	0.4
4	44992.43	40	41.4	1.4
5	46009.08	40	41.2	1.2
6	45194.62	40	41.5	1.5
7	51264.36	43	44.6	1.6
8	52347.68	43	44.3	1.3
9	50251.26	43	43.9	0.9
10	47987.53	43	42.9	-0.1

จากผลการทดลองนำค่าที่ได้ไปคำนวณค่าสถิติ t-test เพื่อเทียบว่าค่าจากการวิเคราะห์มีความแตกต่างกับค่าที่ระบุของตัวอย่างเหล้าหรือไม่จากสูตร

$$t_{cal} = \frac{\bar{d} - d_0}{S_d/\sqrt{n}}$$

เมื่อ $\bar{d}$ = ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่างของข้อมูลแต่ละคู่

S_d = ค่าความแปรปรวนของผลต่างของข้อมูลแต่ละคู่

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

แทนค่าในสูตรคำนวณหา S_d

$$S^2_d = \frac{\sum (d_i - d)^2}{n - 1} = 1.144$$

ดังนั้น S_d = 1.069

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่าในสูตรคำนวณหาค่า t-test

$$t_{cal} = \frac{d - d_0}{S_d/\sqrt{n}} = \frac{0.57-0}{1.069/\sqrt{10}}$$

ค่า t ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากตาราง t เมื่อมี 10 ชุดตัวอย่าง = 1.833

จากผลการคำนวณที่ได้เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในเหล้ากับปริมาตรที่ระบุของตัวอย่างเหล้าพบว่าที่ระดับความเชื่อมั่น 95%ให้ค่า t_{cal} = 1.68 ซึ่งค่าที่ได้อยู่ในช่วงที่ยอมรับแสดงว่าผลการวิเคราะห์นี้ไม่มีความแตกต่างกับค่าที่ระบุที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณ Ethanol ในเหล้าโดยใช้ GC-FID โดยอาศัยปฏิกิริยาการสกัด Ethanolโดย ใช้ Chloroform โดยเราทำการทดลองเพื่อเทียบปริมาณที่ได้จากการวิเคราะห์กับฉลากข้างขวด รวมถึงหาประสิทธิภาพเครื่อง GC-FID ที่เราใช้ในการวิเคราะห์ด้วย

ก่อนทำการวิเคราะห์กับตัวอย่างนั้น เราต้องทำการหาสภาวะที่เหมาะสมเสียก่อน โดยเริ่มจากการศึกษาหา Flow rate ที่ของ carrier gas ที่เหมาะสมจะพบว่าที่ flow rate 7 มีความเหมาะสมมากที่สุดสำหรับการวิเคราะห์ซึ่งเราจะนำค่าที่ได้นี้ไปใช้สำหรับการหาสภาวะอื่นต่อไปคือการศึกษาหาอัตราส่วนระหว่าง Chloroform: Ethanol ที่เหมาะสมจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าจะเลือกใช้ปริมาณคลอโรฟอร์มเท่าไรก็ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณของเอทานอลที่มีในเหล้าในที่การทดลองนี้จะเลือกใช้อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟอร์ม: สารละลายมาตรฐานเอทานอลในอัตราส่วน 2:4 เพื่อศึกษาต่อไป ซึ่งเราจะนำค่านี้ไปใช้ในการหาสภาวะต่อไป คือการเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลที่เตรียมในน้ำกับสารละลายมาตรฐานเอทานอลที่เตรียมในคลอโรฟอร์ม ซึ่งจากการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์พบว่าควรจะเตรียมสารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำเพื่อใช้ทำกราฟมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์เพื่อให้สภาวะการเตรียมสารละลายมาตรฐานเหมือนกับการเตรียมสารตัวอย่างและเพื่อยืนยันถึงความถูกต้องของกระบวนการวิเคราะห์ที่เราใช้ทำการวิเคราะห์จึงได้ทำการศึกษาหาความเที่ยงการสกัดและการฉีด ซึ่งจากผลการทดลองเราจะได้ค่า R.S.D = 3.94 และ1.84 ตามลำดับที่เป็นที่น่าพอใจซึ่งแสดงถึงความถูกต้องของเครื่องมือที่ดี จากนั้นเราก็จะทำกราฟมาตรฐานของStd. Ethanol โดยทำที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 10, 20, 30, 40, 50 %V/V จากกราฟมาตรฐานเราจะได้ค่า $R^2 = 0.9864$ โดยกราฟนี้เราจะนำไปใช้สำหรับการคำนวณหาปริมาณ Ethanolในตัวอย่างต่อไป

ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง เราได้นำตัวอย่างมาทั้งหมด 10 ยี่ห้อ มาทำการวิเคราะห์โดยสภาวะที่เราได้ทำการหาไว้ก่อนหน้านี้ พบว่าค่าที่ได้ใกล้เคียงกับฉลากข้างขวดของผลิตภัณฑ์จากนั้นได้คำนวณค่าสถิติ t-test เพื่อดูว่าค่าที่มาจากการวิเคราะห์กับค่าที่ระบุของตัวอย่างมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการคำนวณพบว่าค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ไม่มีความแตกต่างกับค่าที่ระบุที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้นั้นอาจจะมีผลมาจากการเตรียมตัวอย่างที่ไม่ดีพอ, ความไม่ชำนาญในการวิเคราะห์ของผู้ที่ทำการวิเคราะห์ รวมไปถึงสภาพเครื่องที่ใช้ทำการวิเคราะห์ ซึ่งอาจทำให้ผลที่ได้มีการคลาดเคลื่อนของผลการวิเคราะห์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแอลกฮอล์. (2005). ค้นเมื่อวันที่ 30 มกราคม 2549 ค้นจาก **http://203.157.45.67/vicha/alcohol.html**

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

[3] **แก๊สโครมาโทกราฟี.** รศ.อรุณี คงศักดิ์ไพศาล. แบบเรียนเคมีวิเคราะห์ 2 ภาคเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

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

[5] Philip J. F. , Jacobus F. V. S. (2003) **Determination of ethanol in distilled liquors using sequential injection analysis with spectrophotometric detection.** Analytica Chimica Acta 499 (2003), 123-128.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

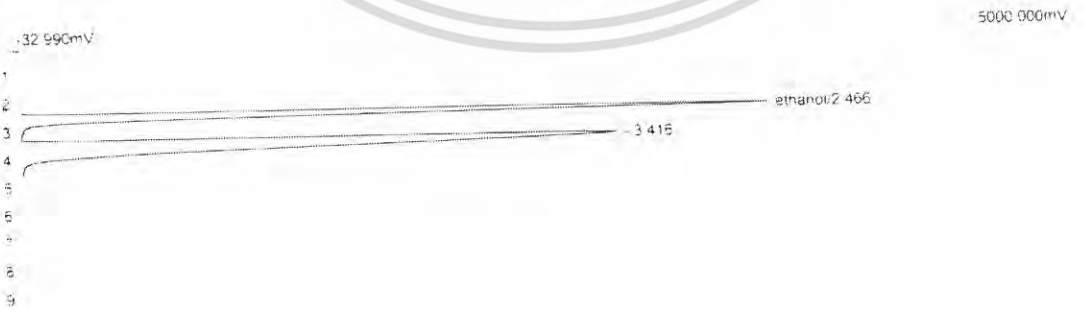
ภาคผนวก ก

โครมาโทแกรมการศึกษาอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟอร์มต่อตัวอย่างเหล้าที่เหมาะสมในการสกัด

คลอโรฟอร์ม: เอทานอล = 1:4

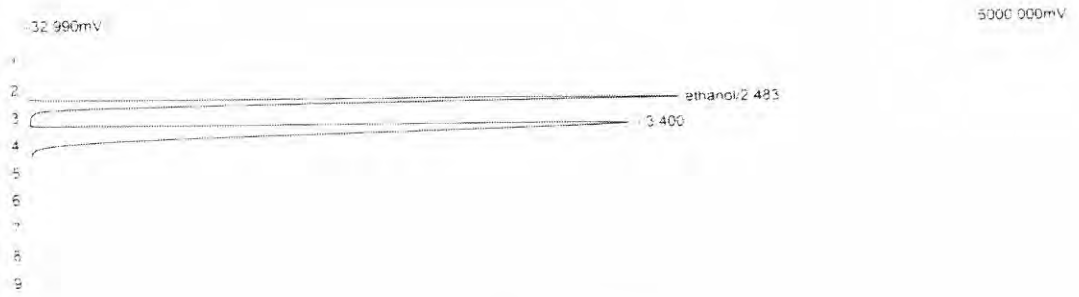
คลอโรฟอร์ม: เอทานอล = 2:4

คลอโรฟอร์ม: เอทานอล = 3:4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลอโรฟอร์ม: เอทานอล = 4:4

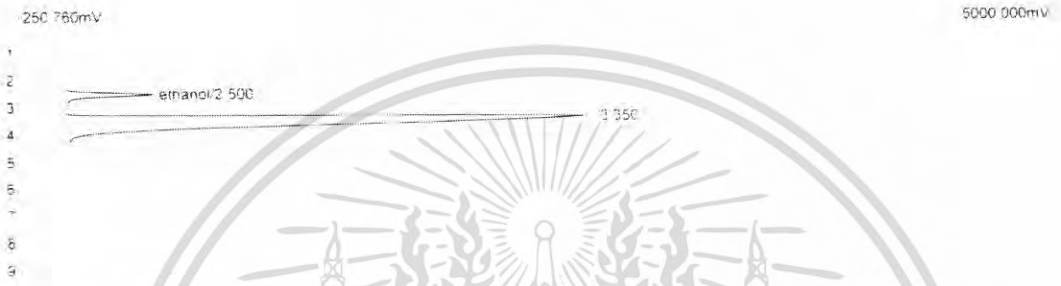


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

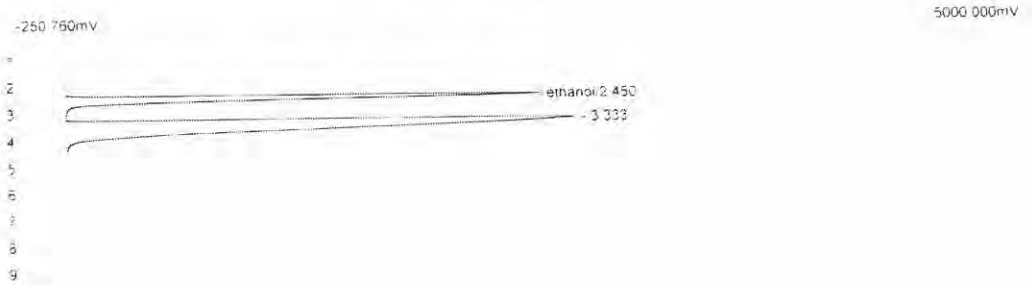
โครมาโทแกรมการเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลที่เตรียมในน้ำกับสารละลายมาตรฐานเอทานอลที่เตรียมในคลอโรฟอร์ม

เอทานอลในน้ำ 10% V/V



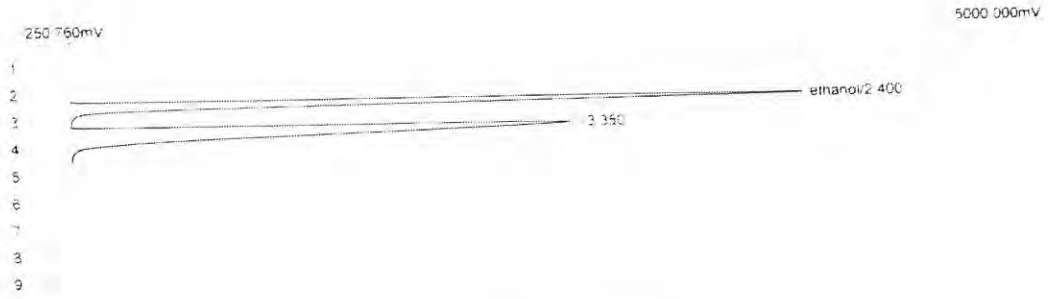
เอทานอลในน้ำ 20% V/V

เอทานอลในน้ำ 30% V/V

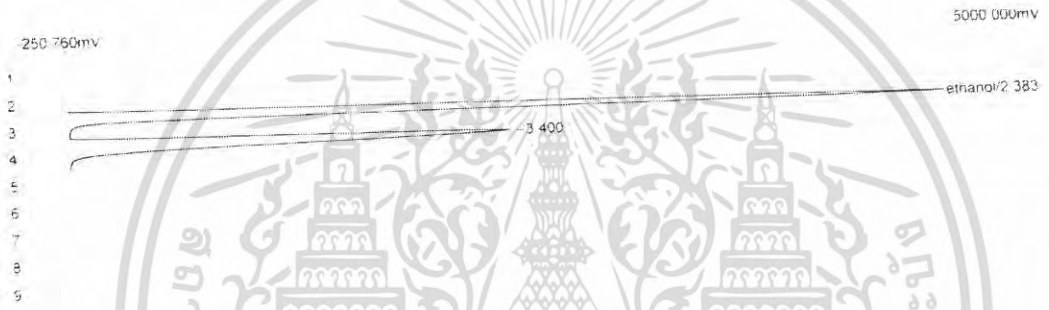


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอทานอลในน้ำ 40% V/V

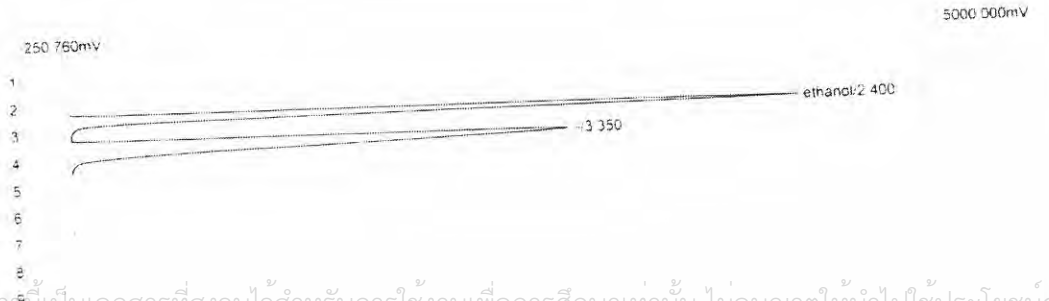


เอทานอลในน้ำ 50% V/V



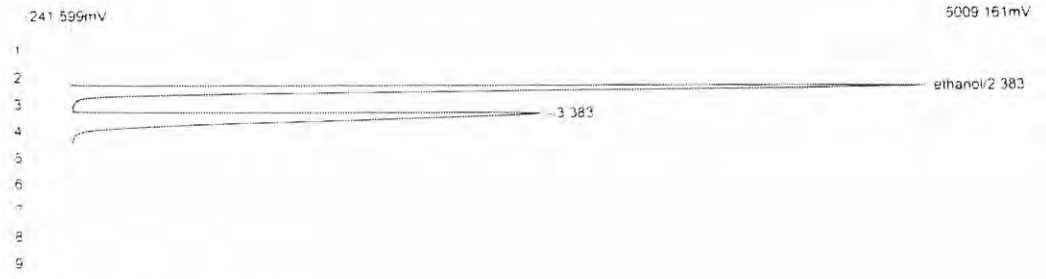
เอทานอลในคลอโรฟอร์ม 10% V/V

เอทานอลในคลอโรฟอร์ม 20 % V/V

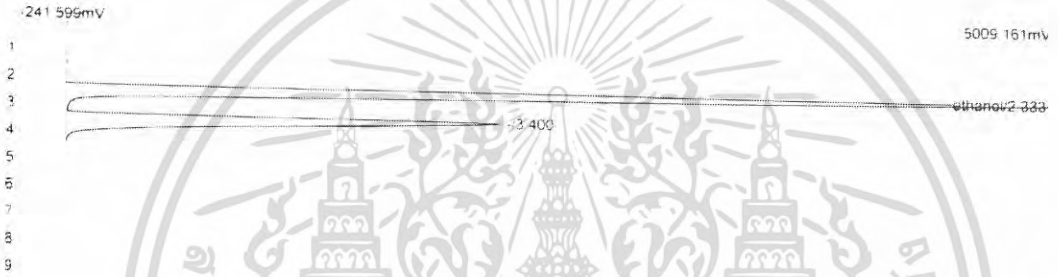


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอทานอลในคลอโรฟอร์ม 30 % V/V



เอทานอลในคลอโรฟอร์ม 40 % V/V



เอทานอลในคลอโรฟอร์ม 50 % V/V

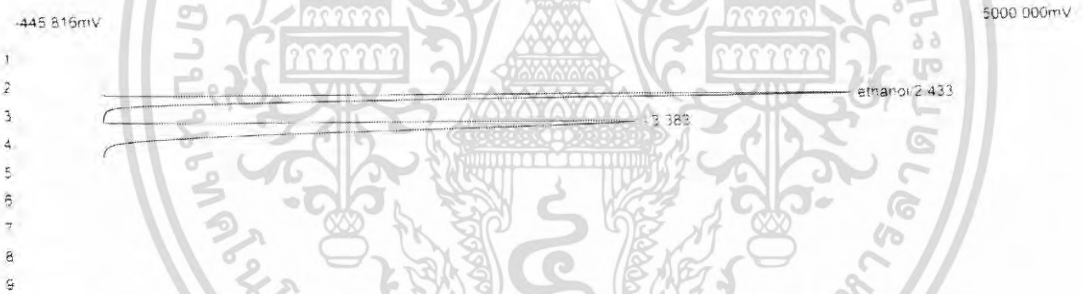
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

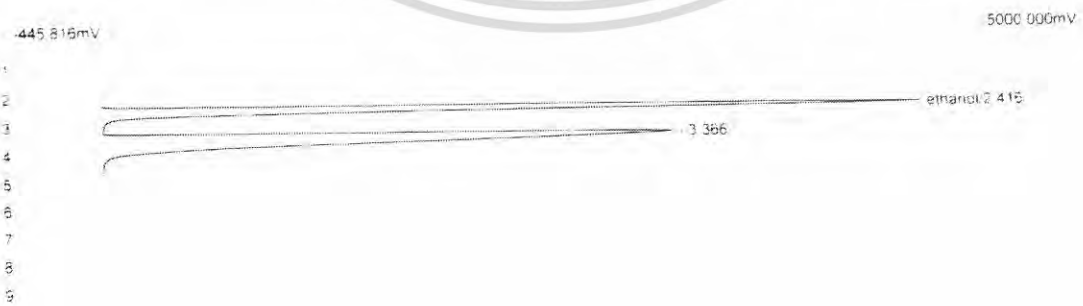
โครมาโทแกรมการศึกษาความเที่ยงของการสกัด

การสกัดครั้งที่ 1

การสกัดครั้งที่ 2

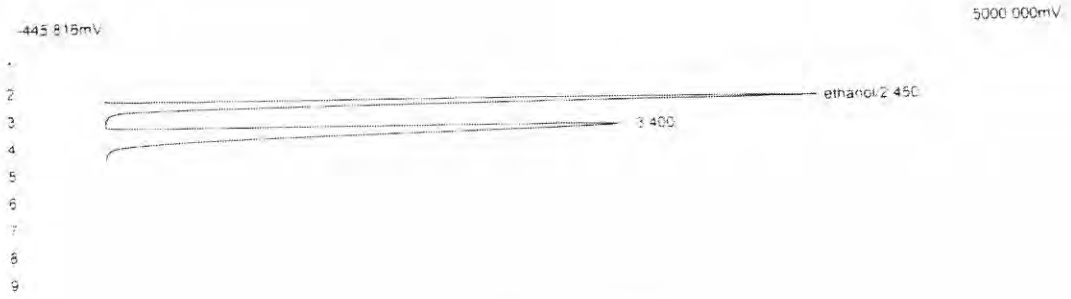


การสกัดครั้งที่ 3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสกัดครั้งที่ 4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้