การวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

นางสาวประมวล สันป่าแก้ว
นางสาวเปรมยุดา จันทร์ชนะ
นายสรณ์ภัช สะอาดนัก

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาเคมี
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

T107853

นางสาวประมวล สันป่าแก้ว
นางสาวเปรมยุดา จันทร์ชนะ
นายสรณ์ภัช สะอาดนัก

ลว.
2/3511
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 107853
วัน,เดือน,ปี - 8 มิ.ย. 2553

b 12211383
i.....

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาเคมี
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Determination of Ethanol in Alcoholic Beverage

Miss Pramuan Sunpakawe

Miss Premyuda Junchana

Mr. Sornphach Sa-ardnak

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 Year2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษ	การวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์
นักศึกษา	นางสาวประมวล สันป่าแก้ว
	นางสาวเปรมยุดา จันทร์ชนะ
	นายสรณ์ภัช สะอาดนัก
ภาควิชา	เคมี คณะวิทยาศาสตร์
สาขาวิชา	เคมีอุตสาหกรรม-เครื่องมือวิเคราะห์
ปีการศึกษา	2550
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.วิบูลย์ ประดิษฐ์เวียงคำ
	อ.สุจินต์ ตันติพิสิฐกุล

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาตรบัณฑิต

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

.....

(ผศ.ดร. ชลอ จารุสุทธิรักษ์)

หัวหน้าภาควิชาเคมี

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษ การวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

นักศึกษา นางสาวประมวล สันป่าแก้ว
นางสาวเปรมยุดา จันทร์ชนะ
นายสรณ์ภัช สะอาดนัก

ภาควิชา เคมี คณะวิทยาศาสตร์

สาขาวิชา เคมีอุตสาหกรรม-เครื่องมือวิเคราะห์

ปีการศึกษา 2550

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.วิบูลย์ ประดิษฐ์เวียงคำ
อ.สุจินต์ ตันติพิสิฐกุล

บทคัดย่อ

โครงงานพิเศษนี้ได้ทำการศึกษาวิธีวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ โดยการวัดปริมาตรด้วยเทคนิคการไทเทรต ให้เอทานอลทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีนมากเกินพอเกิดเป็นไอโอโดฟอร์ม แล้วทำการไทเทรตแบบย้อนกลับเพื่อหาปริมาณของไอโอดีนที่เหลือ โดยใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตเป็นตัวไทแทรนต์ ได้สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ โดยผสมสารละลายมาตรฐานเอทานอล (หรือสารละลายตัวอย่าง) ต่อสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (2.50 M) ต่อสารละลายไอโอดีนในโพแทสเซียมไอโอไดด์ (0.10 M) ต่อสารละลายกรดซัลฟิวริก (2.0 M) ในอัตราส่วน 10:1:10:1 มิลลิลิตร ตามลำดับ ใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยานาน 2 นาที ความเที่ยงของการไทเทรตสารตัวอย่างขวดเดียวกันและตัวอย่างต่างขวดกันมีค่าร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ เท่ากับ ± 1.61% และ ± 1.09% ตามลำดับ การวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ 3 ตัวอย่างในเวลา 3 วัน เทียบกับค่าที่ระบุบนฉลากให้ค่า t-test ซึ่งถือว่าผลการวิเคราะห์กับค่าที่ระบุบนฉลากไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	Determination of Ethanol in Alcoholic Beverages
Name	Miss Pramuan Sunpakawe
	Miss Premyuda Junchana
	Mr. Sornpach Sa-ardnak
Department	Chemistry Faculty of Science
Program	Industrial Chemistry – Analytical Instrumention
Academic Year	2007
Special Project Advisor	Dr. Wiboon Praditweangkum
	Mrs. Sujin Tuntipisitkul

Abstract

This special project is purposed to study the determination of ethanol in alcoholic beverages by titration method. Ethanol is reacted with excess iodine solution and iodoform is produced, the remained iodine is measured by back titration using sodium thiosulfate as titrant. The optimum conditions for this analysis were mixing ethanol (or sample), 2.50 M sodium hydroxide solution, 0.10 M iodine in potassium iodide solution and 2.0 M sulfuric acid solution in ratio of 10 : 1 : 10 : 1 mL, respectively, and reaction time for 2 minute. The precision of sample titration for the same bottle and different bottle showed relative standard deviation values at ± 1.61% and ± 1.09%, respectively. The t-test results compared between this titration method and ethanol labeled value was not significant difference at 95% interval confidence level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษนี้สามารถลุล่วงไปได้ด้วยดีในครั้งนี้ สืบเนื่องมาจากความร่วมมือและความกรุณาของทุกๆท่าน ทั้งอาจารย์ที่ปรึกษา ดร. วิบูลย์ ประดิษฐ์เวียงคำ และ อ. สุจินต์ ตันติพิสิฐกุล รวมทั้งท่านคณะกรรมการที่กรุณาติดตาม ตรวจสอบดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดีจนโครงงานพิเศษนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องธุรการ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมี รวมทั้งแม่บ้านที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในทุกๆด้าน

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ญาติพี่น้อง และเพื่อนๆ รวมถึงรุ่นพี่ รุ่นน้องทุกๆคนที่ให้กำลังใจและช่วยเหลือในทุกๆด้านจนโครงงานพิเศษนี้สำเร็จในที่สุด

นางสาวประมวล สันป่าแก้ว
นางสาวเปรมยุดา จันทร์ชนะ
นายสรณ์ภัช สะอาดนัก

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 ขั้นตอนการทำวิจัยและการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์	3
2.2 แอลกอฮอล์	3
2.2.1 การผลิตเอทานอล	4
2.2.2 ผลกระทบต่อสุขภาพร่างกาย	5
2.3 การหาปริมาณโดยการวัดปริมาตร	6
2.3.1 การแบ่งชนิดของการวิเคราะห์หาปริมาณโดยการวัดปริมาตร	7
2.3.2 สารละลายมาตรฐาน	7
2.4 ไอโอโดฟอร์ม	8
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	10
3.1 สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	10
3.2 การเตรียมสารละลาย	11
3.3 วิธีดำเนินการทดลอง	12
3.4 ศึกษาการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ด้วยวิธีการไทเทรต	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล	16
4.1 การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการไทเทรต	16
4.1.1 การศึกษาลำดับของการเติมสารและความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต	16
4.1.2 การศึกษาช่วงเวลาในการทำปฏิกิริยาของสาร	26
4.2 การศึกษาความเที่ยงของการวัดปริมาตร	29
4.2.1 ตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ขวดเดียวกัน	30
4.2.2 ตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ต่างขวดกัน	31
4.3 การศึกษาปริมาณเอทานอลที่มีในตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์	32
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	38
เอกสารอ้างอิง	39
ภาคผนวก	40
ภาคผนวก ก	41
ภาคผนวก ข	46
ภาคผนวก ค	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 แสดงการหาลำดับของการเติมสาร โดยใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ที่ความเข้มข้น 0.63 M (Ethanol : NaOH : KI_3 : H_2SO_4) 16

ตารางที่ 4.2 แสดงการหาลำดับของการเติมสาร โดยใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ที่ความเข้มข้น 0.10 M (Ethanol : NaOH : KI_3 : H_2SO_4) 17

ตารางที่ 4.3 แสดงการหาลำดับของการเติมสาร โดยใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ที่ความเข้มข้น 0.05 M (Ethanol : NaOH : KI_3 : H_2SO_4) 18

ตารางที่ 4.4 แสดงการหาลำดับของการเติมสาร โดยใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ที่ความเข้มข้น 0.01 M (Ethanol : NaOH : KI_3 : H_2SO_4) 19

ตารางที่ 4.5 แสดงการหาลำดับของการเติมสาร โดยใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ที่ความเข้มข้น 0.63 M (Ethanol : NaOH : H_2SO_4: KI_3) 20

ตารางที่ 4.6 แสดงการหาลำดับของการเติมสาร โดยใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ที่ความเข้มข้น 0.10 M (Ethanol : NaOH : H_2SO_4: KI_3) 21

ตารางที่ 4.7 แสดงการหาลำดับของการเติมสาร โดยใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ที่ความเข้มข้น 0.05 M (Ethanol : NaOH : H_2SO_4: KI_3) 22

ตารางที่ 4.8 แสดงการหาลำดับของการเติมสาร โดยใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ที่ความเข้มข้น 0.01 M (Ethanol : NaOH : H_2SO_4: KI_3) 23

ตารางที่ 4.9 แสดงค่า R^2 ของลำดับการเติมสารโดยใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ที่ความเข้มข้นต่างๆ (Ethanol : NaOH : KI_3 : H_2SO_4) 24

ตารางที่ 4.10 แสดงค่า R^2 ของลำดับการเติมสารโดยใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ที่ความเข้มข้นต่างๆ (Ethanol : NaOH : H_2SO_4: KI_3) 25

ตารางที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต 25

ตารางที่ 4.12 แสดงผลการทดลองที่เวลา 2 นาที 26

ตารางที่ 4.13 แสดงผลการทดลองที่เวลา 5 นาที 27

ตารางที่ 4.14 แสดงผลการทดลองที่เวลา 10 นาที 28

ตารางที่ 4.15 แสดงค่า R^2 ที่เวลาต่างๆ 29

ตารางที่ 4.16 แสดงผลการทดลองที่ได้จากการไทเทรต ตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ขวดเดียวกัน ด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ทั้งหมด 6 ครั้ง 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.17 แสดงผลการทดลองที่ได้จากการไทเทรต ตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ต่างขวดกัน ด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต 31

ตารางที่ 4.18 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (วันที่ 1) 32

ตารางที่ 4.19 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (วันที่ 2) 34

ตารางที่ 4.20 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (วันที่ 3) 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 4.1 กราฟแสดงค่า R^2 จากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต (R^2= 0.8868) 17

รูปที่ 4.2 กราฟแสดงค่า R^2 จากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต (R^2= 0.9630) 18

รูปที่ 4.3 กราฟแสดงค่า R^2 จากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต (R^2= 0.9653) 19

รูปที่ 4.4 กราฟแสดงค่า R^2 จากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต (R^2= 0.9722) 20

รูปที่ 4.5 กราฟแสดงค่า R^2 จากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต (R^2= 0.0000) 21

รูปที่ 4.6 กราฟแสดงค่า R^2 จากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต (R^2= 0.4138) 22

รูปที่ 4.7 กราฟแสดงค่า R^2 จากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต (R^2= 0.8434) 23

รูปที่ 4.8 กราฟแสดงค่า R^2 จากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต (R^2= 0.8599) 24

รูปที่ 4.9 กราฟแสดงค่า R^2 จากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต (R^2= 0.9838) 26

รูปที่ 4.10 กราฟแสดงค่า R^2 จากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต (R^2= 0.9808) 27

รูปที่ 4.11 กราฟแสดงค่า R^2 จากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต (R^2= 0.9971) 28

รูปที่ 4.12 กราฟแสดง Repeatability ของตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี โดยการไทเทรต 6 ครั้ง 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงานพิเศษ

เครื่องดื่มแอลกอฮอล์เป็นเครื่องดื่มอีกประเภทหนึ่งที่ผู้คนนิยมดื่มทั่วโลกมาเป็นเวลาช้านานตามงานรื่นเริงสังสรรค์ต่างๆ หรืออาจจะดื่มเพื่อให้ร่างกายเกิดความอบอุ่น เครื่องดื่มแอลกอฮอล์มีกระบวนการผลิตที่ไม่ยุ่งยากและสามารถทำบริโภคได้เองในระดับครัวเรือนไปจนถึงการผลิตเพื่อจำหน่ายในภาคอุตสาหกรรม การผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในแต่ละแห่งจะมีวิธีการผลิตที่ต่างกันออกไป ซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่จะนำมาทำเป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ สภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ รวมไปจนถึงลักษณะนิสัยการดื่มของผู้คนในแหล่งนั้นๆ ซึ่งจะส่งผลถึงปริมาณแอลกอฮอล์ที่ได้จากการผลิตในแต่ละแหล่ง

ในโครงงานพิเศษนี้จึงได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณเอทานอลจากเครื่องดื่มแอลกอฮอล์แต่ละประเภทด้วยวิธีการวัดปริมาตร โดยใช้เทคนิคการไทเทรตและอาศัยการเกิดไอโอโดฟอร์ม แล้วนำผลที่ได้จากการทดลองมาคำนวณหาค่าความเข้มข้น แล้วพิจารณาค่าความเป็นเส้นตรง (Linearity) ความเที่ยง (Precision) และความถูกต้อง (Accuracy) โดยเริ่มทำการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานเพื่อศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณเอทานอลในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์แล้วนำไปใช้ในการวิเคราะห์สารตัวอย่างเพื่อหาปริมาณเอทานอลต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ

เพื่อศึกษาและพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ปริมาณเอทานอลในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ โดยใช้เทคนิคการไทเทรต

1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ

1.ศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณเอทานอลในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ โดยใช้เทคนิคการไทเทรต

2.นำวิธีที่พัฒนาได้ไปใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณเอทานอลในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนการทำวิจัยและการดำเนินงาน

1.สืบค้นแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงงานพิเศษ

2.วางแผนการทดลอง โดยจัดหาอุปกรณ์ สารเคมี สารตัวอย่าง และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.ดำเนินการทดลองโดยศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณเอทานอล ด้วยวิธีการวัดปริมาตรโดยใช้เทคนิคการไทเทรต

4.ใช้วิธีที่พัฒนาได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณเอทานอล โดยใช้เทคนิคการไทเทรต

2. สามารถนำวิธีที่พัฒนาได้นี้ไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณเอทานอลในตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ [1]

สุรา หรือ เหล้า หมายถึงเครื่องดื่มที่มีเอทิลแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบที่สำคัญผสมอยู่ในปริมาณไม่เกิน 60% ซึ่งเป็นเกณฑ์กำหนดของสากลทั่วไปที่คนสามารถดื่มได้ แต่เกณฑ์ของคนไทยจะคลอบคลุมถึงปริมาณไม่เกิน 80%

การแบ่งประเภทของสุราตามวิธีการผลิตสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

1.สุราแช่ (Fermented beverages) หมายถึงสุราที่ไม่ได้ทำการกลั่นและคลอมคลุมถึงสุราแช่ที่ผสมกับสุรากลั่นมีแอลกอฮอล์ไม่เกิน 15 ดีกรี สุราแช่เป็นสุราที่ได้จากการหมักผลผลิตทางการเกษตร เช่น ธัญพืช หรือผลไม้ต่างๆ ได้แก่ เบียร์ สาเก ไวน์ เป็นต้น

2.สุรากลั่น (Distilled or Spirit beverages) หมายถึงสุราที่ได้จากการกลั่นสุราแช่และครอบคลุมถึงสุรากลั่นที่ได้ผสมกับสุราแช่มีแอลกอฮอล์เกินกว่า 15 ดีกรี ได้แก่ วิสกี้ วอดก้า รัม บรั่นดี เตลิกา เป็นต้น

2.2 แอลกอฮอล์ [2]

แอลกอฮอล์เป็นของเหลวไม่มีสี พบในเครื่องดื่มมึนเมา มีชื่อเรียกว่า เอทิลแอลกอฮอล์ เครื่องดื่มมึนเมาชนิดต่างๆ เช่น เหล้า เบียร์ วิสกี้ บรั่นดี จะมีปริมาณของเอทิลแอลกอฮอล์แตกต่างกัน เอทานอลหรือเอทิลแอลกอฮอล์ เป็นแอลกอฮอล์ที่ได้จากการแปรรูปแป้งและน้ำตาล ที่มาจากพืช เช่น อ้อย ข้าว ข้าวโพด มันสำปะหลัง ฤทธิ์ในทางเสพติดของแอลกอฮอล์คือ ออกฤทธิ์กดประสาท มีการเสพติด ทั้งทางร่างกายและจิตใจ

เบียร์และสุราเป็นเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ มีคุณค่าทางอาหารต่ำแต่มีแคลอรี่สูง เบียร์แตกต่างจากสุราตรงที่ปริมาณแอลกอฮอล์และกรรมวิธีในการผลิต เบียร์ทำโดยการหมักข้าวบาร์เลย์โดยไม่ได้ทำการกลั่น มีปริมาณแอลกอฮอล์น้อย ประมาณ 4-6 % โดยปริมาตร ส่วนสุราชนิดต่างๆ เช่น วิสกี้ บรั่นดี วอดก้า เป็นเหล้าที่ได้จากการกลั่นมีปริมาณแอลกอฮอล์สูงกว่า ประมาณ 40-50 % โดยปริมาตร

แอลกอฮอล์ที่ได้จากการหมักส่า จะเป็นเอทิลแอลกอฮอล์ ประมาณ 9-10 % การกลั่นแยกแอลกอฮอล์จากส่าทำได้โดยอาศัยความร้อนจากไอน้ำ เพื่อแยกเอาแอลกอฮอล์ซึ่งมีจุดเดือดต่ำกว่าน้ำให้ระเหยกลายเป็นไอ แล้วจึงนำไอแอลกอฮอล์ที่ได้ส่งเข้าเครื่องควบแน่นทำให้ไอกลายเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเหลว จุดเดือดของแอลกอฮอล์อยู่ที่ 78.3 องศาเซลเซียส ส่วนจุดเดือดของน้ำเท่ากับ 100 องศาเซลเซียส การให้ความร้อนแก่น้ำส่าด้วยไอน้ำทำให้แอลกอฮอล์ในน้ำส่าระเหยกลายเป็นไอและจะมีน้ำระเหยปนขึ้นมาพร้อมกับไอแอลกอฮอล์ด้วย ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในไอจะเข้มข้นกว่าในของเหลว การที่จะกลั่นให้ได้แอลกอฮอล์เปอร์เซนต์สูงๆ นั้นต้องทำให้แอลกอฮอล์ระเหยและควบแน่นหลายๆครั้ง ซึ่งแต่ละครั้งความเข้มข้นของแอลกอฮอล์จะสูงขึ้นเรื่อยๆ ภายในหอกลั่นจึงทำเป็นหลายๆชั้น แต่ละชั้นจะทำให้เกิดการระเหยและควบแน่นหนึ่งครั้ง การกลั่นโดยใช้หอกลั่นทำให้ได้แอลกอฮอล์ความเข้มข้นสูงได้โดยการกลั่นเพียงครั้งเดียว แต่ก็ไม่สามารถกลั่นให้ได้ความเข้มข้นถึง 100% เพราะเมื่อกลั่นจนแยกแอลกอฮอล์ประมาณ 96% ความเข้มข้นของไอแอลกอฮอล์ที่ระเหยออกมาจากของเหลวจะเท่ากับความเข้มข้นของไอแอลกอฮอล์ในของเหลวจึงทำให้ไม่สามารถกลั่นแยกแอลกอฮอล์ ให้ได้ความเข้มข้นถึง 100% ได้

2.2.1 การผลิตเอทานอล [3]

กระบวนการผลิตเอทานอลแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือ

2.2.1.1 กระบวนการสังเคราะห์ (Synthesis) คือ การนำเอทิลีนมาละลายในกรดซัลฟิวริก ทำปฏิกิริยากันได้ เอทิลซัลเฟต แล้วนำไปไฮโดรไลซีสจะได้เอทิลแอลกอฮอล์ออกมา ดังสมการ

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

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

และได้ไดเอทิลอีเทอร์เป็นผลิตภัณฑ์ร่วม ดังสมการ

$$CH_3CH_2OH + (CH_3CH_2)_2SO_4 \longrightarrow CH_3CH_2OSO_3 + (CH_3CH_2)_2O$$

หรือ จะผลิตโดยใช้กระบวนการไฮเดรชันโดยตรงกับสารประกอบเอทิลีนโดยใช้กรดซัลฟิวริกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส ความดัน 6.8 MPa ดังสมการ

$$C_2H_4 + H_2O \xrightarrow[300\ ^\circ C,\ 6.8\ MPa]{H_2SO_4} C_2H_5OH$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.2 กระบวนการหมัก (Fermentation) คือ การใช้จุลินทรีย์เป็นตัวเปลี่ยนวัตถุดิบประเภทแป้ง น้ำตาล หรือ วัสดุที่เป็นเซลลูโลสให้กลายเป็นเอทานอลภายใต้สภาวะที่ขาดออกซิเจน โดยวัตถุดิบประเภทแป้งและเซลลูโลสจะถูกย่อยด้วยกรดหรือเอนไซม์ให้กลายเป็นน้ำตาลก่อน จุลินทรีย์ที่สามารถนำมาใช้ในการผลิตเอทานอลได้แก่ Yeast, Zymase, Invertase และ Diastase ซึ่งส่วนใหญ่จะนิยมใช้ยีสต์ กระบวนการหมักเป็นไปดังสมการ

$$(C_6H_{12}O_5)_n + nH_2O \xrightarrow{\text{Enzyme}} nC_6H_{12}O_6$$

$$nC_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{Yeast}} 2nC_2H_5OH + 2nCO_2$$

51.1% 48.9%

ตามทฤษฎียีสต์จะเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสไปเป็นแอลกอฮอล์ได้ร้อยละ 51.1 และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 48.9 โดยน้ำหนัก และมีความร้อนเกิดขึ้น ในทางปฏิบัติน้ำตาลเพียงร้อยละ 95 เท่านั้น ที่จะเปลี่ยนไปเป็นแอลกอฮอล์ ส่วนที่เหลือจุลินทรีย์จะใช้ในการเจริญเติบโตของตัวมันเองและเปลี่ยนเป็นผลพลอยได้อื่น เช่น อะซิตัลดีไฮด์ กรดแอซิติก กรดแลกติก เป็นต้น

การหมักเชิงอุตสาหกรรมจะมีการควบคุมสิ่งแวดล้อมของการหมักในทุกขั้นตอนเพื่อให้ประสิทธิภาพการหมักสูงสุด และต้องมีความสอดคล้องกับลักษณะของยีสต์ที่ใช้ ความเข้มข้นของน้ำตาลถ้ามีความเข้มข้นสูงจะเกิดการยับยั้งการเจริญและการหมักเอทานอล ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับลักษณะของยีสต์ที่ใช้ อุณหภูมิที่ใช้ในการหมักจะอยู่ที่ 25-30 องศาเซลเซียส ค่า pH ที่เหมาะสมในการหมักอยู่ในช่วง 4.5 ในกระบวนการหมักที่มีเอทานอลความเข้มข้นสูงการเจริญและการหมักยีสต์จะถูกยับยั้ง เมื่อเปอร์เซ็นต์เอทานอลมากกว่า 1 %โดยน้ำหนัก มีผลทำให้การเจริญลดลงและจะหยุดลงเมื่อมีเอทานอล 4.7-7.8 % โดยน้ำหนัก ต่อจากนั้นจะเป็นการหมักเอทานอลจนถึงเอทานอลความเข้มข้น 14% โดยน้ำหนัก

2.2.2 ผลกระทบต่อสุขภาพร่างกาย

สุราเมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้วเอทิลแอลกอฮอล์จะถูกดูดซึมและกระจายไปได้ทุกส่วนของร่างกาย เมื่อแอลกอฮอล์เข้าสู่ตับจะเกิดปฏิกิริยาการเปลี่ยนแอลกอฮอล์เป็นสารตัวใหม่ที่มีชื่อว่า **อะซิตัลดีไฮด์ (Acetaldehyde)** แล้วเปลี่ยนต่อเป็น **อะซิเตท (Acetate)** แล้วเคลื่อนตัวไปยังสมองของต่อมควบคุมระดับเกลือและน้ำตาลในร่างกายและอวัยวะต่างๆอีกหลายส่วน ผลจากการเคลื่อนตัวไปยังส่วนต่างๆเป็นสาเหตุที่ทำให้ร่างกายแสดงอาการเริ่มตั้งแต่อาการสมองโปร่งรู้สึกสบายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะแรก แล้วค่อยๆเปลี่ยนเป็นความรู้สึกคล้ายกับถูกบีบหนักๆ ร่างกายเริ่มผิดปกติเสียการทรงตัว พูดไม่รู้เรื่อง ลำตัวแดงกล่ำ หรือสูญเสียความทรงจำไปชั่วขณะ

เมื่อแอลกอฮอล์เข้าสู่สมองเซลล์จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเพื่อป้องกันตัวเองอยู่ตลอดเวลาจนเกิดผลของอาการเมาค้างตามมาในที่สุด และจะเกิดอาการขาดน้ำหรือของเหลวในร่างกายเพราะแอลกอฮอล์เป็นสารที่ทำให้เกิดการปลดปล่อยของเหลวในร่างกายโดยดูดซึมและขับถ่ายในรูปปัสสาวะและยังขับสารอาหารที่สำคัญออกมา ทำให้ร่างกายมีสารอาหารหลงเหลืออยู่ไม่มาก เช่น แมกนีเซียม โปแตสเซียม วิตามินบี 1 วิตามินบี 6 วิตามินซี เป็นต้น

อาการขาดสุราเกิดจากการดื่มสุราติดต่อกันมาเป็นเวลาหลายปี โดยไม่สามารถหยุดดื่มได้ จนเกิดการเปลี่ยนแปลงไปในทางทรุดโทรมทั้งร่างกายและจิตใจ ความประพฤติและสังคม และจะหยุดดื่มไม่ได้ ถ้าหยุดดื่มจะมีอาการไม่สบายต่างๆเกิดขึ้นได้แก่ หงุดหงิด กระวนกระวาย นอนไม่หลับ เกิดการชักกระตุก คลุ้มคลั่ง หัวใจเต้นผิดปกติ และอาจตายได้

2.3 การหาปริมาณโดยการการวัดปริมาตร [4]

กระบวนการหาปริมาณโดยการวัดปริมาตร จะใช้เทคนิคที่เรียกว่า **การไทเทรต** โดยอาศัยการวัดปริมาณของสารชนิดหนึ่งที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารอีกชนิดหนึ่ง ส่วนใหญ่จะใช้ในการหาปริมาณของสารประกอบในตัวอย่าง โดยการวัดปริมาตรของสารละลายมาตรฐานที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับองค์ประกอบที่สนใจในสารตัวอย่าง

การทดลองจะเกี่ยวข้องกับการเติมสารละลายจากบิวเรตให้ทำปฏิกิริยากับสารละลายในขวดรูปชมพู่ โดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงสีของอินดิเคเตอร์ หรือการเปลี่ยนแปลงอื่นๆที่วัดได้ จุดที่สารทำปฏิกิริยาพอดีกัน เรียกว่า **จุดสมมูล** และจุดที่เห็นการเปลี่ยนแปลงสีของอินดิเคเตอร์ เรียกว่า **จุดยุติ**

โดยทั่วไปจะเรียกสารละลายที่บรรจุในบิวเรตว่า ตัวไทแทรนต์ (Titrant) และสารละลายในขวดรูปชมพู่ที่จะทำปฏิกิริยากับตัวไทแทนต์ว่า สารละลายที่ถูกไทเทรต

ในการไทเทรตสามารถทำได้ 2 ลักษณะคือ **การไทเทรตโดยตรง (Direct titration)** ใช้ในกรณีที่ปฏิกิริยาเกิดได้อย่างรวดเร็ว และมีอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสม ส่วนกรณีที่ปฏิกิริยาเกิดช้าและหาอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมไม่ได้ จะใช้เทคนิค**การไทเทรตแบบย้อนกลับ(Back titration)** โดยการเติมสารละลายมาตรฐานมากเกินพอ แต่ทราบปริมาณที่แน่นอนลงในตัวอย่าง ปล่อยให้เกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์ แล้วทำการไทเทรตสารละลายมาตรฐานที่เหลือจากปฏิกิริยากับสารละลายมาตรฐานอีกชนิดหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 การแบ่งชนิดของการวิเคราะห์หาปริมาณโดยการวัดปริมาตร

การวิเคราะห์หาปริมาณโดยการวัดปริมาตร โดยเทคนิคที่เรียกว่า การไทเทรต จะแบ่งออกตามลักษณะของปฏิกิริยาที่เกิดเป็นดังนี้

1) ปฏิกิริยาการสะเทินระหว่างกรดและเบส

2) ปฏิกิริยาการเกิดตะกอน

3) ปฏิกิริยาการเกิดสารเชิงซ้อน

4) ปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน

2.3.2 สารละลายมาตรฐาน

สารประกอบที่ใช้ในการหาปริมาณ หรือความเข้มข้นของสารอีกชนิดหนึ่ง เรียกว่า สารละลายมาตรฐาน ซึ่งเตรียมขึ้นมาในรูปสารละลาย สารละลายมาตรฐาน แบ่งออกเป็น

1) สารละลายมาตรฐานปฐมภูมิ (Primary standards)

เป็นสารละลายที่เตรียมได้โดยตรงจากสารที่มีความบริสุทธิ์สูง ทราบปริมาณที่ถูกต้องและแน่นอน โดยการชั่งสารอย่างละเอียด และทำการวัดปริมาณอย่างถูกต้องด้วยอุปกรณ์ที่เหมาะสม เช่น ขวดวัดปริมาตร

2) สารละลายมาตรฐานทุติยภูมิ (Secondary standards)

เป็นสารละลายที่เตรียมโดยประมาณค่าจากสารเคมีที่ไม่ทราบความบริสุทธิ์และความเข้มข้นที่แน่นอน ซึ่งสามารถทำการหาความเข้มข้นที่ถูกต้องได้โดยการไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิ เรียกว่า การทำให้เป็นมาตรฐาน (Standardization)

2.3.2.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

1) การเตรียมสารละลายมาตรฐานจากของแข็ง

ทำการชั่งน้ำหนักสารเคมีละลายก่อนใส่ลงในขวดวัดปริมาตร แล้วเติมน้ำจนได้ปริมาตรตามต้องการ โดยอาศัยความสัมพันธ์ดังนี้

Liter of titrant X [moles of titrant / liter of titrant] = moles of titrant

2) การเตรียมสารละลายโดยวิธีการเจือจาง

สารละลายหลายชนิดสามารถเตรียมได้โดยการเจือจางจากสารละลายที่เข้มข้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารละลายกรด เพราะสารละลายส่วนใหญ่จะลักษณะกรดเข้มข้น ในการเตรียมมีหลักการดังนี้ จำนวนโมลของตัวถูกละลายจะไม่เปลี่ยนแปลงในกระบวนการเจือจาง นั่นคือ

จำนวนโมล ของตัวถูกละลายก่อนการเจือจาง = จำนวนโมล ของตัวถูกละลายหลังการเจือจาง

$$\text{Moles}_{\text{ก่อนทำปฏิกิริยา}} = \text{Moles}_{\text{หลังทำปฏิกิริยา}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 การหาเปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบในสารตัวอย่าง โดยการไทเทรต

วัตถุประสงค์ในการหาปริมาณโดยการวัดปริมาตร คือการหาปริมาณของสารประกอบที่เราสนใจในสารตัวอย่าง ปริมาตรของตัวไทแทรนต์ (Titrant) ที่ต้องการในการปฏิกิริยาพอดีกับสารประกอบที่สนใจในสารตัวอย่างจะถูกวัดและเปลี่ยนกลับไปเป็นปริมาณของสารที่สนใจโดยใช้หลักปริมาณมวลสารสัมพันธ์ ในกรณีนี้ การคำนวณโดยใช้หลักปริมาณมวลสารสัมพันธ์ จะประกอบด้วย การเปลี่ยนปริมาตรของตัวไทแทรนต์ไปเป็นน้ำหนักของสารประกอบที่สนใจในสารตัวอย่าง

$$\% \text{ องค์ประกอบที่สนใจ} = \frac{\text{ปริมาตรสารมาตรฐาน X ความเข้มข้น X น้ำหนักต่อโมล X 100}}{\text{น้ำหนักสารตัวอย่าง}}$$

2.4 ไอโอโดฟอร์ม (Iodoform) [5]

ในการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในโครงงานพิเศษนี้ได้อาศัยหลักการทำปฏิกิริยาของไอโอดีนไอโอดีน (I_2) กับ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และ เอทานอล (C_2H_5OH) เรียกว่า ไอโอโดฟอร์ม (Iodoform) ซึ่งเกิดจาก**ปฏิกิริยาฮาโลฟอร์ม (Haloform reaction)** ดังสมการ

$$I_2 + C_2H_5OH + OH^- \longrightarrow I^- + HI + CH_3CHO + H_2O$$

$$CH_3CHO + 3I_2 + 3OH^- \longrightarrow CI_3CHO + 3H_2O + 3I^-$$

$$CI_3CHO + OH^- \longrightarrow HCOOH + CI_3^- \longrightarrow HCOO^- + CHI_3$$

หลังการเกิดไอโอโดฟอร์มแล้วจะทำการเติมสารละลายกรดซัลฟิวริก(H_2SO_4) เพื่อทำให้สภาวะของสารละลายเป็นกรด แล้วจึงทำการไทเทรตหาไอโอดีน (I_2) ที่เหลือด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$) ด้วยวิธีไทเทรตย้อนกลับ (Back titration) โดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ ดังสมการ

$$I_2 + 2Na_2S_2O_3 \longrightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

László Csányi, Károly Jáky [6] ได้ศึกษาปฏิกิริยาไอโอโดฟอร์ม (Iodoform) ที่ใช้ในการประเมินอะซิตัลอะซิโตน (Acetalacetone) โดยใช้ 20 mL ของสารละลายอัลคาลไลน์บัฟเฟอร์ ซึ่ง 0.04 – 0.40 mmol ของอะซิตัลอะซิโตน ถูกออกซิไดส์ด้วย 15 – 20 mL ของ สารละลาย 0.2 N KI_3 โดยใช้เครื่องกวน (Stirring) และมีการเติมตัวสร้างปฏิกิริยา (Reagent) ไปด้วยต่อมาสารละลายถูกทำให้เป็นกรดด้วยด้วยการเติม 10 mL ของ 3.3 N HCl และไอโอดีนที่มากเกินพอ ถูกไทเทรตย้อนกลับ (Back titration) ด้วยสารละลายไทโอซัลเฟต (Thiosulfate) วิธีการนี้เหมาะสมสำหรับการหาปริมาณอะซิตัลอะซิโตน ในสารประกอบเชิงซ้อนของเหล็ก (metal complexes)

Kazuhiko Takai , Shota Toshikawa , Atsushi Inoue และ คณะ [7] ได้ทำการศึกษา (I_2) ไอโอโดไซโคลโพรเพน (Iodocyclopropanesที่ได้จาก stereroselectively ของปลายของ อัลคีน (Alkenes) โดยการทำปฏิกิริยา (Treatment) กับตัวสร้างปฏิกิริยา (Reagent) ที่มาจากไอโอโดฟอร์ม โครเมียมคลอไรด์ (Cromiumchloride) และ TEEDA THF ในทำนองเดียวกัน ไซโคลโพรพิวไซเลน (Cyclopropylsilanes) ไซโคลโพรพิวบอโรนิคเอสเทอร์ (Cyclopropylboronic ester) ที่รับมาจากการใช้ R_3SiCHI_2 และการผสมของ $Cl_2CHB(OR)_2$ และ LiI แทนไอโอโดฟอร์ม ตามลำดับ ปฏิกิริยาเฮทเทอร์โรไซโคลโพนเพน (Heterocyclopropanation) เลือกเกิดที่ท้ายสุดของดัลเบิลบอน (Double bond) และ di – and trisubstituted double bond ในโมเลกุลเดียวกัน ตัวอย่างเช่น functional group ได้แก่ แอลกอฮอล์ อีเทอร์ เอสเทอร์ เอมีน เอไมด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

สารเคมี

1. Ethanol (99.80%) เกรดวิเคราะห์ ของ CARLO ERBA
2. ไอโอดีน (99.99%) เกรดวิเคราะห์ ของ CARLO ERBA
3. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (97.00%) เกรดวิเคราะห์ ของ CARLO ERBA
4. โซเดียมไทโอซัลเฟต (99.95%) เกรดวิเคราะห์ ของ Fisher Scientific
5. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (98.00%) เกรดวิเคราะห์ ของ BDH laboratory supplies
6. โพแทสเซียมไอโอไดด์ (99.50%) เกรดวิเคราะห์ ของ MERCK
7. แป้งมัน

สารตัวอย่าง

สุราขาวกลั่น (บางยี่ขัน 28, 30, 40 ดีกรี)

อุปกรณ์

1. บีกเกอร์ (ขนาด 50, 250, 500, 1000 mL)
2. ปิเปต (ขนาด 1, 10 mL)
3. บิวเรต
4. ขวดวัดปริมาตร (ขนาด 50, 500, 1000 mL)
5. ลูกยาง
6. กระบอกน้ำกลั่น
7. กระบอกตวง ขนาด 100 mL
8. ดรอปเปอร์
9. แท่งแก้วคนสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การเตรียมสารละลาย

3.2.1 สารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.63, 0.10, 0.05 และ 0.01 M

ชั่งโซเดียมไทโอซัลเฟต มา 100.00, 15.80, 3.95 และ 0.79 g นำมาละลายด้วยน้ำกลั่น 1000 mL ในขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 mL จะได้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ความเข้มข้น 0.63, 0.10, 0.05 และ 0.01 M ตามลำดับ

3.2.2 สารละลายไอโอดีนในโพแทสเซียมไอโอไดด์ ความเข้มข้น 0.10 M

ชั่งโพแทสเซียมไอโอไดด์มา 16.60 g นำมาละลายด้วยน้ำกลั่น 1000 mL จะได้สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ความเข้มข้น 0.10 M จากนั้นชั่งไอโอดีน มา 25.40 g แล้วนำมาละลายในสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ที่เตรียมไว้ในตอนแรกพร้อมกับให้ความร้อนและกวนสารโดยใช้แท่งแม่เหล็กรอจนไอโอดีนละลายหมดจึงหยุดให้ความร้อนแล้วทิ้งสารให้เย็นที่อุณหภูมิห้องจะได้สารละลายไอโอดีนในโพแทสเซียมไอโอไดด์ ความเข้มข้น 0.10 M

3.2.3 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 2.50 M

ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ มา 50.00 g ละลายในน้ำกลั่น 500 mL จะได้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2.50 M

3.2.4 สารละลายกรดซัลฟิวริก ความเข้มข้น 2.0 M

นำสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 18.00 M ปริมาตร 100 mL มาเจือจางในน้ำกลั่น 900 mL จะได้สารละลายกรดซัลฟิวริก 2.00 M

3.2.5 น้ำแป้ง 1%

ชั่งแป้งมัน มา 2.00 g ละลายในน้ำกลั่น 200 mL นำน้ำแป้งไปต้มพร้อมกวนด้วยแท่งแม่เหล็ก รอจนน้ำแป้งที่ได้มีสีใสและทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง จะได้น้ำแป้ง 1%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วิธีการดำเนินการทดลอง

3.3.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำกลั่นให้มีความเข้มข้น 10, 20, 30, 40 และ 50 (% v/v)

2. ทำการไข Absolute ethanol จากบิวเรต มา 5.00, 10.00, 15.00, 20.00 และ 25.00 mL ใส่ในขวดวัดปริมาตร ขนาด 50.00 mL แต่ละใบ

3. ทำการปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 50.00 mL เขย่าสารละลายเพื่อผสมให้เข้ากัน จะได้สารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำที่มีความเข้มข้น 10, 20, 30, 40 และ 50 (% v/v) ตามลำดับ

3.3.2 การศึกษาลำดับของการเติมสารและความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต

ทำการทดลองเพื่อหาลำดับของการเติมสารที่เหมาะสม โดยใช้สารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำ 10, 20, 30, 40 และ 50 (% v/v) มีดังนี้

3.3.2.1 Ethanol : NaOH : KI_3: H_2SO_4 ในอัตราส่วน 10 : 1 : 10 : 1 mL โดยใช้สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.63, 0.10, 0.05 และ 0.01 M ดังนี้

1.ปิเปตสารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำ 10 (% v/v) มา 10 mL ใส่ขวดรูปชมพู่

2. ปิเปตสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 mL ใส่ขวดรูปชมพู่ใบเดิม

3. ปิเปตสารละลายไอโอดีนในโพแทสเซียมไอโอไดด์ 10 mL ใส่ขวดรูปชมพู่ใบเดิม รอจนกระทั่งสารทำปฏิกิริยากันหมด สังเกตจากสีของสารละลายจะมีสีเหลืองขุ่นมีตะกอน

4. ปิเปตสารละลายกรดซัลฟิวริก 1 mL ใส่ขวดรูปชมพู่ใบเดิม ตั้งทิ้งไว้ 2 นาที

5. นำขวดรูปชมพู่ในข้อ 4 ไปทำการไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.63 M โดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ ไทเทรตจนถึงจุดยุติ สังเกตจากสารละลายจะใสและมีตะกอนสีเหลือง

6. ทำการทดลองซ้ำตามข้อ 1-5 โดยเปลี่ยนความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทานอลเป็น 20, 30, 40 และ 50 (% v/v) ตามลำดับ

7. หลังจากทำการไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.63 M จนครบทุกความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทานอลแล้ว ทำการทดลองซ้ำตามข้อ 1-6 โดยเปลี่ยนความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตเป็น 0.01, 0.05 และ 0.01 M ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.2 Ethanol : NaOH : H_2SO_4 : KI_3 ในอัตราส่วน 10 : 1 : 1 : 10 mL โดยใช้สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.63, 0.10, 0.05 และ 0.01 M ดังนี้

1.ปิเปตสารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำ 10 (% v/v) มา 10 mL ใส่ขวดรูปชมพู่

2. ปิเปตสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 mL ใส่ขวดรูปชมพู่ใบเดิม

3. ปิเปตสารละลายกรดซัลฟิวริก 1 mL ใส่ขวดรูปชมพู่ใบเดิม

4. ปิเปตสารละลายไอโอดีนในโพแทสเซียมไอโอไดด์ 10 mL ใส่ขวดรูปชมพู่ใบเดิม รอจนกระทั่งสารทำปฏิกิริยากันหมด สังเกตจากสีของสารละลายจะมีสีเหลืองขุ่นมีตะกอน ทิ้งไว้ 2 นาที

5. นำขวดรูปชมพู่ในข้อ 4 ไปทำการไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.63 M โดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ ไทเทรตจนถึงจุดยุติ สังเกตจากสารละลายจะใสและมีตะกอนสีเหลือง

6. ทำการทดลองซ้ำตามข้อ 1-5 โดยเปลี่ยนความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทานอลเป็น 20, 30, 40 และ 50 (% v/v) ตามลำดับ

7. หลังจากทำการไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.63 M จนครบทุกความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทานอลแล้ว ทำการทดลองซ้ำตามข้อ 1-6 โดยเปลี่ยนความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตเป็น 0.01, 0.05 และ 0.01 M ตามลำดับ

3.3.3 การทำกราฟมาตรฐาน

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

2. ปิเปตสารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำ 10 (% v/v) มา 10 mL ใส่ขวดรูปชมพู่

3. ปิเปตสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 mL ใส่ขวดรูปชมพู่ใบเดิม

4. ปิเปตสารละลายไอโอดีนในโพแทสเซียมไอโอไดด์ 10 mL ใส่ขวดรูปชมพู่ใบเดิม รอจนกระทั่งสารทำปฏิกิริยากันหมด สังเกตจากสีของสารละลายจะมีสีเหลืองขุ่นมีตะกอน

5. ปิเปตสารละลายกรดซัลฟิวริก 1 mL ใส่ขวดรูปชมพู่ใบเดิม ตั้งทิ้งไว้ 2 นาที

6. นำขวดรูปชมพู่ในข้อ 5 ไปทำการไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต โดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ ไทเทรตจนถึงจุดยุติ สังเกตจากสารละลายจะใส และมีตะกอนสีเหลือง

7. ทำการทดลองซ้ำตามข้อ 2-6 โดยเปลี่ยนความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทานอลเป็น 20, 30, 40 และ 50 (% v/v) ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 การศึกษาช่วงเวลาในการทำปฏิกิริยาของสาร

หลังจากได้สภาวะจากข้อ 3.3.2 มาแล้ว จึงทำการศึกษาช่วงเวลาในการทำปฏิกิริยาของสาร โดยทำการศึกษาที่ช่วงเวลา 2, 5 และ 10 นาที ดังนี้

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

2. ปิเปตสารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำ 10 (% v/v) มา 10 mL ใส่ขวดรูปชมพู่

3. ปิเปตสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 mL ใส่ขวดรูปชมพู่ใบเดิม

4. ปิเปตสารละลายไอโอดีนในโพแทสเซียมไอโอไดด์ 10 mL ใส่ขวดรูปชมพู่ใบเดิม รอจนกระทั่งสารทำปฏิกิริยากันหมด สังเกตจากสีของสารละลายจะมีสีเหลืองขุ่นมีตะกอน

5. ปิเปตสารละลายกรดซัลฟิวริก 1 mL ใส่ขวดรูปชมพู่ใบเดิม ตั้งทิ้งไว้ 2 นาที

6. นำขวดรูปชมพู่ในข้อ 5 ไปทำการไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.05 M โดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ ไทเทรตจนถึงจุดยุติ สังเกตจากสารละลายจะใส และมีตะกอนสีเหลือง

7. ทำการทดลองซ้ำตามข้อ 2-6 โดยเปลี่ยนความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทานอลเป็น 20, 30, 40 และ 50 (% v/v) ตามลำดับ

8. ทำซ้ำการทดลองตามข้อ 2-7 โดยเปลี่ยนช่วงเวลาของการทำปฏิกิริยาจาก 2 นาที เป็น 5 และ 10 นาที ตามลำดับ

3.3.5 การศึกษาความเที่ยงของการไทเทรต

3.3.5.1 ตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ขวดเดียวกัน

1. เตรียมตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี

2. ปิเปตสารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำ 10 (% v/v) มา 10 mL ใส่ขวดรูปชมพู่

3. ปิเปตสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 mL ใส่ขวดรูปชมพู่ใบเดิม

4. ปิเปตสารละลายไอโอดีนในโพแทสเซียมไอโอไดด์ 10 mL ใส่ขวดรูปชมพู่ใบเดิม รอจนกระทั่งสารทำปฏิกิริยากันหมด สังเกตจากสีของสารละลายจะมีสีเหลืองขุ่นมีตะกอน

5. ปิเปตสารละลายกรดซัลฟิวริก 1 mL ใส่ขวดรูปชมพู่ใบเดิม ตั้งทิ้งไว้ 2 นาที

6. นำขวดรูปชมพู่ในข้อ 5 ไปทำการไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต โดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ ไทเทรตจนถึงจุดยุติ สังเกตจากสารละลายจะใส และมีตะกอนสีเหลือง

7. ทำการทดลองตามข้อ 2-6 ซ้ำอีก 5 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.2 ตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ต่างขวดกัน

1. เตรียมตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี จำนวน 3 ขวด

2. ปิเปตตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี 10 mL ใส่ขวดรูปชมพู่

3. ปิเปตสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 mL ใส่ขวดรูปชมพู่ใบเดิม

4. ปิเปตสารละลายไอโอดีนในโพแทสเซียมไอโอไดด์ 10 mL ใส่ขวดรูปชมพู่ใบเดิม รอจนกระทั่งสารทำปฏิกิริยากันหมด สังเกตจากสีของสารละลายจะมีสีเหลืองขุ่นมีตะกอน

5. ปิเปตสารละลายกรดซัลฟิวริก 1 mL ใส่ขวดรูปชมพู่ใบเดิม ตั้งทิ้งไว้ 2 นาที

6. นำขวดรูปชมพู่ในข้อ 5 ไปทำการไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต โดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ ไทเทรตจนถึงจุดยุติ สังเกตจากสารละลายจะใส และมีตะกอนมีสีเหลือง

7. ทำการทดลองตามข้อ 2-6 ซ้ำอีก 2 ครั้ง หลังจากนั้นเปลี่ยนตัวอย่างสุราเป็นขวดที่ 2และ3 ตามลำดับ

3.4 ศึกษาการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ด้วยวิธีการไทเทรต

1. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ โดยพิจารณาปัจจัยต่างๆที่มีผลในการวิเคราะห์ ได้แก่ ลำดับของการเติมสาร ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต และเวลา

2. ทำการตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการวิเคราะห์ โดยพิจารณาจากช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) ความเที่ยง (Precision) และความถูกต้องหรือความแม่นยำ (Accuracy)

3.5 การวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

นำวิธีการที่พัฒนาในข้อ 3.4 ไปทำการทดลองวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและอภิปรายผล

จากการทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ปริมาณเอทานอลในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ โดยการศึกษาปัจจัยต่างๆที่คาดว่ามีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการหาปริมาณเอทานอลในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ได้ผลการทดลองดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการไทเทรต

4.1.1 การศึกษาลำดับของการเติมและความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต

ทำการทดลองเพื่อหาลำดับการเติมสารที่เหมาะสมโดยใช้สารละลายมาตรฐานเอทานอลในน้ำ 10, 20, 30, 40 และ 50 (% v/v) โดยลำดับการเติมสารที่ศึกษามีดังนี้

1. Ethanol : NaOH : KI_3 : H_2SO_4 ในอัตราส่วน 10 : 1 : 10 : 1 mL
2. Ethanol : NaOH : H_2SO_4 : KI_3 ในอัตราส่วน 10 : 1 : 1 : 10 mL

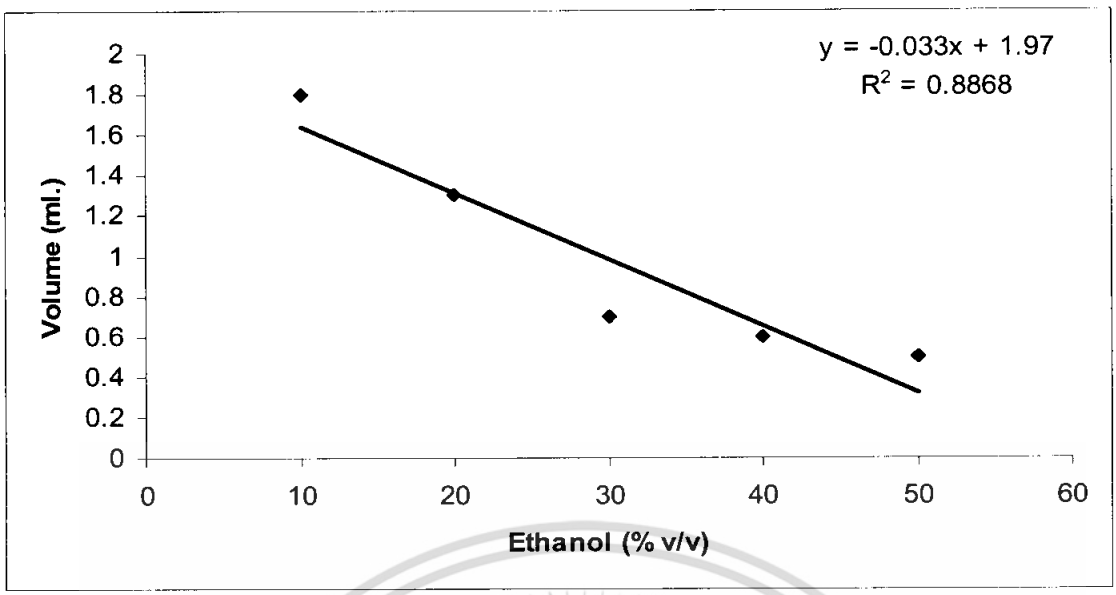
โดยใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ความเข้มข้น 0.63, 0.10, 0.05 และ 0.01 M

จากผลการทดลองโดยใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ที่ความเข้มข้นต่างๆแล้วนำมาพล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับปริมาตรสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตจะได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ของแต่ละความเข้มข้นดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงการหาลำดับของการเติมสาร โดยใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ความเข้มข้น 0.63 M

Ethanol : NaOH : KI_3 : H_2SO_4	
ความเข้มข้น (% V/V)	ปริมาตรสารละลาย $Na_2S_2O_3$ (mL)
10	1.80
20	1.30
30	0.70
40	0.60
50	0.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 จากกราฟแสดงค่า R^2 จากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต เข้มข้น 0.63 M

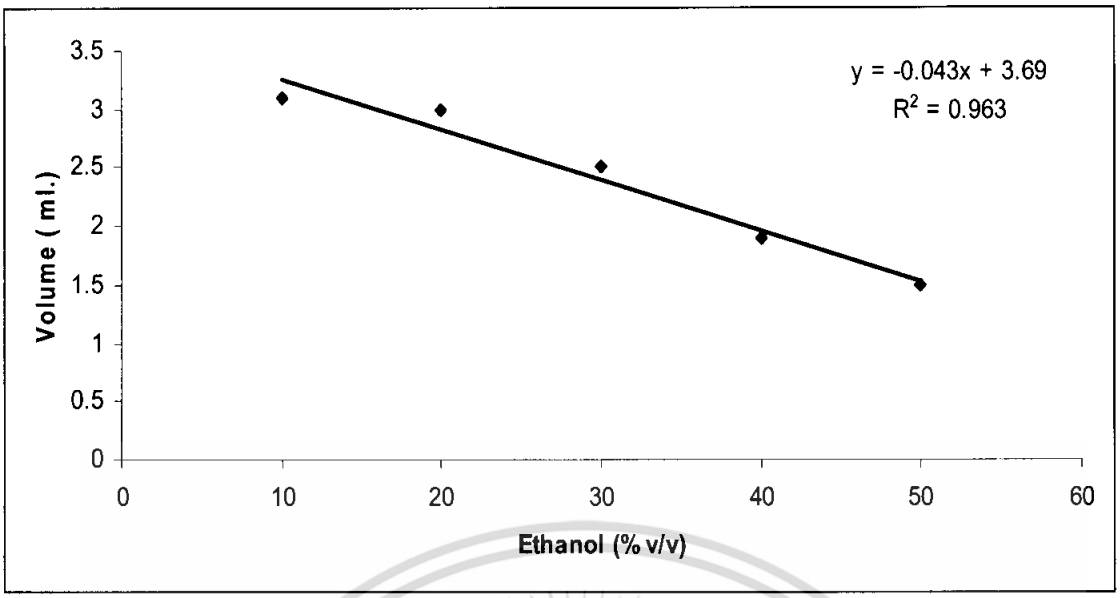
จากผลการทดลองแสดงค่า **R^2= 0.8868**

ตารางที่ 4.2 แสดงการหาลำดับของการเติมสาร โดยใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ความเข้มข้น 0.10 M

Ethanol : NaOH : KI_3 : H_2SO_4	
ความเข้มข้น (% V/V)	ปริมาตรสารละลาย $Na_2S_2O_3$ (mL)
10	3.10
20	3.00
30	2.50
40	1.90
50	1.50

107853

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



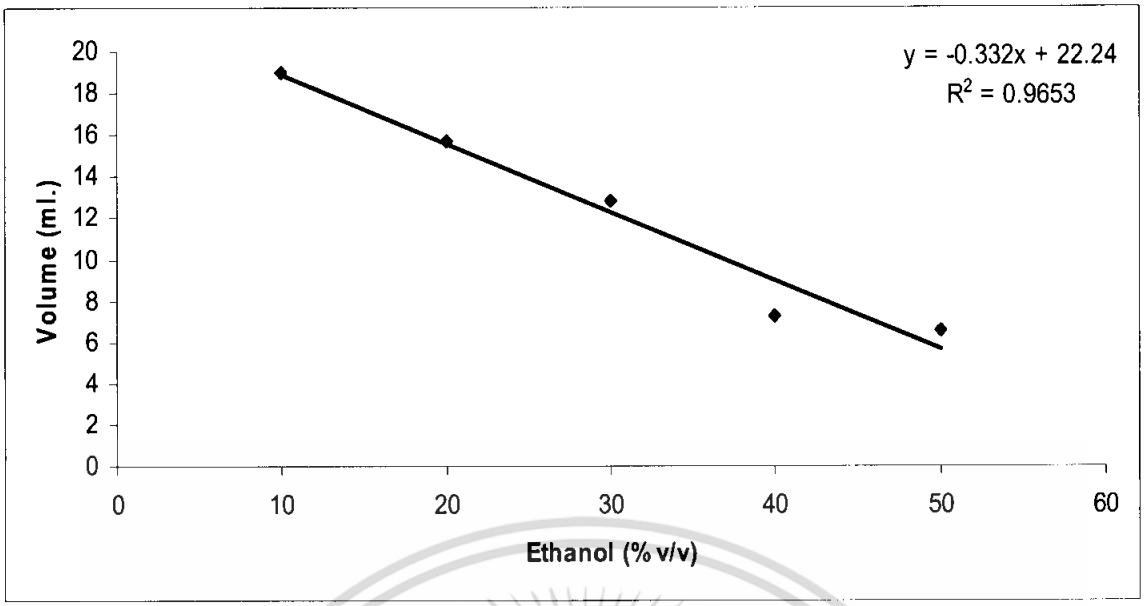
รูปที่ 4.2 จากกราฟแสดงค่า R^2 จากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.10 M

จากผลการทดลองแสดงค่า **R^2= 0.9630**

ตารางที่ 4.3 แสดงการหาลำดับของการเติมสาร โดยใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ความเข้มข้น 0.05 M

Ethanol : NaOH : KI_3 : H_2SO_4	
ความเข้มข้น (% V/V)	ปริมาตรสารละลาย $Na_2S_2O_3$ (mL)
10	19.00
20	15.70
30	12.80
40	7.30
50	6.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



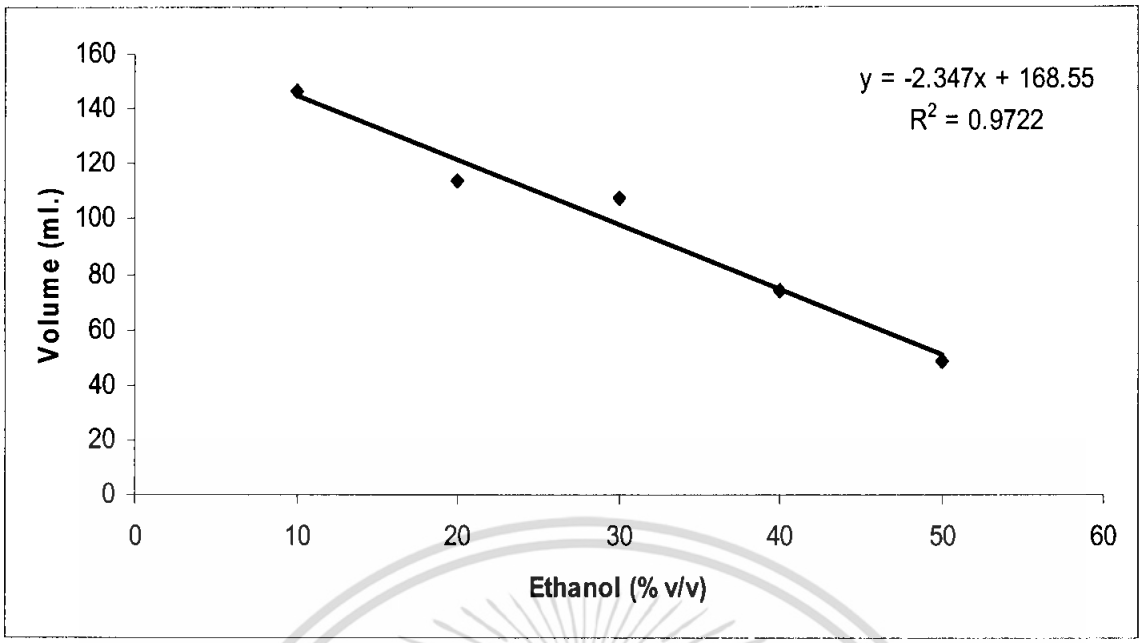
รูปที่ 4.3 จากกราฟแสดงค่า R^2 จากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.05 M

จากผลการทดลองแสดงค่า **R^2= 0.9653**

ตารางที่ 4.4 แสดงการหาลำดับของการเติมสาร โดยใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ความเข้มข้น 0.01 M

Ethanol : NaOH : KI_3 : H_2SO_4	
ความเข้มข้น (% V/V)	ปริมาตรสารละลาย $Na_2S_2O_3$ (mL)
10	146.10
20	114.00
30	107.70
40	74.30
50	48.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



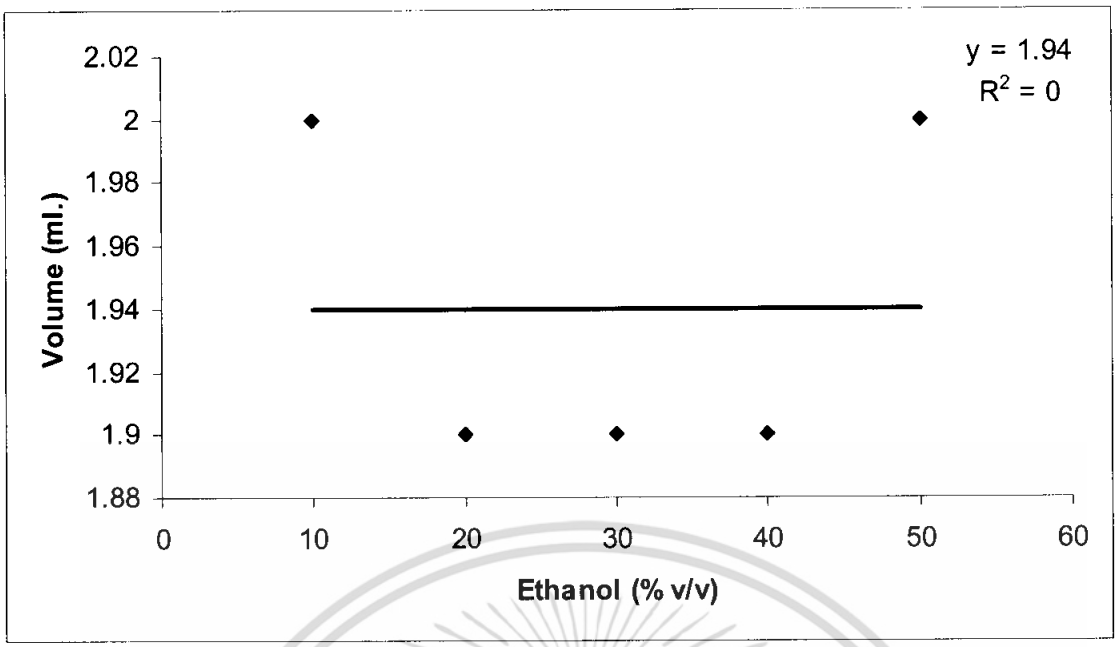
รูปที่ 4.4 จากกราฟแสดงค่า R^2 จากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.01 M

จากผลการทดลองแสดงค่า **R^2= 0.9722**

ตารางที่ 4.5 แสดงการหาลำดับของการเติมสาร โดยใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ความเข้มข้น 0.63 M

Ethanol : NaOH : H_2SO_4 : KI_3	
ความเข้มข้น (% V/V)	ปริมาตรสารละลาย $Na_2S_2O_3$ (mL)
10	2.00
20	1.90
30	1.90
40	1.90
50	2.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



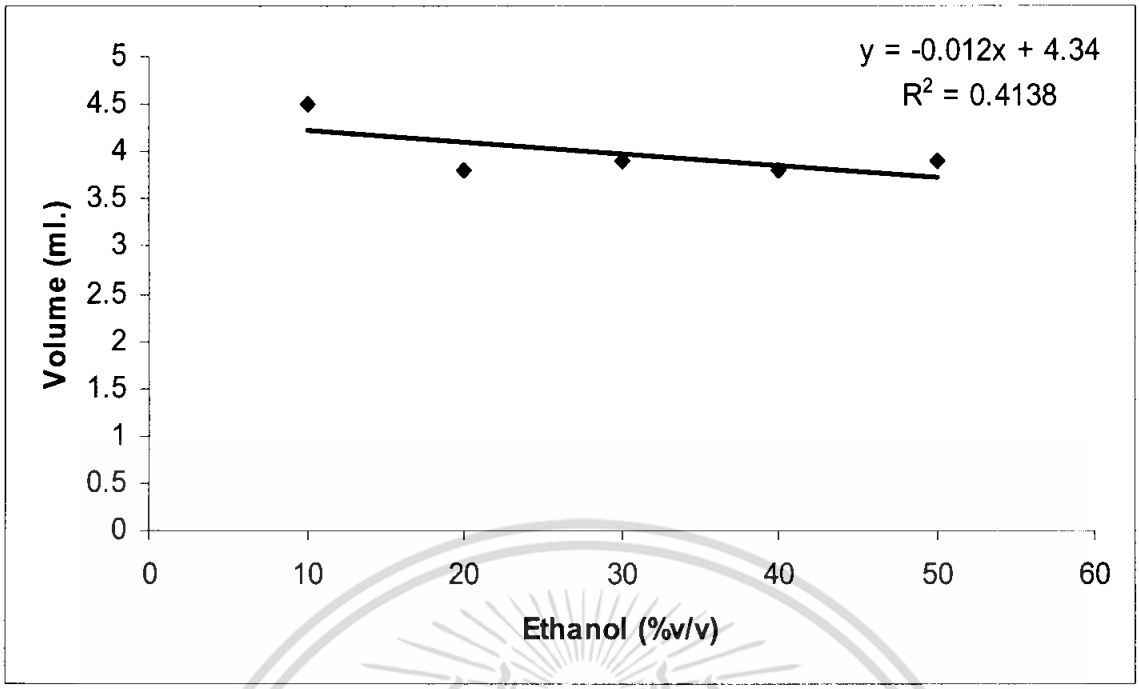
รูปที่ 4.5 จากกราฟแสดงค่า R^2 จากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.63 M

จากผลการทดลองแสดงค่า **R^2= 0.00**

ตารางที่ 4.6 แสดงการหาลำดับของการเติมสาร โดยใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ความเข้มข้น 0.10 M

Ethanol : NaOH : H_2SO_4 : KI_3	
ความเข้มข้น (% V/V)	ปริมาตรสารละลาย $Na_2S_2O_3$ (mL)
10	4.50
20	3.80
30	3.90
40	3.80
50	3.90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



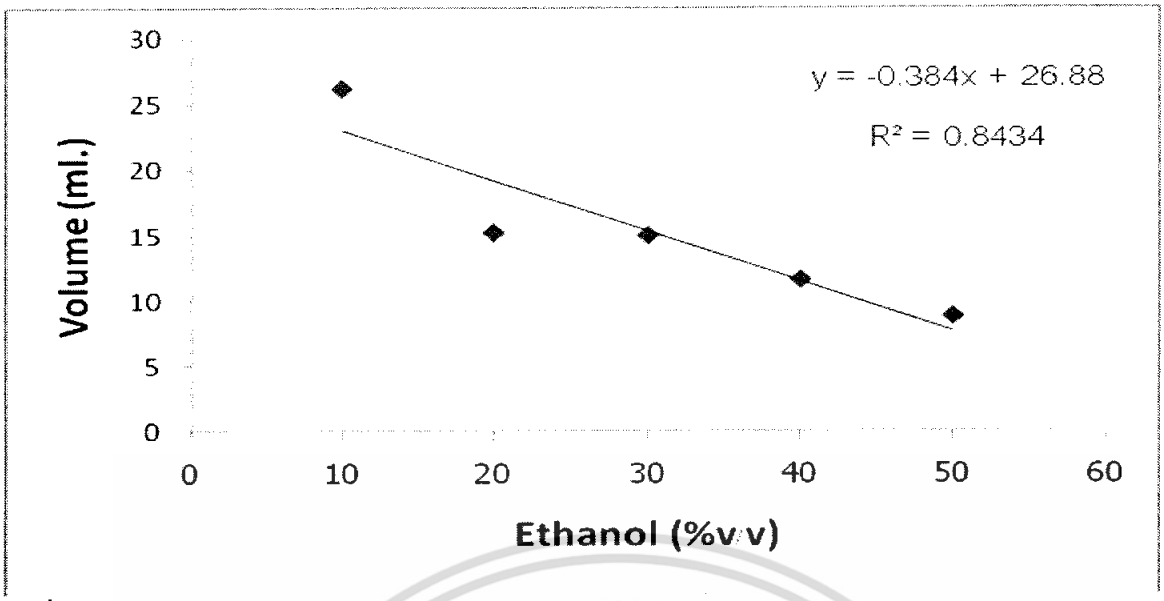
รูปที่ 4.6 จากกราฟแสดงค่า R^2 จากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.10 M

จากผลการทดลองแสดงค่า **R^2= 0.4138**

ตารางที่ 4.7 แสดงการหาลำดับของการเติมสาร โดยใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ความเข้มข้น 0.05 M

Ethanol : NaOH : H_2SO_4 : KI_3	
ความเข้มข้น (% V/V)	ปริมาตรสารละลาย $Na_2S_2O_3$ (mL)
10	26.20
20	15.20
30	15.00
40	11.60
50	8.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



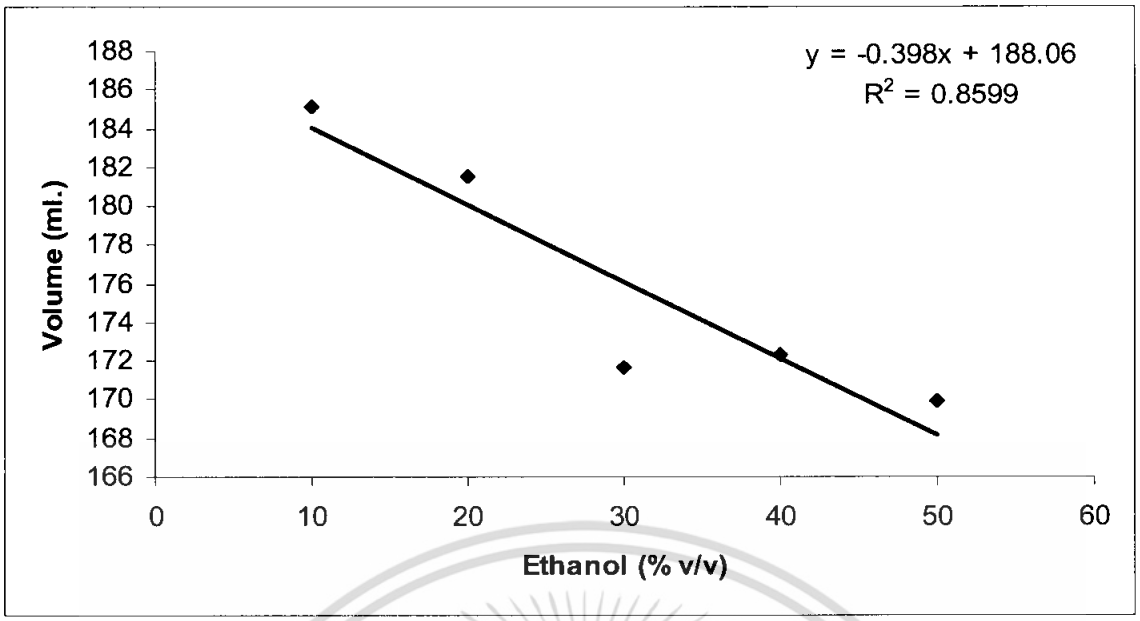
รูปที่ 4.7 จากกราฟแสดงค่า R^2 จากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.05 M

จากผลการทดลองแสดงค่า **R^2= 0.8434**

ตารางที่ 4.8 แสดงการหาลำดับของการเติมสาร โดยใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ความเข้มข้น 0.01 M

Ethanol : NaOH : H_2SO_4 : KI_3	
ความเข้มข้น (% V/V)	ปริมาตรสารละลาย $Na_2S_2O_3$ (mL)
10	185.20
20	181.50
30	171.70
40	172.30
50	169.90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 จากกราฟแสดงค่า R^2 จากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.01 M

จากผลการทดลองแสดงค่า **R^2= 0.8599**

ตารางที่ 4.9 แสดงค่า R^2 ของลำดับการเติมสาร โดยใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ความเข้มข้นต่างๆ

Ethanol : NaOH : KI_3 : H_2SO_4	
ความเข้มข้นของสารละลาย $Na_2S_2O_3$ (M)	R^2
0.63	0.8869
0.10	0.9630
0.05	0.9653
0.01	0.9722

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 แสดงค่า R^2 ของลำดับการเติมสาร โดยใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ความเข้มข้นต่างๆ

Ethanol : NaOH : H_2SO_4 : KI_3	
ความเข้มข้นของสารละลาย $Na_2S_2O_3$ (M)	R^2
0.63	0.0000
0.10	0.4138
0.05	0.8434
0.01	0.8599

จากผลการทดลองของสภาวะทั้งสองจะเห็นว่าลำดับของการเติมสารควรเป็นไปตามสภาวะแรกเพราะมีแนวโน้มค่า R^2 ที่สูง แต่ที่ความเข้มข้น **0.10, 0.05 และ 0.01 M** นั้นจะเห็นว่า ค่า R^2 มีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก จึงต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมในด้านปริมาตรของสารละลายที่ใช้ในการไทเทรต ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต

ความเข้มข้นของสารละลาย $Na_2S_2O_3$ (M)	ปริมาตรของสารละลาย $Na_2S_2O_3$ (mL)
0.10	ใช้สารน้อยอาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการไทเทรต
0.05	ใช้สารในปริมาณที่ไม่มากหรือน้อยจนเกินไป
0.01	ใช้สารมากเกินไปทำให้เสียเวลา

จากตารางการเปรียบเทียบทำให้ในการทดลองนี้ได้เลือกใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ความเข้มข้น **0.05 M** เป็นตัวไทแทรนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

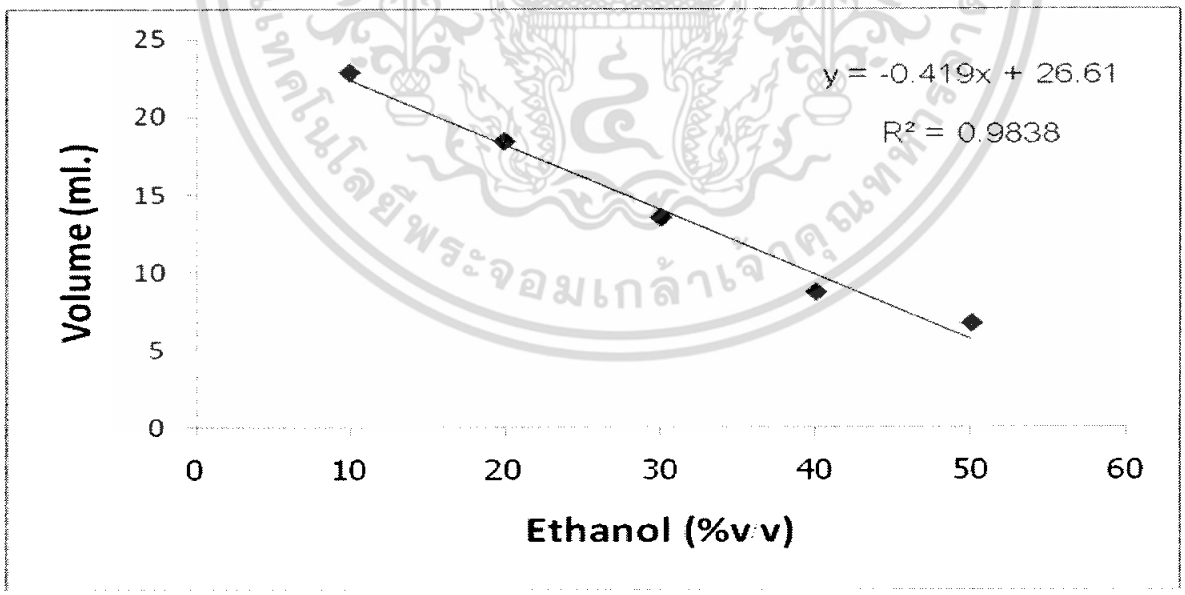
4.1.2 การศึกษาช่วงเวลาในการทำปฏิกิริยาของสาร

จากการทดลองในหัวข้อ 4.1.1 ให้ทำการทดลองหาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยาของสาร โดยทำการศึกษาที่ช่วงเวลา 2, 5 และ 10 นาที

จากการทดลองที่ช่วงเวลาต่างๆให้ผลการทดลองดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.12 แสดงผลการทดลอง ที่เวลา 2 นาที

Std. EtOH (% V/V)	ปริมาตร $Na_2S_2O_3$ (mL) ครั้งที่			ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	
10	22.80	23.20	22.50	22.83
20	18.60	18.70	17.90	18.40
30	13.50	13.40	13.60	13.50
40	8.50	8.90	8.70	8.70
50	6.80	6.60	6.70	6.70

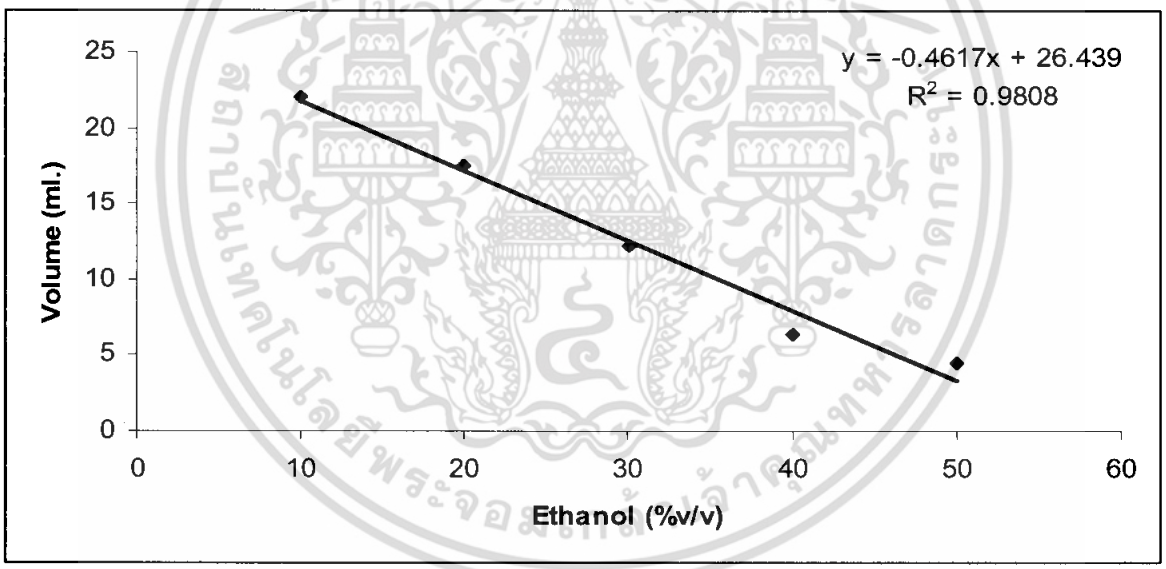


รูปที่ 4.9 จากกราฟแสดงค่า R^2 จากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.05 Mจากผลการทดลองแสดงค่า **R^2= 0.9838**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 แสดงผลการทดลอง ที่เวลา 5 นาที

Std. EtOH (% V/V)	ปริมาตร $Na_2S_2O_3$ (mL) ครั้งที่			ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	
10	22.00	22.00	22.20	22.07
20	17.00	18.00	17.80	17.60
30	12.00	12.50	12.30	12.27
40	6.60	6.50	6.80	6.43
50	4.50	4.50	4.70	4.57



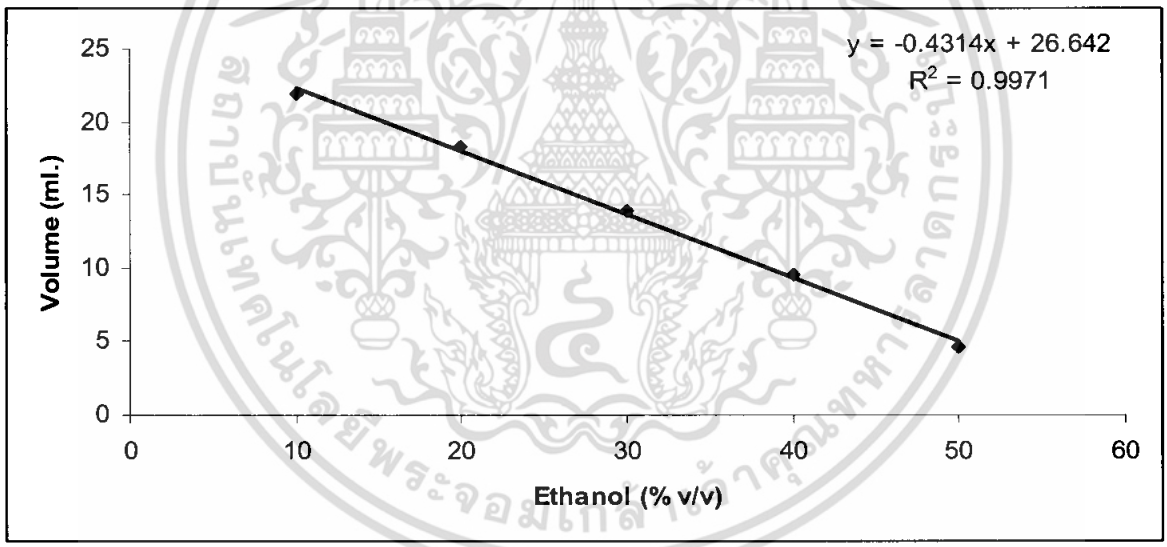
รูปที่ 4.10 จากกราฟแสดงค่า R^2 จากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.05 M

จากผลการทดลองแสดงค่า **R^2= 0.9808**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 แสดงผลการทดลอง ที่เวลา 10 นาที

Std. EtOH (% V/V)	ปริมาตร $Na_2S_2O_3$ (mL) ครั้งที่			ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	
10	21.80	22.20	21.70	21.90
20	18.30	18.90	17.90	18.37
30	14.30	13.80	13.60	13.90
40	9.10	9.90	9.90	9.63
50	5.90	4.10	4.10	4.70



รูปที่ 4.11 จากกราฟแสดงค่า R^2 จากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเอทานอลกับปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ความเข้มข้น 0.05 M

จากผลการทดลองแสดงค่า **R^2= 0.9971**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 แสดงค่า R^2 ที่เวลาต่างๆ

เวลา (นาที)	R^2
2	0.9838
5	0.9808
10	0.9971

จากผลการทดลองจะเห็นว่าค่า R^2 แนวโน้มค่อนข้างสูงและสามาตรนำมาทำเป็นกราฟมาตรฐานได้ทุกช่วงเวลา ดังนั้นเพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการทำการทดลองจึงเลือกใช้ช่วงเวลาที่ 2 นาที

4.2 การศึกษาความเที่ยงของการวัดปริมาตร

ในการทดลองนี้จะทำการไทเทรตตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตโดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 วิธี คือวิธีที่ 1 ทำการไทเทรตซ้ำ 6 ครั้ง โดยใช้ตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ขวดเดียวกัน และวิธีที่ 2 ใช้ตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี จำนวน 3 ขวด มาทำการไทเทรตซ้ำขวดละ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าความไม่แน่นอนของการไทเทรต โดยนำค่าความเข้มข้นที่ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และร้อยละของการเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (% RSD) ของแต่ละความเข้มข้น ตามสมการ

$$\overline{X} = \sum_{i=1}^{n} \frac{X_i}{n}$$

$$\mathrm{SD} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(X_i - \overline{X}\right)^2}{n-1}}$$

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

เมื่อ X_i คือ ความเข้มข้นที่หาได้

n คือ จำนวนครั้งในการทำซ้ำ

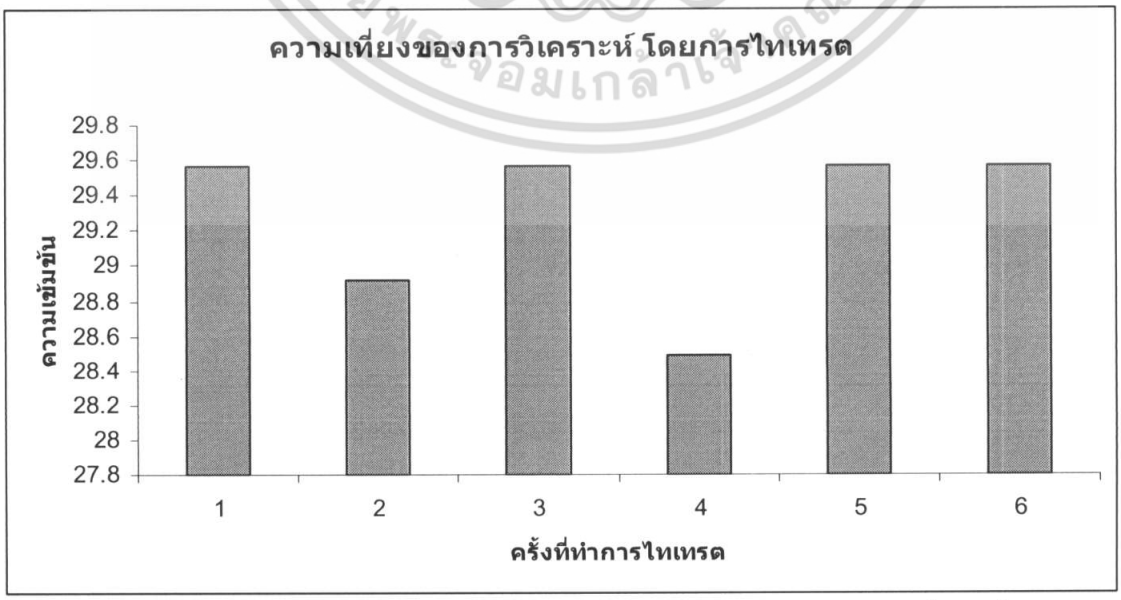
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 ตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ขวดเดียวกัน

การทำกราฟมาตรฐานที่ศึกษา จะได้สมการ y = -0.464x + 30.72 ซึ่งสามารถนำมาคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง (x) ได้ เมื่อแทนค่าในสมการ โดยค่า y คือ ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 4.16 แสดงผลการทดลองที่ได้จากการไทเทรตตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ขวดเดียวกันด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตทั้งหมด 6 ครั้ง

ครั้งที่	ปริมาตร $Na_2S_2O_3$ (mL)	ความเข้มข้นที่คำนวณได้ (%v/v)
1	17.00	29.57
2	17.30	28.92
3	17.00	29.57
4	17.50	28.49
5	17.00	29.57
6	17.00	29.57
ค่าเฉลี่ย		29.28
SD		0.47
% RSD		1.61



รูปที่ 4.12 กราฟแสดง Repeatability ของตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี โดยการไทเทรตซ้ำ 6 ครั้ง

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ต่างขวดกัน

การทำกราฟมาตรฐานที่ศึกษา จะได้สมการ y = -0.464x + 30.72 ซึ่งสามารถนำมาคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง (x) ได้ เมื่อแทนค่าในสมการ โดยค่า y คือ ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 4.17 แสดงผลการทดลองที่ได้จากการไทเทรตตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ต่างขวดกันด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต

ขวดที่	ครั้งที่	ปริมาตร $Na_2S_2O_3$ (mL)	ความเข้มข้นที่คำนวณได้ (%v/v)	ค่าเฉลี่ย	SD	% RSD
1	1	17.00	29.57	29.22	0.49	1.68
	2	17.30	28.52			
	3	17.00	29.57			
2	1	17.00	29.57	29.43	0.20	0.68
	2	17.20	29.14			
	3	17.00	29.57			
3	1	16.90	29.78	29.50	0.27	0.92
	2	17.20	29.14			
	3	17.00	29.57			
ค่าเฉลี่ยรวม				29.38	0.32	1.09

จากผลการทดลองที่ได้พบว่าค่าร้อยละความเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (% RSD) ของการวิเคราะห์ความเที่ยงของการวัดปริมาตรโดยใช้สารตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ต่างขวดกันด้วยเทคนิคการไทเทรต มีค่า **% RSD = 1.09** แสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคนี้มีแนวโน้มของค่า % RSD ที่สามารถยอมรับได้ว่าผลการทดลองนี้มีความน่าเชื่อถือได้ในระดับหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การศึกษาปริมาณเอทานอลที่มีในตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

นำตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้นต่างๆ 10 mL มาทำการวิเคราะห์ปริมาณเอทานอลที่มีอยู่ในตัวอย่างโดยทำตัวอย่างละ 6 ซ้ำ เป็นเวลา 3 วัน

จากการทดลองวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในตัวอย่างซึ่งทำการทดลองทั้งหมด 3 วัน แต่ละวันให้ผลการทดลองดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.18 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (วันที่ 1)

ตัวอย่าง	ครั้งที่	ปริมาณเอทานอลที่วิเคราะห์ได้ (%v/v)	ค่าเฉลี่ย ± SD (% v/v) [1]	ปริมาณเอทานอลที่ฉลากระบุ (% v/v) [2]	d [2]-[1]
สุราขาว 28 ดีกรี	1	27.79	28.62 ± 2.07	28	-0.62
	2	30.85			
	3	30.85			
	4	29.44			
	5	26.38			
	6	26.38			
สุราขาว 30 ดีกรี	1	32.02	32.06 ± 0.48	30	-2.06
	2	32.49			
	3	32.73			
	4	31.55			
	5	31.55			
	6	32.02			
สุราขาว 40 ดีกรี	1	42.85	39.67 ± 2.09	40	0.33
	2	36.73			
	3	38.38			
	4	40.73			
	5	40.02			
	6	39.32			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองนำค่าที่ได้ไปคำนวณค่าสถิติ t-test เพื่อเปรียบเทียบค่าจากการวิเคราะห์ว่ามีความแตกต่างกับค่าที่ตัวอย่างระบุไว้หรือไม่จากสูตร

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

เมื่อ $\bar{d}$ = ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่างของข้อมูลแต่ละคู่

S_d = ค่าความแปรปรวนของผลต่างของข้อมูลแต่ละคู่

แทนค่าในสูตรคำนวณหา S_d

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum d_i^2 - \left(\sum d_i\right)^2 / n}{n-1}} = \sqrt{\frac{4.7369 - \left[\frac{(-2.3500)^2}{3}\right]}{2}}$$

ดังนั้น S_d = **1.81**

แทนค่าในสูตรคำนวณหาค่า t-test

$$t_{cal} = \frac{\bar{d} - d_0}{S_d / \sqrt{n}} = \frac{-0.7833 - 0}{1.81/\sqrt{3}}$$

ดังนั้น t_{cal} = **-0.75**

ค่า t ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากตาราง t เมื่อมี 3 ชุดตัวอย่าง = **2.92**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (วันที่ 2)

ตัวอย่าง	ครั้งที่	ปริมาณเอทานอลที่วิเคราะห์ได้ (%v/v)	ค่าเฉลี่ย ± SD (% v/v) [1]	ปริมาณเอทานอลที่ฉลากระบุ (% v/v) [2]	d [2]-[1]
สุราขาว 28 ดีกรี	1	30.71	30.69 ± 0.47	28	-2.69
	2	29.88			
	3	30.95			
	4	31.19			
	5	30.95			
	6	30.48			
สุราขาว 30 ดีกรี	1	34.76	34.52 ± 0.29	30	-4.52
	2	34.05			
	3	34.76			
	4	34.52			
	5	34.29			
	6	34.76			
สุราขาว 40 ดีกรี	1	42.86	43.06 ± 0.28	40	-3.06
	2	43.57			
	3	42.86			
	4	42.86			
	5	43.09			
	6	43.09			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองนำค่าที่ได้ไปคำนวณค่าสถิติ t-test เพื่อเปรียบเทียบค่าจากการวิเคราะห์ว่ามีความแตกต่างกับค่าที่ตัวอย่างระบุไว้หรือไม่จากสูตร

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

เมื่อ $\bar{d}$ = ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่างของข้อมูลแต่ละคู่

S_d = ค่าความแปรปรวนของผลต่างของข้อมูลแต่ละคู่

แทนค่าในสูตรคำนวณหา S_d

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum d_i^2 - \left(\sum d_i\right)^2 / n}{n-1}} = \sqrt{\frac{37.0301 - \left[\frac{(-10.27)^2}{3}\right]}{2}}$$

ดังนั้น S_d = **6.01**

แทนค่าในสูตรคำนวณหาค่า t-test

$$t_{cal} = \frac{\bar{d} - d_0}{S_d / \sqrt{n}} = \frac{-3.4233 - 0}{6.01/\sqrt{3}}$$

ดังนั้น t_{cal} = **-1.00**

ค่า t ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากตาราง t เมื่อมี 3 ชุดตัวอย่าง = **2.92**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.20 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (วันที่ 3)

ตัวอย่าง	ครั้งที่	ปริมาณเอทานอลที่วิเคราะห์ได้ (%v/v)	ค่าเฉลี่ย ± SD (% v/v) [1]	ปริมาณเอทานอลที่ฉลากระบุ (% v/v) [2]	d [2]-[1]
สุราขาว 28 ดีกรี	1	27.63	27.59 ± 0.32	28	0.41
	2	27.84			
	3	27.41			
	4	27.19			
	5	27.41			
	6	27.41			
สุราขาว 30 ดีกรี	1	29.57	29.28 ± 0.48	30	0.72
	2	28.92			
	3	29.57			
	4	28.49			
	5	29.57			
	6	29.57			
สุราขาว 40 ดีกรี	1	40.13	40.95 ± 0.97	40	-0.95
	2	39.48			
	3	41.85			
	4	41.85			
	5	41.42			
	6	41.99			

จากผลการทดลองนำค่าที่ได้ไปคำนวณค่าสถิติ t-test เพื่อเปรียบเทียบค่าจากการวิเคราะห์ว่ามีความแตกต่างกับค่าที่ตัวอย่างระบุไว้หรือไม่จากสูตร

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

เมื่อ $\bar{d}$ = ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่างของข้อมูลแต่ละคู่

S_d = ค่าความแปรปรวนของผลต่างของข้อมูลแต่ละคู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่าในสูตรคำนวณหา S_d

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum d_i^{\,2} - \left(\sum d_i\right)^2 / n}{n-1}} = \sqrt{\frac{1.5890 - \left[\frac{(0.18)^2}{3}\right]}{2}}$$

ดังนั้น S_d = **0.89**

แทนค่าในสูตรคำนวณหาค่า t-test

$$t_{cal} = \frac{\bar{d} - d_0}{S_d / \sqrt{n}} = \frac{0.06 - 0}{0.89/\sqrt{3}}$$

ดังนั้น t_{cal} = **0.12**

ค่า t ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากตาราง t เมื่อมี 3 ชุดตัวอย่าง = **2.92**

จากผลการคำนวณที่ได้เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์กับปริมาตรที่ระบุ พบว่าที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการไทเทรต ของวันที่ 1, 2 และ 3 ให้ค่า t_{cal} เท่ากับ **-0.75, -1.00** และ **0.12** ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้อยู่ในช่วงที่ยอมรับ แสดงว่าผลการวิเคราะห์ทั้ง 3 วันนี้ ไม่มีความแตกต่างกับค่าที่ระบุที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ด้วยเทคนิคการไทเทรตโดยอาศัยปฏิกิริยาการเกิดไอโอโดฟอร์ม (Iodoform) โดยใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตเป็นตัวไทแทรนต์ และทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบปริมาณเอทานอลที่วิเคราะห์ได้กับเอทานอลที่ระบุบนฉลากข้างขวดของตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์

ก่อนทำการวิเคราะห์กับตัวอย่าง จะต้องทำการหาสภาวะที่เหมาะสมเสียก่อนโดยเริ่มจากการศึกษาลำดับของการเติมสารและความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต และช่วงเวลาในการทำปฏิกิริยาของสาร จากการทดลองจะพบว่าลำดับของการเติมสารละลาย Ethanol : NaOH : KI_3 : H_2SO_4 ในอัตราส่วน 10 : 1 : 10 :1 mL ตามลำดับ โดยใช้เวลาในการทำปฏิกิริยาของสารนาน 2 นาที (โดยเริ่มจับเวลาหลังจากการเติมสารละลายกรดซัลฟิวริกหยดแรก) และใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ที่ความเข้มข้น 0.05 M เป็นตัวไทแทรนต์ ซึ่งสภาวะที่ใช้นี้ให้ค่า R^2 ที่สูง ดังนั้นจึงเป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการวิเคราะห์ ซึ่งเราจะนำสภาวะที่ได้ไปใช้ในการทำกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานเอทานอลโดยใช้ความเข้มข้นตั้งแต่ 10, 20, 30, 40 และ 50 (% v/v) เพื่อนำมาศึกษาความเที่ยงของการไทเทรต การหาปริมาณเอทานอลที่มีในตัวอย่างในการทดลอง จากการศึกษาความเที่ยงของการไทเทรต โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 วิธี คือ วิธีที่ 1 ทำการไทเทรตซ้ำ 6 ครั้ง โดยใช้ตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ขวดเดียวกัน จากการวิเคราะห์สามารถหาค่า %RSD ได้เท่ากับ 1.61% และวิธี ที่ 2 ใช้ตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี จำนวน 3 ขวด มาทำการไทเทรตซ้ำขวดละ 3 ครั้ง จากการวิเคราะห์สามารถหา %RSD ได้เท่ากับ 1.09 % ซึ่งแสดงให้เห็นว่าจากการศึกษาความเที่ยงของการไทเทรตแต่ละครั้งมีแนวโน้มของค่า %RSD ที่สูง จึงสามรถยืนยันได้ว่าผลการทดลองนั้นมีความน่าเชื่อถือในระดับหนึ่ง ซึ่งเป็นที่น่าพอใจและแสดงถึงความถูกต้องของวิธีการไทเทรตในการวิเคราะห์ตัวอย่างเราได้ทำการศึกษาตัวอย่างทั้งหมด 3 ตัวอย่าง และทำการวิเคราะห์โดยใช้สภาวะที่ได้จากการทดลองก่อนหน้านี้เป็นเวลา 3 วัน ด้วยเทคนิคการไทเทรต ปรากฏว่าปริมาณเอทานอลที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณเอทานอลที่ระบุไว้บนฉลากข้างขวดของตัวอย่าง จากนั้นได้คำนวณค่าทางสถิติ t-test เพื่อต้องการที่จะดูว่าค่าเอทานอลที่ได้จากการวิเคราะห์กับค่าเอทานอลที่ระบุของตัวอย่างมีความแตกต่างกันกันหรือไม่ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการคำนวณพบว่าค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ไม่มีความแตกต่างกับค่าที่ระบุ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และจากการวิเคราะห์พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น อันเนื่องมาจากการเตรียมสารที่ได้พอความไม่ชำนาญในการวิเคราะห์ของผู้ทำการวิเคราะห์ รวมไปถึงสภาพแวดล้อมในแต่ละวันที่ทำการวิเคราะห์ จึงอาจส่งผลให้ผลการวิเคราะห์ผิดพลาดไปบ้างเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] **เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์.** ค้นข้อมูล 11 ตุลาคม 2550, จาก http://www.thaitambon.com, http://lab.excise.go.th, และ http://www.uttaradit.police.go.th

[2] **ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแอลกอฮอล์.** ค้นข้อมูล 11 ตุลาคม 2550, จาก http://siamhealth.net, และ http://www.school.net.th

[3] การผลิตเอทานอล. นันทกา ไตรหัตถการ, พจมาน แสงนวล, & สราวุธ เหล็งเอี่ยม. (2549). **การวิเคราะห์หาปริมาณเอทานอลในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม-เครื่องมือวิเคราะห์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[4] **การหาปริมาณโดยการวัดปริมาตร.** ค้นข้อมูล 7 มีนาคม 2551, จาก http://aec.suru.ac.th

[5] **ไอโอโดฟอร์ม.** ค้นข้อมูล 7 มีนาคม 2551, จาก www.chemguide.co.uk

[6] Csányi, László, & Jáky, Károly. (1997). Iodometric estimation of acetylacetone in free form and in complexs. **Microchemical Journal, 57**, 65-72.

[7] Takai, Kazuhiko, Toshikawa, Shota, Inoue, Atsushi, Kokumai, Ryo, & Hirano, Masato. (2007). Heterosubstituted cyclopropanation of alkenes with organochromium reagents derived from heterosubstituted dihalomethanes, $CrCl_2$, and tetraalkylethylenediamine. **Journal Of Organometallic Chemistry**, (629), 520-529.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

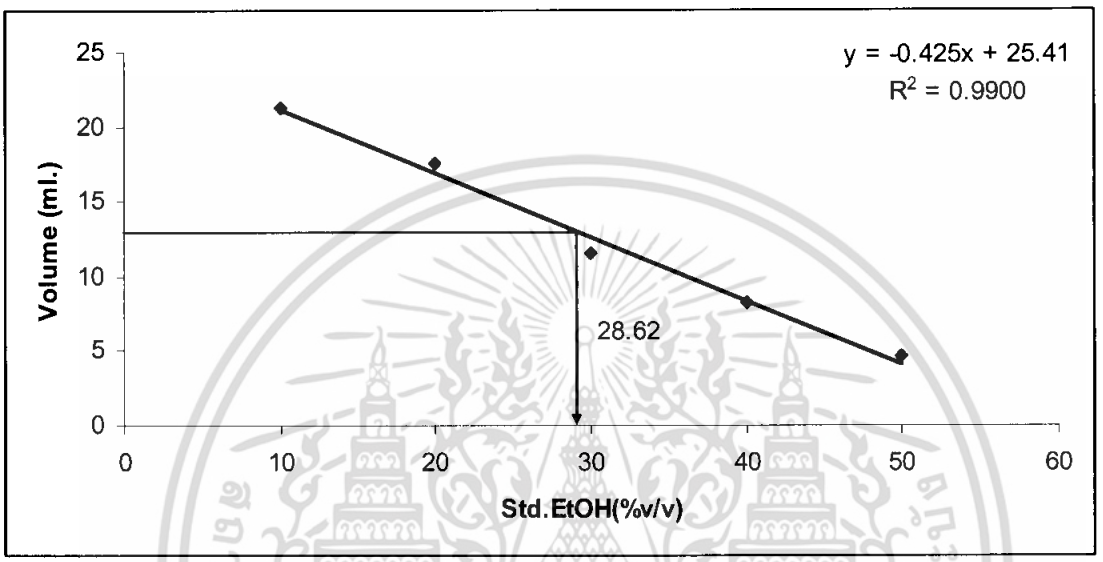
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

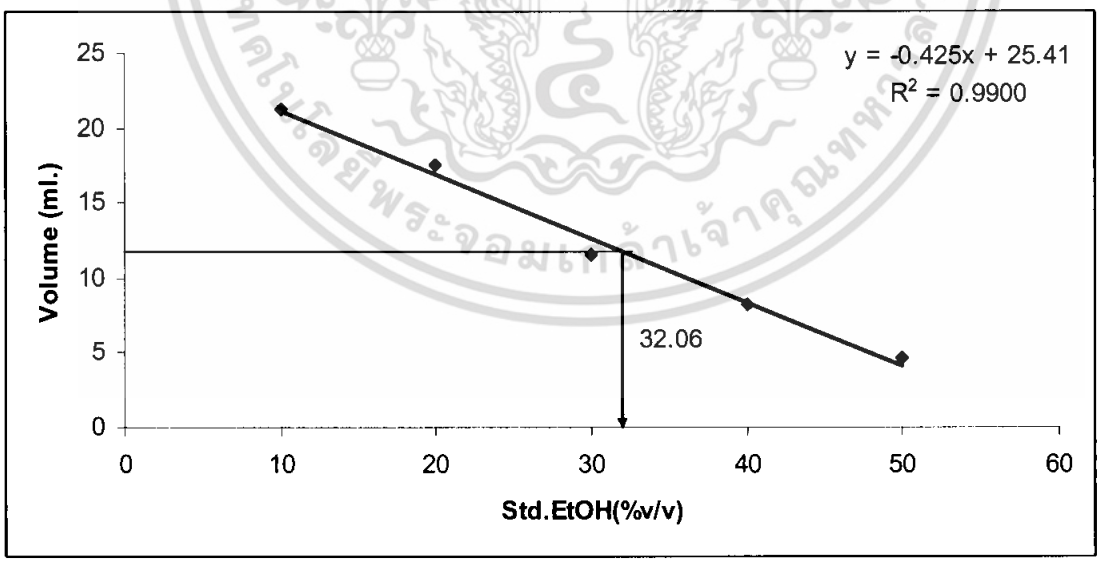
ภาคผนวก ก

Calibration Graph ของสารละลายมารตรฐานเอทานอลเมื่อนำมาเทียบหาความเข้มข้นของเอทานอลในตัวอย่างสุรา (วันที่ 1)

ตัวอย่างสุราขาว 28 ดีกรี

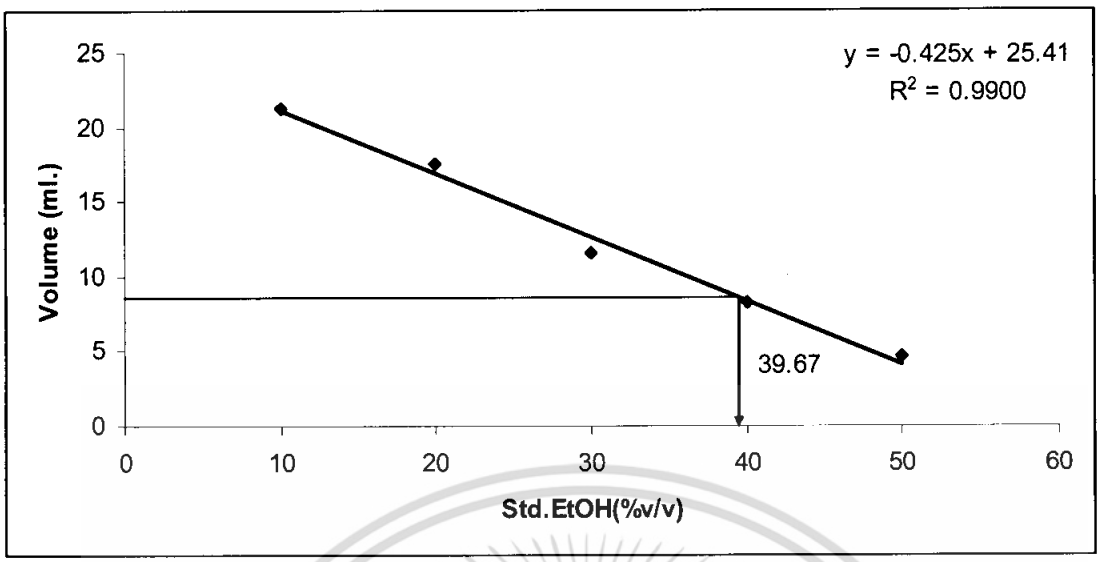


ตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี



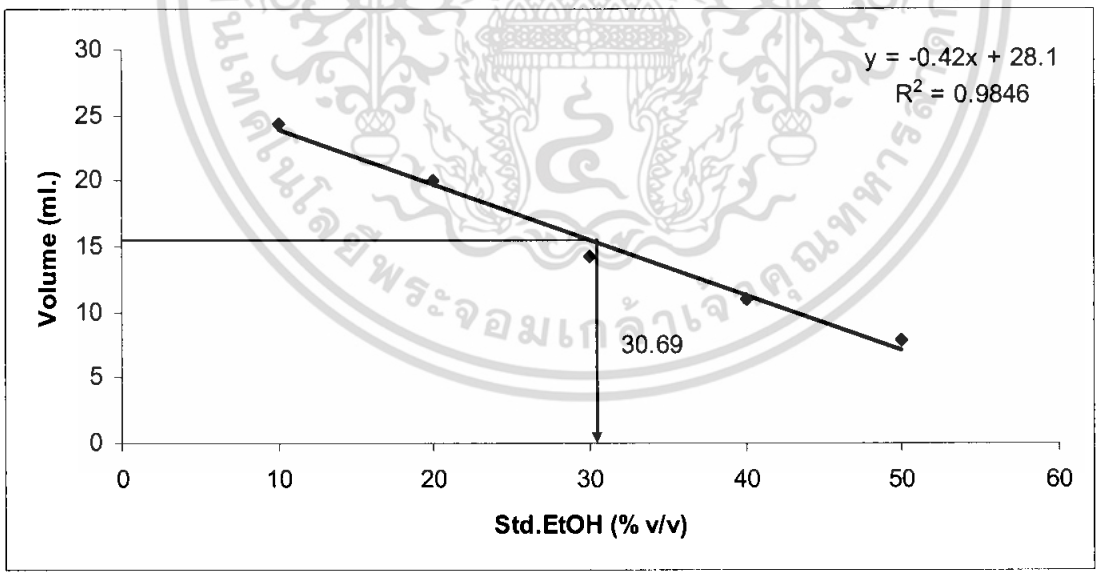
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างสุราขาว 40 ดีกรี



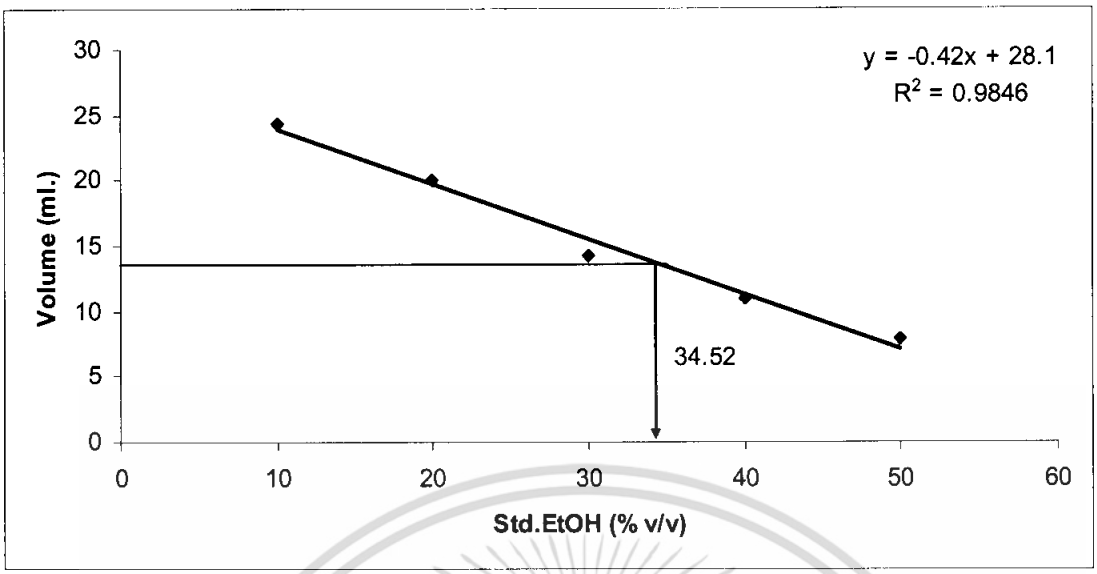
Calibration Graph ของสารละลายมารตรฐานเอทานอลเมื่อนำมาเทียบหาความเข้มข้นของเอทานอลในตัวอย่างสุรา (วันที่ 2)

ตัวอย่างสุราขาว 28 ดีกรี

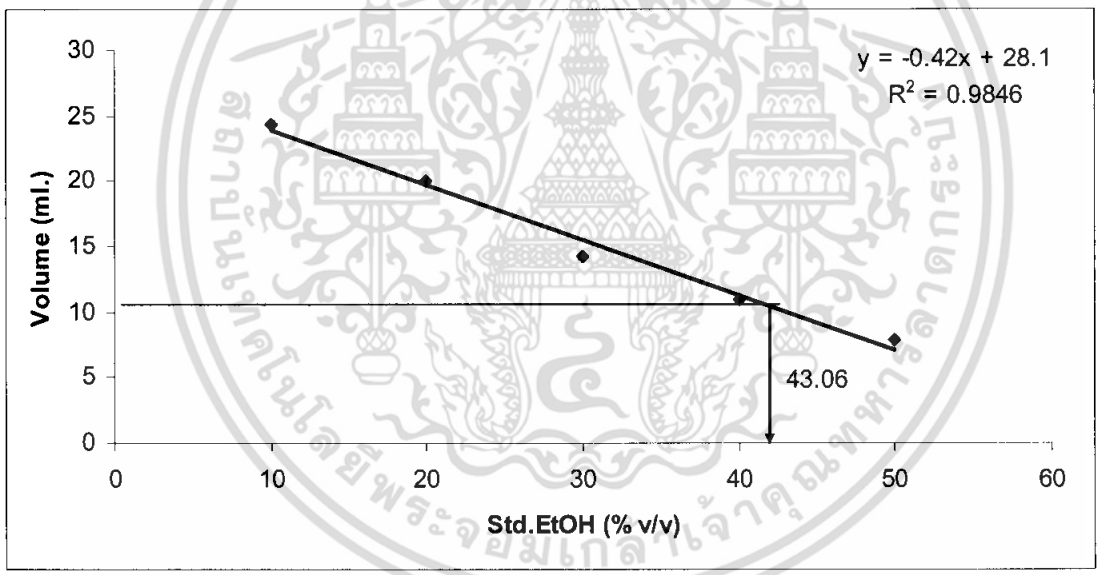


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี



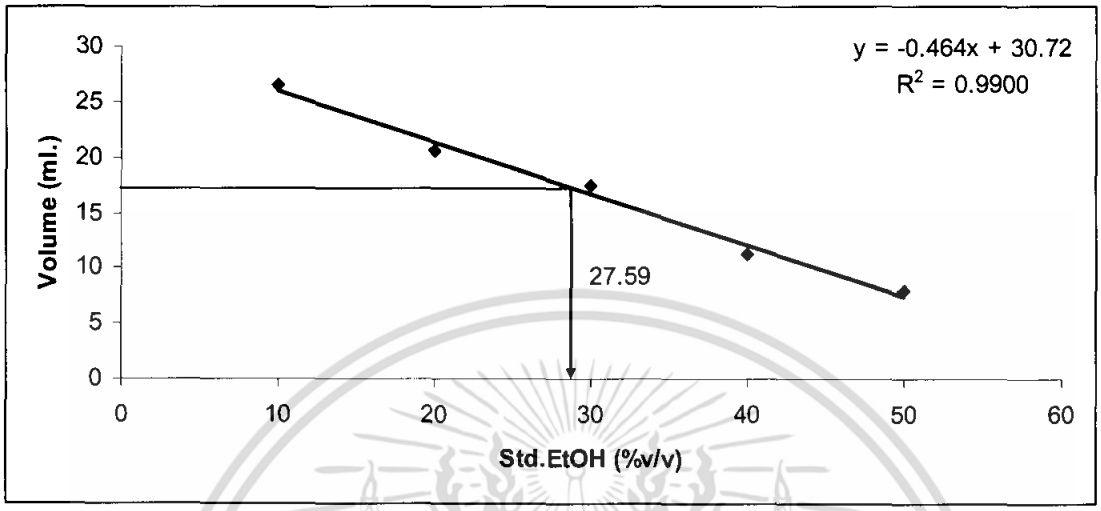
ตัวอย่างสุราขาว 40 ดีกรี



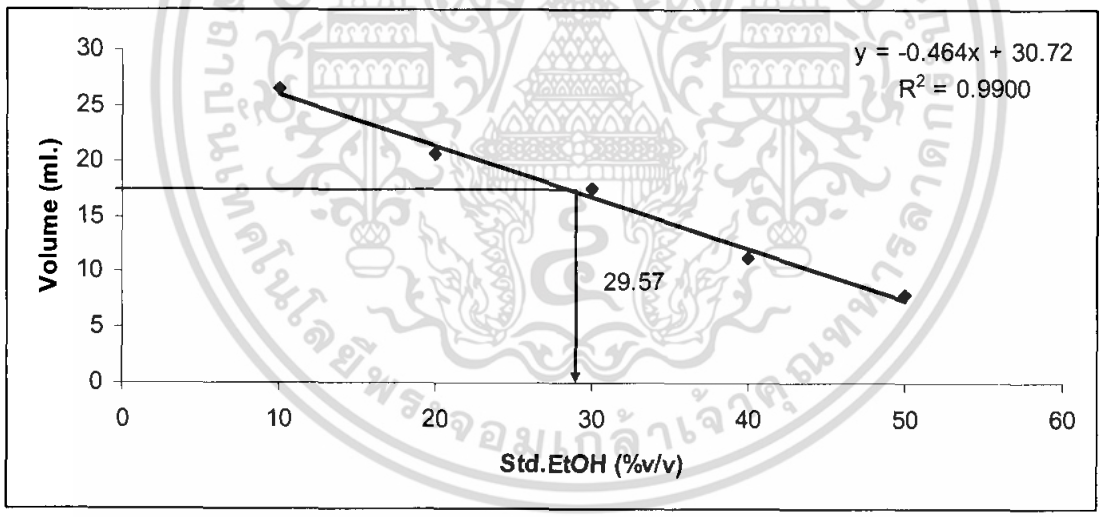
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Calibration Graph ของสารละลายมารตรฐานเอทานอลเมื่อนำมาเทียบหาความเข้มข้นของเอทานอลในตัวอย่างสุรา (วันที่ 3)

ตัวอย่างสุราขาว 28 ดีกรี

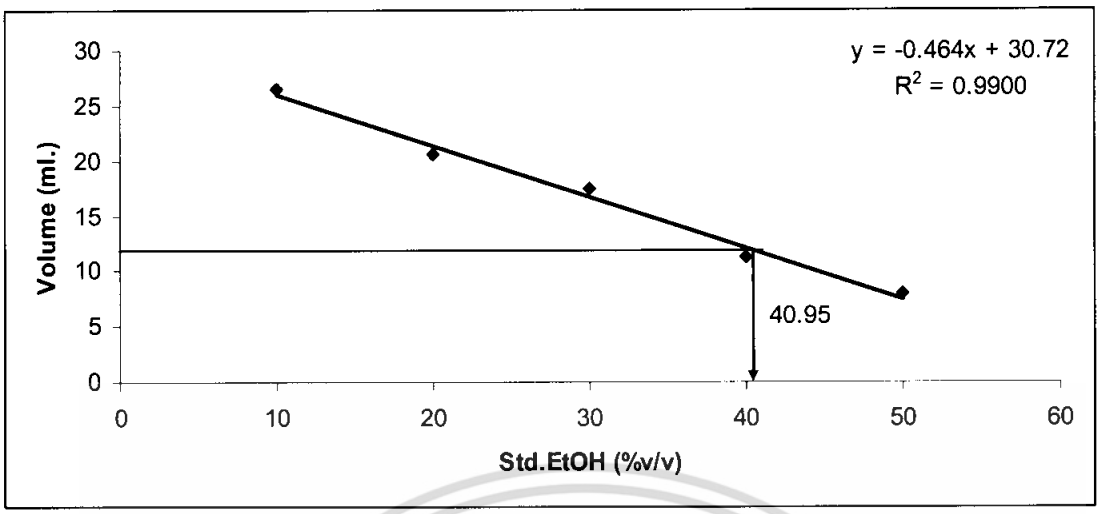


ตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างสุราขาว 40 ดีกรี

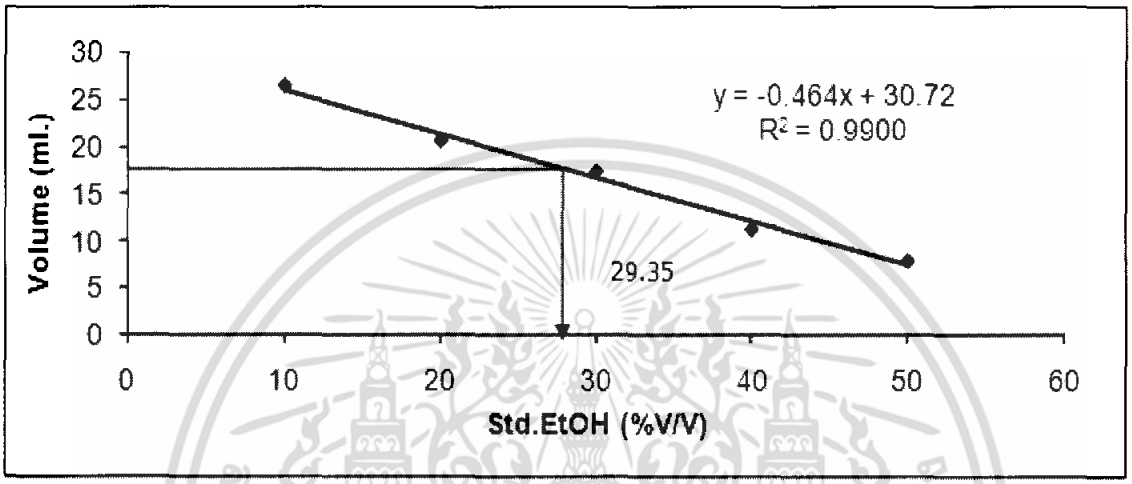


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

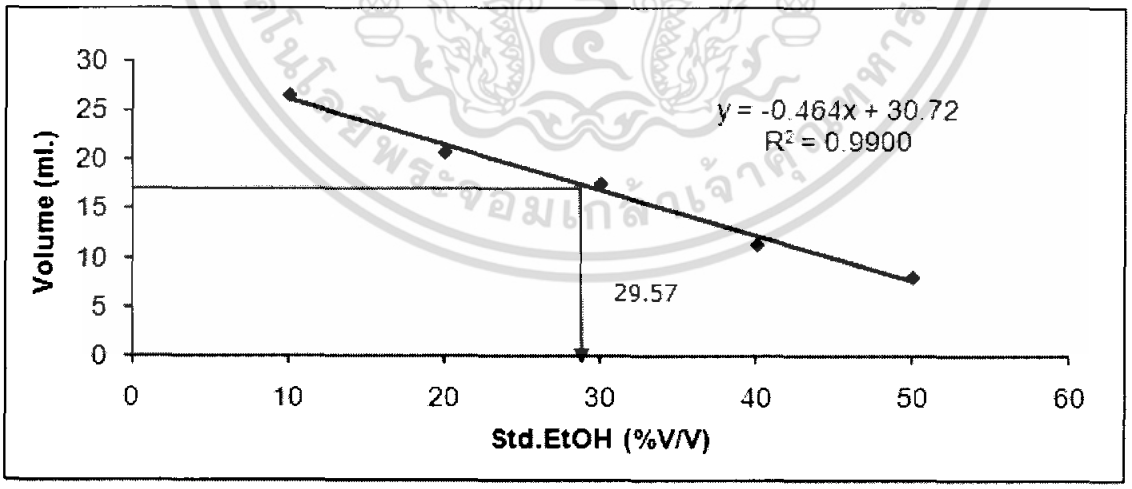
ภาคผนวก ข

Calibration Graph ของสารละลายมารตรฐานเอทานอลเมื่อนำมาเทียบหาความเข้มข้นของเอทานอลในตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี ต่างขวดกัน 3 ขวด

ตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี (ขวดที่ 1)

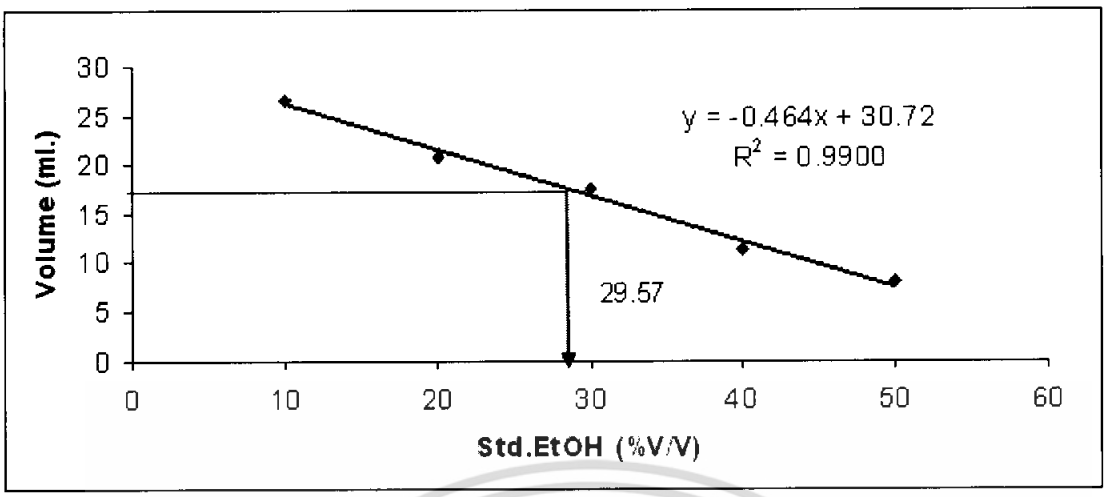


ตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี (ขวดที่ 2)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างสุราขาว 30 ดีกรี (ขวดที่ 3)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตารางแสดงปริมาตรสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ของแต่ละวัน

ตัวอย่าง	ครั้งที่	ปริมาตร $Na_2S_2O_3$ (mL)		
		วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3
สุราขาว 28 ดีกรี	1	13.60	15.20	17.90
	2	12.30	15.40	17.80
	3	12.30	15.10	18.00
	4	12.90	15.00	18.10
	5	14.20	15.10	18.00
	6	14.20	15.30	17.70
สุราขาว 30 ดีกรี	1	11.80	13.50	17.00
	2	11.60	13.80	17.30
	3	11.50	13.50	17.00
	4	12.00	13.60	17.50
	5	12.00	13.70	17.00
	6	11.80	13.50	17.00
สุราขาว 40 ดีกรี	1	7.20	10.10	12.10
	2	9.80	9.80	12.40
	3	9.10	10.10	11.30
	4	8.10	10.10	11.30
	5	8.40	10.00	11.50
	6	8.70	10.00	11.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงการคำนวณ ค่า t-test (วันที่ 1)

ตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย (%v/v) [1]	ปริมาณเอทานอลที่ฉลากระบุ (%v/v) [2]	d_i ([2]-[1])	d_i^2
สุราขาว 28 ดีกรี	28.62	28	-0.62	0.3844
สุราขาว 30 ดีกรี	32.06	30	-2.06	4.2436
สุราขาว 40 ดีกรี	39.67	40	0.33	0.1089
ผลรวม			-2.3500	4.7369
ค่าเฉลี่ย			-0.7833	1.5789

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

เมื่อ $\bar{d}$ = ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของผลต่างของข้อมูลแต่ละคู่

S_d = ค่าความแปรปรวนของผลต่างของข้อมูลแต่ละคู่

d_0 = ค่าคงที่ค่าหนึ่งในที่นี้มีค่าเป็น 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่าในสูตรคำนวณหา S_d

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum d_i^{\,2} - \left(\sum d_i\right)^2 / n}{n-1}} = \sqrt{\frac{4.7369 - \left[\frac{(-2.3500)^2}{3}\right]}{2}}$$

ดังนั้น S_d = **1.81**

แทนค่าในสูตรคำนวณหาค่า t-test

$$t_{cal} = \frac{\bar{d} - d_0}{S_d / \sqrt{n}} = \frac{-0.7833 - 0}{1.81/\sqrt{3}}$$

ดังนั้น t_{cal} = **-0.75**

ค่า t ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากตาราง t เมื่อมี 3 ชุดตัวอย่าง = **2.92**

ส่วนวันที่ 2 และ 3 ทำการคำนวณเช่นเดียวกันกับวันที่ 1 โดยใช้ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้