การใช้สารสกัดจากใบชาเป็นรีเอเจนต์สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณไอโอเดตในเกลือด้วยวิธีสเปกโทรโฟโตเมทรี

TEA-LEAF EXTACT AS REAGENT FOR SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF IODATE IN SALT

นางสาวณัฐชยา สุนทรรัตน์

นายพัชรพล อินทรกำแหง

นางสาววนิดา ดำแท่ง

โครงงานนี้เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

การใช้สารสกัดจากใบชาเป็นรีเอเจนต์สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณไอโอเดตในเกลือด้วยวิธีสเปกโทรโฟโตเมทรี

TEA–LEAF EXTACT AS REAGENT FOR SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF IODATE IN SALT

นางสาวณัฐชยา สุนทรรัตน์

นายพัชรพล อินทรกำแหง

นางสาววนิดา คำแท่ง

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEA–LEAF EXTACT AS REAGENT FOR SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF IODATE IN SALT

MISS NUTCHAYA SOONTHONRAT

MR PATCHARAPON INTARAKUMHAENG

MISS WANIDA KOMTANG

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIRMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

IN INDUSTRIAL CHEMISTRY

FACULTY OF SCIENCE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2013

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การใช้สารสกัดจากใบชาเป็นรีเอเจนต์สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณไอโอเดตในเกลือด้วยวิธีสเปกโทรโฟโตเมทรี Tea–Leaf Extact as Reagent for Spectrophotometric Determination of Iodate in Salt	
ชื่อนักศึกษา	นางสาวณัฐชยา สุนทรรัตน์	53050215
	นายพัชรพล อินทรกำแหง	53050290
	นางสาววนิดา คำแท่ง	53050329
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	เคมีอุตสาหกรรม	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.วิบูลย์ ประดิษฐ์เวียงคำ	

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม ประจำปีการศึกษา 2556

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ดร.ณัฐวุฒิ เชิงชั้น	
ดร.เสาวภาคย์ ธีราทรง	
ผศ.ดร.วิบูลย์ ประดิษฐ์เวียงคำ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การใช้สารสกัดจากใบชาเป็นรีเอเจนต์สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณไอโอเดตในเกลือด้วยวิธีสเปกโทรโฟโตเมทรี
ชื่อนักศึกษา	นางสาวณัฐชยา สุนทรรัตน์
	นายพัชรพล อินทรกำแหง
	นางสาววนิดา คำแท่ง
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	เคมีอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2556
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.วิบูลย์ ประดิษฐ์เวียงคำ

บทคัดย่อ

โครงงานพิเศษนี้ศึกษาวิธีวิเคราะห์หาปริมาณไอโอเดตในเกลือ โดยใช้สารสกัดจากใบชาเป็นรีเอเจนต์ ตรวจวัดด้วยวิธีสเปกโทรโฟโตเมทรี ทำการสกัดสารแทนนินจากใบชาแห้งโดยแช่ในอะซิโตนนาน 30 นาที กรองและนำสารละลายที่สกัดได้ไปใช้เป็นรีเอเจนต์ การตรวจวัดอาศัยการเกิดปฏิกิริยาระหว่างแทนนินกับไอโอเดตและวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ลดลงของรีเอเจนต์ที่ความยาวคลื่น 670 นาโนเมตร สภาวะที่เหมาะสมกับการวิเคราะห์ใช้รีเอเจนต์ความเข้มข้นของใบชาเท่ากับ 30%w/v และใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1.0 M กราฟมาตรฐานของไอโอเดตมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงในช่วงความเข้มข้น 5–30 μM ด้วยสมการ A_{670nm} = -0.0039[IO_3^-]+0.3394 และมีค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (r^2) เท่ากับ 0.9935 ความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) อยู่ในช่วง 3.41 – 9.54 % ความแม่นของวิธีวิเคราะห์มีค่าร้อยละของการคืนกลับอยู่ในช่วง 58.46 - 128.21 %

คำสำคัญ : ไอโอเดต แทนนิน สเปกโทรโฟโตเมทรี สารสกัดจากใบชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Tea – Leaf Extact as Reagent for Spectrophotometric Determination of Iodate in Salt
Name	Nutchaya Soonthonrat Patcharapon Intarakumhaeng Wanida Komtang
Degree	Bachelor of Science
Major Program	Industrial Chemistry
Academic Year	2013
Adviser	Asst.Prof.Dr.Wiboon Praditweangkum

Abstract

The purpose of this spcial project is to develope a spectrophotometric method for determination of iodate in salt using tea–leaf extract as reagent. Tannin is extracted from tea–leaf by soaking in acetone for 30 minutes then is filtered and used as reagent. Tannin reacts with iodate and decreasing of absorbance is measured at wavelength 670 nm. The optimal condition is obtained with concentration of tea–leaf extract reagent at 30 %w/v and concentration of sodium hydroxide at 1.0 M. The calibration graph of iodate is linear in 5–30 μM range with linear equation, $A_{670nm} = -0.0039[IO_3^-]+0.3394$ and coefficient of determination (r^2) of 0.9935. The precision of this developed method can be shown by relative standard deviation in range 3.41 to 9.54 %. The recovery is obtained in range 58.46 to 128.21 %.

Key word : Iodate, Tannin, Spectrophotometry, Tea–Leaf Extract

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีตามวัตถุประสงค์ เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือและความกรุณาจากทุก ๆ ท่าน ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.วิบูลย์ ประดิษฐ์เวียงคำ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่คอยให้คำแนะนำ และข้อคิดมาเป็นแนวทางในการปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งให้คำปรึกษามาโดยตลอด รวมทั้งเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมีทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ ในทุกด้าน และกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และบุคคลภายในครอบครัวที่ให้ความรัก ความเข้าใจ และคอยให้กำลังใจมาโดยตลอด รวมถึงขอบใจเพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีตลอดการทำโครงงานพิเศษนี้

คณะผู้จัดทำสำนึกในพระคุณของทุก ๆ ท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจจนโครงงานพิเศษนี้สำเร็จได้ด้วยดี จึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

นางสาวณัฐชยา สุนทรรัตน์
นายพัชรพล อินทรกำแหง
นางสาววนิดา คำแท่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ	1
1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ	2
1.4 ขั้นตอนการทำวิจัยและดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 เกลือไอโอดีน	3
2.2 ผลกระทบการขาดสารไอโอดีน	6
2.3 โพแทสเซียมไอโอเดต (Potassium iodate)	10
2.4 ใบชา	11
2.5 แทนนิน	19
2.6 ยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี (UV-VIS Spectrophotometer)	22
2.7 ปฏิกิริยา	30
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	32
3.1 สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	32
3.2 การเตรียมสารละลาย	33
3.3 วิธีการทดลอง	33
3.3.1 การเตรียมรีเอเจนต์จากใบชา 30% w/v	33
3.3.2 การหาความยาวคลื่นที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์	34
3.3.3 การหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์	34
3.3.3.1 การศึกษาผลของตัวทำละลายในการสกัดรีเอเจนต์จากใบชา	34
3.3.3.2 การศึกษาผลของความเข้มข้นของรีเอเจนต์ที่สกัดได้จากใบชา	35
3.3.3.3 การศึกษาผลของความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	35
3.3.3.4 การศึกษาผลของระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยา	36
3.3.3.5 การทดลองกับสารตัวอย่าง	36
3.3.4 การทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์	37
3.3.4.1 การสร้างกราฟมาตรฐาน	37
3.3.4.2 ความเที่ยงของวิธีการวิเคราะห์	37
3.3.4.3 การศึกษาหาความแม่นของวิธีวิเคราะห์	38
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล	39
4.1 การศึกษาหาความยาวคลื่นที่เหมาะสมสำหรับการตรวจวัด	39
4.2 การศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์	41
4.2.1 การศึกษาผลของตัวทำละลายในการสกัดรีเอเจนต์จากใบชา	41
4.2.2 การศึกษาผลของความเข้มข้นของรีเอเจนต์ที่สกัดได้จากใบชา	42
4.2.3 การศึกษาผลของความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	44
4.2.4 การศึกษาผลของระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยา	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 การทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์	47
4.3.1 การสร้างกราฟมาตรฐาน	47
4.3.2 การศึกษาความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์	48
4.3.3 การศึกษาความแม่นของวิธีวิเคราะห์	51
4.3.4 หาปริมาณไอโอเดตและเปรียบเทียบกับปริมาณไอโอดีนที่ได้	52
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	55
5.1 สรุปผลการทดลอง	55
5.2 ข้อเสนอแนะ	56
เอกสารอ้างอิง	57
ภาคผนวก	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ใช้ตัวทำละลายในการสกัดชาต่างๆกัน 41

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความเข้มข้นของรีเอเจนต์ที่สกัดได้จากใบชาต่างๆกัน เทียบกับค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต 43

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่างๆกัน 44

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาต่างๆกัน 46

ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต 47

ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่างเกลือ 49

ตารางที่ 4.7 ตารางแสดงค่าความเที่ยงของการวัด 49

ตารางที่ 4.8 ตารางแสดงค่าความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ 50

ตารางที่ 4.9 ตารางแสดงค่า %Recovery 52

ตารางที่ 4.10 ตารางแสดงปริมาณไอโอเดตในตัวอย่างเกลือ 53

ตารางที่ 4.11 ตารางแสดงปริมาณไอโอดีนที่ได้ในตัวอย่างเกลือ 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 โครงสร้างทางเคมีของฮอร์โมนไทรอกซินT4 และการเปลี่ยนแปลงเป็นรูปที่ออกฤทธิ์T3 3

รูปที่ 2.2 โครงสร้างของแทนนิน 19

รูปที่ 2.3 ตัวอย่างสารจำพวกแทนนิน 20

รูปที่ 2.4 แผนภาพเครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์อย่างง่าย 25

รูปที่ 2.5 สเปกโตรโฟโตมิเตอร์แบบลำแสงเดี่ยว 29

รูปที่ 2.6 สเปกโตรโฟโตมิเตอร์แบบลำแสงคู่ 29

รูปที่ 2.7 รูปแสดงการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง hydrolysable tannin กับ Potassium iodate 30

รูปที่ 4.1 การสแกนสเปกตรัมเพื่อหาความยาวคลื่นที่เหมาะสมที่ทำในสภาวะกรด 39

รูปที่ 4.2 การสแกนสเปกตรัมเพื่อหาความยาวคลื่นที่เหมาะสมที่ทำในสภาวะเบส 40

รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ตัวทำละลายในการสกัดชาต่างๆกันกับค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต 42

รูปที่ 4.4 กราฟแสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความเข้มข้นของรีเอเจนต์ที่สกัดได้จากใบชาต่างๆกันเทียบกับค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต 43

รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นต่างๆกันเทียบกับค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต 45

รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาต่างๆกันกับค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต 46

รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

กระทรวงสาธารณสุขได้สำรวจระดับสติปัญญา (ไอคิว) เด็กนักเรียน ในปี พ.ศ.2554 พบว่า เด็กนักเรียนไทยมีไอคิวเฉลี่ยเท่ากับ 98.59 ซึ่งเป็นค่าระดับสติปัญญาที่อยู่ในเกณฑ์ปกติ ค่อนไปทางต่ำ เมื่อเทียบกับประเทศอื่นในภูมิภาคอาเซียน อาทิเช่น สิงค์โปร์ ญี่ปุ่น ฮ่องกง เกาหลี และมาเลเซีย นักวิชาการกระทรวงสาธารณสุขให้ความเห็นว่า เด็กจะมีระดับสติปัญญาดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องมากมาย หนึ่งในนั้น คือ การได้รับอาหารเสริมตามวัยหรือได้รับสารไอโอดีนที่เหมาะสม นอกจากนั้นยังมีปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับระดับสติปัญญา เช่น การเลี้ยงดู สภาพแวดล้อม ฯลฯ แต่การขาดสารไอโอดีนเป็นสาเหตุที่สำคัญที่สุดต่อความผิดปกติของระบบประสาทและสมอง

ซึ่งภาวะการขาดสารไอโอดีนของประเทศไทยยังคงปรากฏเป็นปัญหาสาธารณสุขในปัจจุบันโดยทั่วไป ถึงแม้ร่างกายจะต้องการสารไอโอดีนในปริมาณน้อยแต่ก็ไม่สามารถขาดได้ เพราะสารไอโอดีนถือว่ามีบทบาทสำคัญในระบบต่อมไทรอยด์และการเผาผลาญพลังงานของร่างกายของคนเราเป็นอย่างมาก เนื่องจากร่างกายคนเราไม่สามารถสร้างสารไอโอดีนได้เอง สารไอโอดีนในธรรมชาติมักพบในอาหารจำพวก ปลา นม ไข่ และอาหารทะเล เป็นต้น แต่ผู้บริโภคก็ยังบริโภคไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย กระทรวงสาธารณสุขจึงได้ทำการป้องกันและแก้ไขปัญหาการขาดสารไอโอดีน โดยการเสริมไอโอดีนลงในอาหารและเครื่องปรุงรส ซึ่งการเสริมไอโอดีนลงในเกลือก็เป็นอีกมาตรการหนึ่งในป้องกันและแนวทางการแก้ไขปัญหาการขาดสารไอโอดีน แต่เกลือเสริมไอโอดีนที่มีการผลิตและบรรจุเพื่อจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภคในประเทศไทยยังขาดระบบการตรวจสอบคุณภาพ การควบคุมปริมาณสารไอโอดีนในเกลือได้อย่างทั่วถึง เนื่องจากแต่ระดับของโรงงานมีกรรมวิธีผลิตที่แตกต่างกัน

ในโครงการวิจัยนี้จะทำการวิเคราะห์หาปริมาณไอโอเดตในเกลือ โดยใช้แทนนินที่ได้ทำการสกัดจากใบชาเป็นรีเอเจนต์ด้วยเทคนิคสเปกโทรโฟโตเมทรี

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ

เพื่อศึกษาวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณไอโอเดตในเกลือโดยใช้แทนนินซึ่งเป็นสารสกัดจากใบชาเป็นรีเอเจนต์และตรวจวัดด้วยวิธีสเปกโทรโฟโตเมทรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ

ศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณไอโอเดตในเกลือโดยใช้แทนนินเป็นรีเอเจนต์ด้วยวิธีสเปกโทรโฟโตเมทรี

1.4 ขั้นตอนการทำวิจัยและดำเนินงาน

1. สืบค้นหาข้อมูลและเอกสารอ้างอิงจากแหล่งที่เกี่ยวข้อง
2. วางแผนการทดลอง เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือ สารเคมีและสารตัวอย่าง
3. สกัดแทนนินจากใบชาโดยใช้อะซิโตนเป็นตัวทำละลาย
4. ดำเนินการทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์หาปริมาณไอโอเดตในเกลือโดยใช้แทนนินเป็นรีเอเจนต์ด้วยวิธีสเปกโทรโฟโตเมทรี
5. ทดสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์หาปริมาณไอโอเดตในเกลือโดยใช้แทนนินเป็นรีเอเจนต์ด้วยวิธีสเปกโทรโฟโตเมทรี
6. ทดลองนำวิธีวิเคราะห์หาปริมาณไอโอเดตในเกลือโดยใช้แทนนินเป็นรีเอเจนต์ด้วยวิธีสเปกโทรโฟโตเมทรีที่พัฒนาขึ้นมาทดสอบหาปริมาณไอโอเดตในตัวอย่างเกลือ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทำให้ทราบถึงสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์หาปริมาณไอโอเดตในเกลือโดยใช้แทนนินเป็นรีเอเจนต์ด้วยวิธีสเปกโทรโฟโตเมทรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

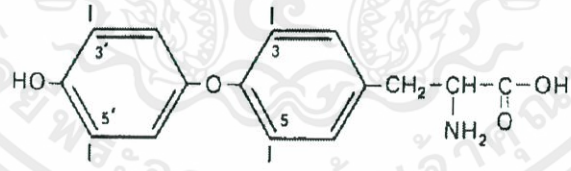
บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เกลือไอโอดีน [1]

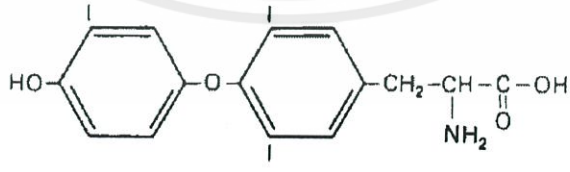
ข้อมูลทั่วไปของไอโอดีน

ไอโอดีน (Iodine) คือธาตุเคมีที่มีหมายเลขอะตอม 53 ซึ่งเป็นธาตุในหมู่ 7 (ฮาโลเจน) ของตารางธาตุมีน้ำหนักอะตอม 126.9 และสัญลักษณ์คือ I ไอโอดีน (เป็นคำในภาษากรีก Iodes, มีความหมายว่า "สีม่วง") เป็นธาตุที่ไม่ละลายน้ำ มีความจำเป็นสำหรับสิ่งมีชีวิต มีอยู่ทั่วไปตามธรรมชาติ พบใน หิน ดิน น้ำ น้ำทะเล อากาศและสิ่งมีชีวิต มีปริมาณมากน้อยที่แตกต่างกันไปซึ่งอาหารทะเลจะมีไอโอดีนสูงกว่าแหล่งอื่นในธรรมชาติ มักพบในรูปเกลือ ไอโอเดต (KIO_3) และพบในรูปไอโอไดด์หรือเป็นสารประกอบอินทรีย์ ในสิ่งมีชีวิต เช่น ในเลือด เนื้อเยื่อ น้ำนม เหงื่อและปัสสาวะ สมบัติทางเคมีของไอโอดีนมีความไวน้อยกว่าธาตุในกลุ่มฮาโลเจนด้วยกัน ไอโอดีนมีประโยชน์ในทางการแพทย์ การถ่ายภาพ และสีย้อมผ้า

ไอโอดีนถูกนำมาใช้ครั้งแรกในการฆ่าเชื้อโรคในรูปของทิงเจอร์ (Tincture of iodine) ร่างกายของคนเราใช้ไอโอดีนในรูปไอโอไดด์ เพื่อสร้างไทรอยด์ฮอร์โมนในต่อมไทรอยด์โดยที่ไอโอไดด์ถูกออกซิไดซ์แล้วสร้างพันธะกับไทโรโกลบูลิน (Thyroglobulin) ทำให้ได้ไทโรซิน (Thyrosine,T3) และไทรอกซิน (Thyroxine,T4) ดังรูปที่ 2.1



3,5,3′,5′,-Tetraiodothyronine (thyroxine, T_4)



3,5,3′,-Triiodothyronine (T_3)

รูปที่ 2.1 โครงสร้างทางเคมีของฮอร์โมนไทรอกซินT4และการเปลี่ยนแปลงเป็นรูปที่ออกฤทธิ์T3 [1]

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลทั่วไปของเกลือ

โซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride,สูตรเคมี: NaCl) มีชื่อที่เรียกทั่วไปดังนี้ เกลือแกง หรือ ฮาไลต์ เป็นสารประกอบเคมี โซเดียมคลอไรด์เป็นเกลือที่มีบทบาทต่อความเค็มของมหาสมุทร และของเหลวภายนอกเซลล์ของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ เป็นส่วนประกอบหลักในเกลือที่กินได้ มันถูกใช้อย่างกว้างขวางในการเป็นเครื่องปรุงรส และใช้ในการถนอมอาหาร

เกลือ หรือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) แบ่งตามแหล่งที่มาได้ 2 ประเภท ได้แก่

1. เกลือสมุทร (Sea salt) คือ เกลือที่ได้จากสูบน้ำทะเลเข้ามาขังไว้ในที่นา ผึ่งแดดและลมจนน้ำระเหยเหลือแต่ผลึกเกลือสีขาว

2. เกลือสินเธาว์หรือเกลือหิน (Rock salt) คือ เกลือที่ได้จากดินเค็ม โดยการปล่อยน้ำลงไปละลายหินเกลือที่อยู่ใต้ดินแล้วจึงสูบน้ำกลับขึ้นมาตากหรือต้มให้น้ำระเหยไป

และแบ่งตามลักษณะได้ 2 ชนิด ได้แก่

1. เกลือเม็ด ผลิตโดยชาวนาเกลือทะเลและผู้ผลิตเกลือสินเธาว์ด้วยวิธีตาก นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น การดองผักผลไม้ และไอศกรีม

2. เกลือป่น ผลิตโดยโรงงานเกลือป่นที่ซื้อเกลือเม็ดจากชาวนาเกลือมาแปรรูปเป็นเกลือป่นและผู้ผลิตเกลือสินเธาว์ด้วยวิธีการต้ม เกลือป่นที่ไม่ต้องผ่านการแปรรูปนิยมทำเป็นเกลือบริโภคตามบ้านเรือน

ประเทศไทยมีกำลังการผลิตเกลือประมาณ 2,000,000 ตันต่อปี แบ่งเป็นเกลือที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารประมาณ 1,000,000ตันต่อปี และเกลือที่ใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่นผงซักฟอก สี อลูมิเนียม เส้นไหมเทียม ฟอกกลั่นปิโตรเลียม ฟอกกลั่นน้ำมัน สบู่ เยื่อกระดาษ โซดาไฟ เป็นต้น ประมาณ 1,000,000 ตันต่อปี (กองควบคุมอาหาร, 2553)

ไอโอดีนมีความจำเป็นต่อร่างกายอย่างไร

ไอโอดีนเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกายเพราะเป็นส่วนประกอบที่จำเป็นในการผลิตฮอร์โมนของต่อมไทรอยด์ซึ่งต่อมไทรอยด์จำเป็นต้องใช้ไอโอดีนเพื่อทำการสร้างฮอร์โมนที่ชื่อว่า “ไทรอกซิน” ซึ่งฮอร์โมนนี้มีบทบาทในการควบคุมเมตาบอลิซึมของร่างกาย เร่งกายหายใจควบคุมการเผาผลาญสารอาหารต่าง ๆ ในร่างกาย จึงมีผลต่อพลังงานและอุณหภูมิของร่างกายอย่างมากที่สำคัญคือควบคุมการเจริญเติบโตของร่างกายจำเป็นต่อการเจริญและพัฒนาการของสมอง

เกลือเสริมไอโอดีนคืออะไร

เป็นเกลือทะเลและเกลือสินเธาว์ ที่เติมสารไอโอดีนลงไปเพียงน้อยนิดแต่พอเพียงต่อความต้องการของร่างกายซึ่งจะไม่ทำให้รสชาติเกลือเปลี่ยนแปลง ใช้ปรุงประกอบอาหารแทนความเค็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งนี้กระทรวงสาธารณสุข ไม่ได้รณรงค์ให้ท่านกินเกลือเพิ่มขึ้นแต่หวังที่จะให้คนไทยนั้นเปลี่ยนการใช้เกลือธรรมดามาเป็นเกลือเสริมไอโอดีน

การผลิตเกลือเสริมไอโอดีน

เพื่อแก้ไขปัญหาโรคขาดสารไอโอดีน โดยทั่วไปใช้โพแตสเซียมไอโอไดด์ (KI) หรือโซเดียมไอโอไดด์ (NaI) หรือโพแตสเซียมไอโอเดต (KIO_3) เติมลงในเกลือบริโภค เนื่องจากเกลือบริโภคมีราคาถูกมีการใช้ในทุกครัวเรือน โดยประมาณการว่าคนทั่วไปจะบริโภคเกลือวันละ 5-10 กรัม การเติมไอโอดีนลงในเกลือใช้เทคนิคไม่ยุ่งยาก ประกอบกับความเค็มของเกลือจะทำให้ผู้บริโภคไม่เสี่ยงต่อการได้รับไอโอดีนมากเกินไป โดยธรรมชาติเกลือสมุทรมีไอโอดีนอยู่แล้วแต่มีในปริมาณต่ำ (น้อยกว่า 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)ซึ่งไม่พอเพียงกับความต้องการของร่างกาย การผลิตเกลือเสริมไอโอดีนทำได้หลายวิธี ได้แก่

1. Dry mixing เป็นการพ่น KIO_3ลงในเกลือผ่านระบบสายพาน พ่นลงในเกลือเหมาะกับการผสมเกลือป่น

2. Drip feed addition ใช้กับเกลือเม็ดโดยละลาย KI หรือ KIO_3และหยดในอัตราสม่ำเสมอลงสู่สายพานลำเลียงเกลือตลอดเวลา โดยคำนวณให้มี Iodine ในปริมาณไม่ต่ำกว่า 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

3. Spray mixing เป็นการพ่นสารละลาย KIO_3เป็นวิธีการพ่นสารละลายไอโอดีนภายใต้ความดันที่สม่ำเสมอลงบนเกลือที่ไหลมาตามสายพาน

4. Submersion process เป็นวิธีการที่เสริมสารละลายไอโอดีนลงในขบวนการผลิตเกลือเป็นสารละลายและปล่อยให้เกลือตกผลึก วิธีนี้ใช้เวลานานแต่เกลือที่ได้มีไอโอดีนที่สม่ำเสมอ

5. Blender process เป็นวิธีการเสริมสารละลายไอโอดีน โดยการพ่นสารละลายไอโอดีนในเครื่องผสมเหมาะสำหรับผสมเกลือในขวด 0.5 - 3 ตัน/ช.ม.

จะรู้ได้อย่างไรว่าเกลือใดเป็นเกลือเสริมไอโอดีน

ก่อนซื้อควรอ่านฉลาก บนฉลากจะระบุว่าเป็นเกลือเสริมไอโอดีนกระทรวงสาธารณสุขได้ออกกฎกระทรวงให้เกลือบริโภคทุกยี่ห้อที่วางขายจะต้องเติมสารไอโอดีนถ้าไม่เติมผู้ผลิตนั้นจะถูกปรับและจำคุก

แหล่งที่พบไอโอดีน

สารไอโอดีนเป็นธาตุเคมีที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติแต่มีไม่สม่ำเสมอและจะมีมากน้อยแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ซึ่งในภาคเหนือและภาคอีสานนั้นจะพบปริมาณไอโอดีนในธรรมชาติน้อยกว่าในภาคกลางส่วนใหญ่พบมากในดินและน้ำแถบที่ราบลุ่มปากแม่น้ำชายทะเล และทะเล

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารที่มีปริมาณไอโอดีนสูงได้แก่ พืชผักและสัตว์จากทะเลทุกชนิด เช่น กุ้ง หอยปู ปลา สาหร่ายจากทะเล เป็นต้น

ใน 1 วันร่างกายต้องการปริมาณไอโอดีนวันละเท่าไหร่

โดยปกติร่างกายคนเราต้องการสารไอโอดีนรวมกันแล้วไม่เกิน 1 ช้อนชา หรือเฉลี่ยแล้วในวันหนึ่งๆ แม้ว่าร่างกายต้องการสารไอโอดีนเพียงแค่ 150 ไมโครกรัม/คน/วันเท่านั้น แต่ก็ขาดไม่ได้แม้แต่วันเดียว เพราะร่างกายไม่สามารถสะสมไว้ได้ สารไอโอดีนบางส่วนจะถูกนำไปใช้ในการสร้างฮอร์โมนสำหรับการเติบโตของร่างกายและสมอง ส่วนที่เหลือจะถูกขับออกจากร่างกายจึงจำเป็นต้องกินอาหารที่มีสารไอโอดีนทุกวัน สำหรับในหญิงมีครรภ์และให้นมบุตร ควรได้รับเพิ่มอีกวันละ 25 และ 50 ไมโครกรัม ตามลำดับทารกอายุ 0-6 เดือนควรได้รับ 40 ไมโครกรัม / วัน

ถ้ารับประทานไอโอดีนมากเกินไป จะเกิดผลเสียต่อร่างกายหรือไม่

ถ้ารับประทานเกินประมาณวันละ 2,000 ส่วนในล้านส่วนเป็นเวลานาน จะส่งผลทำให้เกิดโรคคอหอยพอกเป็นพิษ (Hyperthyroidism ; Grave' s disease) ซึ่งมีอาการเหนื่อยง่าย ผอมผิดปกติ บริโภคโดยตรงในครั้งเดียวประมาณ 2 กรัมทำให้ปวดท้อง คลื่นเหียน อาเจียน ท้องร่วง เกิดแผลในกระเพาะอาหารและลำไส้ ปอดอักเสบไตวาย หมดสติ และตาย

กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

กระทรวงสาธารณสุขจะออกประกาศบังคับกำหนดให้เกลือที่ใช้เพื่อการบริโภคที่จำหน่ายในประเทศไทย ต้องเติมไอโอดีน 30 มิลลิกรัมต่อเกลือ 1 กิโลกรัม จะมีผลบังคับใช้หลังประกาศในราชกิจจานุเบกษาภายใน 180 วันดังนั้น โรงงานผู้ผลิตเกลือบริโภคทั้งหมด ต้องเร่งปรับปรุงในการเสริมไอโอดีนลงไปด้วยตามมาตรฐานกำหนด ซึ่งจะมีผลให้น้ำปลา ซีอิ๊ว ซอสปรุงรส บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ขนมกรุบกรอบที่คนไทยนิยมบริโภค จะต้องมีไอโอดีนเสริมไปด้วยปริยาย เพราะต้องใช้เกลือผสมไอโอดีนในการผลิต และหากบริษัทผู้ผลิตใดจะเติมไอโอดีนในสินค้าด้วย ก็สามารถดำเนินการได้ด้วย ซึ่งก็เป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาไอคิวลดต่ำลงเนื่องจากการขาดไอโอดีน

2.2 ผลกระทบการขาดสารไอโอดีน [2]

โรคขาดสารไอโอดีนหมายถึงภาวะร่างกายได้รับสารไอโอดีนไม่เพียงพอกับความต้องการของร่างกายเป็นประจำซึ่งมีผลต่อการสร้างไทรอยด์ฮอร์โมนทำให้เกิดการเสียสมดุลในการควบคุมการทำงานของต่อมไทรอยด์ส่งผลกระทบต่อสุขภาพที่เรียกว่า ความผิดปกติของการขาดสารไอโอดีน (Iodine Deficiency Disorder : IDD) คือเกิดอาการคอพอก (Goiter), ภาวะไทรอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฮอร์โมนต่ำ (Hypothyrodism), โรคเอ๋อ (Cretinism) ซึ่งทำให้ระดับสติปัญญาพัฒนาด้อยกว่าปกติ และมีพัฒนาการทางร่างกายต่ำกว่าเกณฑ์ ถ้ามีการขาดสารไอโอดีนในหญิงตั้งครรภ์จะมีผลทำให้ทารกมีพัฒนาการของสมอง และระบบประสาทที่ช้ากว่าปกติ และหากขาดสารไอโอดีนในระดับรุนแรงอาจทำให้แท้งหรือตายก่อนคลอด หรือเกิดความพิการแต่กำเนิด อาการแสดงของโรคขาดสารไอโอดีนนั้นขึ้นอยู่กับความรุนแรงของการขาดสารไอโอดีน และช่วงระยะเวลาของการขาดสารไอโอดีน

ภาวะผิดปกติที่เกิดจากการขาดสารไอโอดีนในแต่ละช่วงวัย

- ทารกในครรภ์เกิดการแท้งหรือตายก่อนกำหนดได้ง่าย อัตราตายของแม่ในการคลอดสูง หากรอดชีวิตเมื่อโตขึ้นจะมีอาการทางประสาท ปัญญาเสื่อม ใบ้ งั่ง หูหนวก ขาแข็ง กระตุก ตาเหล่ ร่างกายแคระแกรน

- ทารกแรกเกิดการทำหน้าที่ของต่อมไทรอยด์ต่ำกว่าปกติแต่กำเนิดมีอัตราป่วยและตายสูง

- เด็กและวัยรุ่นมีความเจริญทางสมองสติปัญญาและการเจริญเติบโตทางร่างกายช้าเป็นคนปัญญาอ่อนซึ่งศัพท์ทางภาคเหนือเรียกว่า "เอ๋อ"

- ผู้ใหญ่มีคอพอก (Goiter ; hypothyroidism) และอาการแอบแฝงทำให้การทำหน้าที่ของร่างกายด้อยลงทั้งทางร่างกาย(เหนื่อยง่าย ไม่สดชื่น) จิตใจ และสมรรถภาพในการทำงานหากเป็นเพศชายจะมีอาการเสื่อมสมรรถภาพทางเพศ สำหรับผู้หญิงประจำเดือนอาจมาไม่ปกติ

การขาดสารไอโอดีนทำให้เป็นคอพอก (Graves' disease)

โรคคอพอกต่อมไทรอยด์ (Thyroid gland) เป็นต่อมไร้ท่อที่ใหญ่ที่สุดในร่างกาย ตั้งอยู่บริเวณลำคอด้านหน้า รูปร่างคล้ายเกือกม้า ขนาดใหญ่กว่านิ้วหัวแม่มือเล็กน้อย มีหน้าที่ในการสร้างฮอร์โมนไทรอยด์หรือไทร็อกซิน โดยใช้สารไอโอดีน จากอาหารที่กินเข้าไปเป็นวัตถุดิบ และมีฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอง (Thyroid Stimulating Hormone : TSH) เป็นตัวควบคุมการทำงานของต่อมไทรอยด์ ฮอร์โมนไทรอยด์จะออกฤทธิ์กระตุ้นให้เซลล์ต่างๆ ทั่วร่างกายทำงานตามปกติ คอพอก หรือ คอหอยพอก หมายถึง อาการที่ต่อมไทรอยด์บวมโตผิดปกติ ทำให้คอโป่งเป็นลูกออกมา เห็นได้อย่างชัดเจน คลำได้เป็นก้อน โดยเฉพาะเวลากลืนน้ำลาย ก้อนนี้จะขยับขึ้นลงตามจังหวะการกลืนคอพอก แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ คอพอกธรรมดา และ คอพอกเป็นพิษ

1.คอพอกธรรมดา (Simple goiter)

1.1. การขาดสารไอโอดีน ซึ่งมีมากในเกลือทะเล อาหารทะเล เมื่อร่างกายขาดสารไอโอดีนก็จะเกิดการขาดฮอร์โมนไทรอยด์ตามมา ทำให้ต่อมไทรอยด์ถูกฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองกระตุ้นให้ทำงานมากขึ้น ดังนั้น ต่อมไทรอยด์จึงมีขนาดโตขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2. การเปลี่ยนแปลงปกติของร่างกาย (Physiologic goiter) มักพบในผู้หญิงที่เริ่มเข้าสู่วัยรุ่นหรือผู้หญิงที่กำลังตั้งครรภ์ เนื่องจากร่างกายต้องการฮอร์โมนไทรอยด์มากขึ้น ต่อมไทรอยด์จึงทำงานมากกว่าธรรมดา ทำให้เกิดคอพอกขึ้น โดยที่ไม่ได้ขาดสารไอโอดีนแต่อย่างใด

1.3. ความผิดปกติของเอนไซม์ ในการสร้างไทรอยด์ฮอร์โมน ซึ่งเป็นตั้งแต่กำเนิด

1.4. ได้รับสารบางชนิด (Goitrogen) พบมากในดอกกะหล่ำ

1.5. ไม่ทราบสาเหตุ (พบร้อยละ 70 ของผู้ป่วยทั้งหมด)

2.คอพอกเป็นพิษ (Toxic goiter หรือ Hyperthyroidism)

เป็นโรคที่พบบ่อยในช่วงอายุ 20 - 40 ปี พบว่าเป็นในผู้หญิงมากกว่าผู้ชายประมาณ 5 เท่า มาจากสาเหตุเกิดจากต่อยไทรอยด์ทำงานมากกว่าปกติ โดยอยู่นอกเหนือจากการควบคุมของต่อมใต้สมองทำให้มีการหลั่งฮอร์โมนไทรอยด์ออกมาในกระแสเลือดมาก จึงไปกระตุ้นให้ระบบต่างๆ ในร่างกายทำงานมากผิดปกติ จนเกิดอาการต่างๆ ขึ้นสาเหตุที่ทำให้ต่อยไทรอยด์ เสียหน้าที่ในการทำงานนั้นยังไม่ทราบแน่ชัด แต่เชื่อว่า เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาแพ้ภูมิตนเอง (Autoimmune) โดยมีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางเพศ กรรมพันธุ์

การขาดสารไอโอดีนทำให้เด็กมีสติปัญญาต่ำ

ผลการศึกษาในหลายประเทศพบว่า การขาดสารไอโอดีนในระดับเล็กน้อย อาจไม่ทำให้เกิดความผิดปกติทางร่างกายอย่างชัดเจน แต่ยังคงมีผลต่อระดับเชาว์ปัญญาหรือไอคิวทารกตั้งแต่แรกเกิดถึงอายุ 2-3 ปี ถ้าขาดไอโอดีน จะมีสติปัญญาด้อย มีไอคิวต่ำกว่าที่ควรจะเป็นตามศักยภาพถึง 30 จุดเด็กที่อยู่ในบริเวณที่เสี่ยงต่อการขาดไอโอดีน มักมีไอคิวต่ำลงประมาณ 13.5 จุดเด็กที่เกิดจากแม่ที่มีปัญหาไทรอยด์มักมีไอคิวต่ำกว่า 85 การขาดสารไอโอดีนอย่างรุนแรงทำให้สมองถูกทำลายอย่างถาวรทารกที่คลอดจากแม่ที่ขาดสารไอโอดีนอย่างรุนแรงขณะตั้งครรภ์มักเป็นโรคเอ๋อคือสติปัญญาทึบ หูหนวก เป็นใบ้ พิการทางประสาทและกล้ามเนื้ออย่างถาวร ไม่สามารถพึ่งพาตนเองได้ ต้องเป็นภาระเลี้ยงดูของครอบครัวและสังคมตลอดไป

การขาดสารไอโอดีนทำให้ไร้สมรรถภาพสืบพันธุ์ (reproductive failure)

พบในเพศหญิงที่ขาดสารไอโอดีน ความผิดปรกติมีหลายประการ ที่สำคัญคือไม่สามารถสืบพันธุ์ได้ ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพจิตของหญิงแต่ละคน ยากที่จะคาดการณ์ได้ในความนึกคิดที่ไม่สามารถให้กำเนิดบุตรได้

การขาดสารไอโอดีนทำให้มีโอกาสการรอดชีวิตในวัยเด็กลดลง (childhood survival)

การขาดสารไอโอดีนทำให้เด็กต้องเสียชีวิตเป็นจำนวนมาก เนื่องจากภูมิต้านทานโรคและภาวะโภชนาการในเด็กเหล่านี้ด้อยกว่าปรกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ไม่ว่ากรณีใดๆ ... และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาเหตุของการขาดสารไอโอดีน

การขาดสารไอโอดีนมีสาเหตุหลายประการ ดังนี้

1.จากธรรมชาติสภาพแวดล้อมที่ขาดไอโอดีนพบได้ทั่วโลกไม่จำกัดเฉพาะบริเวณที่ห่างไกลทุรกันดารหรือบริเวณภูเขาเหมือนที่เคยเข้าใจกันเนื่องจากไอโอดีนถูกชะล้างออกจากดินและไหลลงสู่ทะเลเป็นระยะเวลากว่าล้านปีทำให้ผลผลิตอาหารในภาคเกษตรและน้ำดื่มมีปริมาณไอโอดีนต่ำอยู่ตลอดผู้บริโภคอาหารในท้องถิ่นเป็นประจำ จะมีความเสี่ยงต่อการขาดสารไอโอดีนหากไม่ได้รับการเสริมไอโอดีนจากอาหารแหล่งอื่น ๆ

2.พื้นที่ที่ห่างไกลทะเล การคมนาคมลำบาก ทำให้อาหารทะเลเข้าไม่ถึง ประกอบกับอาหารทะเลราคาแพง ทำให้ไม่ได้บริโภคอาหารทะเลอย่างสม่ำเสมอ

3.ประชาชนโดยทั่วไป ยังขาดความรู้ถึงสาเหตุและความรุนแรงของโรคขาดสารไอโอดีน ส่วนใหญ่รู้จักโรคนี้ เพียงอาการคอพอก ไม่ทราบถึงผลการเจริญเติบโต และพัฒนาการทางสติปัญญา

4.ประชาชนมีความเชื่อที่ผิดว่า การบริโภคเกลือทะเลนั้นได้รับไอโอดีนเพียงพอ แต่แท้จริงแล้ว ในเกลือทะเลมีปริมาณไอโอดีนน้อยมาก แทบไม่แตกต่างกับเกลือสินเธาว์เลย

5.การครอบคลุมของเกลือเสริมไอโอดีนยังไม่ทั่วถึง

6.เกลือเสริมไอโอดีนที่ผลิตออกมากยังมีปริมาณไอโอดีนไม่สม่ำเสมอ ซึ่งทำให้คุณภาพของเกลือเสริมไอโอดีน ไม่ได้มาตรฐานที่กำหนด นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัด เชิงบริหารจัดการ ด้านการควบคุม กำกับคุณภาพ ของเกลือเสริมไอโอดีน

7.ประชาชนบางพื้นที่ไม่นิยมบริโภคเกลือเสริมไอโอดีน เพราะมีความความรู้สึกอุปทานว่าเกลือเสริมไอโอดีนมีกลิ่นและรสชาติ แตกต่างไปจากเกลือธรรมชาติ

สถานการณ์โรคขาดสารไอโอดีนของโลก

สภาพแวดล้อมที่ขาดสารไอโอดีนพบได้ทั่วโลก ไม่จำกัดเฉพาะในบริเวณที่ห่างไกลทุรกันดาร หรือบริเวณภูเขาเหมือนที่เคยเข้าใจกัน เนื่องจากไอโอดีนถูกชะล้างออกจากดินและไหลไปสู่ทะเลเป็นระยะเวลากว่าล้านปี ทุกพื้นที่ในโลกทั้งแหล่งทางการเกษตรและน้ำดื่ม มีปัญหาการขาดสารไอโอดีนเพิ่มมากขึ้นทุกทศวรรษที่ผ่านไปโรคขาดสารไอโอดีนเป็นปัญหาสาธารณสุขใน 54 ประเทศทั่วโลกรวมทั้งประเทศไทยด้วย

สถานการณ์โรคขาดสารไอโอดีนของประเทศไทย

การประเมินสถานการณ์ของโรคขาดสารไอโอดีนในประเทศไทย ดำเนินการโดยวิธีตรวจคลำคอ เพื่อตรวจคอพอก และใช้อัตราคอพอกในเด็กนักเรียนประถมศึกษา เป็นดัชนีชี้วัด โดยให้เจ้าหน้าที่สถานีอนามัย ร่วมกับครูอนามัย ในโรงเรียนประถมศึกษา ทุกโรงเรียนทั่วประเทศ ซึ่งผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การฝึกอบรม วิธีการตรวจคอพอก แล้วทำการตรวจหาอัตราคอพอก ในเด็กนักเรียน และรายงานผลปีละ 1 ครั้ง พบว่า ปัญหาโรคขาดสารไอโอดีนของประเทศไทย มีแนวโน้มลดลง

2.3 โพแทสเซียมไอโอเดต (Potassium iodate) [3]

โพแทสเซียมไอโอไดด์ (Potassium iodide หรือ KI) เป็นสารประกอบอนินทรีย์ใช้ทดแทนโซเดียมไอโอไดด์เพราะดูดความชื้นน้อยกว่า ทำให้สามารถจัดการได้โดยสะดวก มีการผลิตเชิงการค้านับหมื่นตันในแต่ละปีสารนี้หากเก็บไว้นานแล้วจะเป็นสีเหลืองเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไอโอไดด์กลายเป็นไอโอดีน

โพแทสเซียมไอโอเดต (Potassium iodate หรือ KIO_3) เป็นสารเคมีที่เสถียร อาจสลายตัวเมื่อสัมผัสแสง อากาศ และความชื้น และยังเป็นสารของแข็งชนิดหนึ่งที่มีขายตามท้องตลาดในสภาพที่มีความบริสุทธิ์สูงมาก ดั้งนั้นจึงสามารถที่จะเตรียมสารละลายมาตรฐาน KIO_3จากของแข็ง KIO_3ที่ผ่านกระบวณการทำให้แห้งแล้วได้โดยตรงโดยไม่จำเป็นที่จะต้องสารละลาย KIO_3 ที่เตรียมได้นี้มาเทียบมาตรฐาน นั่นคือเมื่อเตรียมสารละลาย KIO_3เสร็จแล้วก็สามารถนำไปใช้เป็นสารละลายมาตรฐานได้ สารละลาย KIO_3จึงถูกจัดว่าเป็นสารมาตรฐานปฐมภูมิชนิดหนึ่งที่มีใช้แพร่หลายเพราะนิยมนำว่าใช้สำหรับ iodination ของเกลือแกง เนื่องจากไอโอไดด์สามารถออกซิไดซ์โดยออกซิเจนโมเลกุลในไอโอดีนภายใต้เงื่อนไขที่เปียกซึ่งอาจจะถูกใช้เพื่อป้องกันการสะสมของสารกัมมันตรังสีไอโอดีนในต่อมไทรอยด์ โดย saturating ของร่างกายที่มั่นคงกับแหล่งไอโอดีน

โพแทสเซียมไอโอเดต หรือ แคลเซียมไอโอเดต ใช้เป็นสารฟอกสีแป้งสาลี และ เนยแข็งและช่วยปรับคุณสมบัติของกลูเตน (gluten)ในแป้งสาลีให้เหมาะต่อการอบใช้เสริมไอโอดีนในเกลือเพื่อป้องกันโรคคอหอยพอก

ประกาศของกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 151 (พ.ศ. 2536) ว่าด้วยเรื่องวัตถุที่ห้ามใช้ในอาหาร ซึ่งโพแทสเซียมไอโอเดตหรือแคลเซียมไอโอเดตเป็นวัตถุที่ห้ามใช้ในอาหาร (prohibit substances) ยกเว้นการใช้เพื่อปรับสภาวะโภชนาการเกี่ยวกับการขาดสารไอโอดีนตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาอันตราย

โพแทสเซียมไอโอเดตหรือแคลเซียมไอโอเดตเป็นอันตรายในอาหาร (food hazard) ประเภทอันตรายทางเคมี (chemical hazard) อาการพิษเฉียบพลันที่เกิดขึ้น ได้แก่ อาเจียนอย่างรุนแรง ถ่ายเหลวบ่อย ๆ ปวดท้อง กระหายน้ำ ช็อค มีไข้ ถ่ายปัสสาวะไม่ออกเพ้อคลั่ง มึนงง และตายเนื่องจากโลหิตเป็นพิษ การรับประทานเป็นระยะเวลานาน ๆ อาจทำ ให้เกิดภาวะไอโอดีนเกิน โดยมีอาการเบื่ออาหาร ตาแดง ปากอักเสบ ผื่นแดง ลมพิษ น้ำหนักลด นอนไม่หลับ มีอาการทางประสาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ใบชา [4]

ข้อมูลทั่วไป

"ชา" เป็นพืชในวงศ์ (family) Theaceaeสกุล (genus) Camellia ที่มีมากกกว่า 300 ชนิด (species) เป็นไม้ยืนต้น ที่เชื่อกันว่ามีแหล่งกำเนิดมาจากเทือกเขาทางด้านตะวันตกเฉียงใต้ของสาธารณรัฐประชาชนจีน มีหลักฐานการค้นพบต้นชาสายพันธุ์ดั้งเดิมหลายสายพันธุ์ที่เป็นพืชพื้นเมืองประจำถิ่นของมณฑลยูนนาน (Yu & Lin, 1987) และแพร่กระจายของแหล่งเพาะปลูกไปยังประเทศทางเอเชียตะวันออกรวมถึงประเทศญี่ปุ่น (Yamaguchi & Tanaka,1995) ชาเมื่อเจริญตามธรรมชาติอาจมีความสูงถึง 10-15 เมตร แต่ในการเพาะปลูกมักตัดแต่งกิ่งให้เป็นพุ่มประมาณ 0.6-1.0 เมตร เพื่อความสะดวกในการเก็บใบชา ชาเป็นพืชกึ่งร้อนที่เจริญเติบโตได้ดีในเขตอบอุ่นและมีฝน ปลูกได้ดีที่ระดับความสูงจากน้ำทะเล 200-2,000 เมตร

สายพันธุ์ชา

ชามีสกุลย่อยๆแยกออกได้อีกกว่า 3,000 ชนิดแต่ที่นิยมปลูกกันเป็นหลักมีเพียง 3 สายพันธุ์ใหญ่ๆ ได้แก่

1. กลุ่มพันธุ์ชาจีน (China Tea)

1.1 ลักษณะลำต้นเป็นไม้พุ่มขนาดเล็กผิวลำต้นเรียบ สูงประมาณ 1-6 เมตรกิ่งอายุน้อยค่อนข้างแข็งแรง กิ่งอ่อนปกคลุมด้วยขนอ่อนกิ่งอายุมากจะเปลี่ยนเป็นสีเทา

1.2 ลักษณะใบ มีก้านใบสั้น แผ่นใบมีปลายใบโค้งมน บางครั้งอาจพบว่าแผ่นใบจะค่อนข้างกลมใบมีความกว้างประมาณ (1.6)-2-3-(4) เซนติเมตร ยาวประมาณ (4)-5-9-(10) ซม.ขอบใบมีหยักเป็นรูปโค้งเล็กน้อย ส่วนปลายของหยักฟันเลื่อยมีสีดำแผ่นใบมีตั้งแต่สีเขียวอ่อนถึงสีเขียวเข้ม กาบหุ้มใบยาวประมาณ 3-7-(8) มิลลิเมตรด้านนอกของกาบ ปกคลุมด้วยขนอ่อน

1.3 ลักษณะดอก พบว่ามีการเจริญจากตาบริเวณง่ามใบบนกิ่ง ในแต่ละตาประกอบด้วยตาที่เจริญไปเป็นกิ่งใบอยู่ด้านบนของตาส่วนด้านล่างประกอบด้วยตาที่เจริญเป็นดอก 1-2 ดอก/ตา บางครั้งอาจจะพบว่ามีจำนวนดอกประมาณ 2-7 ดอก/ตา ก้านและดอกยาวรวมกันได้ประมาณ (10)-12-15 มิลลิเมตร ส่วนของก้านดอกมีความยาวประมาณ (6)-8-10 มิลลิเมตร กลีบเลี้ยงมีจำนวน 5- 6 กลีบ แต่ละกลีบขนาดไม่เท่ากันมีรูปทรงโค้งมนยาวประมาณ 3-5 มิลลิเมตร กลีบดอกติดกับวง Corolla ที่มีลักษณะคล้ายถ้วยหงายตื้น ๆ ยาวประมาณ 1.5-2 เซนติเมตรกลีบดอกมีจำนวน 7-8 กลีบ ส่วนโคนกลีบติดกับฐานดอกแคบ ส่วนปลายกลีบบานออกกลีบดอกมีความยาวประมาณ 1-2 เซนติเมตร กว้างประมาณ 0.8-2.3 เซนติเมตรเกสรตัวผู้มีจำนวนมาก ประกอบด้วยอับละอองเกสรสีเหลืองติดอยู่ที่ส่วนปลายของก้านชูอับละอองเกสรสีขาว ยาวประมาณ 8-13 มิลลิเมตรส่วนล่างของก้านติดกันเป็นวงกว้างประมาณ 1-2 มิลลิเมตรวงของเกสรตัวเมียยาวประมาณ 8-12 มิลลิเมตร

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไปดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบด้วยรังไข่ที่ปกคลุมด้วยขน ปากเกสรตัวเมีย (style) มีลักษณะเป็นก้านกลมส่วนปลายแบ่งออกเป็น 3 แฉก ภายในรังไข่แบ่งออกเป็น 3 ช่อง

1.4 ลักษณะผล เป็นผลชนิดแคปซูล ขนาดผลเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2-4 เซนติเมตรเมื่อผลแก่เต็มที่เปลือกจะแตกออก ลักษณะเมล็ด มีลักษณะกลมมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 10-14 มิลลิเมตร ผิวของเมล็ดเรียบ มีสีน้ำตาลหรือน้ำตาลอมแดง หรือน้ำตาลเข้มเกือบดำ

การแปรรูป

* ใช้ยอดอ่อน 1 ยอดตูม 3-4 ใบบาน แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ชาเขียว
* ใช้ใบเพสลาดมานึ่ง แปรรูปเป็นเมี่ยงอื่น ๆ

2.กลุ่มพันธุ์ชาอัสสัม (Assam Tea)

กลุ่มนี้มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Camellia sinensis var. assamica สามารถเรียกได้หลายชื่อ เช่น ชาป่า ชาอัสสัม ชาพื้นเมือง หรือชาเมี่ยง เป็นต้น ชาอัสสัมเป็นพันธุ์ชาที่ใบใหญ่กว่าชาพันธุ์จีน เป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตได้ดีในป่าเขตร้อนชื้นที่มีร่มไม้และแสงแดดพอ ประมาณ ชาพันธุ์อัสสัมพบมากบนเขตพื้นที่สูงแถบภาคเหนือของไทยในจังหวัด เชียงใหม่ เชียงราย น่าน ลำปาง และแพร่

2.1 ลักษณะลำต้น เป็นไม้พุ่มขนาดกลาง-ใหญ่ ผิวลำต้นเรียบ กิ่งอ่อนปกคลุมด้วยขนอ่อน ชาในกลุ่มนี้มีลักษณะเป็นไม้ขนาดใหญ่ ต้นใหญ่สูงประมาณ 6-18 เมตร และมีขนาดใหญ่กว่าชาในกลุ่มชาจีนอย่างเด่นชัด กิ่งที่มีอายุมากจะเปลี่ยนเป็นสีเทา

2.2 ลักษณะใบ มีลักษณะเป็นใบเดี่ยว ปลายใบแหลม การเรียงตัวของใบบนกิ่งเป็นแบบสลับและเวียน (spiral) ใบมีความกว้างประมาณ 3.0-6.0 เซนติเมตร ยาวประมาณ 7.0-16.0 เซนติเมตร แต่อาจพบใบที่มีขนาดใหญ่กว่าที่กล่าว คือใบมีความกว้าง 5.6-7.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 17.0-22.0 เซนติเมตร ขอบใบมีหยักเป็นฟันเลื่อยเด่นชัด จำนวนหยักฟันเลื่อยเฉลี่ยประมาณ 9 หยัก/ความกว้างของใบ 1.0 นิ้ว ส่วนของก้านใบและด้านท้องใบมีขนอ่อนปกคลุมแผ่นใบมีสีเขียวอ่อนถึงสีเขียวเข้ม

2.3 ลักษณะดอก เจริญจากตาบริเวณง่ามใบบนกิ่ง ในแต่ละตาประกอบด้วยตาที่เจริญไปเป็นกิ่งใบอยู่ด้านบนของตา ส่วนใหญ่ดอกออกติดกันเป็นกลุ่ม ช่อละประมาณ 2-4 ดอก/ตา ก้านดอกยาวประมาณ 10.0-12.0 มิลลิเมตร กลีบเลี้ยงมีจำนวน 5-6 กลีบ แต่ละกลีบมีขนาดไม่เท่ากัน มีรูปทรงโค้งมนยาว กลีบดอกติดอยู่กับวง corolla ที่มีลักษณะคล้ายถ้วยหงาย กลีบดอกมีจำนวน 5-6 กลีบ ส่วนโคนกลีบติดกับฐานดอกแคบ ส่วนปลายกลีบบานออก วงเกสรตัวผู้ประกอบด้วยอับละอองเกสรสีเหลืองติดอยู่ที่ส่วนปลายของก้านชูอับ ละอองเกสรสีขาว ยาวประมาณ 5.0 มิลลิเมตร เกสรตัวเมีย (style) มีลักษณะเป็นก้านกลม ภายในรังไข่แบ่งออกเป็น 1-3 ช่อง ดอกเมื่อบานเต็มที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3.65 เซนติเมตร

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

2.4 ลักษณะผล เป็นแคปซูล เมื่อผลแก่เต็มที่เปลือกจะแตกออก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2.0-4.0 เซนติเมตร

2.5 เมล็ด ค่อนข้างกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 11.0-12.0 มิลลิเมตร ผิวของเมล็ดเรียบ แข็ง มีสีน้ำตาล หรือ น้ำตาลอมแดง หรือน้ำตาลเข้มเกือบดำ

3.กลุ่มพันธุ์ชาเขมร (Indo-China Tea)

3.1ลักษณะต้นชาในกลุ่มนี้มีลักษณะเป็นไม้พุ่มลำต้นเดี่ยวขนาดใหญ่มีความสูงของทรงพุ่มประมาณ5เมตร กิ่งที่มีอายุน้อยจะมีสีเขียวอมแดง มีขนปกคลุมมากเมื่อมีอายุมากจะเปลี่ยนเป็นสีเทา

3.2 ลักษณะใบมีลักษณะเป็นใบเดี่ยว ปลายใบแหลม ขนาดใบใกล้เคียงกับชาในกลุ่มชาจีน ผิวใบแข็ง หยักขอบใบถี่กว่ากลุ่มพันธุ์ชาอัสสัมใบมีความกว้างประมาณ 3-5.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 7.5 เซนติเมตร ขอบใบมีหยักเป็นฟันเลื่อยเด่นชัดความยาวของก้านใบใกล้เคียงกับชาจีน ก้านใบและท้องใบมีขนปกคลุม ก้านใบมีสีแดงอมเขียวโดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อนจะมีสีแดงเด่นชัดขึ้น แผ่นใบมีตั้งแต่สีเขียวอมแดงถึงสีเขียวเข้มแต่ยังคงมีสีอมแดงใบแก่ค่อนข้างกรอบ แผ่นใบจะมีลักษณะห่อเป็นรูปตัววี (V shape)

3.3 ลักษณะดอกพบว่าจะมีการเจริญจากตาบริเวณง่ามใบบนกิ่งในแต่ละตาจะประกอบด้วยตาที่จะเจริญไปเป็นกิ่งใบอยู่ด้านบนของตา ส่วนใหญ่ดอกจะออกติดกันเป็นกลุ่มก้านดอกยาวประมาณ 10-12 มิลลิเมตร กลีบเลี้ยง มีจำนวน 5-6 กลีบมีสีเขียวอมแดงแต่ละกลีบจะมีขนาดไม่เท่ากัน มีรูปทรงโค้งมนยาว กลีบดอกมีสีขาวแต่บางครั้งอาจพบว่ามีสีแดงเรื่อๆ ส่วนโคนกลีบติดกับฐานดอกแคบ ส่วนปลายกลีบบานออก วงเกสรตัวผู้ ประกอบด้วยอับละอองเกสรสีเหลืองถึงสีเหลืองอมแดงติดอยู่ที่ส่วนปลายของก้านชูอับละอองเกสรสีขาวอมแดง เกสรตัวเมีย ประกอบด้วยรังไข่ที่ปกคลุมด้วยขนปากเกสรตัวเมีย (style) มีลักษณะเป็นก้านกลม ดอกเมื่อบานเต็มที่จะมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3.5-4 เซนติเมตร

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

1.ต้นชา เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก สูงประมาณ 30 ฟุต ทรงพุ่มเป็นรูปกรวย

2.ระบบราก ต้นชาที่เพาะจากเมล็ดจะมีรากแก้ว และมีรากฝอยหาอาหาร รากชาจะมีการสะสมของคาร์โบไฮเดรตในรูปของแป้ง ซึ่งมีการแตกยอดใหม่ (flushing) ของต้นชา จะขึ้นกับการสำรองคาร์โบไฮเดรตในราก โดยทั่วไปต้นชาที่งอกจากเมล็ดจะมีรากหยั่งลึกในดินเฉลี่ยประมาณ 1.5 เมตร แต่อาจมีความยาวถึง 3 เมตร หรือมากกว่าก็ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของต้นชาและสภาพดิน

3.ใบ เป็นใบเดี่ยว การจัดเรียงตัวของใบเป็นแบบสลับ 1 ใบต่อ 1 ข้อ โดยพัฒนาจากตาที่มุมใบ ขอบใบหยักแบบฟันเลื่อย ปลายใบแหลม แผ่นหนา หน้าใบเป็นมัน ใบยาวประมาณ 7-30 ซม. ใต้ใบมีขนอ่อนปกคลุม ปากใบมีมากบริเวณใต้ใบ ชาอัสสัมจะมีใบสีอ่อนขนาดใหญ่ ส่วนชาจีน มีใบแคบ และสีค่อนข้างคล้ำกว่าชาอัสสัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.ดอก จะเกิดออกมาจากตาระหว่างลำต้นกับใบมีทั้งดอกเดี่ยว และดอกช่อ เป็นดอกสมบูรณ์เพศมีทั้งเกสรตัวผู้และตัวเมีย เกสรตัวผู้มีสีเหลืองจำนวนมาก ก้านเกสรตัวผู้ยาวประมาณ

8-10 มิลลิเมตร อับเกสรตัวผู้มี 2 ช่อง ก้านชูเกสรตัวเมียสั้น ยอดเกสรตัวเมียมี 3-5 lobe กลีบดอกชามีสีขาว จำนวน 5-8 กลีบ ลักษณะโค้งเว้าแบบ obovateกลีบเลี้ยงสีขาว 5-6 กลีบ

5.ผล เป็นแคปซูล (capsule) เปลือกหนาสีน้ำตาลอมเขียวแบ่งเป็น3 ช่อง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5-2.0 เซนติเมตร จากเริ่มติดผลถึงผลแก่ใช้เวลาประมาณ 9-12 เดือน เมื่อผลแก่เต็มที่ ผลจะแตกทำให้เมล็ดหล่นลงดินได้

6.เมล็ด มีรูปร่างกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.8-1.6 เซนติเมตร มีใบเลี้ยง 2 ใบ อวบหนามีน้ำมันมากลักษณะหุ้มต้นอ่อนไว้ ผนังเมล็ดแข็งหนาเชื่อมติดกับเปลือกหุ้มเมล็ด (testa) ซึ่งมีลักษณะบางเหนียว เมล็ดจะสามารถงอกได้ใน 2-3 อาทิตย์ ต้นอ่อนตั้งตรง ในผล 1 กิโลกรัม จะมีเมล็ดชา 400-600 เมล็ด

ชนิดของชา

1. ชาดำ การผลิตชาดำทำได้โดยการนำใบชามาทำให้แห้งโดยการรีดน้ำที่หล่อเลี้ยงให้ใบชาชุ่มชื้นออกมาเพื่อทำให้ใบชาเหี่ยวและอ่อนลีบ โดยใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น 16 ชั่วโมงหลังจากนั้นจึงนำใบชาที่แห้งแล้วนั้นมากลิ้งด้วยลูกกลิ้ง บดและฉีกต่อจากนั้นจึงนำไปหมัก ซึ่งหลังจากกระบวนการหมักทั้งสิ้นแล้วจะได้ใบชาที่แห้งสนิท

2. ชาอู่หลง การผลิตชาอูหลง ผ่านกระบวนการผลิตด้วยการหมักแต่เพียงครึ่งหนึ่งจึงทำให้รสชาติและสรรพคุณอยู่ระหว่างชาดำและชาเขียวกระบวนการผลิตชาอู่หลงเริ่มจากนำใบชามาทำให้แห้งลีบโดยใช้เวลาทั้งสิ้น 6ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปกลิ้งด้วยลูกกลิ้ง ฉีกและหมักด้วยระยะเวลาสั้น ๆ ซึ่งในชาอู่หลงใบชาอู่หลงมีสารสำคัญ 2 ชนิด

- คาเฟอีน (caffein) ซึ่งมีอยู่ในชาอู่หลงประมาณร้อยละ 2.5 โดยน้ำหนักซึ่งสารชนิดนี้เองที่ทำให้น้ำชาสามารถกระตุ้น ให้สมองสดชื่น แจ่มใส หายง่วงเนื่องจากกาเฟอีนมีฤทธิ์กระตุ้นประสาท เพิ่มการเผาผลาญเพิ่มการทำงานของหัวใจและไต ผู้ป่วยโรคหัวใจก็ไม่ควรดื่มชาเนื่องจากกาเฟอีนมีคุณสมบัติในการกระตุ้นประสาทและบีบหัวใจ

- แทนนิน หรือ ฝาดชา (tea tannin) พบในใบชาแห้งประมาณร้อยละ 20-30 โดยน้ำหนัก เป็นสารที่มีรสฝาดที่ใช้บรรเทาอาการท้องเสียได้ ดังนั้นหากต้องการดื่มชาอู่หลงให้ได้รสชาติที่ดีจึงไม่ควรทิ้งใบชาค้างไว้ ในกานานเกินไป เพราะแทนนินจะละลายออกมามากทำให้ชาอู่หลงมีรสขม แต่ถ้าหากดื่มชาอู่หลงเพื่อจุดประสงค์ในการบรรเทาอาการท้องเสียก็ควรต้มใบชานานๆเพื่อให้มีปริมาณแทนนินออกมามากแทนนินยังช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อหัวใจและขยายผนังหลอดเลือด จึงทำให้ชาอู่หลงเหมาะสำหรับผู้ที่มีความดันโลหิตสูงด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าสารแคซิทิน (catecihns) ซึ่งเป็นสารแทนนินชนิดหนึ่งในชาอู่หลงมีฤทธิ์เป็นสารต้านการเกิดมะเร็ง ฉะนั้นควรป้องกันมะเร็งด้วยการดื่มชาอู่หลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวน ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ชาผู่เอ๋อ ชาผู่เอ๋อเป็นชื่อของชนิดชาจีนที่ราคาแพงมากๆชาชนิดนี้มาจากมลฑลยูนาน

4. ชามะลิ เป็นชาที่นำชาเขียว (หรืออาจเป็นชาอื่นๆ) มาใส่ดอกมะลิที่รีดน้ำและกลิ้งแล้วใส่ลงไป ปกติถ้าเป็นชาที่คุณภาพต่ำ จะไม่ใช้มะลิแท้ๆมาทำเพียงแค่แต่งกลิ่นประกอบเพิ่มเท่านั้น ส่วนชามะลิแท้ๆจะใส่มะลิอบแห้งไปด้วย ทำให้ได้รส และกลิ่นมะลิเต็มตัวทำให้ราคาของชามะลิแท้จะค่อนข้างแพง

5. ชาทิกวนอิม เป็นชาจีนที่มีชื่อเสียงที่คนไทยรู้จักดีพอๆกับชามะลิที่มาของชาชนิดนี้มีสองตำนานดังนี้ตำนานแรกเป็นชาที่เจ้าแม่กวนอิมประทานให้กับชายยากจนคนหนึ่งที่ชื่อนายเว่ยเพราะพระองค์ทอดพระเนตรเห็นเขาได้ทำความดีโดยการช่วยดูแลศาลเจ้าร้างแห่งหนึ่งที่มีรูปหล่อขององค์กวนอิมซึ่งทำด้วยโลหะประดิษฐานอยู่ศาลเจ้านี้ตั้งในเมืองอานซี มณฑลฟูเจี้ยน(ฮกเกี้ยน)เขาทำไปเพื่อถวายเป็นโพธิสัตวบูชาแต่เนื่องจากขาดเงินทุนทรัพย์ที่จะทำให้ดีกว่านี้ดังนั้นพระองค์จึงประทานชาคุณภาพให้เพื่อนำไปขายเป็นทุนบูรณะศาลเจ้าร้างแห่งนั้น ส่วนตำนานที่สองนั้นมีดังนี้มันเกิดจากการค้นพบโดยบังเอิญจากชายคนหนึ่งนามว่านายหวางที่ไปเกิดเจอชาชนิดนี้แถวๆใต้ก้อนหินที่เป็นรูปพระโพธิสัตว์กวนอิม ในเมืองซีผิงเลยลองนำไปขยายพันธุ์ดูพอขยายพันธุ์ได้ระยะหนึ่งจึงลองนำไปถวายให้ฮ่องเต่เฉียนหลง พระองค์โปรดมากจึงสอบถามที่มา จึงพระราชทานชื่อตามที่มา ชาทิกวนอิมมีหลากหลายชนิด

6. ชาเขียว การผลิตชาเขียว ทำโดยนำใบชามาอบไอน้ำหลังจากนั้นจึงนำไปกลิ้งด้วยลูกกลิ้งและทำให้แห้งอย่างรวดเร็วด้วยวิธีการดังกล่าว จึงทำให้ใบชายังคงมีสีเขียวจากกระบวนการผลิตที่ง่ายและน้อยขั้นตอนทำให้ชาเขียวยังคงมีสารในพืชที่มีประโยชน์หลงเหลืออยู่มากกว่าชาชนิดอื่น ๆ

มีการทำผลิตภัณฑ์ชาหลากหลายชนิดในยุคปัจจุบัน เช่น ชาเย็นพร้อมดื่ม และ ผสมส่วนผสมอย่างอื่นเพื่อแต่งกลิ่นและรส เช่นเนสทีชาโออิชิ

ประโยชน์และโทษของชา

1. ชาร้อนๆจะทำให้สารที่เป็นประโยชน์ คือ “คาเทคชินส์” ถูกความร้อนทำลายไปเกือบหมด คงเหลือแต่ความหอมและรสชาติถ้าต้องการให้ได้ประโยชน์ต่อสุขภาพและยังนิยมชาร้อนๆ ควรดื่มน้ำชาที่เข้มข้น

2. ชาเขียวหรือสารสกัดจากใบชาสดหากนำมาเตรียมเป็นเครื่องดื่มแช่เย็นความเย็นจะช่วยรักษาคุณค่าของสารสำคัญในใบชาไว้ได้ดีแต่หากผ่านการทำให้ร้อนปริมาณสำคัญในน้ำชาก็จะถูกทำลายเช่นกัน

3. ชาร้อน หรือชาเย็นไม่ควรแต่งรสด้วยนมทุกชนิด เพราะโปรตีนในนมจะไปจับกับสารสำคัญในชา และทำลายประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ผู้รับประทานวิตามินเสริมเช่น ธาตุเหล็ก เกลือแร่ หรือยาที่คล้ายคลึงกันควรหลีกเลี่ยงการดื่มน้ำชาร่วมไปด้วยเพราะสารสำคัญจากใบชาจะไปตกตะกอนธาตุเหล็กหรือเกลือแร่ไม่ให้ถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย

5. โทษของการดื่มชาต่อร่างกายก็มีเช่นกันโดยเฉพาะอย่างยิ่งสารสำคัญคือ “แทนนิน” จะไปตกตะกอนโปรตีนและแร่ธาตุต่างๆจากอาหารที่รับประทาน ทำให้ลดการดูดซึมของสารอาหารที่มีคุณค่าต่อร่างกายจึงมีคำแนะนำไม่ให้เด็กดื่มน้ำชาไม่ว่าจะเป็นชาเขียวแช่เย็นหรือชาร้อนเพราะจะทำให้ขาดสารอาหาร

6. ใบชายังมีองค์ประกอบที่ให้โทษต่อร่างกายที่ยังไม่ค่อยมีคนกล่าวถึงคือ มีฟลูออไรด์ในปริมาณค่อนข้างสูง ทำให้เกิดการสะสม มีผลให้ไตวายเกิดมะเร็งลำไส้ โรคกระดูกพรุน โรคข้อและอื่นๆ ที่เกี่ยวกับกระดูกแต่ถ้าดื่มไม่มากก็ไม่ต้องกังวล

7. ใบชามีสารที่ชื่อว่า “ออกซาเลท” แม้จะมีอยู่น้อย แต่หากดื่มชามากๆ และดื่มบ่อยๆ เป็นประจำ สารนี้จะสะสมในร่างกาย เป็นอันตรายต่อไต

8. ใบชามีสารกาเฟอีนสูงอาจสูงกว่ากาแฟด้วยซ้ำ เพียงแต่การดื่มน้ำชาสารแทนนินจากชาจะป้องกันหรือลดการดูดซึมของกาเฟอีนเข้าสู่ร่างกายทำให้ฤทธิ์การกระตุ้นหัวใจและสมองน้อยกว่ากาแฟมาก เพราะฉะนั้น เราจึงควรดื่มชาในปริมาณพอดีๆ

มีอะไรอยู่ในใบชา

ชาเป็นเครื่องดื่มที่มีมายาวนานหลายพันปี และแพร่หลายไปทั่วโลกในรอบหลายปีที่ผ่านมา ชาถูกโจมตีว่าเป็นเครื่องดื่มที่มีอันตรายต่อสุขภาพแต่จากการวิจัยที่มีอยู่มากมายกลับชี้ให้เห็นว่าการดื่มชามีประโยชน์ต่อสุขภาพอย่างมากมายชาเป็นพืชใบเขียว การวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าชามีองค์ประกอบทางอินทรีย์ (Organic Matter) อยู่ไม่น้อยไปกว่า 450 ชนิด และทั้งยังพบสารอนินทรีย์ (Inorganic Matter) ไม่น้อยกว่า 15 ชนิดสารเคมีพื้นฐานในชามีน้ำมันที่จำเป็น (Essential Oils) คาเฟอีนและโพลีฟีนอล (คนมักเข้าใจว่าเป็นแทนนิน) น้ำมันหอมระเหยจะให้กลิ่นหอมของชา คาเฟอีนกระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง และสารพวกโพลีฟีนอลจะต่อต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant)และมีคุณสมบัติต่อต้านเชื้อโรค สารที่มีอยู่ในชาที่มีผลดีต่อคุณภาพนั้นก็ได้แก่วิตามิน (Vitamin) กรดอะมิโน (Amino acid) และสารแอนตีออกซิเดนต์(Antioxidant)ต่างๆซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.วิตามิน A-แคโรทีน ในใบชามีสารแคโรทีนอยู่หลายชนิด โดยมีเบต้าแคโรทีนอยู่มากที่สุดถึง 22 mg% แคโรทีนชนิดนี้จะเปลี่ยนเป็นวิตามิน A ซึ่งร่างกายสามารถดูดซึมไปใช้งานได้ในชามีสารตัวนี้อยู่มากกว่าแครอทและมะเขือเทศด้วยซ้ำชาแต่ละชนิดจะมีแคโรทีนมากน้อยแตกต่างกันไป แคโรทีนเป็นสารแอนตีออกซิเดนต์ที่รุ่นแรง สามารถกำจัดสารอนุมูลอิสระได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งช่วยป้องกันมะเร็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิตามิน B1-ไทอามีน วิตามินชนิดนี้จำเป็นสำหรับขบวนการเผาผลาญน้ำตาลชาวเอเชียส่วนใหญ่ได้รับสารนี้จากข้าวซึ่งเป็นอาหารหลักในชาก็มีสารนี้อยู่อย่างอุดมในปริมาณสูง ตั้งแต่ 100- 600 ไมโครกรัม (ต่อใบชา 100 กรัม)ประโยชน์ต่อร่างกายคือช่วยฟื้นฟูร่างกายจากความเหนื่อยล้าได้เป็นอย่างดีนี่เป็นสาเหตุว่าทำไมดื่มชาแล้วจึงมีความสดชื่น

3.วิตามิน B2-ไรโบฟลาวีนวิตามินชนิดนี้จำเป็นสำหรับการสร้างเม็ดเลือดแดงและขบวนการแอนติบอดี (ต่อต้านสิ่งแปลกปลอม) การหายใจและการเติบโตของเซลล์วิตามินนี้ยังช่วยให้เนื้อเยื่อของร่างกายเช่น ผิวหนัง ผม และเล็บให้สามารถใช้ออกซิเจนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ใบชามีสารนี้อยู่ระหว่าง 800-1400 ไมโครกรัม (ต่อใบชา 100 กรัม) ดังนั้นการดื่มชาจึงช่วยให้ผิวพรรรณสดชื่นป้องกันผิวเหี่ยวย่นและป้องกันเชื้อโรคได้อย่างดี

4. วิตามิน B3-ไนอาซีน วิตามินชนิดนี้มีความจำเป็นสำหรับการปลดปล่อยพลังงานจากคาร์โบไฮเดรตและไขมัน ขบวนการเมตาบอลิซึ่มของโปรตีน การสร้างฮอร์โมนหลายชนิดและช่วยสร้างเม็ดเลือดแดงมันยังช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดซึ่งจะช่วยควบคุมเบาหวานชามีไนอาซีนในปริมาณสูงระหว่าง 400-600 ไมโครกรัม (ต่อใบชา 100 กรัม)

5.วิตามิน C วิตามิน C มีความจำเป็นต่อการสร้างคอลลาเจนซึ่งเป็นสารที่ยึดเหนี่ยวเซลล์ในชาเขียวจะมีวิตามิน C มาก (250 มิลลิกรัมต่อใบชา 100 กรัม)แต่ชาดำและชาอูหลงกลับไม่ค่อยมีวิตามิน C ทั้งนี้เป็นเพราะขบวนการหมักทำให้วิตามิน C สลายไป วิตามิน C ช่วยกำจัดสารอนุมูลอิสระซึ่งเป็นต้นเหตุของมะเร็งและความชรา วิตามิน C ยังมีฤทธิ์ต่อต้านไวรัสและแบคทีเรียซึ่งช่วยป้องกันหวัดได้เป็นอย่างดีส่วนคอลลาเจนช่วยรักษาผิวพรรณให้สดใส

6. วิตามิน E-โทโคเฟอรอลวิตามินชนิดนี้เป็นแอนตีออกซิเดนต์ด้วยเช่นกัน ชามีวิตามิน E ในปริมาณ 20-70 มิลลิกรัม (ต่อใบชา 100 กรัม) วิตามิน E ช่วยกำจัดสารอนุมูลอิสระในไขมันป้องกันความชรานอกจากนั้นยังมีส่วนสำคัญในการป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจและมะเร็ง

7.วิตามิน F-ฟลูออรีน ฟลูออรีนมีมากในพืชสกุล Camellia ทุกชนิด ซึ่งชามีฟลูออรีนมากถึง 40-1900 ส่วนต่อล้านส่วน (ppm) ใบแก่จะมีฟลูออรีนมากกว่าหน่ออ่อนฟลูออรีนช่วยเคลือบผิวของฟันซึ่งป้องกันเชื้อโรคได้และช่วยป้องกันฟันผุการดื่มชาช่วยรักษาสุขภาพของปาก ทำให้ฟันแข็งแรง ดับกลิ่นปาก

8.วิตามิน P – ฟลาโวนอล ฟลาโวนอลช่วยเพิ่มความแข็งแรงของผนังหลอดเลือดซึ่งช่วยต่อสู้กับภาวะความดันโลหิตสูง ซึ่งในชามีวิตามิน P ในปริมาณสูงถึง 340 - 415มิลลิกรัม (ต่อใบชา 100 กรัม) ชาจึงช่วยป้องกันโรคที่เกี่ยวกับหลอดเลือด เช่น โรคหัวใจบางชนิด อัมพาตและอื่นๆ

9.วิตามิน U วิตามินชนิดนี้จะสร้างกลิ่นที่ประหลาดคล้ายๆกับสาหร่ายอบแห้งชาจะมีปริมาณสารนี้ 10 - 25 มิลลิกรัม (ต่อใบชา 100 กรัม)ประโยชน์ของมันคือช่วยต่อสู้กับอาการกระเพาะอักเสบมันจะถูกใช้เป็นส่วนผสมหลักในยารักษาระบบย่อยอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.กรดอะมิโน - ทีอานีน (Theanine - Caffeine Counteraction) มีกรดอะมิโนมากกว่า 20 ชนิดที่อยู่ในชา มากกว่า 60% ของกรดอะมิโนจะประกอบด้วยทีอานีน ซึ่งจะมีอยู่ในเฉพาะชาเขียว ทั้งนี้เพราะขบวนการผลิตชาเขียวที่ใช้ไอน้ำอบจะไม่ทำลายสารที่มีคุณค่าเหล่านี้ทีอานีนมีโครงสร้างคล้ายกับกลูตามีนและสร้างรสชาติที่ดีและให้ความหวานแก่ชาเขียว

11.กรดอะมิโนบิวไทริกกรดอะมิโนบิวไทริก (GABA) จะถูกสร้างถ้าในขบวนการผลิตใบชานั้นจะถูกปล่อยไม่ให้โดนออกซิเจนขบวนการผลิตชาดิบทั่วไปจะสร้าง GABA ซึ่งมีฤทธิ์ระงับอาการความดันเลือดสูง

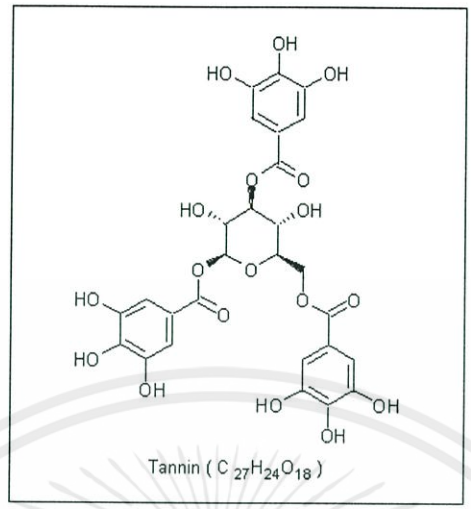
12. คาเทชินคาเทชินเป็นสารประเภทแทนนินชนิดฟลาโวนอลที่มีอยู่มากโดยเฉพาะในชาเขียว (สำหรับชาดำสารตัวนี้จะลดลงเนื่องจากการออกซิไดซ์ในการตากและหมัก)คาเทชินมีฤทธิ์ป้องกันแบคทีเรียและไวรัสโดยป้องกันไม่ให้เชื้อโรคเกาะผนังเซลล์ติดคาเทชินยังสามารถทำลายพิษที่แบคทีเรียสร้างขึ้นและยังกำจัดพวกโลหะหนักที่มีพิษเช่นตะกั่ว ปรอท โครเมียน แคดเมียมได้

13. คาเฟอีนคาเฟอีน (caffeine) เป็นสารแซนทีนอัลคาลอยด์ซึ่งสามารถพบได้ในอาหารหลายชนิดได้แก่เมล็ดกาแฟชาโคล่า คาเฟอีนถือว่าเป็นยากำจัดศัตรูพืชโดยธรรมชาติ เพราะมันออกฤทธิ์ทำให้อัมพาตและสามารถฆ่าแมลงบางชนิดได้ คาเฟอีนยังมีฤทธิ์กระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้ร่างกายเกิดความตื่นตัวและลดความง่วงได้ เครื่องดื่มหลายชนิดมีคาเฟอีนเป็นส่วนผสม เช่นในกาแฟน้ำชาน้ำอัดลมรวมทั้งเครื่องดื่มชูกำลังด้วยเหตุนี้จึงทำให้คาเฟอีนเป็นสารกระตุ้นประสาทที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในโลกใน ชา 1 ถ้วย จะมีคาเฟอีนอยู่ประมาณ 10-50 มิลลิกรัมและในน้ำชายังมีสารที่อยู่ในกลุ่มเดียวกับคาเฟอีนชนิดอื่นๆที่ช่วยในการขับปัสสาวะ โดยไปกระตุ้นให้ไตขับน้ำปัสสาวะมากขึ้นและยังช่วยขยายหลอดลมอีกด้วย

14. แทนนินพบในใบชาแห้งประมาณร้อยละ 20-30 โดยน้ำหนัก เป็นสารที่มีรสฝาดที่ใช้บรรเทาอาการท้องเสียได้ ดังนั้นหากต้องการดื่มชาอู่หลงให้ได้รสชาติที่ดีจึงไม่ควรทิ้งใบชาค้างไว้ในกานานเกินไป เพราะแทนนินจะละลายออกมามากทำให้ชาอู่หลงมีรสขมแต่ถ้าหากดื่มชาอู่หลงเพื่อจุดประสงค์ในการบรรเทาอาการท้องเสียก็ควรต้มใบชานานๆเพื่อให้มีปริมาณแทนนินออกมามากแทนนินยังช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อหัวใจและขยายผนังหลอดเลือด จึงทำให้ชาอู่หลงเหมาะสำหรับผู้ที่มีความดันโลหิตสูงด้วย นอกจากนี้ยังพบว่า สารแคซิทิน (catecihns) ซึ่งเป็นสารแทนนินชนิดหนึ่งในชาอู่หลงมีฤทธิ์เป็นสารต้านการเกิดมะเร็ง ฉะนั้นควรป้องกันมะเร็งด้วยการดื่มชาอู่หลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 แทนนิน [5]



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของแทนนิน [5]

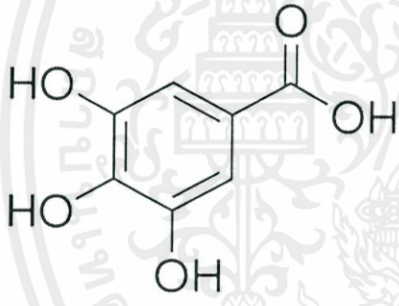
คุณสมบัติทั่วไป

แทนนิน (tannin, tannic acid) มีโครงสร้างดังรูปที่ 2.2 เป็นพอลิฟีนอล (polyphenol) ที่มีโมเลกุลใหญ่ และโครงสร้างซับซ้อน เป็นกรดอ่อน มีจำหน่ายเป็นการค้าในรูปของ กรดแทนนิค (tannic acid)แทนนินเป็นสารให้ความฝาด (astringency) และรสขม (bitter) พบได้ในพืชหลายชนิด เช่น ใบชา ใบฝรั่ง ใบพลู ใบชุมเห็ด ผลไม้ดิบ เช่น กล้วยดิบ ในเปลือก และเมล็ดของผลไม้ เช่น เปลือกมังคุด องุ่นเม็ดในของมะขาม เปลือกมะพร้าวอ่อนและพบในไวน์แดง แทนนิน มีส่วนสำคัญเป็นสารตั้งต้นในปฏิกริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (enzymetic browning reaction) ของผลไม้มีฤทธิ์เป็นสารกันเสีย (preservative) ยับยังการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ สารแทนนินที่พบ ในชาที่สำคัญคือ catechinชาดำ (black tea)และชาอู่หลง (oolong tea) จะมีปริมาณแทนนินสูงกว่า ชาเขียว (green tea)

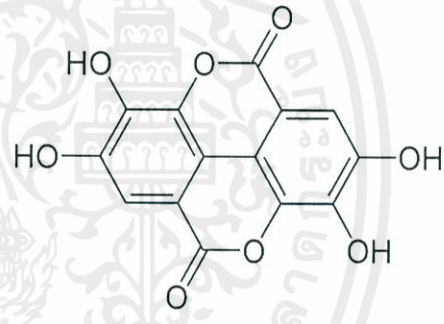
สารแทนนินเป็นสารประกอบจำพวกฟีนอลที่มีความสามารถในการละลายน้ำได้ ประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิลเป็นจำนวนมากขนาดของโมเลกุลมีขนาดใหญ่และเป็นโครงสร้างที่ซับซ้อนน้ำหนักโมเลกุลอยู่ระหว่าง 500–3,000 นอกจากนี้ยังสามารถแสดงคุณสมบัติของการเกิดปฏิกิริยาที่เป็นคุณสมบัติเฉพาะเจาะจงของฟีนอลได้อาทิสามารถตกตะกอนกับโปรตีนประเภทต่างๆเช่นโมเลกุลของเจลลาตินโปรตีนจากหนังสัตว์ไกลโคไซด์อัลคาลอยด์รวมทั้งโมเลกุลขนาดใหญ่เช่นเซลลูโลสและเพคตินเป็นต้นนอกจากนี้สารละลายแทนนินยังมีความสามารถในการตกตะกอนโลหะหนักบางชนิดเช่นเหล็กตะกั่วและสังกะสีได้การเกิดปฏิกิริยาพบว่าเมื่อ hydrolysable tannin ทำปฏิกิริยากับเกลือของ ferric เช่นferric chloride จะให้ตะกอนสีน้ำเงิน-ดำ

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ หรือการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่ควรนำไปใช้

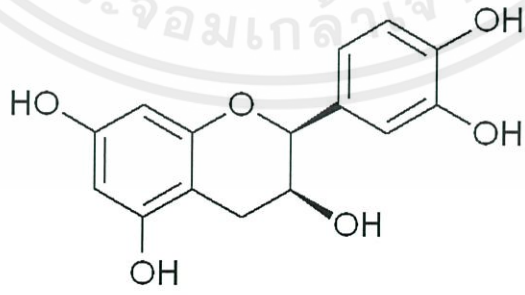
ส่วน condensed tannin จะตกตะกอนสีน้ำตาล-เขียวในอาณาจักรพืชแทนนินเป็นสาร secondary metabolism กลุ่มสารประกอบphenolic สารแทนนินเป็นสารที่พืชสร้างขึ้นในระหว่างที่พืชมีการเจริญเติบโตและเมื่อพืชนั้นอยู่ในภาวะ stress เช่นการติดเชื้อ (infection) การเกิดบาดแผลการได้รับรังสี UV และได้รับฮอร์โมนjasmonic acid เป็นต้นสารแทนนินเป็นสารในกลุ่ม polyphenol ซึ่งสามารถรวมตัวเป็สารประกอบเชิงซ้อนกับสาร macromolecule ชนิดอื่นๆสามารถแบ่งสารแทนนินออกเป็น 2 ชนิดชนิดแรกคือ hydrolysable tannin ซึ่งเป็นโพลีเมอร์ของgallic (ellagic acid) ที่มีหมู่เอสเทอร์เชื่อมกับ sugar เป็นสารที่ถูกย่อย (hydrolysis) ออกเป็นโมเลกุลเล็กๆได้ด้วยกรดหรือ enzyme tannaseสารในกลุ่มนี้มีลักษณะเป็น amorphous มีสีเหลือง-น้ำตาลละลายในน้ำร้อนได้เป็น colloidal dispersions ส่วนกลุ่มที่ 2 คือ condensed tannin (proanthrocyanin) เป็นสารที่ไม่สามารถย่อยได้เมื่อได้รับกรดหรือ enzyme tannaseจะให้สารสีแดงที่ไม่ละลายน้ำ (phlobaphenes) มีหมู่คาร์บอนเชื่อมต่อกันซึ่งสารphlobaphenesเป็นกลุ่มโพลีเมอร์ของ flavonoid (flavan-3-0l) ทั้งนี้คุณสมบัติของ condensed tannins ขึ้นอยู่กับหน่วยโมโนเมอร์ (ตำแหน่งของ hydroxylation และ2, 3-cis- หรือ 2, 3-trans stereochemistry)



Gallic Acid



Ellagic Acid



Catechin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.3 ตัวอย่างสารจำพวกแทนนิน [5]

การแบ่งกลุ่มของสารประกอบแทนนิน

สารประกอบแทนนินมีการกระจายทั่วไปในอาณาจักรพืชเป็นองค์ประกอบของพืชชั้นสูง โดยเฉพาะกลุ่มพืชใบเลี้ยงคู่พบว่าเป็นวงศ์พืชที่มีปริมาณสารประกอบแทนนินค่อนข้างสูง เช่น combretaceae, fagaceae, hamamelidaceae, leguminosae, myrtaceae, polygonaceae, rosaceae, rubiaceae, guttiferae และ salicaceae แต่อาจพบในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวได้บ้างโดยเฉพาะตระกูลปาล์ม สารประกอบกลุ่มนี้พบมากในส่วนของเนื้อไม้เปลือกไม้เปลือกผลและส่วนที่เป็นโครงสร้างพิเศษ เช่น gall นอกจากนี้อาจพบได้ในส่วนของใบผลและฝักซึ่งสารประกอบแทนนินสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆดังนี้

1. True Tannins เป็นกลุ่มที่สามารถทนต่อการสลายตัวต่อปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสมีน้ำหนักโมเลกุล 1,000-3,000 ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มย่อยได้แก่

- Hydrolysable tannins
- Condense tannins

(1.1) Hydrolyzable Tannins เป็นสารประกอบที่ประกอบไปด้วยส่วนโครงสร้าง2 ส่วนใหญ่ๆคือส่วนแรกเป็นส่วนของน้ำตาลโดยส่วนมากพบว่าเป็นน้ำตาลกลูโคสหรืออาจเป็นสารประกอบpolyolsอื่นๆและส่วนที่สองเป็น phenolic acid เช่น gallic acid หรือ hexahydroxy-diphenicacid (HHDP) หรือสารอนุพันธ์ของ HHDP มักอยู่ในรูปออกซิไดซ์พบส่วนที่เป็น phenolic acid มากกว่าส่วนของน้ำตาลหรือpolyolsเชื่อมโยงกันด้วยพันธะเอสเตอร์ที่เรียกว่าdepside linkage ซึ่งพันธะเอสเตอร์นี้สามารถเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซ์ในสภาวะที่มีน้ำและถูกเร่งปฏิกิริยาด้วยกรดเบสหรือเอนไซม์tannaseให้ phenolic acids และน้ำตาลหรือpolyolsเมื่อนำไปกลั่นแบบแห้งสารประกอบ phenolic acid จะเปลี่ยนเป็น pyrogallol ดังนั้น hydrolyzable tannins จึงเรียกอีกอย่างว่า pyrogallol tannins มี free hydroxy group 3 หมู่เมื่อเกิดปฏิกิริยากับสารละลาย ferric chloride จะให้สีน้ำเงินสารประกอบกลุ่ม hydrolysable tannins แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อยดังนี้

- Gallotannins เป็นสารประกอบที่ประกอบด้วยgallic acid เชื่อมต่อกับน้ำตาลกลูโคสด้วยพันธะเอสเตอร์เมื่อ acid hydrolysis เกิดการสลายตัวจะให้สาร 2 ชนิดคือ gallicacid และน้ำตาลกลูโคส

- Ellagitannins ซึ่งเป็นกลุ่มของสารประกอบโพลีฟีนอล (polyphenol) ที่ประกอบไปด้วย hexahydroxydiphenic acid หรือ modified form เช่น dehydrohexahydroxydiphenic acid และ chebulic acid เป็นต้น

(1.2) Condensed Tannins หรือที่เรียกอีกอย่างว่า Proanthocyanidins เป็นกลุ่มของสารประกอบ polyphenols ที่มีความซับซ้อนและสลายตัวด้วยน้ำยากกว่ากลุ่มhydrolyzable tannins โครงสร้าง polyphenols ในกลุ่มนี้เป็นอนุพันธ์ของสารประกอบในกลุ่ม flavonoids พืชที่เป็นแหล่ง

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของ condensed tannins ได้แก่เปลือกอบเชยเปลือกชินโคนาเปลือกหลิวเปลือกโอ๊คเปลือกโกโก้ เปลือกและใบของhamamelis รากkrameria ราก male fern และใบชาสารประกอบกลุ่มนี้เมื่อนำมาต้มกับกรดหรือทำปฏิกิริยากับเอนไซม์จะได้สารประกอบพอร์ลิเมอร์รูปอสัณฐานสีแดงไม่สามารถละลายน้ำเรียกว่า phobaphenes หรือ tannin red จึงเรียกสารกลุ่มนี้ว่า phobatannins เมื่อนำสารประกอบกลุ่มนี้มาทำการกลั่นแบบแห้งจะได้สารประกอบที่เป็น catechol tannins สารประกอบกลุ่มนี้จึงถูกเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า catechol tannins สารในกลุ่ม condensed tannins ประกอบไปด้วย free hydroxy group อยู่ 2 หมู่เมื่อทำปฏิกิริยากับสารละลาย ferric chloride จะให้สีเขียว

2. Pseudotanninsเป็นสารประกอบที่มีขนาดเล็กและมีน้ำหนักโมเลกุลมีขนาดโมเลกุลน้อยกว่า 1,000 เป็นสารตั้งต้นของ true tanninsตัวอย่างเช่นcatechin, chlorogenic acid, gallic acid และ ipecacuanhic acid

คุณสมบัติทางเคมีกายภาพ

สารแทนนินเป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างซับซ้อนไม่สามารถตกผลึกได้เองทำให้ไม่สามารถแยกสารสกัดสารโพลีฟีนอลหลายชนิดที่รวมกันให้บริสุทธิ์ได้โดยการตกผลึกเมื่อเกิดการละลายน้ำจะได้สารละลายคอลลอยด์อัตราการละลายน้ำขึ้นกับความสามารถในการเกิดโพลีเมอร์หรือขนาดของโพลีเมอร์นั่นเอง (degree of polymerization) ละลายได้ในแอลกอฮอล์และอะซิโตนความคงตัวในตัวทำละลายที่เป็นน้ำขึ้นอยู่กับโครงสร้างอย่างที่พบในระหว่างสกัดโดยวิธีการต้มหรือเดี่ยวสารประกอบแทนนินจำพวก geraniin เมื่อเกิดปฏิกิริยาการสลายตัวจะได้เป็นgallic acid, ellagic acid และcorilaginภายใน 30 นาที

นอกจากสารแทนนินจะสามารถในการรวมตัวกับโปรตีนอัลคาลอยด์และช่วยในการตกตะกอนโปรตีนเช่นเจลลาตินและอัลบูมินรวมไปถึงการตกตะกอนกับสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่เช่นแป้งแล้วสารแทนนินยังมีความสามารถในการตกตะกอนโลหะหนักเช่น lead acetate, zinc acetate, potassium dichromate และ ferric chloride ได้อีกด้วย

2.6 ยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี (UV-VIS Spectrophotometer) [6]

หลักการของเครื่องสเปกโทรโฟโตเมทรี

สเปกโทรสโคปี(spectroscopy)เป็นศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับการวัดการดูดกลืน(absorption) หรือการคาย(emission) รังสีแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic radiation) ของสารโดยเฉพาะสารส่วนใหญ่สามารถดูดกลืนคลื่นในช่วงอัลตราไวโอเลต(ultraviolet UV) และช่วงแสงที่มองเห็นได้ (visible) ได้จากสมบัตินี้จึงนำมาใช้เป็นเทคนิควิเคราะห์ที่เรียกว่า ยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรสโคปี (UV-Vis spectroscopy)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

การดูดกลืนแสงหรือรังสีที่อยู่ในช่วงอัตราไวโอเลตและวิสิเบิล ซึ่งอยู่ในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 190 – 800 นาโนเมตร ของสารเคมี สมบัติของสารดังกล่าวนี้ได้นำมาใช้เป็นวิธีวิเคราะห์ทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณอย่างกว้างขวาง เพราะวิธีนี้ให้ความถูกต้องแม่นยำและมีสภาพไว (sensitivity) สูง โดยอาจทำการวิเคราะห์อยู่ในรูปของธาตุหรือโมเลกุลก็ได้ แต่การที่จะพิสูจน์ว่าสารตัวอย่างเป็นสารอะไร มีโครงสร้างอย่างไร จำเป็นต้องใช้เทคนิคอื่นเข้าช่วยเพื่อให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ

เครื่อง UV-Vis spectrophotometer สามารถแบ่งได้เป็น 2 ระบบ คือ แบบลำแสงเดี่ยว และแบบลำแสงคู่ หรับเครื่องแบบ ลำแสงเดี่ยวเป็นเครื่องที่ใช้ลำแสงเดียวจากแหล่งกำเนิดผ่านไปยังตัวอย่าง เครื่องมือนี้ได้รับการออกแบบให้สามารถใช้งานได้ง่ายสะดวก และมีราคาไม่แพงมากนัก สำหรับเครื่องแบบลำแสงคู่นั้น แสงจะถูกแยกออกเป็น 2 ลำ ก่อนที่จะไปตกลงบนตัวอย่าง โดยแสงลำหนึ่งจะใช้เป็นลำแสงอ้างอิงขณะที่อีกลำจะผ่านไปยังตัวอย่าง เครื่องมือที่เป็นแบบลำแสงคู่บางรุ่นจะมีเครื่องตรวจวัด 2 ตัวเพื่อที่จะตรวจวัดแสงอ้างอิงและแสงที่มาจากตัวอย่างได้พร้อมกัน แต่ในบางรุ่นจะมีเครื่องตรวจวัดเพียงตัวเดียว โดยแสงทั้งสองลำจะผ่านตัว beam chopper ซึ่งจะทำหน้าที่กักแสงลำหนึ่งไว้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เครื่องตรวจวัดจึงสามารถตรวจวัดความแตกต่างของแสงทั้งสองลำได้

กฎของเบียร์ และแลมเบิร์ต (Berr and lambert's Law)

กฎของเบียร์แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง และความเข้มข้นของสารละลายโดยบอกว่า ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายจะแปรผันตรงกับความเข้มข้น ดังสมการ

$$A = abc$$

โดยที่ A = ค่าการดูดกลืนแสง

a = แอบซอร์พติวิตี (ลิตรต่อกรัมเซนติเมตร)

b = ความกว้างของเซลล์ (เซนติเมตร)

c = ความเข้มข้น (กรัมต่อลิตร)

และเมื่อสารละลายมีความเข้มข้นเป็นโมลต่อลิตร ค่าการดูดกลืนแสงหาได้จาก

$$A = \varepsilon bc$$

โดยที่ A = ค่าการดูดกลืนแสง

ε = โมลาร์แอบซอร์พติวิตี (ลิตรต่อโมลเซนติเมตร)

b = ความกว้างของเซลล์ (เซนติเมตร)

c = ความเข้มข้น (กรัมต่อลิตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าการดูดกลืนแสงเป็นค่าที่แสดงคุณลักษณะของสารที่ความยาวคลื่นและตัวทำละลายหนึ่งๆ เมื่อเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้นได้กราฟเป็น

เส้นตรงเรียกว่า กราฟมาตรฐาน (Calibration curve) ซึ่งสามารถคำนวณเพื่อหาความเข้มข้นของสารที่ต้องการวิเคราะห์ในสารตัวอย่างได้

การเบี่ยงเบนไปจาก BEER's law

1.การเบี่ยงเบนเนื่องจากความเข้มข้นของสาร BERR's law ใช้ได้ดีกับการวัดสารละลายที่เจือจางเท่านั้น

2.การเบี่ยงเบนเนื่องจากเครื่องมือ

-polychromatic radiation

-stray light

-slit width

3.การเบี่ยงเบนเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

การคำนวณ

1. ค่าแสงที่ส่งผ่าน (Transmittance; T) จะเท่ากับอัตราส่วนของปริมาณลำแสงผ่านทะลุออกมาจากสารละลาย (I) ต่อปริมาณแสงที่ตกกระทบ (I_0)

$$T = I/I_0 \text{ หรือ } \%T = 100T$$

2. ค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance; A) คือ อัตราส่วนของปริมาณลำแสงที่ตกกระทบสารละลาย ต่อปริมาณลำแสงที่ผ่านทะลุออกมาจากสารละลายโดยค่าที่ได้ต้อง take log เข้าไปด้วย

$$\mathbf{A} = \log \frac{I_0}{I}$$

เมื่อ I_0 เป็นความเข้มของแสงเริ่มต้น และ I เป็นความเข้มของแสงที่ปล่อยออกมาค่าการส่งผ่านและค่าการดูดกลืนแสงมีความสัมพันธ์ดังสมการ

$$\%T = \frac{I_0}{I} \times 100$$

และค่าการดูดกลืนแสงมีความสัมพันธ์กับค่าแสงที่ส่งผ่าน ดังสมการ

$$A = -\log T$$

$$A = \log (100/\%T)$$

$$A = 2.000 - \log \%T$$

โดยที่ $A = \log \frac{I_0}{I}$ ขณะที่ $T = \log \frac{I_0}{I}$

ส่วนประกอบของเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer Component)

เครื่องมือที่วัดการดูดกลืนแสงของสารในช่วงความยาวคลื่นอัลตราไวโอเลต และ ช่วงคลื่นที่มองเห็นได้ เรียกว่ายูวี-วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-Vis Spectrophotometer)ในนี้จะอธิบายส่วนประกอบและการทำงานภายในเครื่องมือดังกล่าวโดยจะเน้น เฉพาะอุปกรณ์ที่นิยมใช้ในเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่มีจำหน่ายในปัจจุบัน

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งนี้ต้องได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบหลักของเครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ มีอยู่ 5 ส่วนด้วยกันดังนี้

1. แหล่งกำเนิดแสง (light source)
2. ส่วนเลือกความยาวคลื่น (wavelength selector)
3. ภาชนะใส่สาร (cell หรือ cuvette)
4. ตัวตรวจจับสัญญาณ (detector)
5. ส่วนบันทึกและแปรผลสัญญาณ (recorder and processor)

รูปที่ 2.4 แผนภาพเครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์อย่างง่าย [6]

1. แหล่งกำเนิดแสง (Light source)

แหล่งกำเนิดแสงที่ใช้ในงานทางสเปกโทรโฟโตเมตรีนั้น ควรจะต้องมีลักษณะดังนี้

-จะต้องให้ลำแสง (Beam of radiation) ที่มีกำลังพอที่จะวัดได้ด้วยดีเทคเตอร์

-จะต้องให้การแผ่รังสี (Radiation) ออกมาตลอดเวลาในช่วงความยาวคลื่นที่ต้องการ

-จะต้องให้การแผ่รังสีที่คงที่ตลอดเวลา มิฉะนั้นแล้วผลของการวิเคราะห์จะไม่แม่นยำ

แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1.1 หลอดไฮโดรเจน หรือดิวทีเรียม ให้แสงในช่วงความยาวคลื่น 185-375 nm ซึ่งเกิดจากการคายพลังงานของไฮโดรเจนหรือดิวทีเรียมอะตอมอยู่ในสถานะกระตุ้น ช่องที่แสงจะออกจากหลอดทำจาก ควอร์ตหรือ fused silica ทั้งหลอดไฮโดรเจนและหลอดดิวทีเรียมจะบรรจุด้วยแก๊สนั้นไว้ที่ความกดดันต่ำ (5 มม. ปรอท) และใช้ระบบไฟฟ้าชนิด D.C ขนาด 40 โวลต์เท่านั้น

1.2 หลอดทังสเตน (Tungsten filament lamp) ซึ่งมีลักษณะคล้ายหลอดไฟธรรมดาโดยใช้ใส้หลอดเป็นโลหะทังสเตน เมื่อใช้กระแสไฟฟ้าผ่านเข้าไป ลวดทังสเตนจะถูกเผาให้ร้อนและเปล่งแสงออกมาอยู่ในช่วง 320 – 2500 nm ถ้าใช้อุณหภูมิสูงขึ้น ลักษณะของสเปกตรัมจะเคลื่อนที่ไปทางความยาวคลื่นมากขึ้น แต่อายุของหลอดก็จะสั้นขึ้นเช่นกัน

2. โมโนโครมาเตอร์ (Monochromator)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบนี้ถือเป็นหัวใจของเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์เพราะว่าเป็นส่วนที่ใช้ควบคุมแสงที่ออกมาจากต้นกำเนิดแสงซึ่งเป็นโพลิโครเมติก (คือแสงที่ประกอบด้วยแสงที่มีความ

ยาวคลื่นต่างๆ)ให้เป็นแสงโมโนโครมาติกซึ่งเป็นแถบแสงแคบๆ โดยทั่วไปแล้วโมโนโครมาเตอร์ประกอบไปด้วย

-ช่องที่ปล่อยแสงให้เข้า (Entrance Slit) เพื่อให้แสงที่เข้ามาแรงพอที่จะผ่านออกไปยังสารตัวอย่างโดยคิดต่อพื้นที่ที่แสงผ่าน ดังนั้นความกว้างของสลิทจึงมีความสำคัญ

-กระจกและเลนส์ (Mirror and Lens) เพื่อใช้ทำให้แสงเกิดการสะท้อนไปมาในเครื่อง บางครั้งทำให้แสงเกิดการรวมกัน ทั้งนี้เพื่อช่วยในการลดขนาดของเครื่องสเปกโทนโฟโตมิเตอร์ให้เล็กลงและบางครั้งทำให้แสงกลายเป็นแสงขนาน

-ส่วนที่ทำให้แสงกระจายออกเป็นความยาวคลื่นต่างกันเพื่อให้เหมาะแก่การเลือกใช้หรืออาจเป็นส่วนที่ตัดแสงบางช่วงออกไปให้เหลือเฉพาะช่วงคลื่นแสงที่ต้องการ อุปกรณ์ส่วนนี้อาจประกอบด้วย

2.1 ฟิลเตอร์ (Filters) จัดว่าเป็นโมโนโครมาเตอร์ที่ง่ายที่สุดซึ่งอาจประกอบด้วยกระจกสีต่างๆทำเป็นแผ่นกลม ฟิลเตอร์ชนิดนี้จะให้ความกว้างของแถบคลื่นแสงขนาด 25 nm หรือมากกว่า นี้ฟิลเตอร์ที่ใช้กันอีกชนิดเรียกว่า อินเทอร์เฟอเรนซ์ฟิลเตอร์ ซึ่งเป็นฟิลเตอร์ที่ฉาบด้วยสารที่มีค่าดรรชนีหักเหต่ำและเป็นพวกอิเล็กทรอนิค เช่น แมกนีเซียมฟลูออไรด์ แล้วฉาบด้วยเงินบางๆเพื่อให้แสงผ่านออกมาที่ความยาวคลื่นต่างๆกันตามความยาวของแผ่นประมาณ 50% เท่านั้น และความกว้างของแถบคลื่นแสงประมาณ 10 nm

2.2 เกรตติง (Grating)ในเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ สมัยใหม่นี้ล้วนใช้เกรตติงเป็นส่วนกระจายแสงทั้งสิ้น เกรตติงที่มีใช้กันอยู่มี 2 แบบ คือ

2.2.1. ทรานสมิทชันเกรตติง (transmission grating) ทำด้วยวัสดุโปร่งใสเพื่อให้แสงผ่านได้ เป็นกระจกแล้วนำมาขีดเป็นร่องขนานกัน จำนวนร่องเป็นมิลลิเมตรมีมากน้อยได้แตกต่างกัน เกรตติงชนิดนี้ปัจจุบันไม่นิยมใช้แล้ว

2.2.2. รีเฟรกชันเกรตติง (reflection grating) หรือเกรตติงแบบสะท้อน เป็นเกรตติงที่ใช้การสะท้อนแสง ดังนั้นผิวหน้าของร่องวัสดุจะต้องเรียบและสะท้อนแสงได้

3. ส่วนที่วางสารตัวอย่างเพื่อวัด (Cell compartment)

เซลล์บรรจุสารตัวอย่าง บางครั้งเรียกว่า คิวเวทท์ (Cuvettes) มีด้วยกันหลายแบบ ที่นิยมใช้มีดังนี้

3.1 เซลล์ที่ทำด้วยแก้วธรรมดา จะใช้ได้เฉพาะในช่วงวิสิเบิล ซึ่งไม่สามารถใช้ในช่วงยูวีได้ เนื่องจากเนื้อแก้วธรรมดาดูดกลืนแสงในช่วงยูวีได้

3.2 เซงที่ทำด้วยซิลิกา (Silica) และควอตซ์ (Quartz) ใช้ได้ทั้งในช่วงยูวีและวิสิเบิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ตัวตรวจจับสัญญาณ (detector)

เครื่องตรวจจับสัญญาณที่ดีต้องมีสภาพไวสูงคือแม้ปริมาณแสงจะเปลี่ยนไปเล็กน้อยก็สามารถตรวจจับสัญญาณความแตกต่างได้ ปัจจุบันเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ส่วนใหญ่ นิยมใช้ตัวตรวจจับสัญญาณ 2 ชนิดคือ

4.1.หลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ (Photomultiplier tube; PMT) หลอด PMT ประกอบไปด้วยแคโทด (cathode) ที่ฉาบผิดด้วยสารที่สามารถให้อิเล็กตรอนได้เมื่อถูกแสงจำนวน 9 ชุดเรียกว่าไดโนด (dynode)แต่ละไดโนดจะมีศักย์ไฟฟ้าสูงขึ้นเรื่อยๆเมื่อแสงตกกระทบกับไดโนดตัวที่หนึ่ง สารที่ฉาบผิวจะเกิดอิเล็กตรอนขึ้นแล้ววิ่งไปกระทบไดโนดตัวที่สอง สาม สี่ จนครบทั้งเก้าตัว ดังนั้นปริมาณอิเล็กตรอนจะเพิ่มขึ้นถึง 10^6-10^7 เท่า แล้วจึงชนแอโนดให้กระแสไฟฟ้าออกมาเข้าเครื่องขยายสัญญาณต่อไป

4.2. หลอดโฟโตไดโอดอาร์เรย์ (Photodiode arrays ; PDA) ตัวตรวจสัญญาณชนิดนี้สามารถจับสัญญาณได้ครอบคลุมทั้งสเปกตรัมโดยใช้ไดโอดนี้ มาเรียงต่อกันเป็นแถว ซึ่งสามารถวัดครอบคลุมสเปกตรัมได้ตั้งแต่ 200-1000 nm ตัวตรวจจับสัญญาณนี้ประกอบไปด้วยโฟโตไดโอดและตัวเก็บประจุ (capacitor) ประมาณ 200–4000 ตัวเรียงต่อกันเป็นแถว หลักการเริ่มต้นด้วยการให้ประจุผ่านผิวหน้าไดโอด ซึ่งไดโอดก็จะเก็บประจุไว้ที่ตัวเก็บประจุ ทำให้ต้องใส่ประจุเพิ่มเข้าไปใหม่ซึ่งเป็นช่วงของการสแกนแต่ละครั้งนั้นเอง ปริมาณของประจุที่ต้องใส่เข้าไปใหม่ จะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความเข้มแสงที่วัดได้ของแต่ละไดโอด ดังนั้นจากการวัดปริมาณแสงที่แตกต่างกันตลอดช่วงความยาวคลื่นจะได้เป็นสเปกตรัมการดูดกลืนของสารนั้นออกมา

เครื่องวัดแสงที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. มีสภาพไวสูง คือ แม้กำลังของแสงจะเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยก็สามารถตรวจวัดได้
2. การตอบรับแสงเป็นแบบสภาพเชิงเส้น คือ ถ้าแสงตกกระทบมีมากก็วัดได้มาก แสงตกกระทบน้อยก็วัดได้น้อย
3. ระดับของสัญญาณรบกวนจะต้องมีน้อย
4. การตอบสนองต่อแสงขึ้นอยู่กับความถี่หรือความยาวคลื่นของแสง
5. เครื่องจะต้องมีความเสถียรภาพดี ค่าที่วัดได้ไม่ควรแปรปรวนมาก
6. ขนาดไม่ควรจะใหญ่เกินไป
7. ราคาถูก

5. เครื่องขยาย-แยกสัญญาณและประมวลผล (Signal Processors and Data Read Out)

สัญญาณที่ได้จากเครื่องวัดจะนำไปเข้ากระบวนการของระบบอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ขยายสัญญาณให้มากขึ้น หรืออาจเปลี่ยนสัญญาณ D.C เป็น A.C และ A.C เป็น D.C อาจมีการกรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น...

สัญญาณที่ไม่ต้องการออกไป หรือนำสัญญาณที่ได้ไปแยกออกจากนั้นสัญญาณที่ได้ซึ่งเป็นผลของการวิเคราะห์จึงได้เสนอออกมามีหลายรูปแบบ โดยต่อเข้ากับ

- มิเตอร์ มีสเกลอ่านทั้งที่เป็น linear scale และ logarithm scale บอกค่า absorbance และ %transmittance

- ดิจิตัลมิเตอร์ (digital meter) โดยเสนอค่าที่วัดได้ออกมาเป็นตัวเลข บอกค่า absorbance หรือ concentration

- เครื่องบันทึกเรคคอร์ตเดอร์หรือพริ้นเตอร์ ซึ่งสามารถเขียนสเปกตรัม พิมพข้อมูลที่ต้องการได้หรือเขียนกราฟก็ได้

เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องที่สามารถควบคุมการทำงานต่างๆของเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ใช้ในการคำนวฯผลการทดลอง พิมพ์ข้อมูลและผลการทดลองทั้งหมดได้ตลอดจนชี้สาเหตุของการขัดข้องได้ด้วย

รูปแบบของเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Types of Spectrophotometer)

1. สเปกโตรโฟโตมิเตอร์แบบลำแสงเดี่ยว (Single Beam Spectrophotometer)

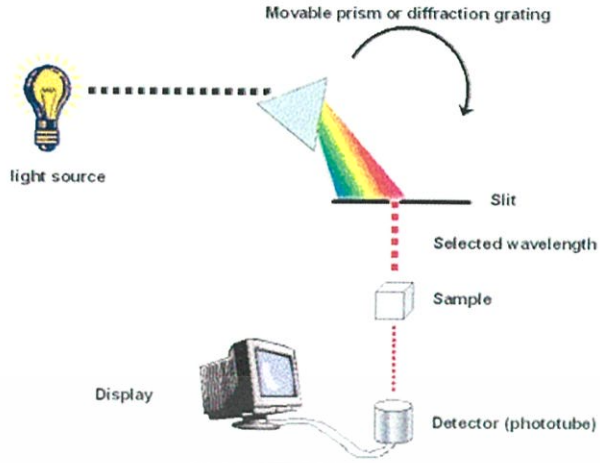
หลักการของสเปกโตรโฟโตมิเตอร์แบบลำแสงเดี่ยวนั้น เมื่อแสงออกจากแหล่งกำเนิดแสงแล้ว จะผ่านโมโนโครมาเตอร์ที่เป็นเกรตติง และสารตัวอย่างตามลำดับ แล้วจึงเข้าสู่ตัวตรวจจับสัญญาณ ตลอดเส้นทางของลำแสงนี้มีลำแสงเดียว จึงเรียก สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ประเภทนี้ว่าแบบลำแสงเดี่ยว เนื่องจากสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ประเภทนี้ใช้ลำแสงเพียงลำเดียวผ่านจากโมโนโครมาเตอร์ไปสู่สารละลายที่ต้องการวัดและเข้าสู่ตัวตรวจจับสัญญาณเลยดังนั้นการวัดจึงต้องวัด2ครั้งดังนี้

- ครั้งแรกเซลล์บรรจุแบลงค์ (blank) ซึ่งเป็นตัวทำละลายของตัวอย่างที่เราต้องการวัด เมื่อลำแสงผ่านเซลล์ ปรับเครื่องให้อยู่ในตำแหน่ง “ศูนย์” (set zero)

- ส่วนหลังบรรจุสารละลายที่ต้องการวัด (sample)แล้วจึงให้ลำแสงผ่านเซลล์ ความแตกต่างระหว่างการดูดกลืนแสงของทั้ง 2 ครั้งจะปรากฏบนหน้าปัดมิเตอร์ จากนั้นก็สามารถวัดตัวอย่างที่ความเข้มข้นอื่นๆ ต่อไปได้เลย โดยไม่ต้องกลับไปวัดแบลงค์อีก

- การเปลี่ยนความยาวคลื่น จะต้องวัดแบลงค์ใหม่ทุกครั้ง

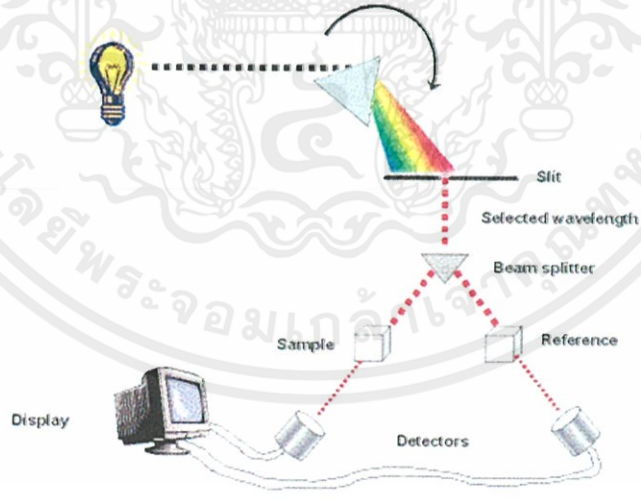
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 สเปกโตรโฟโตมิเตอร์แบบลำแสงเดี่ยว [6]

2. สเปกโตรโฟโตมิเตอร์แบบลำแสงคู่ (Double Beam Spectrophotometer)

สำหรับสเปกโตรโฟโตมิเตอร์แบบลำแสงคู่ เมื่อลำแสงจากแหล่งกำเนิดแสงออกจากช่องแสงออก (exit slit) แล้ว ลำแสงจะไปสู่อุปกรณ์ตัดลำแสง (beam chopper) ซึ่งจะทำหน้าที่สะท้อนลำแสงไปผ่านสารตัวอย่าง (sample) ในขณะต่อมาจะสะท้อนลำแสงไปผ่านสารอ้างอิง (reference) ซึ่งก็คือแบลค์นั่นเอง โดยที่ลำแสงทั้งสองนี้ไปตกกระทบบนตัวตรวจจับสัญญาณ ความแตกต่างของความเข้มแสงหลังจากผ่านสารตัวอย่างหรือสารอ้างอิงจะกลายเป็นค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง



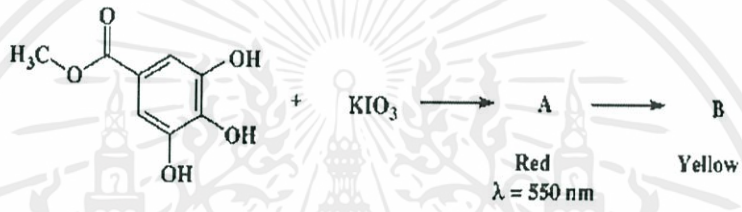
รูปที่ 2.6 สเปกโตรโฟโตมิเตอร์แบบลำแสงคู่ [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่มีไดโอดอาร์เรย์เป็นตัวตรวจจับสัญญาณ(Spectrophotometer แบบ Diode Array Detector)

Diode Array Detector เป็นการตรวจจับสัญญาณ โดยวัดการดูดกลืนของแสง เช่นเดียวกับสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ทั่วไป เพียงแต่การเก็บข้อมูลมิใช่การเก็บเพียง 1 หรือ 2 ความยาวคลื่นเท่านั้น แต่สามารถเก็บข้อมูลได้เป็นช่วงของความยาวคลื่น ที่ผู้วิเคราะห์สามารถเลือกได้ โดยใช้เวลาเพียงนิดเดียว เนื่องจากสามารถวัดทุก ความยาวคลื่นได้ในเวลาเดียวกัน เหมาะสำหรับการเก็บข้อมูลที่เป็นสเปกตรัม หรือต้องการติดตามการเปลี่ยนแปลงการดูดกลืนของสารที่หลายความยาวคลื่น

2.7 ปฏิกิริยา



รูปที่ 2.7 รูปแสดงการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง hydrolysable tannin กับ Potassium iodate [7]

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Zhihai Xie และ Jingchan Zhao [8] ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับวิธี reverse flow injection สำหรับการวิเคราะห์หา iodate และ iodide ซึ่ง iodate จะเกิดปฏิกิริยาที่มากเกินพอกับ iodide ในกรดและสร้างพันธะเป็น tri-iodide เราสามารถใช้ spectrophotometrically ในการตรวจติดตามได้ที่ความยาวคลื่น 351 nm และค่าการดูดกลืนแสงที่ได้นั้นจะสัมพันธ์กับค่าความเข้มข้นของ iodate ในตัวอย่าง การวิเคราะห์หา iodide จะดูได้จากการเกิด oxidizing จาก iodide เป็น iodate calibration curve มีช่วงความเป็นเส้นตรงคือ 0.02–3.0 μgml^{-1} I , r^2= 0.9998 และค่าขีดจำกัดต่ำสุดที่ตรวจวัดได้ 0.008 μgml^{-1}I. chemical และ flow injection เป็นตัวแปรสำคัญที่ต้องศึกษาและใช้ให้เหมาะสมในกระบวนการวิเคราะห์สำหรับหาปริมาณ iodate และ iodide ในเกลือแกง แสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์โดยวิธี reverse flow injection สามารถให้ความไวและความแม่นยำในการหา iodate ได้อย่างดีขึ้นและยังสัมพันธ์กับค่า standard deviation ที่ 0.9% การวิเคราะห์ที่สมบูรณ์ทั้งการเก็บตัวอย่างและการล้าง สามารถ ดำเนินการใน 35 s กระบวนการที่ถูกนำมาใช้และประสบความสำเร็จในการหา iodate และ iodide ในเกลือแกง ซึ่งผลที่ได้มาทางสถิติจะใช้เปรียบเทียบกับผลที่กำหนดโดยมาตรฐานจากวิธี iodometry

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ali Mohammad Haji Shabani , Peter S. Ellis และ Ian D. McKelvie [9] ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการ flow injection (FI) ที่มีความง่ายและความไวในการวิเคราะห์หา iodate วิธีนี้อาศัยการเกิดปฏิกิริยาของ iodate กับhydroxylamine ในสารละลายที่เป็นกรด Sulfanilamide เป็น diazotisedโดย nascent nitrite และdiazonium ion สร้างเป็นคู่เข้ากับ N-(1naphthyl)ethyenediamine ในกรดไฮโดรคลอริกและเกิดเป็นazo dye และถูกตรวจวัดออกมาโดย spectrophotometrically. calibration graph สำหรับ iodate มีช่วงความเป็นเส้นตรงที่ 0.1–30 mg L^{-1}มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คือ 0.9992 , ค่าขีดจำกัดต่ำสุดที่ตรวจวัดได้และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) เท่ากับ 0.02 mg $L^{-1}$and 1.2% (5 mg L^{-1}, n = 8) ตามลำดับ วิธีนี้ประยุกต์ใช้ได้ในการวิเคราะห์หา iodate ในเกลือแกงและยังให้ค่าความแม่นยำในการทดลองที่ดี ทั้งยังทำการวิเคราะห์ได้อิสระโดยวิธี titrimetric

JaroonJakmunee, Kate Grudpan [10] ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับวิธี flow injection amperometry ในการวิเคราะห์หาปริมาณ iodate ในเกลือแกงซึ่งได้รับพัฒนามาจากเทคคนิค Cyclicvoltammetry อาศัยการเกิดปฏิกิริยาของ ไอโอเดตไอโอไดด์และไอโอดีนบนขั้ว glassy carbon electrode เกิดระบบการไหลซึ่งมีส่วนประกอบด้วย pulse-free reagent propulsion ใช้ simple Mariotte bottle,วาล์วหัวฉีด และเซลล์ไฟฟ้า ควบคุมการทำงานของกลไก glassy carbon electrodeหรือขั้วทำงานที่ศักย์ไฟฟ้า 200mV และขั้วอ้างอิง Ag/AgCl โดยใช้สารละลาย1.0% w/ v NaCl ,0.02%w/v KI และ 0.1M HCl เป็นรีเอเจนต์ มีอัตราการไหล 2 ml/ min,สร้างกราฟมาตฐานตั้งแต่ IO_3 ความเข้มข้น 25 mg / l ขึ้นไป มีขีดจำกัด ของการตรวจสอบของ 0.5mg / lIO_3^-มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเชิงสัมพัทธ์เท่ากับ10mg / lและฉีด1.7% ของสารสารละลาย IO_3ผ่านสารตัวอย่าง 35 ครั้งต่อชั่วโมง กระบวนการที่ถูกนำมาใช้และประสบความสำเร็จในการหา iodate ในเกลือแกงซึ่งผลที่ได้มาทางสถิติจะใช้เปรียบเทียบกับผลที่กำหนดโดยมาตรฐานและตรวจสอบโดยการไทเทรตกับ AOAC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 สารเคมี

1. อะซิโตน (CH_3COCH_3) เกรดวิเคราะห์ บริษัท อิตัลมาร์ (ประเทศไทย) จำกัด
2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เกรดวิเคราะห์, บริษัท CARLO ERBA Reagent SpA
3. โพแทสเซียมไอโอเดต (KIO_3) เกรดวิเคราะห์, บริษัท CARLO ERBA Reagent SpA
4. ใบชาแห้ง ตรานกยูง 303
5. น้ำกลั่นปราศจากไอออน (น้ำกลั่น)
6. ตัวอย่างเกลือ

3.1.2 เครื่องมือ

1. เครื่อง UV-VIS Spectrophotometer , UV-160 , Shimadzu , Japan
2. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง, รุ่น CP A2248, บริษัท ไซแอนติฟิค โปรโมชั่น จำกัด
3. เครื่องให้ความร้อนแบบปั่นกวน พร้อมแท่งแม่เหล็ก

3.1.3 อุปกรณ์

1. ขวดวัดปริมาตรขนาด	50	mL
ขวดวัดปริมาตรขนาด	100	mL
ขวดวัดปริมาตรขนาด	250	mL
2. บีกเกอร์ขนาด	30	mL
บีกเกอร์ขนาด	250	mL
บีกเกอร์ขนาด	600	mL
3. ปิเปตขนาด	5	mL
ปิเปตขนาด	10	mL
ปิเปตขนาด	25	mL
4. ขวดรูปกรวยขนาด	250	mL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. หลอดหยดสาร

6. ลูกยาง

7. กระจกนาฬิกา

8. กระบอกตวง

9. ช้อนตักสาร

10.แท่งแก้วคนสาร

11.นาฬิกาจับเวลา

12.กระดาษกรอง

3.2 การเตรียมสารละลาย

3.2.1 สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต $0.5x10^{-2}$ M

ชั่งสารโพแทสเซียมไอโอเดต ประมาณ 0.0535 กรัมจดบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน ละลายด้วยน้ำกลั่น ใส่ขวดวัดปริมาณขนาด 50 mLจากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตร

3.2.2 สารละลายโพแทสเซียมไอโอเดต $0.5x10^{-4}$ M

ปิเปตสารละลายโพแทสเซียมไอโอเดตมา 2.5 mLใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 250 mL จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จนถึงขีดบอกปริมาตร

3.2.3 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 M

ชั่งสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ประมาณ 4 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 mL จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จนถึงขีดบอกปริมาตร

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การเตรียมรีเอเจนต์จากใบชา 30% w/v

1. ชั่งชาประมาณ 30 กรัมใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 mLจดบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน

2. ใส่อะซิโตน 100 mLลงในบีกเกอร์

3. นำไปต้มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที พร้อมทำการปั่นกวน (ขณะต้มควรปิดบีกเกอร์ด้วยกระจกนาฬิกาเพื่อลดอัตราการระเหยของอะซิโตน)

4. ทำการกรองด้วยกระดาษกรอง แล้วเก็บสารสกัดที่ได้ใส่ไว้ในภาชนะที่มิดชิด จะได้รีเอเจนต์ชาที่มีความเข้มข้น 30% w/v

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การหาความยาวคลื่นที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์

1. ปิเปตสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต $0.5x10^{-4}$ M ปริมาตร 0,5,10,15 และ20 mL ใส่ขวดวัดปริมาตร ขนาด 50 mL จำนวนทั้งหมด 5 ขวด ตามลำดับ

2. ปิเปตสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 M ปริมาตร 5 mL ใส่ในขวดวัดปริมาตรทั้ง 5 ขวดในปริมาณที่เท่าๆ กันทุกขวด

3. ปิเปตรีเอเจนต์จากใบชา 30% w/v ปริมาตร 5 mL ใส่ในขวดวัดปริมาตรทั้ง 5 ขวดในปริมาณที่เท่าๆ กันทุกขวด

4. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จนถึงขีดวัดปริมาตร

5. นำไปสแกนสเปกตรัมการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 350-750 นาโนเมตร โดยใช้น้ำกลั่นเป็น Blank

3.3.3 การหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์

3.3.3.1 การศึกษาผลของตัวทำละลายในการสกัดรีเอเจนต์จากใบชา

ตอนที่ 1 เตรียมรีเอเจนต์จากใบชา 30% w/v

1. ชั่งชา 30 กรัมใส่บีกเกอร์ขนาด 250 mL จำนวน 4 บีกเกอร์

2. ใส่อะซิโตน100 mL,อะซิโตน70 mL และน้ำกลั่น30 mL ,น้ำกลั่น100 mL และเอทานอล100mL ในแต่ละบีกเกอร์

3. นำไปต้มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที พร้อมทำการปั่นกวน (ขณะต้มควรปิดบีกเกอร์ด้วยกระจกนาฬิกาเพื่อลดอัตราการระเหยของตัวทำละลาย)

4. ทำการกรองด้วยกระดาษกรองแล้วเก็บสารสกัดที่ได้ใส่ไว้ในภาชนะที่มิดชิดจะได้รีเอเจนต์ชาที่สกัดจาก อะซิโตน, อะซิโตน70% ,น้ำกลั่น และเอทานอล ที่มีควาเข้มข้น 30% w/v ตามลำดับทั้งหมด 4 ตัวทำละลาย

ตอนที่ 2 การวัดค่าการดูดกลืนแสง

1. ปิเปตสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต $0.5x10^{-4}$ M ปริมาตร 0,5,10,15 และ 20 mL ใส่ขวดวัดปริมาตร ขนาด 50 mL จำนวนทั้งหมด 5 ขวด ตามลำดับ ทั้งหมด 4 ชุด

2. ปิเปตสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 M ปริมาตร 5 mL ใส่ในขวดวัดปริมาตรทั้ง 5 ขวดในปริมาณที่เท่าๆ กันทุกขวด ตามลำดับ ทั้งหมด 4 ชุด

3. ปิเปตรีเอเจนต์จากใบชาจากตอนที่ 1 ปริมาตร 5 mLใส่ในขวดวัดปริมาตรทุกขวดจำนวนทั้งหมด 4 ชุดตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตร

5. นำสารละลายทั้ง4 ชุด ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 670 นาโนเมตร

6. นำค่าที่ได้มาพลอตกราฟระหว่างค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไอโอเดต พร้อมทั้งหาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (R^2)

3.3.3.2 การศึกษาผลของความเข้มข้นของรีเอเจนต์ที่สกัดได้จากใบชา

ตอนที่ 1 การเตรียมรีเอเจนต์จากใบชา

1. ชั่งชา 1,5,10,15,20,25,30 และ 40 กรัม ตามลำดับ ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 mL และจดบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน จำนวนทั้งหมด 8 บีกเกอร์ใส่อะซิโตน 100 mL ลงในบีกเกอร์ทั้ง 8 บีกเกอร์ ในปริมาณที่เท่ากันทุกใบ

2. นำไปต้มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที พร้อมทำการปั่นกวน (ขณะต้มควรปิดบีกเกอร์ด้วยกระจกนาฬิกาเพื่อลดอัตราการระเหยของอะซิโตน)

3. ทำการกรองด้วยกระดาษกรอง จะได้รีเจนต์ที่มีความเข้มข้น 1,5,10,15,20,25,30 และ 40 % w/v ตามลำดับ

ตอนที่ 2 การวัดค่าการดูดกลืนแสง

1. ปิเปตสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต $0.5x10^{-4}$M ปริมาตร 0,5,10,15 และ20 mL ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 mLทั้งหมด5 ขวดจำนวน 8ชุดตามลำดับ

2. ปิเปตสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 M ปริมาตร5 mL ใส่ในขวดวัดปริมาตร ทั้งหมด 8 ชุดในปริมาณที่เท่าๆ กันทุกขวด

3. ปิเปตรีเอเจนต์จากใบชาจากตอนที่ 1 ปริมาตร 5 mL ใส่ในขวดวัดปริมาตร ทั้งหมด 8 ชุดในปริมาณที่เท่าๆ กันทุกขวด

4. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดวัดปริมาตร

5. นำสารละลายทั้งหมด 8 ชุดไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 670 นาโนเมตร

6. นำค่าที่ได้มาพลอตกราฟระหว่างค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไอโอเดต พร้อมทั้งหาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (R^2)

3.3.3.3 การศึกษาผลของความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

ตอนที่ 1 การเตรียมโซเดียมไฮดรอกไซด์

1. ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.8,2 ,4,8,12 และ 20 กรัม ตามลำดับ

2. ละลายด้วยน้ำกลั่น

3. เทใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 mL ปรับปริมาตรจนถึงขีดวัดปริมาตร จะได้สารละลาย NaOH ความเข้มข้น 0.2,0.5,1,2,3 และ 5M ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 การวัดค่าการดูดกลืนแสง

1. ปิเปตสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต $0.5x10^{-4}$ปริมาตร 0,5,10,15 และ 20 mL ใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 50 mL ทั้งหมด 5 ขวด จำนวน 6 ชุด

2. ปิเปตสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จากตอนที่ 1 ปริมาตร 5 mL ลงในขวดวัดปริมาตรทั้งหมด 6 ชุดปริมาณที่เท่าๆ กันทุกขวด

3. ปิเปตรีเอเจนต์จากใบชา 30% w/v ปริมาตร 5 mL ลงในขวดวัดปริมาตรทั้งหมด 6 ชุด ปริมาณที่เท่าๆ กันทุกขวด

4. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตร

5. นำสารละลายทั้งหมด 6 ชุด ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 670 นาโนเมตร

6. นำค่าที่ได้มาพลอตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงและค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต พร้อมทั้งหาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (R^2)

3.3.3.4 การศึกษาผลของระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยา

1. ปิเปตสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต $0.5x10^{-4}$ปริมาตร 0,5,10,15 และ 20 mLใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 50 mL ทั้งหมด 5 ขวด จำนวน 7 ขวด

2. ปิเปตสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 M ปริมาตร5 mL ใส่ในขวดวัดปริมาตรทั้งหมด 7 ขวด ปริมาณที่เท่าๆ กันทุกขวด

3. ปิเปตรีเอเจนต์จากใบชา 30% w/v ปริมาตร 5 mL ลงในขวดวัดปริมาตรทั้งหมด 7 ขวด ปริมาณที่เท่าๆ กันทุกขวด

4. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จนถึงขีดวัดปริมาตร

5. นำสารละลายทั้งหมด ทิ้งระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยา 30 นาที, 1ชั่วโมง, 2ชั่วโมง,24 ชั่วโมง แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น670 นาโนเมตร

6. นำค่าที่ได้มาพลอตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงและค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต พร้อมทั้งหาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (R^2)

3.3.3.5 การทดลองกับสารตัวอย่าง

ตอนที่ 1 การเตรียมสารละลายตัวอย่างเกลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ชั่งเกลือประมาณ 5 กรัมจดบันทึกค่าที่แน่นอน
2. ละลายเกลือด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตร 100 mL

3. จะได้สารตัวละลายตัวอย่างเกลือที่มีความเข้มข้น 5% w/v

ตอนที่ 2 การวัดค่าการดูดกลืนแสง

1. ปิเปตสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 mL ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 mL
2. ปิเปตสารละลายตัวอย่างเกลือ 5 mL ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 mLปิเปตรีเอเจนต์จากใบชา 30% w/v ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 mL
3. ปรับปริมาตรรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตร
4. นำสารตัวอย่างที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 670 นาโนเมตร

3.3.4 การทดสอบความใช้ได้ ของวิธีวิเคราะห์

3.3.4.1 การสร้างกราฟมาตรฐาน

1. ปิเปตสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต $0.5x10^{-4}$ปริมาตร 0,5,10,15 และ 20 mL ใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 50 mL ตามลำดับ.

2. ปิเปตสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 M ปริมาตร5 mL ใส่ในขวดวัดปริมาตร ทั้งหมด 7 ขวดปริมาณที่เท่าๆ กันทุกขวด

3. ปิเปตรีเอเจนต์จากใบชา 30% w/v ปริมาตร 5 mL ลงในขวดวัดปริมาตรทั้งหมด 7 ขวด ปริมาณที่เท่าๆกันทุกขวดปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตร

4. นำสารละลายทั้งหมดไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น670 นาโนเมตร

5. นำค่าที่ได้มาพลอตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงและค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต พร้อมทั้งหาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (R^2)

3.3.4.2 ความเที่ยงของวิธีการวิเคราะห์

ตอนที่ 1 การเตรียมสารละลายตัวอย่างเกลือ

1. ชั่งเกลือประมาณ 5 กรัมจดบันทึกค่าที่แน่นอน
2. ละลายเกลือด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตร 100 mL
3. จะได้สารตัวละลายตัวอย่างเกลือความเข้มข้น 5% w/v

ตอนที่ 2 การวัดค่าการดูดกลืนแสง

1. ปิเปตสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 M ปริมาตร 5 mL ใส่ในขวดวัดปริมาตรทั้งหมด 7 ขวด ปริมาณที่เท่าๆ กันทุกขวด
2. ปิเปตรีเอเจนต์จากใบชา 30% w/v ปริมาตร 5 mL ลงในขวดวัดปริมาตรทั้งหมด 7 ขวด ปริมาณที่เท่าๆ กันทุกขวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปิเปตสารละลายตัวอย่างเกลือจากตอนที่ 1 มา 5 mL ลงในขวดวัดปริมาตรทั้ง 7 ขวดในปริมาณที่เท่ากัน

4. ปรับปริมาตรรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตร

5. นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 670 นาโนเมตร

6. ทำการทดลองตั้งแต่ข้อ 1-6 ซ้ำกันอีก 5 ครั้งแล้วนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาหาค่า %RSD ในการทดลอง 1 วันจะทำการวิเคราะห์สารตัวอย่างจำนวน 2 ตัวอย่าง

3.3.4.3 การศึกษาหาความแม่นของวิธีวิเคราะห์

ตอนที่ 1 การเตรียมสารละลายตัวอย่างเกลือ

1. ชั่งเกลือประมาณ 5 กรัมจดบันทึกค่าที่แน่นอน

2. ละลายเกลือด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตร 100 mL

3. จะได้สารตัวละลายตัวอย่างเกลือความเข้มข้น 5% w/v

ตอนที่ 2 การวัดค่าการดูดกลืนแสง

1. ปิเปตสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต $0.5x10^{-4}$ปริมาตร 0,5,10,15 และ 20 mL ใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 50 mL ตามลำดับ.

2. ปิเปตสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 M ปริมาตร5 mL ใส่ในขวดวัดปริมาตรทั้งหมด 7ขวด ปริมาณที่เท่าๆ กันทุกขวด

3. ปิเปตรีเอเจนต์จากใบชา 30% w/v ปริมาตร 5 mL ลงในขวดวัดปริมาตรทั้งหมด 7 ขวด ปริมาณที่เท่าๆ กันทุกขวด

4. ปิเปตสารละลายตัวอย่างเกลือจากตอนที่ 1 มา 5 mL ลงในขวดวัดปริมาตรทั้ง 7 ขวด ปริมาณที่เท่าๆ กันทุกขวด

5. ปรับปริมาตรรด้วยน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตร

6. นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 670 นาโนเมตร

7. ทำการทดลองตั้งแต่ข้อ 1-6 ซ้ำอีกครั้ง จากนั้นคำนวณหาค่า % Recovery เพื่อศึกษาหาความแม่นของวิธีวิเคราะห์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

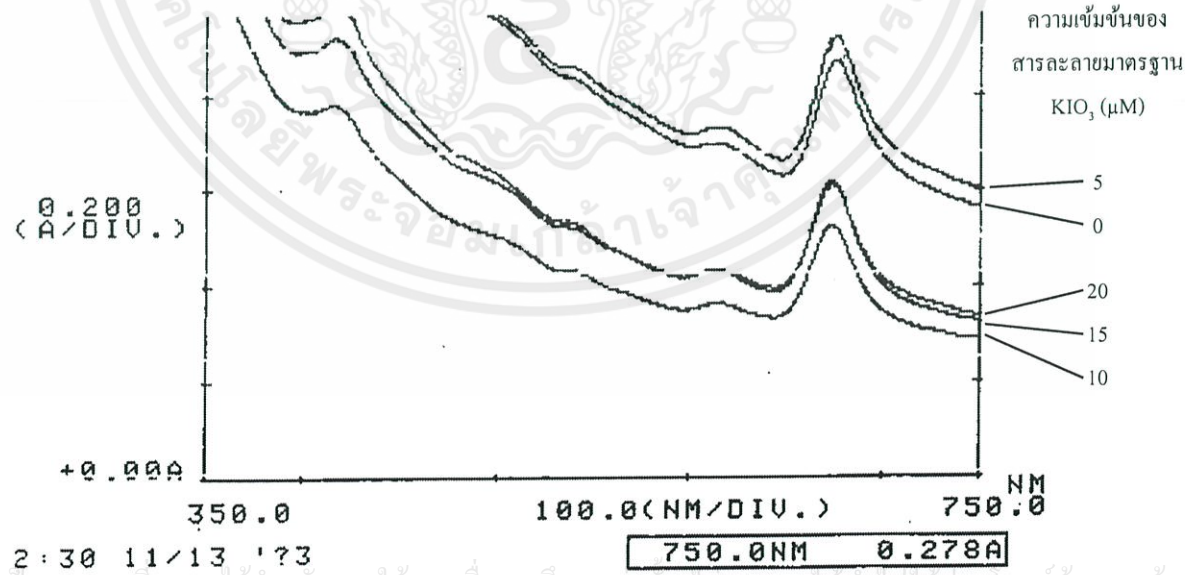
บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผล

ในงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาวิธีวิเคราะห์หาปริมาณไอโอเดตในตัวอย่างเกลือโดยใช้สารที่สกัดได้จากใบชาเป็นรีเอเจนต์และตรวจวัดด้วยวิธีสเปกโทรโฟโตเมทรี การตรวจวัดจะอาศัยการเกิดปฏิกิริยาระหว่างแทนนินกับไอโอเดตและวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ลดลงของรีเอเจนต์ที่ความยาวคลื่น 670 นาโนเมตร ซึ่งได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

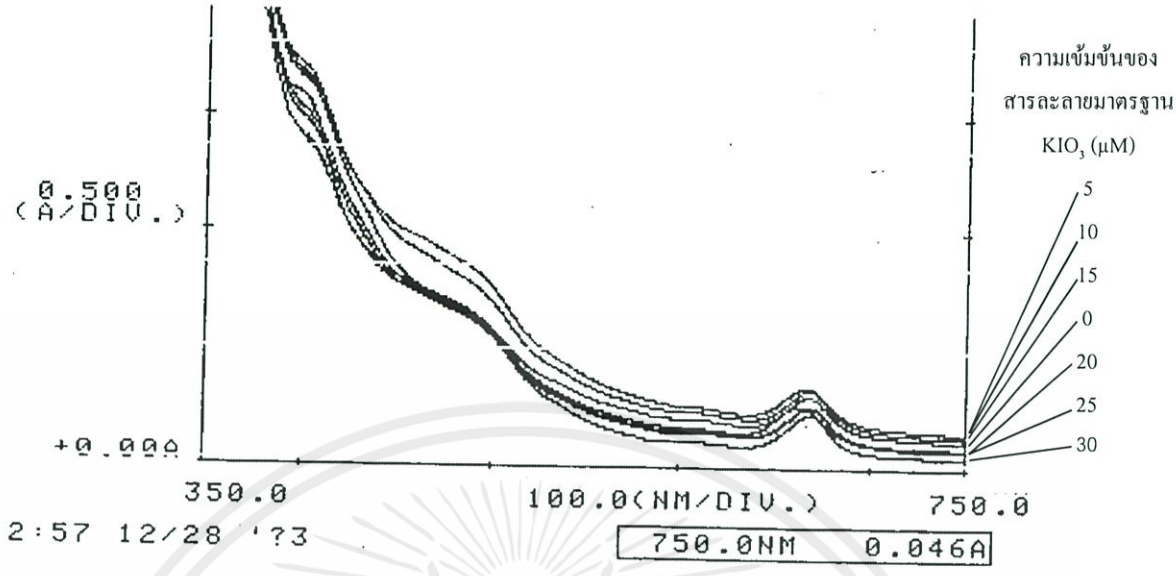
4.1 การศึกษาหาความยาวคลื่นที่เหมาะสมสำหรับการตรวจวัด

ได้ทำการสกัดแทนนินจากใบชาโดยใช้อะซิโตนเป็นตัวทำละลายในสภาวะที่เหมาะสมแล้วนำแทนนินที่สกัดได้นี้ไปเป็นรีเอเจนต์สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณไอโอเดตในเกลือ โดยนำมาทำปฏิกิริยากับสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดตที่ความเข้มข้นต่างๆกันทั้งทำในสภาวะกรดและสภาวะเบส จากนั้นนำมาสแกนสเปกตรัมด้วยเครื่อง UV-VIS Spectrophotometer ในช่วงความยาวคลื่นตั้งแต่ 350 - 750 นาโนเมตร ได้สเปกตรัมดังรูปที่ 4.1 และ รูปที่ 4.2 จึงเลือกความยาวคลื่นที่ 670 นาโนเมตร เพื่อทำการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 การสแกนสเปกตรัมเพื่อหาความยาวคลื่นที่เหมาะสมที่ทำในสภาวะกรด



รูปที่ 4.2 การสแกนสเปกตรัมเพื่อหาความยาวคลื่นที่เหมาะสมที่ทำในสภาวะเบส

จากการสแกนสเปกตรัมเพื่อหาความยาวคลื่นที่เหมาะสมทั้งที่ทำในสภาวะกรดและสภาวะเบสนั้นจะเห็นว่าหากเลือกทำในสภาวะกรดโดยนำแทนนินที่สกัดได้มาทำปฏิกิริยากับสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดตที่ความเข้มข้นต่างๆกันและเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1.0 M ลงไป 5 มิลลิลิตรในทุกๆขวด จากนั้นนำมาสแกนสเปกตรัม ได้สเปกตรัมดังรูปที่ 4.1 จะพบว่าสเปกตรัมนั้นขึ้นสลับกันไปมาและมีค่าการดูดกลืนแสงไม่เหมาะสม จึงเลือกลองที่จะทำในสภาวะเบสโดยเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1.0 M ลงไป 5 มิลลิลิตรในทุกๆขวด พบว่าได้สเปกตรัมดังรูปที่ 4.2 ซึ่งเหมาะสมกว่าและมีค่าการดูดกลืนแสงที่มีแนวโน้มลดลงอย่างเป็นเส้นตรง ดังนั้นในการทดลองจึงเลือกใช้สภาวะเบสสำหรับการวิเคราะห์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์

4.2.1 การศึกษาผลของตัวทำละลายในการสกัดรีเอเจนต์จากใบชา

โดยการเลือกใช้ตัวทำละลายในการสกัดชาต่างๆกันคืออะซิโตน, อะซิโตน70% + น้ำกลั่น30% น้ำกลั่น และเอทานอล มาทำการทดลองในการสกัดรีเอเจนต์จากใบชา

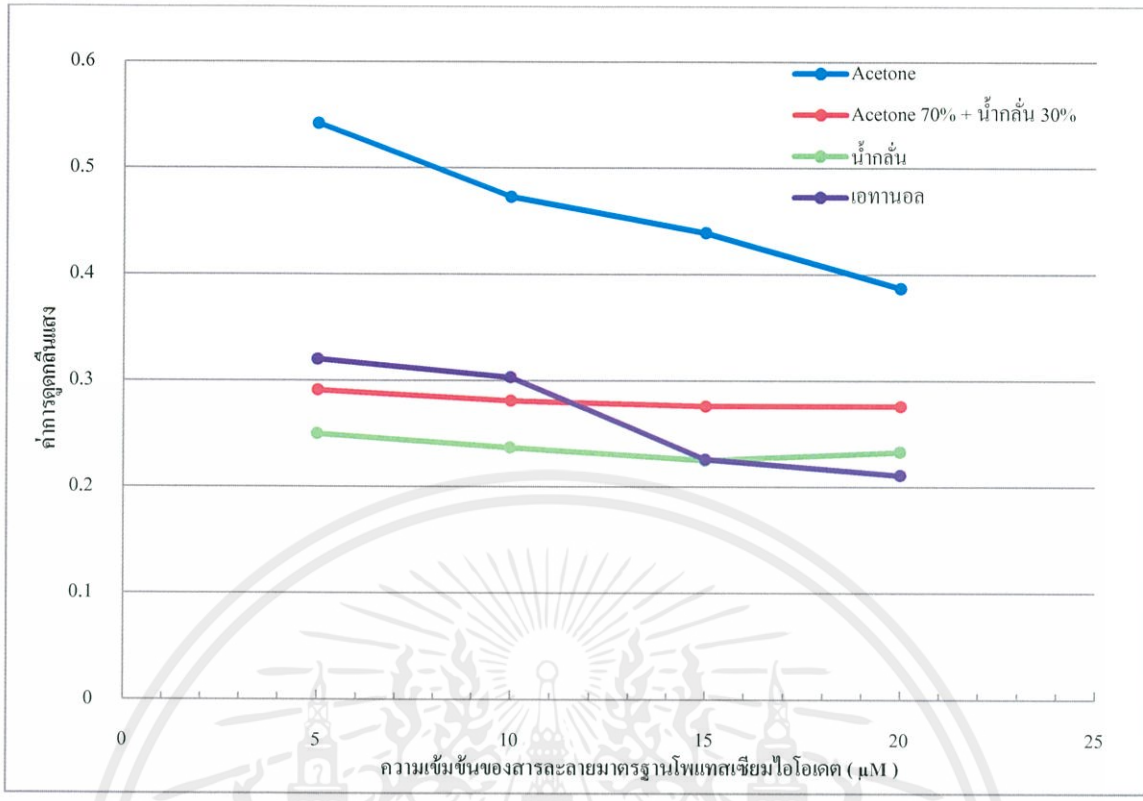
จากการทดลองพบว่าค่าการดูดกลืนแสงของรีเอเจนต์ชาที่ได้จากการใช้ตัวทำละลายอะซิโตน และเอทานอลในการสกัดจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อค่าความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมไอโอเดตเพิ่มขึ้น ดังผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.3

จากผลการทดลองพบว่าเมื่อใช้อะซิโตนเป็นตัวทำละลายในการสกัดแทนนินจะได้กราฟที่มีความไวสูงที่สุดจึงเลือกใช้อะซิโตนในการสกัดชาเป็นรีเอเจนต์เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ใช้ตัวทำละลายในการสกัดชาต่างๆกัน

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน KIO_3 (μM)	ค่าการดูดกลืนแสง			
	ตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดชา			
	อะซิโตน	อะซิโตน 70% + น้ำกลั่น 30%	น้ำกลั่น	เอทานอล
5	0.542	0.291	0.250	0.320
10	0.473	0.281	0.237	0.303
15	0.439	0.276	0.225	0.226
20	0.387	0.276	0.233	0.211
สมการ y =	-0.01x + 0.585	-0.001x + 0.2935	-0.0013x + 0.252	-0.0081x + 0.366
R^2	0.9832	0.8333	0.6073	0.9163

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ตัวทำละลายในการสกัดชาต่างๆกัน กับค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต

4.2.2 การศึกษาผลของความเข้มข้นของรีเอเจนต์ที่สกัดได้จากใบชา

การศึกษาผลของความเข้มข้นของรีเอเจนต์ที่สกัดได้จากใบชา เมื่อความเข้มข้นของรีเอเจนต์ที่สกัดได้จากใบชามีค่าเท่ากับ 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30 และ 40 %w/v ตามลำดับ มาทำปฏิกิริยากับสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดตเข้มข้น $0.5x10^{-4}$ M. ที่ปิเปตมา 5, 10, 15, และ 20 มิลลิลิตร ในทุกความเข้มข้นของรีเอเจนต์ และเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1M ในทุกๆขวด จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-VIS Spectrophotometer

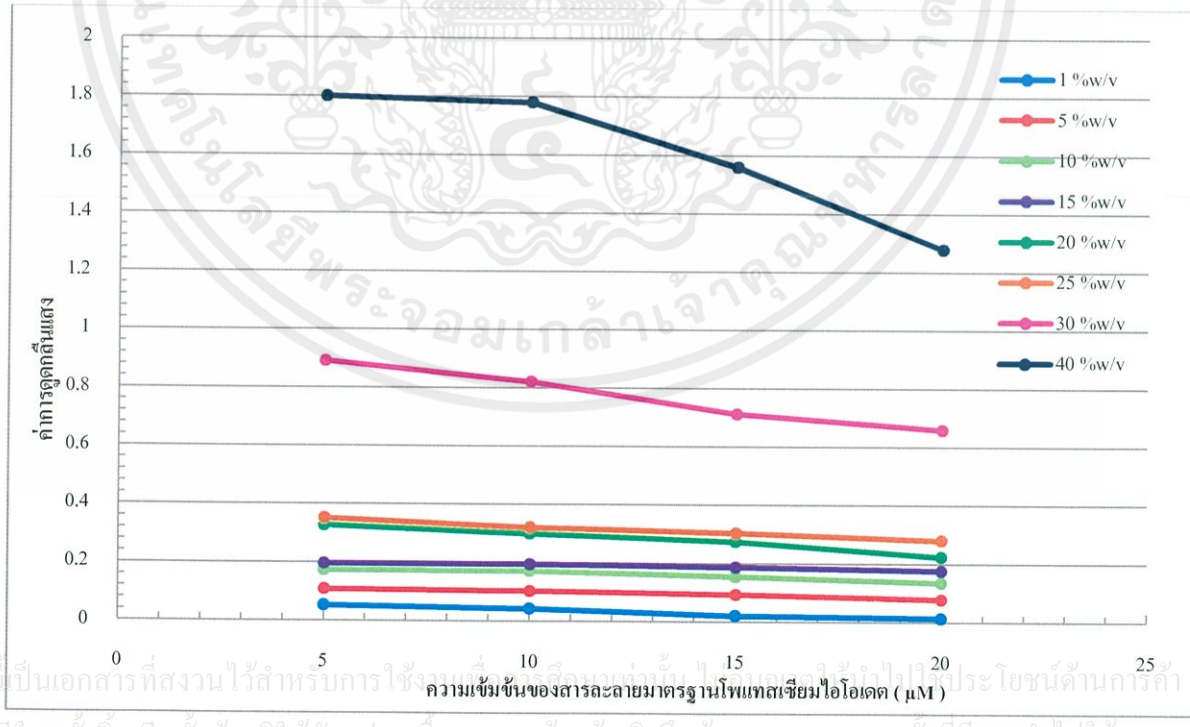
จากการทดลองจะได้ค่าการดูดกลืนแสงมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดตเพิ่มขึ้น ดังผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.5

จากการทดลองที่ความเข้มข้นของรีเอเจนต์ชา 40 %w/v นั้นมีค่าการดูดกลืนแสงมากกว่า 1.0000 ซึ่งไม่เหมาะแก่การตรวจวัด เนื่องจากมีความเข้มข้นที่มากเกินไป ซึ่งอาจเป็นผลให้เกิดค่าความผิดพลาดได้และเทียบผลการตรวจวัดที่ความเข้มข้นของรีเอเจนต์ชาอื่นๆแล้วที่ผลของความเข้มข้นรีเอเจนต์ชาที่ 30% w/v มีค่าการดูดกลืนแสงที่เหมาะสมที่สุด จึงเลือกรีเอเจนต์ชาที่ความเข้มข้น 30% w/v เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความเข้มข้นของรีเอเจนต์ที่สกัดได้จากใบชาต่างๆกัน เทียบกับค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน KIO_3(μM)	ค่าการดูดกลืนแสงที่							
	ความเข้มข้นของรีเอเจนต์จากใบชา (%w/v)							
	1	5	10	15	20	25	30	40
5	0.053	0.107	0.174	0.195	0.327	0.350	0.890	1.801
10	0.043	0.102	0.172	0.196	0.300	0.320	0.820	1.781
15	0.021	0.092	0.155	0.187	0.275	0.303	0.711	1.560
20	0.014	0.077	0.135	0.176	0.224	0.279	0.658	1.279
สมการ y =	-0.0028x + 0.0675	-0.002x + 0.1195	-0.0027x + 0.1925	-0.0014x + 0.2055	-0.0067x +0.365	-0.0046x + 0.3705	-0.0161x + 0.971	-0.0357x + 2.052
R^2	0.9615	0.9524	0.9105	0.8996	0.9682	0.9892	0.9841	0.8986



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4 กราฟแสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความเข้มข้นของรีเอเจนต์ที่สกัดได้จากใบชาต่างๆกัน เทียบกับค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต

4.2.3 การศึกษาผลของความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

เมื่อนำสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้นต่างๆกันคือ 0.2, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 และ 5.0 M ตามลำดับ มาทำปฏิกิริยากับสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดตที่มีความเข้มข้น $0.5x10^{-4}$ M ปิเปตมา 5, 10, 15, และ 20 มิลลิลิตรตามลำดับ แล้วเติมรีเอเจนต์ชาที่ความเข้มข้น 30% w/v ลงไป จากนั้นนำไปตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-VIS spectrophotometer

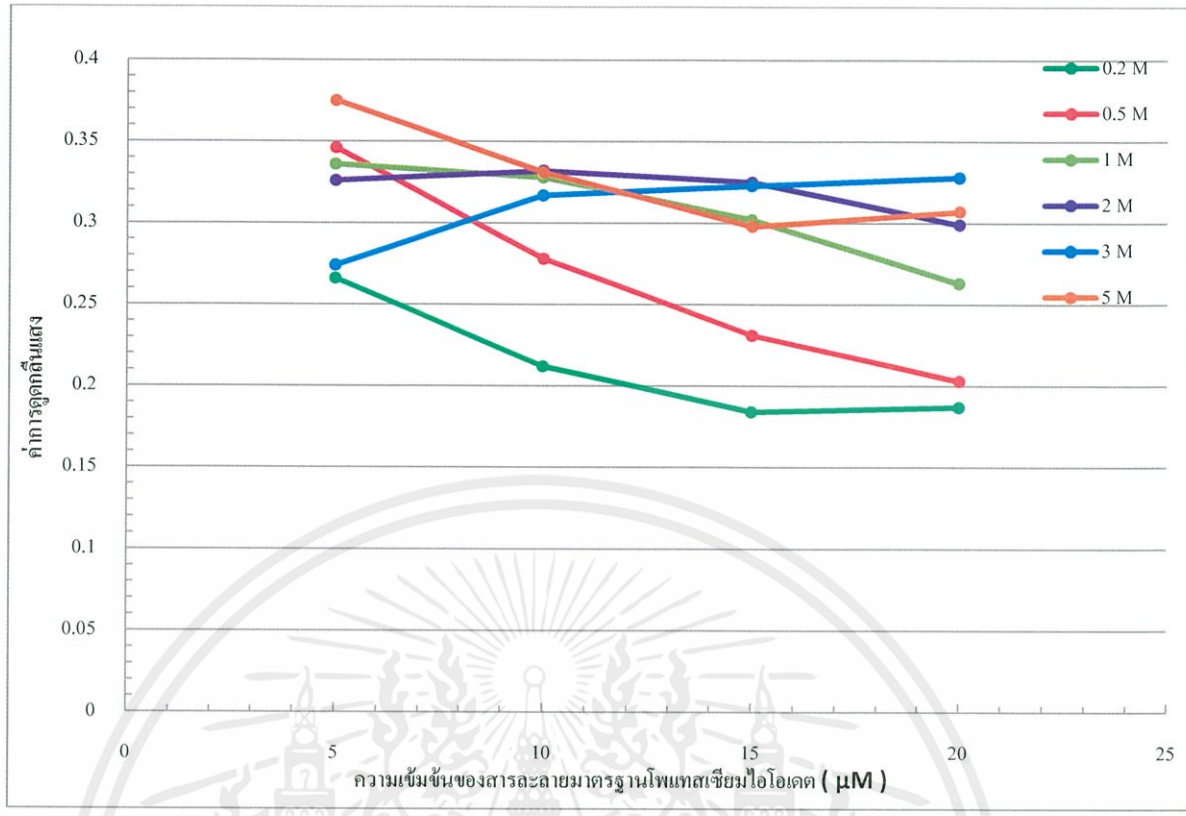
จากการทดลองจะได้ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้นคือ 0.5 และ1M มีแนวโน้มลดลงเมื่อค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดตเพิ่มขึ้น ดังผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.7

จากผลการทดลองจะพบว่าสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 1M มีค่าการดูดกลืนแสงที่เหมาะสมกว่าสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 5M ดังนั้นจึงเลือกใช้สภาวะของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 1.0 M เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่างๆกัน

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน KIO_3 (μM)	ค่าการดูดกลืนแสง					
	ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (M)					
	0.2	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0
5	0.266	0.346	0.336	0.326	0.274	0.375
10	0.212	0.278	0.328	0.332	0.317	0.331
15	0.184	0.231	0.302	0.325	0.323	0.298
20	0.187	0.203	0.263	0.299	0.328	0.307
สมการ y =	-0.005x +0.278	-0.009x +0.383	-0.0049x +0.3685	-0.001x +0.342	-0.003x +0.268	-0.004x +0.387
R^2	0.811	0.965	0.9255	0.600	0.768	0.789

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นต่างๆกันเทียบกับค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต

4.2.4 การศึกษาผลของระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยา

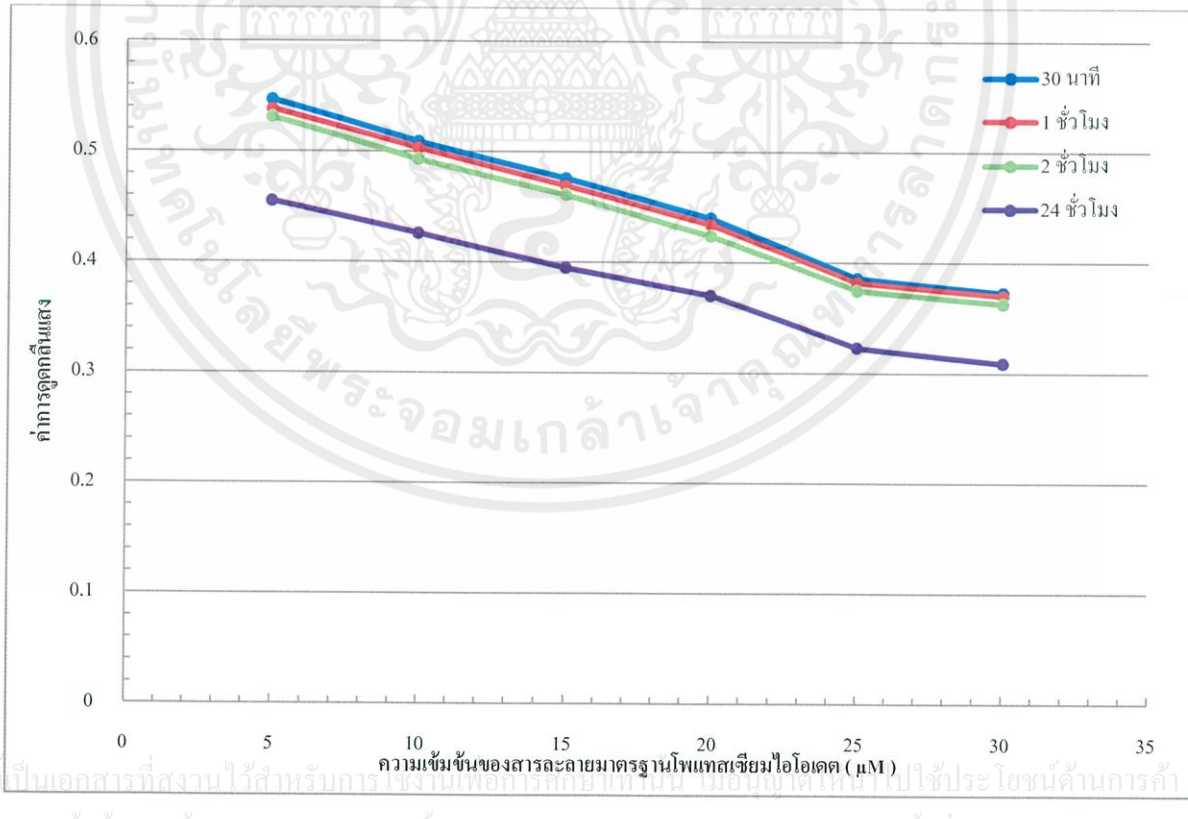
ศึกษาผลของระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาทำโดยการจับเวลาหลังเตรียมสารละลายเสร็จแล้วจึงจะนำไปตรวจวัดซึ่งพบว่าจะได้ค่าการดูดกลืนแสงมีแนวโน้มลดลงเมื่อค่าความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมไอโอเดตเพิ่มขึ้นดังแสดงผลการทดลองในตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.9

จากผลการทดลองพบว่าเมื่อเวลาในการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นจะได้ค่าการดูดกลืนแสงมีแนวโน้มลดลงดังนั้นจึงเลือกใช้เวลาที่ 30 นาที เพราะมีค่าการดูดกลืนแสงและค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ที่เหมาะสมจึงเลือกใช้เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาต่างๆกัน

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน KIO_3 (μM)	ค่าการดูดกลืนแสง			
	ระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยา (ชั่วโมง)			
	½	1	2	24
5	0.547	0.538	0.531	0.455
10	0.509	0.503	0.493	0.426
15	0.476	0.469	0.461	0.395
20	0.440	0.434	0.424	0.370
25	0.386	0.382	0.375	0.323
30	0.373	0.370	0.363	0.309
สมการ y =	-0.0073x+0.5827	-0.0071x+0.5731	-0.007x+0.5643	-0.0061x+0.4861
R^2	0.9869	0.9866	0.987	0.9888



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาต่างๆกันกับค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์

4.3.1 การสร้างกราฟมาตรฐาน

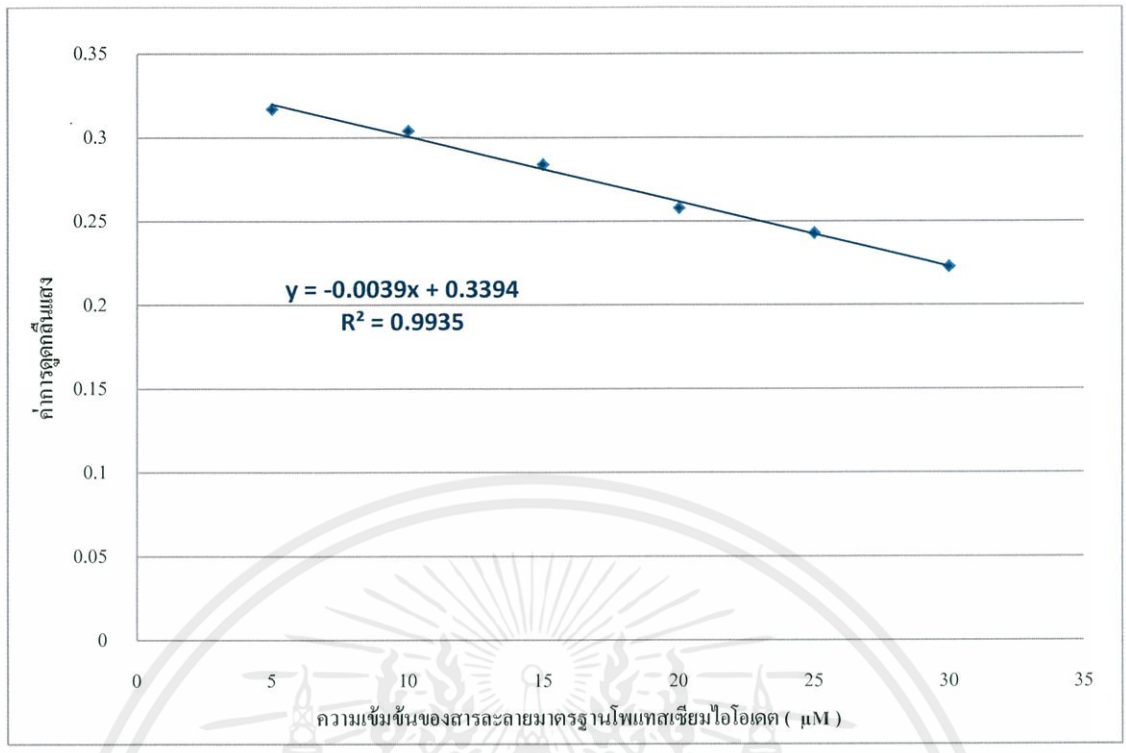
การศึกษาช่วงความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐาน ทำโดยเลือกสภาวะที่ใช้ซึ่งได้จากการศึกษามาดังนี้ ความยาวคลื่นที่ใช้ 670 นาโนเมตร ตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดรีเอเจนต์ชาคือ อะซิโตน ความเข้มข้นของรีเอเจนต์ที่สกัดได้จากใบชา 30%w/v ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 M และระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยา 30 นาที

จากผลการทดลอง แสดงค่าการดูดกลืนแสง สมการเส้นตรง และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ดังแสดงในตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.11 จากกราฟมาตรฐานจะแสดงให้เห็นว่าเมื่อความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโพแทสซียมไอโอเดตเพิ่มขึ้นแนวโน้มของค่าการดูดกลืนแสงจะลดลง ได้สมการคือ $y = -0.0039x + 0.3394$ และค่า $R^2 = 0.9935$

ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน KIO_3 (μM)	ค่าการดูดกลืนแสง
5	0.317
10	0.304
15	0.284
20	0.258
25	0.243
30	0.223
สมการ y =	-0.0039x + 0.3394
R^2	0.9935

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต

4.3.2 การศึกษาความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์

ในการศึกษาความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์และความเที่ยงของการวัดทำได้โดยการนำสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1.0 M จากนั้นเติมสารละลายตัวอย่างเกลือเข้มข้น 5%w/v ปริมาตร 5 มิลลิลิตร และเติมรีเอเจนต์ที่ได้จากการสกัดใบชาเข้มข้น 30%w/v ลงไปแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Vis spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 670 นาโนเมตร ทำการวิเคราะห์ 2 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 4 ขวด แต่ละขวดวัดค่าการดูดกลืนแสงซ้ำกันจำนวน 5 ครั้ง ดังแสดงในตารางที่ 4.6 แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหาความเข้มข้นของไอโอเดต (µM), หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$), ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และหาค่าร้อยละของการเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) จะได้ผลการคำนวณการศึกษาความเที่ยงของการวัดดังแสดงในตารางที่ 4.7 และได้ผลการศึกษาความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่างเกลือ

ตัวอย่างเกลือ	ขวดที่	ค่าการดูดกลืนแสง				
		วัดครั้งที่				
		1	2	3	4	5
1	1	0.274	0.277	0.278	0.273	0.277
	2	0.268	0.270	0.273	0.269	0.274
	3	0.270	0.273	0.272	0.268	0.275
	4	0.284	0.280	0.277	0.282	0.283
2	1	0.308	0.302	0.306	0.300	0.301
	2	0.282	0.285	0.283	0.280	0.280
	3	0.295	0.298	0.293	0.289	0.293
	4	0.283	0.280	0.285	0.281	0.283

ตารางที่ 4.7 ตารางแสดงค่าความเที่ยงของการวัด

ตัวอย่างเกลือ	ขวดที่	ความเข้มข้นของไอโอเดต (μM)					$\overline{X}$	SD	%RSD
		วัดครั้งที่							
		1	2	3	4	5			
1	1	16.77	16.00	15.74	17.03	16.00	16.31	0.56	3.41
	2	18.31	17.79	17.03	18.05	16.77	17.59	0.66	3.77
	3	17.79	17.03	17.28	18.31	16.51	17.38	0.69	3.98
	4	14.21	15.23	16.00	14.72	14.46	14.92	0.71	4.77
2	1	8.05	9.59	8.56	10.10	9.85	9.23	0.88	9.54
	2	14.72	13.95	14.46	15.23	15.23	14.72	0.54	3.69
	3	11.38	10.62	11.89	12.92	11.89	11.74	0.84	7.18
	4	14.46	15.23	13.95	14.97	14.46	14.62	0.49	3.42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการคำนวณการศึกษาความเที่ยงของการวัดจะได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของตัวอย่างเกลือที่ 1 และตัวอย่างเกลือที่ 2 ได้อยู่ในช่วง 0.56 – 0.71 และ 0.49 – 0.88 ตามลำดับ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) ของตัวอย่างที่1 และตัวอย่างที่2 ได้อยู่ในช่วง 3.41 – 4.77 % และ 3.42 – 9.54 % ตามลำดับ

ตารางที่ 4.8 ตารางแสดงค่าความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์

ตัวอย่าง	ขวดที่	ความเข้มข้นของไอโอเดต (μM)				
		วัดครั้งที่				
		1	2	3	4	5
1	1	16.77	16.00	15.74	17.03	16.00
	2	18.31	17.79	17.03	18.05	16.77
	3	17.79	17.03	17.28	18.31	16.51
	4	14.21	15.23	16.00	14.72	14.46
	$\overline{X}$	16.77	16.51	16.51	17.03	15.93
	SD	2.55	1.13	0.75	1.64	1.03
	%RSD	15.19	6.82	4.57	9.60	6.49
2	1	8.05	9.59	8.56	10.10	9.85
	2	14.72	13.95	14.46	15.23	15.23
	3	11.38	10.62	11.89	12.92	11.89
	4	14.46	15.23	13.95	14.97	14.46
	$\overline{X}$	12.15	12.35	12.22	13.31	12.86
	SD	3.13	2.68	2.68	2.37	2.46
	%RSD	25.72	21.67	21.90	17.83	19.15

จากผลการคำนวณการศึกษาความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์จะได้การค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของตัวอย่างเกลือที่ 1 และตัวอย่างเกลือที่ 2 ได้อยู่ในช่วง 0.75 – 2.55 และ 2.37 – 3.13 ตามลำดับ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) ของตัวอย่างที่ 1 และตัวอย่างที่ 2 ได้อยู่ในช่วง 4.57 – 15.19 % และ 17.83 – 25.72 % ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 การศึกษาความแม่นของวิธีวิเคราะห์

ในการศึกษาความแม่นของวิธีวิเคราะห์ได้โดยการนำสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดตเข้มข้น 0.5×10^{-4} M ปริมาตร 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 มิลลิลิตร ทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1M จากนั้นเติมสารละลายตัวอย่างเกลือเข้มข้น 5%w/v ปริมาตร 5 มิลลิลิตร และเติมรีเอเจนต์ที่ได้จากการสกัดใบชาเข้มข้น 30%w/v ลงไปแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV - Vis spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 670 นาโนเมตร

จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงที่ตรวจวัดได้มาคำนวณ โดยใช้สมการเส้นตรงจากกราฟมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต คือ $y = -0.0039x + 0.3394$ จะได้ค่าความเข้มข้น (μM) ของสารตัวอย่างที่ 1 และตัวอย่างที่ 2 จากนั้นนำไปคำนวณหาค่า % Recovery ได้ผลการทดลองของสารตัวอย่างที่ 1 และตัวอย่างที่ 2 ดังแสดงในตารางที่ 4.9 คือหาได้อยู่ในช่วง 63.59 - 128.20 % และ 58.46 - 128.21 % ตามลำดับ

$$\text{Recovery} = \frac{\text{Spiked sample}^{1} - \text{Sample}^{2}}{\text{Standard}^{3}} \times 100$$

1. การเติม Standard ลงไปใน Sample
2. Sample เท่านั้นไม่มีการเติม Standard ใดๆลงไป
3. Standard เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ตารางแสดงค่า %Recovery

ตัวอย่างเกลือ	ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน KIO_3 (M) ที่เติมลงไป	ค่าการดูดกลืนแสง	ความเข้มข้นของสารตัวอย่าง (M)	% Recovery
1	0	0.298	10.62	-
	5	0.273	17.03	128.20
	10	0.268	18.31	76.92
	15	0.259	20.62	66.67
	20	0.248	23.44	64.10
	25	0.236	26.51	63.59
	30	0.221	30.36	65.81
2	0	0.302	9.59	-
	5	0.277	16.00	128.21
	10	0.271	17.54	79.49
	15	0.266	18.82	61.54
	20	0.253	22.15	62.82
	25	0.245	24.21	58.46
	30	0.241	32.15	75.21

4.3.4 หาปริมาณไอโอเดตและเปรียบเทียบกับปริมาณไอโอดีนที่ได้

การวิเคราะห์หาปริมาณไอโอเดตในตัวอย่างเกลือ ทำได้โดยนำสารละลายตัวอย่างเกลือเข้มข้น 5%w/v มาทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1M ก่อนจากนั้นเติมรีเอเจนต์ที่สกัดได้จากใบชาเข้มข้น 30%w/v ลงไปและนำไปตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV - Vis spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 670 นาโนเมตร

ผลการทดลองได้ค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 4.6 นำค่าที่ได้ไปแทนค่าในสมการเส้นตรงที่ได้จากกราฟมาตรฐาน $y = -0.0039x + 0.3394$ จะได้ค่าความเข้มข้นของไอโอเดตในตัวอย่างเกลือดังตารางที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นนำมาคำนวณหาปริมาณไอโอเดตและเปรียบเทียบกับปริมาณไอโอดีนที่ได้ในตัวอย่างเกลือบริโภคเสริมไอโอดีน ได้ผลการคำนวณดังแสดงในตารางที่ 4.10 คือ มีปริมาณไอโอเดตในตัวอย่างเกลือที่ 1 และตัวอย่างเกลือที่ 2 อยู่ในช่วง 49.7 - 63.9 mg และ 28.2 - 53.3 mg ต่อปริมาณเกลือ 1000 กรัม และนำปริมาณไอโอเดตที่คำนวณได้นี้ไปคำนวณเทียบกับปริมาณไอโอดีนที่ได้ในตัวอย่างเกลือที่ 1 และตัวอย่างเกลือที่ 2 ซึ่งได้ผลการคำนวณดังแสดงในตารางที่ 4.11 คือ มีปริมาณไอโอดีนในตัวอย่างเกลือที่ 1 และตัวอย่างเกลือที่ 2 อยู่ในช่วง 36.06 - 46.36 mg และ 20.46 - 38.67 mg ต่อปริมาณเกลือ 1000 กรัม ซึ่งปริมาณไอโอดีนที่ได้ยังคงอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 4.10 ตารางแสดงปริมาณไอโอเดตในตัวอย่างเกลือ

ตัวอย่างเกลือ	ขวดที่	ปริมาณไอโอเดต (mg) / เกลือ 1000 g					$\overline{X}$
		วัดครั้งที่					
		1	2	3	4	5	
1	1	58.6	55.9	55	59.5	55.9	56.98
	2	63.9	62.2	59.5	63.0	58.6	61.44
	3	62.2	59.5	60.4	63.9	57.8	60.76
	4	49.7	53.3	55.9	51.5	50.6	52.2
2	1	28.2	33.5	29.9	35.3	34.4	32.26
	2	51.5	48.8	50.6	53.3	53.3	51.5
	3	39.8	37.1	41.6	45.2	41.6	41.06
	4	50.6	53.3	48.8	52.4	50.6	51.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ตารางแสดงปริมาณไอโอดีนที่ได้ในตัวอย่างเกลือ

ตัวอย่างเกลือ	ขวดที่	ปริมาณไอโอดีน (mg) / เกลือ 1000 g					$\overline{X}$
		วัดครั้งที่					
		1	2	3	4	5	
1	1	42.52	40.56	39.91	43.17	40.56	41.34
	2	46.36	45.13	43.17	45.71	42.52	44.58
	3	45.13	43.17	43.82	46.36	41.94	44.08
	4	36.06	38.67	40.56	37.37	36.71	37.87
2	1	20.46	24.31	21.69	25.61	24.96	23.41
	2	37.37	35.41	36.71	38.67	36.67	37.37
	3	28.88	26.92	30.18	32.79	30.18	29.79
	4	36.71	38.67	35.41	38.02	36.71	37.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

การวิเคราะห์ไอโอเดตโดยใช้เทคนิคสเปกโทรโฟโตเมทรี เป็นวิธีที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณไอโอเดตในตัวอย่างเกลือ สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารตัวอย่างไอโอเดตที่มีผลต่อสารสกัดจากใบชาที่ใช้เป็นรีเอเจนต์ ซึ่งเป็นสารประกอบจำพวกสารประกอบแทนนิน และทำการตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงต่อด้วยเครื่อง UV – Vis spectrophotometer

ในการวิเคราะห์สารตัวอย่าง จะทำการหาสภาวะที่เหมาะสมก่อนคือ สภาวะการสกัดชาที่เหมาะสมจะทำการสกัดด้วยอะซิโตนในสัดส่วน 30 : 100 ของน้ำหนักชาต่อปริมาณอะซิโตน ซึ่งการใช้อะซิโตนจะทำให้ได้ผลการสกัดที่ดี เนื่องจากจะลดความขุ่นของการสกัดได้ เมื่อเทียบกับการสกัดด้วยน้ำกลั่นหรือการสกัดด้วยอะซิโตน 70% + น้ำกลั่น 30% อีกทั้งยังสกัดได้ดีกว่าเอทานอลอีกด้วย สภาวะความเข้มข้นที่เหมาะสมของรีเอเจนต์ชาจะเลือกใช้ที่ 30%w/v เนื่องจากให้ค่าการดูดกลืนแสงอยู่ในช่วงที่ดีและเหมาะสมที่สุดคือไม่เกิน 1.0 และไม่น้อยจนเกินไป เลือกใช้สภาวะเบสในการทดลองเพราะสามารถลดความขุ่นหรือตะกอนที่เกิดขึ้นหลังจากสารทำปฏิกิริยากันได้ดีกว่าทำการศึกษาในสภาวะกรด นอกจากนั้นสเปกตรัมและค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ยังเหมาะสมกว่า สภาวะความเข้มข้นของเบสที่ใช้ในการทดลองจะใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 1.0 M เพื่อทำการปรับสภาวะให้เกิดปฏิกิริยาได้ดีขึ้น ในระดับความเข้มข้นของเบสที่มากและน้อยกว่า 1M จะได้ผลการทดลองไม่ดีนัก โดยดูจากค่าการดูดกลืนแสง ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2)ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดความผิดพลาดได้ ระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาที่ 30 นาที เหมาะสมที่สุดโดยดูจากค่าการดูดกลืนแสงและค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) การหาค่าความยาวคลื่นที่เหมาะสมจะทำการสแกนในช่วงความยาวคลื่นที่ 350 – 750 นาโนเมตร พบว่าความยาวคลื่นที่ 670 นาโนเมตร มีการดูดกลืนแสงสูงที่สุดจึงเหมาะสำหรับการวิเคราะห์ จากนั้นนำสภาวะที่ได้มาทำการทดลองและสร้างกราฟมาตรฐานจะได้สมการเส้นตรงคือ y= -0.0039x+0.3394 และค่าสัมประสิทธ์การตัดสินใจที่ R^2= 0.9935 จากผลการคำนวณการศึกษาความเที่ยงของการวัดจะได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) ของตัวอย่างที่ 1 และตัวอย่างที่ 2 อยู่ในช่วง 3.4 –4.77% และ 3.42 – 9.54 % ตามลำดับ และการศึกษาความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์จะได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) ของตัวอย่างที่1 และตัวอย่างที่2 อยู่ในช่วง 4.57 – 15.19 %และ17.83 – 25.72 % ตามลำดับ

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาค่า %Recovery ของสารตัวอย่างที่ 1 และตัวอย่างที่ 2 จะอยู่ในช่วง 63.59 -128.20% และ 58.46 - 128.21 % ตามลำดับ คำนวณหาปริมาณไอโอเดตของสารตัวอย่างที่ 1 และตัวอย่างที่ 2 จะอยู่ในช่วง 49.7 - 63.9 mg และ 28.2 - 53.3 mg ต่อปริมาณเกลือ 1000 กรัม และนำปริมาณไอโอเดตที่คำนวณได้นี้ไปคำนวณเทียบกับปริมาณไอโอดีนที่ได้จะมีปริมาณไอโอดีนในตัวอย่างเกลือที่ 1 และตัวอย่างเกลือที่ 2 อยู่ในช่วง 36.06 - 46.36 mg และ 20.46 - 38.67 mg ต่อปริมาณเกลือ 1000 กรัม ซึ่งปริมาณไอโอดีนที่ได้ยังคงอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในการวิเคราะห์หาปริมาณไอโอเดตโดยใช้เทคนิคสเปกโทรโฟโตเมทรี สารตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ต้องเป็นสารที่ไม่มีสี เนื่องจากสารที่มีจะไปรบกวนสีของสารละลายที่สกัดจากใบชาทำให้ค่าการดูดกลืนแสงผิดพลาดได้

2. ชาที่ใช้ในการสกัดซึ่งเป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อการทดลองอย่างยิ่งเนื่องจากเราไม่สามารถควบคุมความเข้มข้นของชาได้ เนื่องจากสารที่อยู่ภายในชานั้นอาจมีมากน้อยตามฤดูกาลเก็บเกี่ยว ดังนั้นจึงควรนำชามาผสมกัน หรืออาจทำการทดลองในชาชุดเดียวกันจนเสร็จสิ้นการทดลองจะช่วยลดค่าความผิดพลาดลงได้

3. ในการทดลองจะต้องมีการระวังสิ่งปนเปื้อนเป็นพิเศษทั้งจากเครื่องแก้วและสภาพแวดล้อมระหว่างการทดลอง เนื่องจากมีผลทำให้ผลการทดลองที่ได้ผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] **เกลือไอโอดีน.** สืบค้นเมื่อวันที่ 8 กันยายน 2556 จาก
http://scbcknowledge.wordpress.com

[2] **ผลกระทบการขาดสารไอโอดีน.** สืบค้นเมื่อวันที่ 8 กันยายน 2556 จาก
http://www.kumpawa-hosp.com/news/io/
http://www.iodineplease.com/th/why-iodine-crisis.aspx

ปัจจัยที่มีผลต่อระดับสติปัญญา. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 กันยายน 2556 จาก
http://www.smartteen.net/iqeq/factor.html

[3] **โพแทสเซียมไอโอเดต (Potassium iodate).** สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กันยายน 2556 จาก
http://en.wikipedia.org/wiki/Potassium_iodate และ
http://iodinethailand.fda.moph.go.th/index.php?option=com_content&view=article&id=31&Itemid=27& lang=en

[4] **ใบชา.** สืบค้นเมื่อวันที่ 5 ตุลาคม 2556 จาก
http://www.ndoae.com/Data_plant/tea2012_P1.htm

ชาอู่หลง ใบชาอู่หลงมีสารสำคัญ 2 ชนิด. สืบค้นเมื่อวันที่ 5 ตุลาคม 2556 จาก
http://อู่หลง.com

มีอะไรอยู่ในใบชา. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 ตุลาคม 2556 จาก
http://www.icontea.com/article-15.html
http://www.oknation.net/blog/print.php?id=201182

เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับชา. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 ตุลาคม 2556 จาก
http://www.mfu.ac.th/school/agro2012/node/284

[5] **Tannin / แทนนิน.** ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ ,ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.นิธิยา รัตนาปนนท์. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 ตุลาคม 2556 จาก
http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2376/tannin
http://www.thaikasetsart.com

[6] **เครื่องวัดการดูดกลืนแสง, รูปแบบของเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์**
สืบค้นข้อมูล 7 ตุลาคม 2556 จาก
http://www.il.mahidol.ac.th

หลักการของเครื่อง UV-VIS Spectrophotometer สืบค้นข้อมูล 7 ตุลาคม 2556 จาก
http://glasswarechemical.com/scientific-instrument

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[7] **ปฏิกิริยาระหว่าง hydrolysable tannin กับ Potassium iodate**

Carla M. Bossu ,Edilene C. Ferreira ,Fernanda S. Chaves ,Eveline A. Menezes , Ana Rita A. Nogueira. **Flow injection system for hydrolysable tannin determination** Microchemical Journal 84 (2006) 88–92

[8] Zhihai Xie , Jingchan Zhao, **Reverse flow injection spectrophotometric determination of iodate and iodide in table salt**, Talanta 63 (2004) 339–343

[9] Ali Mohammad Haji Shabani, Peter S. Ellis , Ian D. McKelvie, **Spectrophotometric determination of iodate in iodised salt by flowinjection analysis**, Food Chemistry 129 (2011) 704–707

[10] Jaroon Jakmunee, Kate Grudpan, **Flow injection amperometry for the determination of iodate in iodized table salt,** Analytica Chimica Acta 438 (2001) 299–304

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

การหาปริมาณไอโอเดตในสารตัวอย่างเกลือด้วยเทคนิคที่พัฒนาขึ้น

ตารางที่ 1 ตารางแสดงค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่าง

ค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่าง				
วัดครั้งที่				
1	2	3	4	5
0.274	0.277	0.278	0.273	0.277

จากสมการเส้นตรง $y = -0.0039x + 0.3394$

แทนค่าการดูดกลืนแสงเป็น $x = \frac{0.274 - 0.3394}{-0.0039}$

$x = 16.77 \times 10^{-6}$ M

จะได้ความเข้มข้นของไอโอเดตในตัวอย่าง = 16.77 μM

= 16.77 μmol/L

หมายความว่า ใน 1000 ml มีความเข้มข้น = 16.77 μmol

ปิเปตมา 5 ml มีความเข้มข้น = 0.08 μmol

ถ้าเตรียมจากขวด 100 ml มีความเข้มข้น = 1.68 μmol

ถ้าชั่งตัวอย่างเกลือมา 5.0013 g จะมี IO_3^- = 1.68 μmol

ถ้าใน 1000 g จะมี IO_3^- = 335.11 μmol

คิดเป็นกรัม คือ เกลือ 1000 g จะมี IO_3^- = 0.059 g

= 58.6 mg

การหาปริมาณไอโอเดตเปรียบเทียบหาปริมาณไอโอดีนในตัวอย่างเกลือเสริมไอโอดีน

ถ้า 174.9 mg ของ IO_3^- จะได้ I^- = 126.90 mg

ถ้า 58.6 mg ของ IO_3^- จะได้ I^- = 42.52 mg I^-

สำหรับการคำนวณในตัวอย่างค่าอื่นๆก็สามารถทำได้เช่นเดียวกับวิธีดังกล่าว

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

การหาความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์

การหาความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์รายงานด้วย ค่า %RSD

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

$$SD = \sqrt{\frac{\Sigma(X - \overline{X})^2}{N - 1}}$$

เมื่อ SD = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X = ค่าที่วัดได้แต่ละค่า

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยจากการวัดหลายๆครั้ง

N = จำนวนครั้งที่วัด

ตัวอย่างการคำนวณ

จากตารางที่ 4.8 จากการวัดตัวอย่างทั้ง 4 ชุด ของตัวอย่างที่ 1 (เกลือปรุงทิพย์) ที่ได้จากวิธีที่พัฒนาขึ้นมีค่า SD เท่ากับ 2.55, $\overline{X}$ เท่ากับ 16.77

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

$$\%RSD = \frac{2.55}{16.77} \times 100$$

$$\%RSD = 15.19$$

เพราะฉะนั้น %RSD จากการวัดตัวอย่างทั้ง 4 ชุด มีค่าเท่ากับ 15.19 % สำหรับการคำนวณหาความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ในตัวอย่างขวดอื่นๆสามารถทำได้เช่นเดียวกับวิธีดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

การหาความแม่นของวิธีวิเคราะห์

นำค่าการดูดกลืนแสงที่ตรวจวัดได้มาคำนวณ โดยใช้สมการเส้นตรงจากกราฟมาตรฐานโพแทสเซียมไอโอเดต คือ y = -0.0039x + 0.3394 จะได้ค่าความเข้มข้น (μM) ของสารตัวอย่างที่ 1 และตัวอย่างที่ 2 นำไปคำนวณหาค่า % Recovery

$$\text{Recovery} = \frac{\text{Spiked sample}^{1} - \text{Sample}^{2}}{\text{Standard}^{3}} \times 100$$

1. การเติม Standard ลงไปใน Sample
2. Sample เท่านั้นไม่มีการเติม Standard ใดๆลงไป
3. Standard เท่านั้น

ตัวอย่างการคำนวณ

% Recovery ที่ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน KIO_3 = 5μM

$$\text{Recovery} = \frac{17.03 - 10.62}{5} \times 100$$

$$= 128.20$$

คำนวณหาความแม่นของวิธีวิเคราะห์ในตัวอย่างขวดอื่นๆสามารถทำได้เช่นเดียวกับวิธีดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้