สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การวิเคราะห์วิตามิน B1 ในตัวอย่างยาโดยใช้เทคนิคสเปกโทรโฟโตเมทรี

SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF VITAMIN B1 IN TABLET

คุณาภรณ์ อินธิชิต
นาตยา ยังสนอง
เบญจา พันธุเมฆ

สบหมู่
เลขทะเบียน 117281
วัน,เดือน,ปี 20 ก.ค. 2554

b 12337833
i

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาเคมีอุตสาหกรรม - เครื่องมือวิเคราะห์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF VITAMIN B1 IN TABLET

KUNAPORN INTHICHIT

NATTAYA YOUNGSANONG

BENJA PUNTHUMAKE

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIRMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

IN INDUSTRIAL CHEMISTRY-ANALYTICAL INSTRUMENTATION

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การวิเคราะห์วิตามินบี1 ในตัวอย่างยาโดยเทคนิคสเปกโทรโฟโตเมทรี		
	Spectrophotometric Determination of Vitamin B1 in Tablet		
ชื่อนักศึกษา	นางสาวคุณาภรณ์	อินธิชิต	50050605
	นางสาวนาตยา	ยังสนอง	50050634
	นางสาวเบญจา	พันธุเมฆ	50050637
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	เคมีอุตสาหกรรม-เครื่องมือวิเคราะห์		
ปีการศึกษา	2553		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.วิบูลย์	ประดิษฐ์เวียงคำ	

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม - เครื่องมือวิเคราะห์ ประจำปีการศึกษา 2553

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

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การวิเคราะห์วิตามินบี1 โดยเทคนิคสเปกโทรโฟโตเมทรี	
ชื่อนักศึกษา	นางสาวคุณาภรณ์	อินธิชิต
	นางสาวนาตยา	ยังสนอง
	นางสาวเบญจา	พันธุเมฆ
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	เคมีอุตสาหกรรม - เครื่องมือวิเคราะห์	
ปีการศึกษา	2553	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.วิบูลย์	ประดิษฐ์เวียงคำ

บทคัดย่อ

โครงงานพิเศษนี้ศึกษาการวิเคราะห์วิตามินบี1 ในตัวอย่างยาเม็ดด้วยวิธีสเปกโทรโฟโตเมทรี โดยอาศัยปฏิกิริยาระหว่างวิตามินบี1 กับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตในสารละลายที่มีสภาวะเป็นกรดและวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ลดลงของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่ความยาวคลื่น 525 นาโนเมตร ได้สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์หาวิตามินบี1 โดยใช้กรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2.0 โมลาร์ และโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตเข้มข้น 0.02 โมลาร์ ได้กราฟมาตรฐานของวิตามินบี1 เป็นเส้นตรงในช่วงความเข้มข้น 10-50 ppm มีสมการเส้นตรง คือ $y = -0.0035x + 1.0337$ และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.9925 ค่าขีดจำกัดต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ (LOD) มีค่าเท่ากับ 1.82 ppm และค่าขีดจำกัดต่ำสุดที่สามารถวัดได้โดยมีความถูกต้อง (LOQ) มีค่าเท่ากับ 6.06 ppm วิธีวิเคราะห์ที่ได้มีความเที่ยงแสดงด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 6.43–24.65 % ความแม่นของวิธีแสดงด้วยค่าร้อยละการกลับคืนอยู่ในช่วง 60-120 %

คำสำคัญ: วิตามินบี1, โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต, สเปกโทรโฟโตเมทรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Spectrophotometric Determination of Vitamin B1 in Tablet
Students	Miss Kunaporn Inthichit
	Miss Nattaya Youngsanong
	Miss Benja Punthumake
Degree	Bachelor of Science
MajorProgram	Industrial Chemistry - Analytical Instrumentation
Academic Year	2010
Advisor	Dr. Wiboon Praditweangkum

ABSTRACT

The purpose of this special project was to develope a method for determination of vitamin B1 in tablet by spectrophotometry. The reaction was based on an interaction between vitamin B1 and potassium permanganate in solution containing the acidic media. The decreasing of absorbance of potassium permanganate solution at wavelength 525 nm was recorded. The condition for analysis of vitamin B1 was optimized by using 2.0 M sulfuric acid and 0.02 M potassium permanganate solution. A standard curve of vitamin B1 was linear in the concentration range of 10-50 ppm. A linear equation was $y = - 0.0035x + 1.0337$ and coefficient of determination (R^2) was 0.9925. The limit of detection (LOD) and the limit of quantitation (LOQ) were 1.82 ppm and 6.06 ppm, respectively. Precission of vitamin B1 measurement in term of the relative standard deviation (%RSD) was in 6.43–24.65 % range. Accuracy expressed in term of recovery was in the range of 60-120 %.

Keywords: Vitamin B1, Potassium permanganate, Spectrophotometry

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงงานพิเศษนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี สืบเนื่องมาจากความร่วมมือการได้รับการดูแล เอาใจใส่ ช่วยเหลือ แนะนำ และความกรุณาของทุก ๆ ท่าน ทั้งอาจารย์ที่ปรึกษาคณะกรรมการและผู้ที่เกี่ยวข้องที่กรุณาติดตาม ตรวจสอบ และแก้ไขโครงงานพิเศษฉบับนี้จนสำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ดร.วิบูลย์ประดิษฐ์เวียงคำ เป็นอย่างสูงที่ให้คำปรึกษา ช่วยแก้ไขปัญหา เอาใจใส่ดูแล ให้ความช่วยเหลือในการทำโครงงานพิเศษนี้มาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ ดร.ณัฐวุฒิ เชิงชั้น เป็นอย่างสูงที่ให้ความช่วยเหลือในการใช้เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ และแก้ไขปัญหาในโครงงานพิเศษนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.เสาวภาคย์ ธีราทรง เป็นอย่างสูงที่ให้ความช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหาในโครงงานพิเศษนี้

ขอขอบพระคุณ คุณสุรินทร์ เหล่าพระจันทร์ ที่ช่วยดูแลเรื่องการใช้เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ในการทำโครงงานพิเศษนี้ดำเนินไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คุณสุภัทร บานเย็น ที่คอยให้คำปรึกษาเกี่ยวกับโครงงานพิเศษนี้ให้ลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอบคุณ พี่นฤชิต ไพโรจน์ ที่คอยให้คำปรึกษา และช่วยดูแลให้ความช่วยเหลือในการทำโครงงานพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาเคมี รวมทั้งแม่บ้านที่คอยให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในทุก ๆ ด้าน

ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ญาติพี่น้อง เพื่อน ๆ รวมถึงรุ่นพี่ รุ่นน้องทุก ๆ คน ที่คอยให้กำลังใจและช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน ทำให้โครงงานพิเศษนี้ดำเนินไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยที่ไม่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ที่ช่วยทำให้โครงงานพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงานพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ	2
1.4 ขั้นตอนของการวิจัยและการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 วิตามินบี 1	3
2.1.1 สมบัติของวิตามินบี1	3
2.1.2 บทบาทหน้าที่ของวิตามินบี1	3
2.1.3 แหล่งที่พบวิตามินบี1	5
2.1.4 ปริมาณที่แนะนำ	7
2.1.5 สาเหตุของการขาดวิตามินบี1	9
2.1.6 ผลของการขาด	9
2.1.8 การรักษา	10
2.1.9 ผลของการได้รับวิตามินบี1 มากเกินไป	11
2.1.10 การเก็บรักษาคุณค่าทางอาหาร	11
2.1.11 คุณประโยชน์ของวิตามินบี1	11
2.2 โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต	13
2.2.1 โครงสร้างและการเตรียม	14
2.2.2 การใช้งาน	14
2.3 อัลตราไวโอเลตและวิสิเบิลสเปกโทรสโกปี	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.3.1 หลักการของ UV-Visible Spectrophotometer	17
2.3.2 กฎแห่งการดูดกลืนแสง	17
2.3.2 หลักการทำงานของ UV-Visible Spectrophotometer	18
2.3.3 ส่วนประกอบที่สำคัญของ UV-Visible Spectrophotometer	19
2.3.4 ชนิดของเครื่องวัดการดูดกลืนแสง	20
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	21
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	23
3.1 สารเคมี	23
3.2 เครื่องมือ	23
3.3 การเตรียมสารละลายเคมี	23
3.3.1 สารละลายสต๊อกมาตรฐานวิตามินบี1 ที่ความเข้มข้น 500 ppm	23
3.3.2 สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต เข้มข้น 0.02 M	24
3.3.3 สารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2.0 M	24
3.3.4 สารละลายตัวอย่างเข้มข้น 1000 ppm	24
3.3.5 สารละลายตัวอย่างเข้มข้น 500 ppm	24
3.4 วิธีการดำเนินการทดลอง	25
3.4.1 การหาความยาวคลื่นที่เหมาะสม	25
3.4.2 การหาสภาวะที่เหมาะสม	25
3.4.2.1 การศึกษาความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟิวริก	25
3.4.2.2 การศึกษาความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต	25
3.4.2.3 การศึกษาปริมาตรของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต	26
3.4.3 การทำกราฟมาตรฐาน	26
3.4.4 การวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินบี1 ในตัวอย่างยา	27
3.4.5 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ที่พัฒนาขึ้น	27
3.4.5.1 ความแม่นของวิธีการวิเคราะห์ (accuracy)	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.4.5.2 การตรวจวัดปริมาณวิตามินบี1 ในสารละลาย Spiked sample 28

3.4.5.3 ความเที่ยงของการวิเคราะห์ (Precission) 28

3.4.5.4 ช่วงความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐาน 29

3.4.5.5 ขีดจำกัดต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ (Limit of Detection) และค่าต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้โดยมีความถูกต้องและความเที่ยงที่ยอมรับได้ (Limit of Quantitative) 29

บทที่ 4 ผลการทดลองและการอภิปรายผล 30

4.1 การหาความยาวคลื่นที่เหมาะสม 30

4.2 การหาสภาวะที่เหมาะสม 31

4.2.1 ศึกษาความเข้มข้นสารละลายกรดซัลฟิวริกที่เหมาะสม 31

4.2.2 ศึกษาความเข้มข้นสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่เหมาะสม 32

4.2.3 ศึกษาปริมาตรสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่เหมาะสม 33

4.3 กราฟมาตรฐาน 35

4.4 การประเมินความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ 36

4.4.1 การศึกษาความสัมพันธ์เชิงเส้น (Linearity) 36

4.4.2 การศึกษาความถูกต้อง (Accuracy) ของวิธีการวิเคราะห์ 36

4.4.3 การศึกษาความเที่ยง (Precision) ของวิธีวิเคราะห์ 38

4.4.4 การศึกษาขีดจำกัดต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ (Limit of Detection) และขีดจำกัดต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้โดยมีความถูกต้องและความเที่ยงที่ยอมรับได้ (Limit of Quantitation) 39

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 40

เอกสารอ้างอิง 42

ภาคผนวก 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงปริมาณวิตามินบี1 ในอาหารแต่ละชนิด	6
2.2 ปริมาณไทอะมีนอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับกลุ่มบุคคลวัยต่าง ๆ	8
2.3 แสดงคุณสมบัติของโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต	13
4.1 แสดงผลการทดลองเมื่อปรับเปลี่ยนความเข้มข้นสารละลายกรดซัลฟิวริกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	31
4.2 แสดงผลการทดลองเมื่อปรับเปลี่ยนความเข้มข้นสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	32
4.3 แสดงผลการทดลองเมื่อปรับเปลี่ยนปริมาตรของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่ปริมาตรต่าง ๆ	34
4.4 แสดงผลการตรวจวัดปริมาณวิตามินบี1 ที่มีในตัวอย่างยา	35
4.5 แสดงค่าร้อยละของการคืนกลับได้ (%Recovery)	37
4.6 แสดงค่าร้อยละของการเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (% Relative Standard Deviation;%RSD)	38
ก 1.1 แสดงความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 (ppm) และค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 ของผลิตภัณฑ์ A	42
ก 1.2 แสดงความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 (ppm) และค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 ของผลิตภัณฑ์ B	42
ก 1.3 แสดงความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 (ppm) และค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 ของผลิตภัณฑ์ C	43
ก 1.4 แสดงความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 (ppm) และค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 ของผลิตภัณฑ์ D	43
ก 1.5 แสดงความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 (ppm) และค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 ของผลิตภัณฑ์ E	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ค. แสดงค่าความเที่ยงของการวิเคราะห์	45
ง. 1 แสดงผลการวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐาน	47
ง. 2 แสดงผลการวัดความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเพื่อหาค่า LOD และ LOQ	47
จ. แสดงความเข้มแสงของสารละลายมาตรฐานวิตามินบี 1	49
ฉ. แสดงผลตรวจวัดปริมาณวิตามินบี 1 ที่มีในตัวอย่างยา	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างวิตามินบี1	3
2.2 โครงสร้าง Thiamine Pyrophosphate	4
2.3 โครงสร้าง Thiamine Triphosphate	4
2.4 โครงสร้าง Thiamine Monophosphate	4
2.5 โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต	13
2.6 แผนภาพแสดงแสงความยาวคลื่นเดินทางผ่านตัวกลาง	17
2.7 แผนภาพแสดงเครื่อง UV-Visible Spectrophotometer	18
2.8 แผนภาพแสดงหลอดรังสีที่ใช้เป็นแหล่งกำเนิดรังสีในสเปกโทรโฟโตมิเตอร์	19
2.9 แผนผังแสดงส่วนประกอบของเครื่อง UV-Vis spectrophotometer แบบลำแสงเดี่ยว	20
2.10 แผนผังแสดงส่วนประกอบของเครื่อง UV-Vis spectrophotometer แบบลำแสงคู่	21
4.1 กราฟแสดงค่าการสแกนสเปกตรัมของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตเมื่อความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 เพิ่มขึ้น	30
4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นสารละลายกรดซัลฟิวริก (M) ที่ความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 แตกต่างกัน	31
4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (M) ที่ความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 แตกต่างกัน	33
4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับปริมาตรสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (M) ที่ความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 แตกต่างกัน	34
4.5 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1	35
4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 กับค่าความเข้มข้นของวิตามินบี1ที่ตรวจวัดได้ (Detector Response)	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงานพิเศษ [1]

วิตามินบี1หรือไทอะมีน(Thiamine) เป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต มีหน้าที่สำคัญคือเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการเผาผลาญอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โปรตีนและไขมันเพื่อทำให้เกิดพลังงานดังนั้นถ้าใช้พลังงานมากหรือกินคาร์โบไฮเดรตมากจะต้องการวิตามินนี้มากขึ้นด้วย มีส่วนช่วยในการนำออกซิเจนไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ช่วยการทำงานของระบบทางเดินอาหารจึงเกี่ยวข้องกับความอยากอาหาร การย่อยอาหารและการขับถ่าย อาหารที่มีวิตามินบี1 สูงจะช่วยให้มีความอยากอาหารดีขึ้นจึงสามารถป้องกันท้องผูกได้ ทำให้ระบบย่อยและระบบขับถ่ายดีขึ้น ช่วยให้กล้ามเนื้อทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยในการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์และการผลิตน้ำนม นอกจากนี้ยังช่วยในการทำงานของระบบประสาทและหัวใจ เพราะวิตามินนี้จำเป็นสำหรับการสังเคราะห์สารพวกอะซีติลโคลีน (Acetylcholine) ซึ่งควบคุมการทำงานของระบบประสาท ถ้าร่างกายได้รับวิตามินบี1 ไม่เพียงพอจะมีผลถึงประสาทและกล้ามเนื้อทั่วร่างกายทำให้เกิดโรคเหน็บชา คือ กล้ามเนื้ออ่อนปวกเปียกไม่มีแรง ผิวหนังไม่มีความรู้สึก และเป็นอัมพาตตามแขนและขา นอกจากนี้อาจมีอาการบวมตามตัว แขน ขา และหัวใจบวมโต ถ้าเป็นมากอาจถึงตายได้

วิตามินบี1 มีอยู่ในอาหารหลายชนิดในปริมาณน้อย ๆ คือ มักต่ำกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อ100 กรัม แหล่งสำคัญของไทอะมีน ได้แก่ เนื้อหมู ตับ ถั่วเหลือง รำข้าว ข้าวซ้อมมือ สำหรับข้าวที่สีจนขาวจะมีไทอะมีนเหลืออยู่น้อยมาก นอกจากนี้แบคทีเรียสามารถสังเคราะห์ได้เองในลำไส้ ปัจจุบันยังพบว่าบุคคลทั่วไปมักจะไม่เป็นโรคขาดวิตามินบี1 นอกจากจะพบได้ในคนที่เป็นโรคพิษสุราเรื้อรังและผู้ป่วยโรคเหน็บชา

การวิเคราะห์วิตามินบี1 สามารถทำได้โดยวัดปริมาณวิตามินบี1 ในปัสสาวะ การวัดการทำงานของเอนไซม์ Transketolase ในเม็ดเลือดแดง และการวัดปริมาณไทอะไดฟอสเฟต (Thiamine diphosphate) ในเม็ดเลือดแดง โดยปกติระดับของไทอะมีนในซีรั่มจะเท่ากับ 0.21-0.43 ไมโครกรัมต่อลิตร ในปัสสาวะจะมากกว่า 100 ไมโครกรัมใน 24 ชั่วโมง

ในงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นการวิเคราะห์หาวิตามินบี 1 ในยาเม็ด

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาและพัฒนาวิธีวิเคราะห์วิตามินบี1 โดยใช้เทคนิคสเปกโทรโฟโตเมทรีและอาศัยปฏิกิริยาระหว่างวิตามินบี1 กับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ

1. เพื่อศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์วิตามินบี1 โดยอาศัยปฏิกิริยาระหว่างวิตามินบี1 กับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตและตรวจวัดด้วยเทคนิคสเปกโทรโฟโตเมทรี

2. ทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วิตามินบี1 ที่พัฒนาขึ้นโดยเทคนิคสเปกโทรโฟโตเมทรี

3. นำวิธีการวิเคราะห์วิตามินบี1 ที่พัฒนาขึ้นไปใช้สำหรับการวิเคราะห์วิตามินบี1 ในตัวอย่างยาเม็ด

1.4 ขั้นตอนของการวิจัยและการดำเนินงาน

1. สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

2. ออกแบบการทดลอง จัดหาอุปกรณ์และสารเคมี

3. ดำเนินการทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์วิตามินบี1 โดยอาศัยปฏิกิริยาระหว่างวิตามินบี1 กับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตและตรวจวัดด้วยเทคนิคสเปกโทรโฟโตเมทรี

4.ใช้วิธีวิเคราะห์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อวิเคราะห์วิตามินบี1 ในตัวอย่างยาเม็ด

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์วิตามินบี1 โดยอาศัยปฏิกิริยาระหว่างวิตามินบี1 กับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตและตรวจวัดด้วยเทคนิคสเปกโทรโฟโตเมทรี

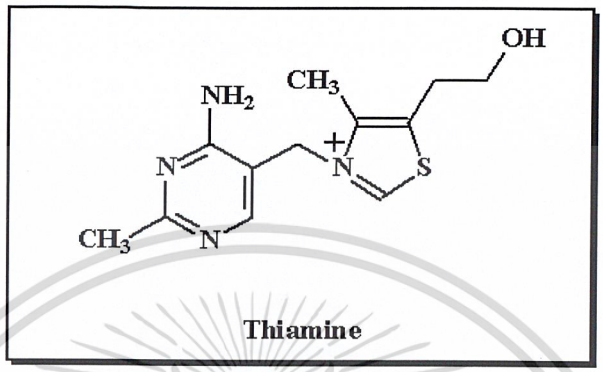
2.สามารถนำวิธีที่พัฒนาขึ้นนี้ไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์วิตามินบี1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วิตามินบี 1 (Vitamin B1) [2]

2.1.1 สมบัติของวิตามินบี 1



Thiamine

รูปที่ 2.1 โครงสร้างวิตามินบี 1 [3]

- เป็นวิตามินตัวหนึ่งในวิตามินบีรวม บางครั้งเรียกวิตามินบี1 ว่าแอนตี้เบอริเบอริแฟคเตอร์ หรือแอนตี้นิวริติคแฟคเตอร์ เนื่องจากเป็นวิตามินที่สามารถป้องกันการกระตุกของประสาท แต่ส่วนใหญ่เป็นที่รู้จักในชื่อไทอะมีน (Thiamine) หรือวิตามินบี1 (Vitamin B1)

- เป็นอินทรีย์โมเลกุลที่ประกอบด้วยไพริดีน (Pyridine) และไทอะโซล (Thiazole)

- เป็นผลึกสีขาว ละลายน้ำได้ (Water soluble vitamine) มีรสเค็ม กลิ่นคล้ายยีสต์ สลายตัวได้ง่ายในสภาวะด่าง แต่ในรูปกรดสามารถทนได้แม้อุณหภูมิสูงถึง 120 องศาเซลเซียส แต่ปกติสลายตัวได้ง่ายในความร้อน และเป็นวิตามินที่สลายตัวได้ง่ายที่สุดในบรรดาวิตามินบีทั้งหมด

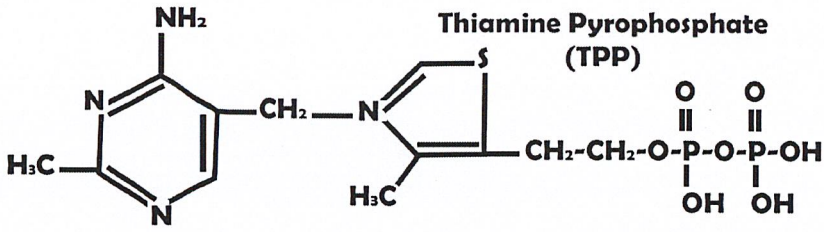
- ร่างกายมนุษย์ไม่สามารถสังเคราะห์วิตามินบี1 ได้ จำเป็นต้องได้รับจากอาหารที่กิน

- สารหรืออาหารเสริมฤทธิ์ในการทำงานของวิตามินบี1 ได้แก่ วิตามินบีรวม วิตามินบี2 กรดโฟลิค ไนอะซิน วิตามินอี แมงกานีส กำมะถัน และวิตามินซี

2.1.2 บทบาทหน้าที่ของวิตามินบี1

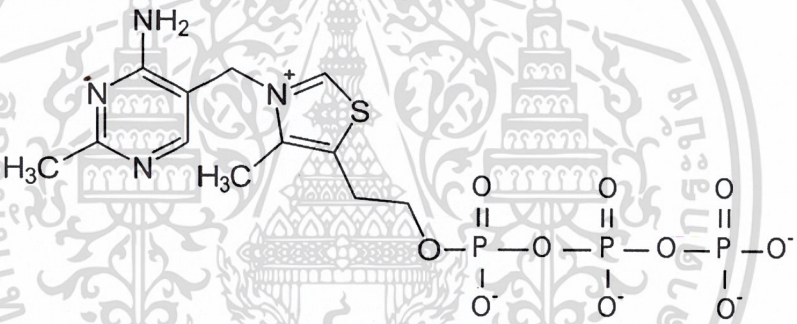
วิตามินบี1 หรือไทอะมีน (Thiamine) ที่ได้รับจากอาหารที่เรากินเข้าไปส่วนใหญ่อยู่ในรูปของไทอะมีนอิสระและไทอะมีนไพโรฟอสเฟต (Thiamine Pyrophosphate,TPP) หรือรวมอยู่กับโปรตีน-ฟอสเฟต เป็นสารเชิงซ้อนซึ่งจะต้องถูกย่อยสลายในระบบทางเดินอาหารก่อนที่จะดูดซึมผ่านผนังลำไส้ ร่างกายจะสะสมไทอะมีนไว้ได้เพียงเล็กน้อยกระจายอยู่ตามเนื้อเยื่อต่าง ๆ ได้แก่ ตับ ไต หัวใจ สมอง และกล้ามเนื้อ ซึ่งจะมีความเข้มข้นสูงกว่าในเลือดเล็กน้อย โดยไทอะมีนจะถูกนำไปใช้จนหมดอย่างรวดเร็วถ้าไม่ได้รับเพิ่มจากอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

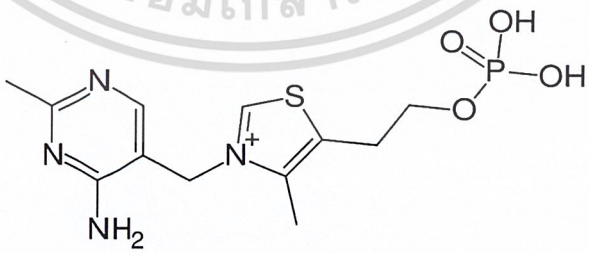


รูปที่ 2.2 โครงสร้าง Thiamine Pyrophosphate (TPP) [4]

ไทอะมีนในร่างกายมีประมาณ 30 มิลลิกรัม ประมาณครึ่งหนึ่งจะอยู่ในกล้ามเนื้อ ปริมาณที่เหลือจะกระจายอยู่ในหัวใจ ตับ ไต และเนื้อเยื่อระบบประสาท ครึ่งชีวิต (half life) ของไทอะมีนมีค่าประมาณ 9 ถึง18 วัน ร้อยละ 80 ของไทอะมีนในร่างกายอยู่ในรูป Thiamine Pyrophosphate (TPP) หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าไทอะมีนไดฟอสเฟต (Thiamine Diphosphate,TDP) อีกร้อยละ10 อยู่ในรูป Thiamine Triphosphate (TMP) และที่เหลือ (ร้อยละ 10) จะอยู่ในรูป Thiamine Monophosphate (TTP) และไทอะมีนอิสระ (free thiamine)



รูปที่ 2.3 โครงสร้าง Thiamine Triphosphate (TTP) [5]



รูปที่ 2.4 โครงสร้าง Thiamine Monophosphate (TMP) [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไทอะมีนในอาหารถูกดูดซึมได้ดี ส่วนใหญ่จะถูกดูดซึมในลำไส้เล็กบริเวณเจจูนัม (jejunum) เนื่องจากไทอะมีนเป็นวิตามินที่ละลายในน้ำจึงไม่สะสมในร่างกาย ดังนั้นไทอะมีนที่ไม่ถูกดูดซึมจะถูกขับออกทางปัสสาวะ ไทอะมีนในเลือดประมาณร้อยละ 90 จะอยู่ในเม็ดเลือดแดงซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในรูปของTPP (Thiamine Triphosphate) ไทอะมีนที่ออกฤทธิ์ภายในร่างกาย คือ TTP และ TPP โดยที่ TPP เป็นโคเอนไซม์ในกระบวนการเมตาบอลิซึ่มของคาร์โบไฮเดรตและกรดอะมิโนชนิดโซ่กิ่ง หน้าที่ของ TPP ที่สำคัญมีดังนี้

• เป็นโคเอนไซม์ของเอนไซม์ pyruvate dehydrogenase ซึ่งมีความสำคัญโดยทำหน้าที่เชื่อมระหว่าง glycolytic pathway และ citric acid cycle

• เป็นโคเอนไซม์ของ a - ketoglutarate dehydrogenase ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ citric acid cycle

• เป็นโคเอนไซม์ของเอนไซม์ transketolase ซึ่งเกี่ยวข้องกับ pentose phosphate pathway

• เป็นโคเอนไซม์ของเอนไซม์ branched-chain keto acid dehydrogenase ในกระบวนการเมตาบอลิซึ่มของกรดอะมิโนชนิดโซ่กิ่ง สำหรับ TTP พบว่าเป็นส่วนประกอบสำคัญของเยื่อประสาท (neural membrane) ถูกหลั่งออกจากสมอง ไขสันหลัง และ sciatic nerves เมื่อได้รับการกระตุ้นโดยสื่อไฟฟ้า มีหลักฐานบ่งชี้ว่า TTP เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทการส่งผ่านกระแสความรู้สึก

2.1.3 แหล่งที่พบวิตามินบี1

ร่างกายมนุษย์ไม่สามารถสังเคราะห์วิตามินบี1 ได้ จำเป็นต้องได้รับจากอาหาร แหล่งที่พบวิตามินบี1 พบมากในอาหารประเภทเนื้อสัตว์ เช่น ไต ตับ เนื้อ หมู ไก่ ปลา ยีสต์ ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต ข้าวซ้อมมือ ข้าวกล้อง ขนมปังโฮลวีท แป้งข้าวหมาก แป้งถั่วเหลือง ถั่วเมล็ดแห้ง ไข่แดง นม และผลไม้ก็พบได้บ้าง วิตามินตัวนี้จะพบในอาหารสดโดยเฉพาะตอนที่ยังไม่ถูกความร้อน ในอาหารจำพวกผักและผลไม้ ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณของไทอะมีนน้อย แต่ถ้าคิดจากที่กินในแต่ละวันแล้วร่างกายก็จะได้รับไทอะมีนพอประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงปริมาณวิตามินบี1 ในอาหารแต่ละชนิด

ชนิดของอาหาร	ปริมาณวิตามินบี 1 (มิลลิกรัมต่ออาหาร 100 กรัม)
ถั่วแระ, ต้ม	0.69
หมู, ตับ	0.40
เนื้อวัว, สด	0.07
วัว, ตับ	0.32
ไก่, เนื้อ	0.08
ไก่, ตับ	0.36
ปลาดุก	0.20
ปลาทูนึ่ง	0.09
ไข่เป็ด 1 ฟอง	0.28
ไข่ไก่ 1 ฟอง	0.15
ข้าวกล้อง, ข้าวหอมมะลิ	0.55
ข้าวเจ้า, ข้าวซ้อมมือ	0.34
ข้าวมันปู	0.46
ข้าวเหนียว	0.08
งาขาวคั่ว	0.55
ข้าวเหนียวดำ	0.83
งาดำอบ	0.75
ถั่วเหลืองดิบ	0.73
ถั่วเขียวดิบ	0.38
ถั่วแดงดิบ	0.31
เนื้อหมูสด	0.73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 ปริมาณที่แนะนำ

แต่ละบุคคลจะมีความต้องการวิตามินบี1 ในปริมาณแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายด้าน เช่น เพศ น้ำหนักตัว ดังที่กล่าวแล้วว่าวิตามินบี1 มีหน้าที่หลักในกระบวนการเผาผลาญพลังงาน ดังนั้นถ้ารับประทานอาหารที่มีพลังงานมากก็ต้องใช้วิตามินบี1 มาก แต่โดยทั่วไปร่างกายต้องการวิตามินบี1 0.5 มิลลิกรัมต่อ1000 กิโลแคลอรี ซึ่งในแต่ละวันจะต้องการดังนี้ ผู้ชายต้องการ 1.2 -1.4 มิลลิกรัมต่อวัน ผู้หญิงต้องการ 1.0 มิลลิกรัมต่อวัน เด็กต้องการ 06 -1.1 มิลลิกรัมต่อวัน สตรีตั้งครรภ์ต้องการ 1.4 มิลลิกรัมต่อวัน สตรีให้นมบุตรต้องการ 1.5 มิลลิกรัมต่อวัน

การเผาผลาญคาร์โบไฮเดรต ไขมันและแอลกอฮอล์ให้เป็นพลังงานนั้นต้องอาศัยไทอะมีนไพโรฟอสเฟต (Thiamine Pyrophosphate, TPP) เป็นโคเอนไซม์ ดังนั้นร่างกายต้องการไทอะมีนเพิ่มขึ้นเมื่อมีการใช้พลังงานมากขึ้น จึงมีการกำหนดความต้องการไทอะมีนต่อพลังงานที่ได้รับจากอาหาร จากการศึกษาพบว่าผู้ใหญ่ปกติเมื่อได้รับไทอะมีนต่ำกว่า 0.16 มิลลิกรัมต่อพลังงาน 1,000 กิโลแคลอรี จะเกิดอาการของโรคเหน็บชา คือ ตัวบวมและหัวใจล้มเหลว (wet beriberi) และชาปลายมือปลายเท้า (dry beriberi) เมื่อได้รับไทอะมีนเพิ่มขึ้นเป็น 0.3 มิลลิกรัมต่อพลังงาน 1,000 กิโลแคลอรี อาการนั้นจะหายไปรวมทั้งค่าไทอะมีนในปัสสาวะและเอนไซม์ transketolase ในเม็ดเลือดแดงจะเพิ่มขึ้นสู่ระดับปกติ

การกำหนดค่าปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวัน (Dietary Reference Intake, DRI) ของประเทศสหรัฐอเมริกาและแคนาดา ปี ค.ศ. 2000 กำหนดค่าประมาณของความต้องการไทอะมีนที่ควรได้รับประจำวัน (Estimated Average Requirement, EAR) ซึ่งเท่ากับ 1.0 มิลลิกรัมต่อวันในผู้ชายและ 0.9 มิลลิกรัมต่อวันในผู้หญิงแล้วนำไปคำนวณหาปริมาณไทอะมีนที่ควรได้รับประจำวันตามความต้องการของบุคคล (Recommended Dietary Allowance, RDA) ของกลุ่มอายุต่าง ๆ ตั้งแต่ 1 ปีขึ้นไป สำหรับทารกแรกเกิดถึงอายุ 12 เดือน กำหนดค่าปริมาณไทอะมีนอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวัน (DRI) โดยใช้ค่าปริมาณไทอะมีนที่พอเพียงในแต่ละวัน (Adequate Intake, AI) ดังแสดงไว้ในตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ปริมาณไทอะมีนอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับกลุ่มบุคคลวัยต่าง ๆ

กลุ่มบุคคล	**อายุ**	**ปริมาณไทอะมีนอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวัน (มิลลิกรัมต่อวัน)**
ทารก	0-5 เดือน	น้ำนมแม่ (0.2)
	6-11 เดือน	0.3
เด็ก	1-3 ปี	0.5
	4-5 ปี	0.6
	6-8 ปี	0.6
วัยรุ่น		
ชาย	9-12 ปี	0.9
	13-15 ปี	1.2
	16-18 ปี	1.2
หญิง	9-12 ปี	0.9
	13-15 ปี	1.0
	16-18 ปี	1.0
ผู้ใหญ่		
ชาย	19-30 ปี	1.2
	31-50 ปี	1.2
	51-70 ปี	1.2
	71 ปี	1.2
หญิง	19-30 ปี	1.1
	31-50 ปี	1.1
	51-70 ปี	1.1
	71 ปี	1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 สาเหตุของการขาดวิตามินบี1

1. การรับประทานวิตามินบี1 ไม่เพียงพอต่อความต้องการ อาจเกิดจากความอดอยากหรือการรับประทานอาหารไม่ถูกสัดส่วนหรือได้รับสารอาหารไม่ครบถ้วนจากการได้รับสารอาหารทางหลอดเลือดดำ (parenteral nutrition) เป็นต้น

2. การรับประทานอาหารที่มีสารต้านฤทธิ์ของวิตามินบี1 ซึ่งมี 2 ประเภท ได้แก่

- สารต้านฤทธิ์ที่ไม่ทนต่อความร้อน (heat labile) ได้แก่ น้ำย่อยไทอะมิเนส (thiaminase) พบได้ในอาหารจำพวกปลาน้ำจืด ปลาร้า และหอยลาย ถ้ากินอาหารพวกนี้ดิบ ๆ จะทำให้น้ำย่อยทำลายวิตามินบี1 โดยตรง

- สารต้านฤทธิ์ที่ทนต่อความร้อน (heat stable) ได้แก่ กรดแทนนิก กรดคาเฟอิก ซึ่งพบในชา กาแฟ ผัก และผลไม้บางชนิด เช่น แอปเปิ้ล ใบพลู ใบหมาก ใบเหมี่ยง ผักบุ้ง ผักกระเฉด ใบชา โดยสารที่ได้ของเหล่านี้จะส่งผลทำลายวิตามินบี1 โดยสารเหล่านี้จะไปรวมกับวิตามินบี1 ทำให้เสียโครงสร้างไป ถึงแม้สารพวกนี้จะผ่านความร้อนแล้วก็ตาม แต่ก็ยังสามารถทำลายวิตามินบี1 ได้

3. ภาวะที่มีการเพิ่มเมตาบอลิซึ่มของร่างกาย จะมีการสลายตัวของคาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้น ความต้องการวิตามินบี1จึงสูงขึ้นด้วย ภาวะดังกล่าวได้แก่

- ภาวะทางสรีระวิทยา ได้แก่ เด็กในวัยเจริญเติบโต หญิงมีครรภ์ หญิงให้นมบุตร และการทำงานหนัก

- ภาวะทางพยาธิวิทยา ได้แก่ โรคติดเชื้อ หรือมีความเจ็บป่วยต่าง ๆ ได้แก่ การผ่าตัด ภาวะเครียด ภาวะต่อมไทรอยด์ทำงานมาก

4. การลดการดูดซึมวิตามินบี 1 จากลำไส้หรือการสูญเสียวิตามินบี1 ซึ่งลำไส้จะลดการดูดซึมในกรณีผู้ป่วยขาดสารอาหารเรื้อรัง ขาดสารอาหารโฟลิคแอซิด อาการท้องร่วง และพิษสุราเรื้อรังจะทำให้การบริโภคอาหารรวมทั้งวิตามินบี1 ลดลง และความสามารถของตับที่จะเปลี่ยนวิตามินบี1 เป็น TPP จะลดลงในรายที่เป็นโรคตับแข็ง นอกจากนี้ร่างกายจะสูญเสียวิตามินบี1 จากการใช้ยาขับปัสสาวะ ท้องร่วง และการการฟอกเลือด ล้างไต (hemodialysis)

2.1.6 ผลของการขาด

การขาดวิตามินบี1 อาจเกิดจากการขาดการอุปโภคที่ดี รวมทั้งโรคที่ก่อให้เกิดความต้องการวิตามินมากขึ้น เช่น โรคต่อมไทรอยด์ทำงานมากกว่าปกติ โรคติดเชื้อ เป็นต้น รวมทั้งโรคที่ขัดขวางการดูดซึมของวิตามินบี1 เช่นโรคตับ โดยส่งผลให้วิตามินบี1 น้อยลงทำให้เกิดโรคเหน็บชา อาจมีสัญญาณเตือนคืออาการเบื่ออาหารตามมาด้วยอาการท้องผูก มีความผิดปกติทางระบบประสาทและกล้ามเนื้อทั่วร่างกายคือ กล้ามเนื้ออ่อนปวกเปียกไม่มีแรง ผิวหนังไม่มีความรู้สึก เป็นอัมพาตตามแขนขา อาจมีอาการบวมตามตัวแขนขา มีความผิดปกติทางระบบประสาท เช่น ประสาทอักเสบ ความจำไม่ดี นอนไม่หลับ มีอาการทางหัวใจ เช่น คลื่นไฟฟ้าหัวใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผิดปกติ หัวใจบวมโต หรืออาจทำให้เกิดหัวใจล้มเหลวได้ ในรายที่ขาดมากๆ อาจมีอาการเบื่ออาหารตามมาด้วยอาการท้องผูกได้ รวมทั้งสามารถทำให้เกิดโรคไหลตายได้

2.1.7 ภาวะผิดปกติ/ภาวะเป็นโรค

การขาดไทอะมีนอย่างรุนแรงจะมีอาการของโรคเหน็บชาซึ่งมีหลายแบบขึ้นอยู่กับอายุและอวัยวะที่ได้รับผลกระทบจากการที่ร่างกายได้รับไทอะมีนไม่เพียงพอ แบ่งออกเป็นโรคเหน็บชาในเด็ก (infantile beriberi) และโรคเหน็บชาในผู้ใหญ่ (adult beriberi)

1. โรคเหน็บชาในเด็ก (infantile beriberi)

พบบ่อยในทารกอายุ 2-3 เดือน มักเป็นในทารกที่ดื่มน้ำนมแม่และแม่กินอาหารที่ขาดวิตามินบี1 ทารกมักถูกนำมาพบแพทย์ด้วยอาการอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกัน เช่น หน้าเขียว หอบเหนื่อย ตัวบวม หัวใจเต้นเร็ว หัวใจโต ร้องเสียงแหบหรือไม่มีเสียง อาจตายภายใน 2-3 ชั่วโมง ถ้าไม่ได้รับการรักษาที่ถูกต้อง ในผู้ป่วยที่มีอาการหนักมากอาจจะฉีดไทอะมีน 25 มิลลิกรัมเข้าเส้นเลือดดำช้า ๆ และตามด้วยอีก 25 มิลลิกรัม ฉีดเข้ากล้ามเนื้อ หลังจากนั้นควรฉีดไทอะมีนให้อีก 20 มิลลิกรัมทุกวันหรือวันเว้นวันจนกระทั่งอาการหายไป ต่อจากนั้นควรให้กินไทอะมีน 10 มิลลิกรัมทุกวันต่อกันอีกหลายสัปดาห์ และแม่ควรได้รับการฉีดไทอะมีน 50 มิลลิกรัมเข้ากล้ามเนื้อทุกวันใน 2-3 วันแรก

2. โรคเหน็บชาในผู้ใหญ่ (adult beriberi)

อาการในเด็กโตหรือผู้ใหญ่แบ่งได้เป็น 3 แบบ คือ

- Dry (paralytic or nervous) beriberi

มีอาการชาโดยไม่บวม มักชาปลายมือปลายเท้า กล้ามเนื้อของแขนและขาไม่มีกำลัง อาจทดสอบได้โดยให้ผู้ป่วยนั่งยอง ๆ แล้วลุกขึ้นเอง ผู้ป่วยจะทำไม่ได้

- Wet (cardiac) beriberi

นอกจากชาปลายมือปลายเท้าแล้ว ผู้ป่วยจะมีอาการบวมด้วย มีน้ำคั่งในช่องท้องและช่องปอด บางรายจะมีอาการหอบเหนื่อย หัวใจโตและเต้นเร็ว หัวใจอาจวายได้ถ้าไม่ได้รับการรักษาทันท่วงที ผู้ป่วยอาจตายได้

- Wernicke-Korsakoff (cerebral) syndrome

พบบ่อยในผู้ป่วยที่เป็นโรคพิษสุราเรื้อรังร่วมด้วย มีอาการทางสมอง 3 อย่างคือ การเคลื่อนไหวของลูกตาทำได้น้อยหรือไม่ได้เลย เดินเซ และมีความผิดปกติทางจิตใจ พวกที่เป็นมากจะมีอาการทางจิตที่เรียกว่า Korsakoff's paychosis

2.1.8 การรักษา

ในผู้ใหญ่หรือเด็กโตที่มีอาการของโรคเหน็บชารุนแรง การฉีดไทอะมีนในครั้งแรกอาจให้ได้สูงถึง 100 มิลลิกรัมทางเส้นเลือดดำโดยไม่มีอาการเป็นพิษใด ๆ ผู้ฉีดควรจะพยายามฉีดไทอะมีนเข้าเส้นเลือดดำอย่างช้า ๆ เพื่อให้ได้ผลการรักษาอย่างเต็มที่ในทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.9 ผลของการได้รับวิตามินบี1 มากเกินไป

วิตามินบี1 เป็นวิตามินที่ละลายในน้ำจึงไม่มีการสะสมในร่างกาย โดยจะขับออกทางปัสสาวะ จึงมักไม่ปรากฏอาการเป็นพิษ การบริโภควิตามินบี1 ปริมาณสูงเกินความต้องการของร่างกายจะไม่ถูกดูดซึมและถูกขับออกมาทางปัสสาวะเกือบหมดภายใน 4 ชั่วโมง สารหรืออาหารที่เสริมฤทธิ์ของวิตามินบี1 ได้แก่ วิตามินบีรวม, วิตามินบี2 ,วิตามินบี3, กรดโฟลิก,วิตามินอี แมงกานีส, กำมะถัน และวิตามินซี

2.1.10 การเก็บรักษาคุณค่าทางอาหาร

การหุงต้มธรรมดาจะไม่สูญเสียวิตามินบี1 แต่ถ้าอาหารที่มีการเคี่ยวหรือใช้ความร้อนนานๆ แช่น้ำนาน ๆ หรือผสมกับด่าง เช่น โซดา ผงฟู จะทำให้สูญเสียวิตามินบี1 ได้ การหุงข้าวโดยการซาวน้ำทิ้งหลายครั้ง ก็ทำให้สูญเสียวิตามินบี1 เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงควรเลือกข้าวที่สะอาดเพื่อจะได้ไม่ต้องซาวน้ำทิ้งหลายครั้ง

การย่างหรืออบอาหารจำพวกเนื้อสัตว์อาจสูญเสียวิตามินบี1 ไม่เกิน 25 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การต้มหรือลวกเนื้อแล้วทิ้งน้ำไปจะทำให้สูญเสียวิตามินบี1 สูงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้ารับประทานทั้งเนื้อและน้ำด้วยจะสูญเสียวิตามินบี1 ไปประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น การต้มผักในน้ำน้อย ๆ ให้สุกโดยเร็วจะสูญเสียวิตามินบี1 น้อยกว่าการต้มนาน ๆ ในน้ำมาก ๆ

2.1.11 คุณประโยชน์ของวิตามินบี1 [7]

1. ป้องกันและรักษาอาการพิษสุราเรื้อรัง

คนป่วยที่เป็นโรคพิษสุราเรื้อรังจะขาดวิตามินบี1 เพราะแอลกอฮอล์ทำลายวิตามินบี1 ที่มีอยู่ในร่างกายได้

2. ปกป้องหัวใจ

การขาดวิตามินบี1 เป็นสาเหตุแห่งการตายของกล้ามเนื้อหัวใจ ซึ่งแสดงออกโดยการที่หัวใจโต แต่ขาดพลังในการสูบฉีดโลหิต เมื่อใดที่ขาดแคลนวิตามินบี1 หัวใจจะเป็นอวัยวะแรกที่กระทบกระเทือน การขาดวิตามินบี1 ในระยะแรกจะทำให้หัวใจเต้นช้าลง และเมื่อภาวะขาดวิตามินรุนแรงขึ้น กล้ามเนื้อหัวใจจะเกิดการสะสมของกรดไพรูวิกและแลคติกกลายเป็นอาการปวดเสียวหัวใจ การศึกษาในมนุษย์โดยตรวจดูหัวใจของผู้ที่ป่วยตายด้วยโรคหัวใจ พบว่ากล้ามเนื้อหัวใจของผู้เสียชีวิตด้วยเหตุหัวใจวายจะมีปริมาณวิตามินบี1 ต่ำกว่าหัวใจของผู้ป่วยที่ตายด้วยโรคสาเหตุอื่น ๆ ถึงแม้การขาดวิตามินบีมิใช่สาเหตุโดยตรงของโรคหัวใจ แต่เราสามารถป้องกันโรคหัวใจได้โดยกินวิตามินบี1 หรือข้าวซ้อมมือในปริมาณที่เพียงพอ

3. พิทักษ์ระบบประสาทและกล้ามเนื้อ

วิตามินบี1 จำเป็นต่อกล้ามเนื้อร่างกายทั้งกล้ามเนื้อลายและกล้ามเนื้อเรียบหากขาดวิตามินบี1 ระบบในร่างกายของจะแปรปรวน เช่น ปวดศีรษะ ประสาทอ่อน เส้นประสาทอักเสบ กระเพาะอาหารบีบตัวลดลง ลดปริมาณน้ำดี น้ำย่อยจากตับอ่อนและลำไส้เล็ก ทำให้เกิดอาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ท้องอืด จุกเสียด เบื่ออาหาร น้ำหนักตัวลด เมื่อกล้ามเนื้อขาดวิตามินบี1 จะทำให้ทำงานได้ไม่เต็มที่หรืออาจเป็นอัมพาตเฉพาะส่วน ถ้าเป็นที่แขนขาก็ปรากฏในรูปตะคริว เหน็บชาแต่อาจปรากฏที่อื่น เช่น กล้ามเนื้อตาทำให้กลายเป็นโรคหนังตาตก เป็นต้น

4. รักษาโลหิตจาง

ธาตุเหล็กรักษาภาวะโลหิตจางเพราะร่างกายใช้เหล็กสร้างเม็ดเลือดแดง แต่ยังมีโรคโลหิตจางประเภทหนึ่งเรียกในทางการแพทย์ว่า 'Thiamine Responsive Anemia Syndrome' เป็นโรคโลหิตจางประหลาดเพราะคนที่เป็นโรคนี้มีอาการโลหิตจางโดยไม่ขาดธาตุเหล็กและวิตามินบี1 แต่เมื่อให้วิตามินบี1 ปริมาณสูง (100 มิลลิกรัมต่อวัน) โรคนี้จะหายไป นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าเกิดจากความผิดปกติในการแปรรูปวิตามินบี 1 ให้เป็นสารพร้อมใช้งาน

5. ขับพิษตะกั่ว (จากมลภาวะ)

ตะกั่วเป็นโลหะหนักที่เราต้องเผชิญในชีวิตประจำวัน มีการศึกษาพบว่าวิตามินบี1 จัดเป็นสารต้านพิษตะกั่ว สัตว์ทดลองที่ได้รับการฉีดวิตามินบี1 ในขนาดสูง 10 เท่าของปกติ จะสามารถป้องกันพิษและการสะสมของตะกั่วในสมอง ตับ ไต และเนื้อเยื่อ นอกจากนี้การรับประทานข้าวซ้อมมือเป็นประจำอาจช่วยลดพิษจากมลภาวะได้

6. ส่งเสริมบุคลิกภาพและเชาวน์ปัญญา

ผู้ที่ขาดวิตามินบี1 หรือบริโภควิตามินบี1 ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานเป็นเวลานาน ซึ่งก็หมายถึงคนส่วนใหญ่ในโลกนี้จะขี้หลงขี้ลืม ขาดความกระตือรือร้น ขาดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความคิดวุ่นวายสับสน และมีภาวะซึมเศร้า ที่เป็นเช่นนี้เพราะเซลล์สมองซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวกับความคิดความจำจะอาศัยน้ำตาลในกระแสเลือดเป็นแหล่งพลังงาน เมื่อปราศจากวิตามินบี1 น้ำตาลในกระแสเลือดจึงไม่อาจเปลี่ยนเป็นพลังงานให้แก่สมองได้

7.) ควบคุมเบาหวาน

วิตามินบี1 อาจไม่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของคนไข้เบาหวานโดยทั่วไป แต่จะมีคนไข้อีกประเภทหนึ่งที่เป็นเบาหวานเทียมกล่าวคือ ร่างกายไม่ยอมรับน้ำตาลกลูโคส เหมือนคนเป็นเบาหวาน แต่เมื่อได้รับวิตามินบี1 ติดต่อกันภาวะน้ำตาลสูงสามารถกลับคืนปกติได้ และเป็นความจริงอย่างยิ่งว่าคนเป็นเบาหวานควรรับประทานข้าวซ้อมมือ เพราะเป็นแป้งเชิงซ้อนไม่ทำให้น้ำตาลพุ่งสูง

8. เสริมการรักษาโรคติดเชื้อ

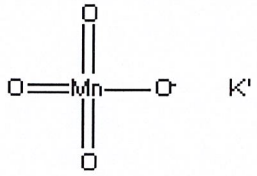
มีรายงานว่าวิตามินบี1 สามารถช่วยการรักษาโรคติดเชื้อและเริมบางชนิดให้หายเร็วขึ้น วิตามินบี1 ช่วยกระตุ้นการทำงานของเซลล์คุ้มกันโรคตัวหนึ่งที่ชื่อนิวโทรฟิลส์

9. ป้องกันโรคไหลตาย (Suds)

ในทางการแพทย์เรียกว่า 'SUDS' หรือย่อจาก 'Sudden Unexplained Death Syndrome' แปลว่า อาการตายเฉียบพลันโดยไม่ทราบสาเหตุ และพบว่าคนที่ตายมีภาวะขาดวิตามินบี1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (Potassium permanganate) [8]



รูปที่ 2.5 โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (Potssium permaganate)

ตารางที่ 2.3 แสดงคุณสมบัติของโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

ชื่อ IUPAC	Patassium permanganate
ชื่อเรียกอื่น	Permanganic acid potassium salt, chameleon mineral, ด่างทับทิม
CAS No.	7722-64-7
สูตรโมเลกุล	$KMnO_4$
น้ำหนักโมเลกุล	158.03
จุดหลอมเหลว	240 องศาเซลเซียส
รูปร่าง	ลักษณะเป็นเข็มสีม่วง – บรอนซ์เทา
กลิ่น	ไม่มีกลิ่น
ความหนาแน่น	2.703 g/cm^3
การละลายในน้ำ	6.38 g/100 ml (20 °C) 25 g/100 ml (65 °C)
การละลาย	ละลายในน้ำ แอลกอฮอล์ และตัวทำละลายอินทรีย์
โครงสร้างผลึก	Orthorhombic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตเป็นสารประกอบอนินทรีย์ มีสูตรโครงสร้างคือ $KMnO_4$ เป็นเกลือที่ประกอบด้วยโพแทสเซียมอิออน (K^+) และแมงกานีสออกไซด์อิออน (MnO_4^-) รู้จักในรูปของ permanganate of potash หรือ Condy's crystals โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตมีลักษณะเป็นผลึกรูปเข็มสีม่วงเทา เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง ละลายน้ำได้ดี เป็นตัวออกซิไดซ์ที่แรง เมื่อละลายน้ำจะได้สารละลายเป็นสีม่วงและจะออกซิไดซ์ได้ดีเนื่องจากโมเลกุลมีออกซิเจนอยู่มาก โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตมีฤทธิ์เป็นเบสอ่อนๆ สลายตัวเมื่อสัมผัสกับแสง

$$2\ KMnO_4\ (s) \longrightarrow K_2MnO_4\ (s) + MnO_2\ (s) + O_2\ (g)$$

2.2.1 โครงสร้างและการเตรียม

โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตเป็นผลึกอยู่ในรูปแบบออโธร์โรมบิค (orthorhombic) มีค่าคงที่ : a = 910.5 pm, b = 572.0 pm, c = 742.5 pm เป็นพันธะ Mn-O ระยะห่าง 162.9 pm สามารถผลิตได้จากแมงกานีสออกไซด์ ซึ่งเกิดจากแร่ไพโรลูไซท์ (pyrolusite) แมงกานีสออกไซด์ผสมกับโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ และความร้อนในอากาศจะได้โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต หรือแมงกานีสออกไซด์กับโพแทสเซียมไนเตรตจะได้โพแทสเซียมแมงกาเนตซึ่งเมื่อเกิดออกซิเดชันในสารละลายอัลคาไลน์จะให้โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

$$2\ MnO_2 + 4\ KOH + O_2 \longrightarrow 2\ K_2MnO_4 + 2\ H_2O$$

$$2\ MnO_4^{2-} + Cl_2 \longrightarrow 2\ MnO_4^- + 2\ Cl^-$$

เปอร์แมงกาเนตยังสามารถทำได้จากสารละลายแมงกานีส (II) อิออน (Mn^{2+}) กับตัวออกซิไดซ์ที่แรงเช่นเลดไดออกไซด์ (PbO_2) หรือโซเดียมบิสมูเทรต ($NaBiO_3$) ปฏิกิริยาเหล่านี้จะให้สีม่วงสดของเปอร์แมงกาเนตสำหรับทดสอบหาแมงกานีส

2.2.2 การใช้งาน

เกือบทุกการใช้งานของโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านของคุณสมบัติออกซิไดซ์ ซึ่งเป็นตัวออกซิแดนท์ที่ไม่ก่อให้เกิดสารพิษตกค้าง โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตยังสามารถใช้ได้หลายด้านดังนี้

1. ยาฆ่าเชื้อและบำบัดน้ำเสีย

ทำหน้าที่เป็นตัวออกซิแดนท์ โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตสามารถทำหน้าที่เป็นยาฆ่าเชื้อโรค ตัวอย่างเช่น เจือจางสารละลายใช้ในการรักษาแผลเปื่อย ยาฆ่าเชื้อสำหรับมือ แผลพุพอง โรคผิวหนัง เชื้อรา และการติดเชื้อของมือหรือเท้า โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตมีการใช้อย่างกว้างขวาง ในอุตสาหกรรมบำบัดน้ำเสียใช้เป็นสารเคมีในการกำจัดเหล็กและไฮโดรเจนซัลไฟต์ (แก๊สไข่เน่า) จากน้ำดีผ่านทาง"Manganese Greensand Filter" และยังใช้ "Pot - Perm" ใส่ลงในสระว่ายน้ำเพื่อบำบัดน้ำเสีย ในอดีตโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตใช้ในการฆ่าเชื้อน้ำดื่ม แต่ขณะนี้พบการประยุกต์ใช้ในการเก็บน้ำจืดและระบบบำบัดน้ำเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ชีวการแพทย์

นอกจากใช้โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตสำหรับการบำบัดน้ำเสีย เกลือของโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตนี้นำมาใช้งานทำเป็นยาฆ่าเชื้อเฉพาะสำหรับการรักษาโรคของมนุษย์และสัตว์ในเนื้อเยื่อ โดยจะใช้ในการฟอกสีเมลานินใช้ในการปิดกั้นเนื้อเยื่อ โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตยังสามารถใช้ในการแยกความแตกต่าง amyloid AA จากประเภทอื่นๆ ของ amyloid pathologically ในเนื้อเยื่อของร่างกาย โดยบ่มเพาะเนื้อเยื่อถาวรกับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตเพื่อจะป้องกัน amyloid AA จาก congo red ในขณะที่ amyloid ชนิดอื่นๆ จะไม่ได้รับผลกระทบ เปอร์แมงกาเนตถูกนำมาใช้ในการรักษา โรคหนองใน และยังใช้ในการรักษา เชื้อรา

3. การสังเคราะห์สารอินทรีย์

นอกเหนือจากการนำไปใช้ในการบำบัดน้ำเสีย การประยุกต์ใช้ที่สำคัญของโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตคือใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ของสารประกอบสารอินทรีย์ ใช้ในการสังเคราะห์วิตามินซี โคลามฟินิคอล แซกคาริน ไอโซนิโคทินิก แอซิด และไพราซิโนอิก แอซิด

4. การรักษาผลไม้

ใช้โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตสำหรับการส่งออกกล้วยเพื่อยืดระยะเวลาการสุกของกล้วย

5. ด้านเคมี

5.1 วิเคราะห์

โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตสามารถใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณ total oxidisable organic material ในตัวอย่างที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย ค่าที่ได้จากการตรวจวัด คือค่าของเปอร์แมงกาเนต ในเคมีวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตในบางครั้งใช้เป็นออกซิไดซ์ไทแทรนต์ สำหรับปฏิกิริยารีดอกซ์ไทเทรชัน (เปอร์แมงกาโนเมตรี) สามารถใช้เป็นสารเพื่อตรวจสอบ the Kappa number ของเยื่อไม้ นอกจากนั้นยังใช้สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตในปฏิกิริยารีดักชันของกรดออกซาลิก

5.2 อินทรีย์

สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่เจือจาง สามารถเปลี่ยนแอลคีน (Alkene) เป็น diols (ไดออล) ลักษณะการทำงานนี้สามารถใช้ในการวิเคราะห์เชิงคุณภาพของพันธะคู่หรือพันธะสามในโมเลกุลเนื่องจากปฏิกิริยา decolourises สารละลายเกลือของเปอร์แมงกาเนตบางครั้งเรียกว่า เบเยอร์รีเอเจนต์ (Baeyer's reagent) อย่างไรก็ตามโบรมีนเป็นตัวที่ใช้ในการตรวจหาปริมาณสารที่ไม่อิ่มตัวได้ดี (พันธะคู่หรือพันธะสาม) โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตเป็นตัวออกซิไดซ์ที่ดีมาก สามารถทำปฏิกิริยากับสารที่มีสิ่งเจือปนในกลุ่มตัวอย่าง
ภายใต้สภาวะที่เป็นกรดแอลคีนมีพันธะคู่สามารถแตกตัวให้กรดคาร์บอกซิลิก

$$CH_3(CH_2)_{17}CH = CH_2 + [O] \longrightarrow CH_3(CH_2)_{17}COOH$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตเปลี่ยนแอลดีไฮด์เป็นคาร์บอกซิลิกแอซิด เช่น นอร์มอล- เฮพเทน เปลี่ยนไปเป็นเฮพทาโนอิกแอซิด

$$C_6H_{13}CHO + [O] \longrightarrow C_6H_{13}COOH$$

แม้กลุ่มอัลคิลบนวงแหวนอะโรมาติก สามารถออกซิไดซ์ เช่น โทลูอีน กับ กรดเบนโซอิก

5.3 ปฏิกิริยากับกรด

กรดซัลฟิวริกเข้มข้นทำปฏิกิริยากับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตได้เป็นแมงกานีส (VII) ออกไซด์ (Mn_2O_7) ซึ่งสามารถทำระเบิดได้ ในทำนองเดียวกันกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นจะให้คลอรีน แมงกานีสที่เป็นผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยารีดอกซ์จะขึ้นอยู่กับค่าพีเอช สารละลายกรดของเกลือของแมงกานีสจะรีดิวส์ไปเป็นแมงกานีส (II) อิออน (Mn^{2+}) สีชมพูอ่อนและน้ำในสารละลายที่เป็นกลางของเกลือแมงกานีสเท่านั้นที่จะรีดิวส์จะให้ $3e^-$ กับ แมงกานีสออกไซด์ (MnO_2) แมงกานีสในสถานะออกซิเดชัน มีเลขออกซิเดชันเท่ากับ +4 วัสดุที่สัมผัสโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตจะเกิดรอยด่างของโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต การสังเกตปฏิกิริยาเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริกเมื่อเติมโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต อย่างไรก็ตามเป็นปฏิกิริยาที่เกิดอาจจะเห็นได้ไม่ชัดเจน โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตและกรดซัลฟิวริกทำปฏิกิริยาในบางครั้งได้โอโซน ซึ่งมีการออกซิไดซ์ที่ให้พลังงานสูงและถูกออกซิไดซ์อย่างรวดเร็วด้วยแอลกอฮอล์ ปฏิกิริยาเหล่านี้ยังผลิตระเบิดแมงกานีส (VII) ออกไซด์ (Mn_2O_7) ควรให้ความสำคัญกับการดูแลเป็นอย่างดี

5.4 การจัดการ

เป็นตัวออกซิไดซ์ที่ให้ผลิตภัณฑ์เป็นแมงกานีสออกไซด์ (MnO_2) สีน้ำตาลเข้ม ทำให้เกิดคราบเปื้อนอย่างรวดเร็วกับสารอินทรีย์เกือบทุกชนิด เช่น ผิว กระดาษ และเสื้อผ้า สีย้อมนี้ใช้ในการพัฒนาแผ่น TLC ปฏิกิริยารีดอกซ์จะถูกใช้เกี่ยวกับศิลปะ เป็นตัวเตรียมสำหรับการฟอกสีกระดาษได้อย่างรวดเร็ว เครื่องแก้วผิวเรียบที่มีสารละลายของโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตจะกลายเป็นแมงกานีสออกไดซ์ที่มีสีน้ำตาล จะสามารถลบออกโดยขัดกับกรดเจือจางหรือด้วยโซเดียมไธโอซัลเฟต

5.5 ความปลอดภัย

โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตเป็นตัวออกซิไดซ์ที่แรงมากจึงควรเก็บแยกออกจากสารที่สามารถเกิดออกซิไดซ์ได้ ในการเกิดปฏิกิริยากับกรดซัลฟิวริกเข้มข้น สามารถผลิตระเบิดที่มีความรุนแรงได้แมงกานีส (VII) ออกไซด์ (Mn_2O_7) เมื่อโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตผสมกับกลีเซอรอลบริสุทธิ์หรือแอลกอฮอล์ ก็จะทำให้เกิดการเผาไหม้เกิดปฏิกิริยารุนแรง

$$3\,C_3H_5(OH)_3 + 14\,KMnO_4 \longrightarrow 14\,MnO_2 + 14\,KOH + 9\,CO_2 + 5\,H_2O$$

โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตอาจทิ้งรอยด่างสีน้ำตาลอ่อนซึ่งสามารถลบออกได้โดยใช้โซเดียมไบซัลไฟต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.3 อัลตราไวโอเลตและวิสิเบิลสเปกโทรสโกปี [9]

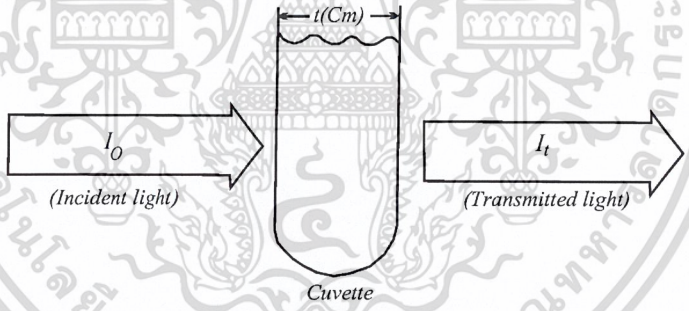
2.3.1 หลักการของ UV-Visible Spectrophotometer

UV-Visible spectrophotometer เป็นเทคนิคการวิเคราะห์สาร โดยใช้หลักการดูดกลืนแสงที่อยู่ในช่วงอัลตราไวโอเลตและวิสิเบิล ช่วงความยาวคลื่นประมาณ 190-1000 นาโนเมตรของสารเคมีซึ่งโดยส่วนใหญ่จะเป็นสารอินทรีย์ (organic compound) สารประกอบเชิงซ้อน (complex compound) และสารอนินทรีย์ (inorganic compound) โดยนำสารตัวอย่างใส่ในเซลล์ที่ใส่ตัวอย่างแล้ววางในบริเวณใกล้แหล่งกำเนิดแสง สารตัวอย่างจะดูดกลืนรังสีหรือแสงบางส่วนไว้แสงที่ไม่ดูดกลืนจะผ่านออกมายังเครื่องวัดแสงแล้วทำการวัดปริมาณแสงออกมาโดยการหักล้างกับปริมาณของแสงก่อนดูดกลืน จากนั้นจะทำการประมวลผลเป็น curve หรือ spectrum ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) และค่าความยาวคลื่น

2.3.2 กฎแห่งการดูดกลืนแสง [10]

กฎการดูดกลืนแสงที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับสเปกโทรสโกปีมีอยู่ 2 กฎ ดังนี้คือ

1. กฎของแลมเบิร์ต (Lambert's law) กล่าวว่า " เมื่อแสงสีเดียวหรือแสงความยาวคลื่นเดียวผ่านตัวกลางเนื้อเดียว (homogeneous) สัดส่วนของความเข้มแสงที่ถูกตัวกลางนั้นดูดกลืนไว้จะมีค่าแปรผันตรงกับความหนาของตัวกลางนั้น "



รูปที่ 2.6 แผนภาพแสดงแสงความยาวคลื่นเดินทางผ่านตัวกลาง

เขียนในรูปสมการได้ดังนี้

$$\text{Log } \frac{I}{Io} = \varepsilon b$$

เมื่อ I = ความเข้มของแสงความยาวคลื่นเดียว

ε = สัมประสิทธิ์ของการดูดกลืนแสง ปกติเปลี่ยนแปลงตามความยาวคลื่นและอุณหภูมิ

I_0 = ความเข้มของแสงก่อนผ่านตัวกลาง เมื่อ b = 0

b = ความหนาของตัวกลางในหน่วยเซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

117281

จากสมการจะเห็นได้ว่าแสงในแต่ละความยาวคลื่นเมื่อเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วความเข้มของแสงจะลดลงเป็นแบบ Exponential กับความหนาของตัวกลางนั้น ๆ

2. กฎของเบียร์ (Beer's law) กล่าวไว้ว่า "เมื่อแสงที่ความยาวคลื่นหนึ่งผ่านตัวกลางเนื้อเดียว สัดส่วนของความเข้มแสงที่ถูกตัวกลางนั้นดูดกลืนไว้จะแปรโดยตรงกับค่าความเข้มข้นของสารตัวกลางนั้น" เขียนในรูปสมการได้ดังนี้

$$\text{Log } \frac{I}{Io} = \varepsilon bc$$

$$A = \varepsilon bc$$

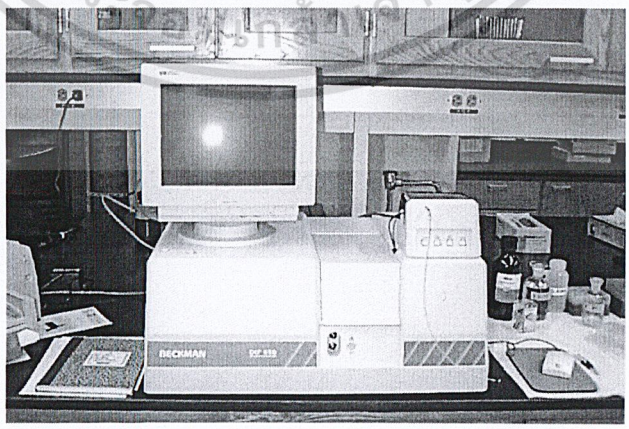
เมื่อ c = ความเข้มข้นของสารในหน่วย โมล/ลิตร

A = ค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance)

2.3.2 หลักการทำงานของ UV-Visible Spectrophotometer

เครื่องชนิดนี้มี photoelectric cell เป็น sensing element กระแสที่เกิดขึ้นโดย photoelectric cell จะถูกเปลี่ยนไปเป็นเปอร์เซนต์ทรานสมิชชันหรือค่าแอบซอบแบนซ์ โดยเครื่องกัลป์วานอมิเตอร์ (Galvanometer) แหล่งกำเนิดแสงเป็นหลอดไฟธรรมดาคือ หลอดทังสเตน (tungsten lamp) และแสงโมโนโครมาติก (Monocromatic Light) ที่ได้จากการให้ลำแสงส่งผ่านแก้วปริซึมหรือดิฟแฟรกชันเกรตติง (Driffraction grating) อย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อให้ได้แสงโมโนโครมาติกที่มีความยาวคลื่นในช่วงแสงที่มองเห็นได้ นอกจากนี้เครื่องมือชนิดนี้ยังสามารถให้แสงในช่วงอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet) และช่วงใกล้อินฟราเรด (Near Infrared) ได้อีกด้วย

2.3.3 ส่วนประกอบที่สำคัญของ UV-Visible Spectrophotometer



รูปที่ 2.7 แผนภาพแสดงเครื่อง UV-Visible Spectrophotometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. แหล่งกำเนิดรังสี (Source) [11] คือ แหล่งกำเนิดรังสีในสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่นิยมใช้กันแพร่หลาย มีดังนี้

1.1 หลอดไฮโดรเจนและหลอดดิวทิเรียมความดันต่ำ เป็นแหล่งกำเนิดรังสีต่อเนื่องที่ดีที่สุดตั้งแต่ช่วงความยาวคลื่นประมาณ 160-360 nm มีทั้งประเภทใช้ศักย์ไฟฟ้าสูง (2200-6600 โวลต์) และประเภทใช้ศักย์ไฟฟ้าต่ำ (ประมาณ 40 โวลต์) หลอดชนิดนี้ให้รังสีที่มีความเข้มสูงจนถึงความยาวคลื่นประมาณ 360 nm หลังจากนั้นความเข้มของรังสีจะลดลงอย่างรวดเร็ว

รูปที่ 2.8 แผนภาพแสดงหลอดรังสีที่ใช้เป็นแหล่งกำเนิดรังสีในสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

1.2 หลอดทังสเตน ประกอบด้วยลวดทังสเตนอยู่ในหลอดสุญญากาศซึ่งให้รังสีที่มีความยาวคลื่น ตั้งแต่ช่วง UV ใกล้ช่วงแสงที่มองเห็นได้จนถึงช่วง IR หลอดชนิดนี้มีราคาถูกและหาได้ง่ายตามท้องตลาด

2. โมโนโครมาเตอร์ (Monocromator) เป็นส่วนสำคัญในการกำหนดคุณภาพของในสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ทำหน้าที่แยกลำรังสีที่มีความยาวคลื่นต่อเนื่องออกเป็นลำรังสีความยาวคลื่นเดียว ในช่วงที่แสงมองเห็นได้อาจใช้ปริซึมแก้ว ส่วนในช่วงของ UV จำเป็นต้องใช้ปริซึมที่ทำด้วยควอตซ์ สำหรับในสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่มีราคาแพงมักใช้โมโนโครมาเตอร์แบบ driffraction grating ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีร่องเป็นจำนวนมากและความกว้างของร่องใกล้เคียงกับความยาวคลื่นรังสี ซึ่งโมโนโครเมเตอร์จะประกอบไปด้วย

-ช่องที่ปล่อยให้แสงเข้า (entrance slit)

-กระจกและเลนส์ (mirror และ lens)

-ส่วนที่ใช้ทำให้แสงกระจายออกเป็นความยาวคลื่นต่าง ๆ กันเพื่อให้เหมาะแก่การเลือกใช้หรืออาจเป็นส่วนที่ตัดแสงบางช่วงออกไปให้เหลือเฉพาะช่วงคลื่นแสงที่ต้องการอุปกรณ์ส่วนนี้อาจประกอบไปด้วยฟิลเตอร์ ปริซึม และเกรตติง

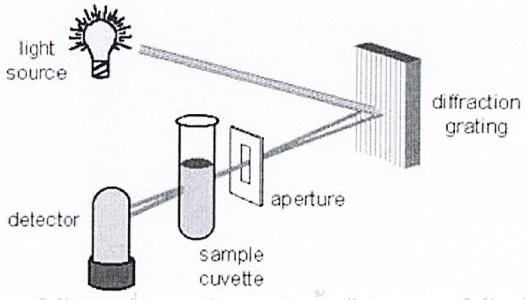
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อุปกรณ์บันทึกสัญญาณ (Recorder) หลังจากที่ลำรังสีมีความยาวคลื่นเดียวผ่านสารที่ต้องการวัดการดูดกลืนแล้วจะไปตกที่อุปกรณ์รับสัญญาณซึ่งให้ข้อมูลการดูดกลืนแสงแก่เรา สำหรับสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ราคาถูกข้อมูลนี้จะปรากฏออกมาในรูปป่ายเบนของเข็มบนหน้าปัดมิเตอร์หรือปรากฏเป็นตัวเลขก็ได้ ในกรณีเช่นนี้ต้องบันทึกข้อมูลเหล่านี้สำหรับแต่ละความยาวคลื่นในกระดาษกราฟ เส้นที่เชื่อมจุดต่าง ๆ หรือ สเปกตรัม (Spectrum) นั่นเอง สำหรับสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่สามารถเปลี่ยนความยาวคลื่นเองโดยอัตโนมัติจะมีอุปกรณ์ที่บันทึกสัญญาณอยู่ด้วย สามารถบันทึกออกมาเป็นสเปกตรัมได้โดยตรง ซึ่งสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ชนิดนี้มีราคาแพง

4. เซลล์บรรจุสารตัวอย่าง เนื่องจากแก้วธรรมดาดูดกลืนรังสีในช่วง UV จึงจำเป็นต้องใช้เซลล์ที่ทำด้วยควอตซ์แทน เซลล์ที่นิยมใช้มีความหนา 1.00 cm การรักษาความสะอาดเซลล์เป็นเรื่องที่สำคัญมากสำหรับการวัดสเปกตรัม ไม่ควรปล่อยให้ตัวทำละลายระเหยไปจนเหลือสารตัวอย่างติดอยู่กับเซลล์ ควรล้างเซลล์ให้สะอาดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์หรือน้ำกลั่นตามความเหมาะสม เช็ดผิวภายนอกเซลล์ด้วยกระดาษเช็ดเซลล์แล้วปล่อยให้แห้งในอากาศก็เป็นการเพียงพอ ไม่ควรใช้กรดโครมิคล้างเซลล์ ควรแยกเซลล์ที่ใช้บรรจุสารละลายของสารอินทรีย์ออกจากเซลล์ที่บรรจุสารอนินทรีย์เพื่อให้ง่ายต่อการล้างทำความสะอาด เซลล์ควอตซ์นี้มีราคาแพงจึงควรเก็บรักษาไว้อย่างดีที่สุด

2.3.4 ชนิดของเครื่องวัดการดูดกลืนแสง [12]

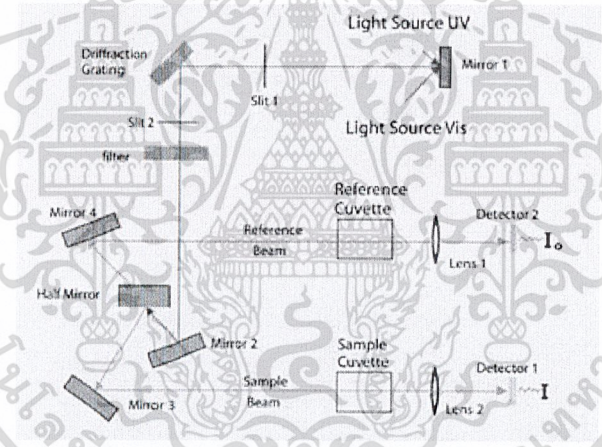
1. ชนิดลำแสงเดี่ยว (single beam type) ใช้ลำแสงลำเดียวกันสำหรับวัดสารอ้างอิง (reference หรือ blank) และสารตัวอย่าง (sample) การวัดความเข้มแสงกระทำโดยปรับ 0 %T แล้วปรับ 0 A หรือ 100 %T ด้วยสารอ้างอิง หลังจากนั้นวัดค่าของสารตัวอย่างในหน่วย A หรือ %T ชนิดลำแสงเดี่ยวมีข้อดีตรงที่มีองค์ประกอบน้อย และมีแสงผ่านไปยังสารตัวอย่างมากกว่าแบบอื่น ๆ แต่มีข้อเสียตรงที่มีเสถียรภาพในการอ่านค่าต่ำและค่าเปลี่ยนแปลงได้ง่าย นอกจากนี้ยังไม่สามารถกวาด (scan) ดูการดูดกลืนของแสงต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องได้



รูปที่ 2.9 แผนผังแสดงส่วนประกอบของเครื่อง UV-Vis spectrophotometer แบบลำแสงเดี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ชนิดลำแสงคู่ (double beam type) วัดความเข้มของแสงโดยการสะท้อนแสงที่ผ่านออกมาจากตัวแยกแสงให้ผ่านสารอ้างอิงและสารตัวอย่างสลับกัน ทำให้ความเข้มแสงที่ผ่านตัวอย่างลดลงครึ่งหนึ่ง วงจรจะขยายสัญญาณที่ได้จากการเปรียบเทียบสัญลักษณ์ที่ได้รับจากสารตัวอย่างกับสารอ้างอิงอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นจึงมีเสถียรภาพในการวัดความเข้มของแสงดีมาก แต่เครื่องวัดชนิดนี้มีองค์ประกอบซับซ้อน เนื่องจากใช้ตัวไวแสงอันเดียวจึงต้องมีวงจรเลือกวัดสัญญาณ และใช้หลอดไฟฟ้ากำเนิดแสงมีกำลังส่องสว่างสูง จึงทำให้มีราคาแพงกว่าเครื่องมือชนิดลำแสงเดี่ยว สำหรับเครื่องแบบลำแสงคู่นั้น แสงจะถูกแยกออกเป็น 2 ลำ ก่อนที่จะไปตกลงบนตัวอย่าง โดยแสงลำหนึ่งจะใช้เป็นลำแสงอ้างอิง ขณะที่อีกลำจะผ่านไปยังตัวอย่าง เครื่องมือที่เป็นแบบลำแสงคู่บางรุ่นจะมีเครื่องตรวจวัด 2 ตัว เพื่อที่จะตรวจวัดแสงอ้างอิงและแสงที่มาจากตัวอย่างได้พร้อมกัน แต่ในบางรุ่นจะมีเครื่องตรวจวัดเพียงตัวเดียว โดยแสงทั้งสองลำจะผ่านตัว beam chopper ซึ่งจะทำหน้าที่กักแสงลำหนึ่งไว้ในช่วงระยะเวลาหนึ่งเครื่องตรวจวัดจึงสามารถตรวจวัดความแตกต่างของแสงทั้งสองลำได้



รูปที่ 2.10 แผนผังแสดงส่วนประกอบของเครื่อง UV-Vis spectrophotometer แบบลำแสงคู่

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

S.A. Al-Tamrah [13] ได้ใช้วิธีสเปกโทรโฟโตเมทรีอธิบายการหาปริมาณสารนิโคติน โดยอาศัยหลักการเกิดปฏิกิริยาระหว่างนิโคตินกับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตในโซเดียมไฮดรอกไซด์ได้สารละลายสีเขียวที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ 610 นาโนเมตร จากกฎของเบียร์จะมีช่วงความเข้มข้นตั้งแต่ 0.1-7.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ คือ 2.2 % สำหรับการทำซ้ำ 10 ครั้งที่ความเข้มข้น 5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ขีดจำกัดของการตรวจวัด คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.08 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ทำการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมและวิธีการนี้ถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์หานิโคตินในบุหรี่

M. A. Korany และคณะ [14] ได้ใช้วิธี extraction-spectrophotometric ในการวิเคราะห์ phenytoinในแคปซูลและพลาสมา โดยอาศัยหลักการเกิดออกซิเดชันของ phenytoin โดยใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ในคลอโรฟอร์ม:ไซโคลเฮกเซน (1:1) หลังจากเกิด crowning กับ dicyclohexano - 24 - Crown - 8 (DC - 24 - C - 8) benzophenone ที่เกิดขึ้นเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันซึ่งตรวจวัดวัดที่ 238 นาโนเมตร สภาวะที่เหมาะสมสำหรับปฏิกิริยาที่ศึกษาและขีดจำกัดของการตรวจวัดมีค่าเท่ากับ 1.2 มิลลิกรัมต่อ100 มิลลิลิตร วิธีการที่พัฒนาขึ้นนี้นำไปใช้ในการตรวจวัดยาในแคปซูลและพลาสมา วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่าย ถูกต้องและหลีกเลี่ยงการสกัด

U. V. Prasad และคณะ [15] ได้ใช้วิธีสเปกโทรโตเมทรีในการตรวจสอบสารต้านอนุมูลอิสระซึ่งพัฒนาโดยใช้โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตและเมทอล (p-N-methyl amino phenol) เมทอลถูกออกซิไดซ์ที่ pH 3.0 ด้วยโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตและจับกับสารต้านอนุมูลอิสระแล้วให้ความยาวคลื่นสูงสุดที่ 560 นาโนเมตรสำหรับ propyl gallateและgallic acid และ 510 นาโนเมตรสำหรับ butylated hydroxy anisole วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่าย ไว ความเที่ยงและความแม่นภายใน ± 1 เปอร์เซนต์ และนำไปใช้วิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระ (gallic acid, propyl gallate and butylated hydroxy anisole) ในน้ำมันและไขมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สารเคมี

1. วิตามินบี1 (Thiamine hydrochloride) บริสุทธิ์ 98.5-101.5% บริษัท ACROS organics
2. โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (Potassium permanganate) บริสุทธิ์ 99.0% บริษัท CARLO ERBA reagents
3. กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid) บริสุทธิ์ 96 ±1% บริษัท CARLO ERBA reagents
4. น้ำปราศจากไอออน (Deionization water)
5. ตัวอย่างยาวิตามินบี1

3.2 เครื่องมือ

1. เครื่อง Spectrophotometer พร้อมเซลล์ควอตซ์
2. เครื่องชั่งน้ำหนักละเอียด 4 ตำแหน่ง
3. ขวดวัดปริมาตร
4. บีกเกอร์
5. ปิเปต
6. กระบอกตวง
7. แท่งแก้วคนสาร
8. กระดาษกรอง
9. ช้อนตักสาร
10. ครกบดสาร
11. ลูกยาง

3.3 การเตรียมสารละลายเคมี

3.3.1 สารละลายสต๊อกมาตรฐานวิตามินบี1 เข้มข้น 500 ppm

1. ชั่งวิตามินบี1 จำนวน 0.5004 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์
2. ละลายด้วยน้ำปราศจากไอออนเล็กน้อย
3. เทสารละลายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตร
4. ปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนจนถึงขีดบอกปริมาตร จะได้สต๊อกสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 เข้มข้น 500 ppm
5. เก็บไว้ในตู้เย็นสามารถเก็บไว้ได้นาน 1 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต เข้มข้น 0.02 โมลาร์

1.ชั่งโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 3.2 กรัมลงในบีกเกอร์

2. ละลายด้วยน้ำปราศจากไอออน 1 ลิตร คนด้วยแท่งแก้วจนละลายหมด

3. ต้มบนแท่นให้ความร้อนนาน 1 ชั่วโมง

4. ปิดฝาทิ้งไว้ข้ามคืนจนเห็นตะกอนแมงกานีสออกไซด์

5. กรองสารละลายผ่านเครื่องกรองแบบลดความดัน จะได้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตเข้มข้น 0.02 โมลาร์

3.3.3 สารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2.0 โมลาร์

1. ปิเปตสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 96 % จำนวน 111.4 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตร

2. ปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนจนถึงขีดบอกปริมาตร จะได้สารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2.0 โมลาร์

3.3.4 สารละลายตัวอย่าง (ความเข้มข้นวิตามินบี1 ประมาณ 1000 ppm)

1. นำตัวอย่างยาวิตามินบี1 จำนวน10 เม็ดมาบดให้ละเอียด

2. ชั่งตัวอย่างยาให้มีปริมาณวิตามินบี1 ที่เหมาะสมใส่บีกเกอร์แล้วละลายด้วยน้ำปราศจากไอออน

3. เทใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออน จนถึงขีดบอกปริมาตรแล้วเขย่าให้ให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

4. กรองสารละลายตัวอย่างที่ได้ผ่านกระดาษกรองใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายตัวอย่างเข้มข้น 1000 ppm

3.3.5 สารละลายตัวอย่าง (ความเข้มข้นวิตามินบี1 ประมาณ 500 ppm)

1. ปิเปตสารละลายตัวอย่างเข้มข้น 1000 ppm จำนวน 50 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร

2. ปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนจนถึงขีดบอกปริมาตร เขย่าผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน จะได้สารละลายตัวอย่างเข้มข้น 500 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วิธีการดำเนินการทดลอง

3.4.1 การหาความยาวคลื่นที่เหมาะสม

1. ปิเปตกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2.0 โมลาร์ จำนวน 15 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร

2. ปิเปตโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.02 โมลาร์ จำนวน 1 มิลลิลิตรลงไป

3. ปิเปตสารละลายมาตรฐานวิตามินบี 1 เข้มข้น500 ppm จำนวน 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตรลงไป

4. ปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนจนถึงขีดบอกปริมาตร เขย่าผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

5. นำสารละลายที่เตรียมได้ไปสแกนสเปกตรัมเพื่อหาความยาวคลื่นที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ และบันทึกค่าการดูดกลืนแสง

3.4.2 การหาสภาวะที่เหมาะสม

3.4.2.1 การศึกษาความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟิวริก

1. ปิเปตกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 0.5, 1.0, 2.0 และ 3.0 โมลาร์ จำนวน 15 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร

2. ปิเปตโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.02 โมลาร์ จำนวน 1 มิลลิลิตรลงไป

3. ปิเปตสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 เข้มข้น500 ppm จำนวน 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตรลงไป

4. ปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนจนถึงขีดบอกปริมาตร เขย่าผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

5. นำสารละลายที่เตรียมได้ไปตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น525 นาโนเมตร

3.4.2.2 การศึกษาความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

1. ปิเปตกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2.0 โมลาร์ จำนวน 15 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร

2. ปิเปตโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.01และ 0.02 โมลาร์ จำนวน 1 มิลลิลิตรลงไป

3. ปิเปตสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 เข้มข้น 500 ppm จำนวน 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตรลงไป

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนจนถึงขีดบอกปริมาตร เขย่าผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

5. นำสารละลายที่เตรียมได้ตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น525 นาโนเมตร

3.4.2.3 การศึกษาปริมาตรของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

1. ปิเปตกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2.0 โมลาร์ จำนวน 15 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร

2. ปิเปตโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.02 โมลาร์ จำนวน 0.5 และ 1 มิลลิลิตรลงไป

3. ปิเปตสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 เข้มข้น 500 ppm จำนวน 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตรลงไป

4. ปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนจนถึงขีดบอกปริมาตร เขย่าผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

5. นำสารละลายที่เตรียมได้ไปตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 525 นาโนเมตร

3.4.3 การทำกราฟมาตรฐาน

1. ปิเปตกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2.0 โมลาร์ จำนวน 15 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร

2. ปิเปตโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.02 โมลาร์ จำนวน 1 มิลลิลิตรลงไป

3. ปิเปตสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 เข้มข้น 500 ppm จำนวน 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตรลงไป

4. ปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนจนถึงขีดบอกปริมาตร เขย่าผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

5. นำสารละลายมาตรฐานที่เตรียมได้ไปตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 525 นาโนเมตร

6. สร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ จากกราฟมาตรฐานที่ได้จากการทดลองนำมาคำนวณหาสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination ; R^2) จากสมการเส้นตรงของการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 การวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินบี1 ในตัวอย่างยา

1. ปิเปตกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2.0 โมลาร์ จำนวน 15 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร

2. ปิเปตโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.02 โมลาร์ จำนวน 1 มิลลิลิตร

3. ปิเปตสารละลายตัวอย่างยาวิตามินบี1 เข้มข้น 500 ppm จำนวน 2.5 มิลลิลิตร

4. ปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนจนถึงขีดบอกปริมาตร เขย่าผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

5. นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 525 นาโนเมตร

3.4.5 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ที่พัฒนาขึ้น

ทำการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินบี1 โดยอาศัยปฏิกิริยาระหว่างวิตามินบี1 กับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตและทำการตรวจวัดด้วยเทคนิคสเปกโทรโฟโตเมทรี โดยพิจารณาถึง

3.4.5.1 ความแม่นของวิธีการวิเคราะห์ (accuracy)

ศึกษาโดยนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดวิตามินบี1 ในสารละลาย spiked sample และสารละลายตัวอย่างแล้วนำมาคำนวณหาร้อยละของการคืนกลับได้ (%recovery) จากสมการ

$$\%\text{Recovery} = \frac{(\bar{C}_{\text{Spiked sample}} - \bar{C}_{\text{Sample}})}{C_{\text{Standard}}} \times 100$$

เมื่อ $\bar{C}_{\text{Spike sample}}$ คือ ความเข้มข้นเฉลี่ยของวิตามินบี1 ในสารละลาย Spiked sample

$\bar{C}_{\text{Sample}}$ คือ ความเข้มข้นเฉลี่ยของสารละลายตัวอย่าง

C_{Standard} คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานที่ใช้เติม

เกณฑ์การยอมรับค่า % Recovery อยู่ในช่วง 80 – 120%

ค่า $\bar{C}_{\text{Spike sample}}$ และค่า $\bar{C}_{\text{Sample}}$ สามารถหาได้จากการทดลองดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5.1.1 การตรวจวัดปริมาณวิตามินบี1 ในสารละลาย Spiked sample

1. ปิเปตกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2.0 โมลาร์ จำนวน 15 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร

2. ปิเปตโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.02 โมลาร์ จำนวน 1 มิลลิลิตร

3. ปิเปตสารละลายตัวอย่างยาวิตามินบี1 เข้มข้น 500 ppm จำนวน 2.5 มิลลิลิตร

4. ปิเปตสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 เข้มข้น 500 ppm จำนวน 1 มิลลิลิตร

5. ปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนจนถึงขีดบอกปริมาตร เขย่าผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

6. นำสารละลาย Spiked sample ที่เตรียมได้ไปวัดค่าดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 525 นาโนเมตร โดยใช้น้ำปราศจากไอออนเป็นสารละลายแบลงค์ โดยแต่ละตัวอย่างทำการวัดซ้ำ 3 ครั้ง นำค่าไปเทียบหาความเข้มข้นของวิตามินบี1 จากกราฟมาตรฐานที่เตรียมได้ จะได้ $\overline{C}_{\text{Spiked sample}}$

7. ปิเปตกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2.0 โมลาร์ จำนวน 15 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร

8. ปิเปตโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.02 โมลาร์ จำนวน 1 มิลลิลิตร

9. ปิเปตสารละลายตัวอย่างยาวิตามินบี1 เข้มข้น 500 ppm จำนวน 2.5 มิลลิลิตร

10. ปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนจนถึงขีดบอกปริมาตร เขย่าผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

11. นำสารละลายที่เตรียมได้ไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 525 นาโนเมตร โดยใช้น้ำปราศจากไอออนเป็นสารละลายแบลงค์ โดยแต่ละตัวอย่างทำการวัดซ้ำ 3 ครั้ง นำค่าไปเทียบหาความเข้มข้นของวิตามินบี1 จากกราฟมาตรฐานที่เตรียมได้ จะได้ $\overline{C}_{\text{Sample}}$

12. คำนวณร้อยละของการคืนกลับได้ (%Recovery) จากสมการข้างต้น

3.4.5.2 ความเที่ยงของการวิเคราะห์ (Precission)

ศึกษาโดยนำสารละลายตัวอย่างเข้มข้น 25 ppm มาตรวจวัดซ้ำ 3 ซ้ำ แล้วนำผลมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean; $\overline{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standarddeviation; SD) และร้อยละของการเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%Relative Standard Deviation; %RSD) ของแต่ละความเข้มข้นจากสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\overline{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \overline{X})^2}{n-1}}$$

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

3.4.5.3 ช่วงความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐาน

จากกราฟมาตรฐานนำมาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient Determination; R^2) จากสมการต่อไปนี้

$$r = \frac{\sum_i \{(x_i - \overline{x})(y_i - \overline{y})\}}{\{[\sum_i \{(x_i - \overline{x})^2][\sum_i (y_i - \overline{y})^2\}]\}^{1/2}}$$

3.4.5.4 ขีดจำกัดต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ (Limit of Detection; LOD) และค่าต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้โดยมีความถูกต้อง และความเที่ยงที่ยอมรับได้ (Limit of Quantitative)

นำสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 ที่ใช้ในการสร้างกราฟมาตรฐานที่ความเข้มข้น 10, 20, 30 ,40 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยแต่ละความเข้มข้นทำการวัดซ้ำ 3 ครั้ง โดยเรียงลำดับตามความเข้มข้น นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานเพื่อหาความเข้มข้นที่ตรวจวัดได้ แล้วนำมาสร้างกราฟเทียบกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 ที่เตรียมได้และนำค่าจุดตัดแกน y และค่าความชันมาคำนวณค่า LODและLOQ จากสมการ

$$LOD = \frac{3S_{x/y}}{slope}$$

$$LOQ = \frac{10S_{x/y}}{slope}$$

โดย $S_{x/y}$ คือ จุดตัดแกน y ของกราฟ

Slope คือ ความชันของกราฟ

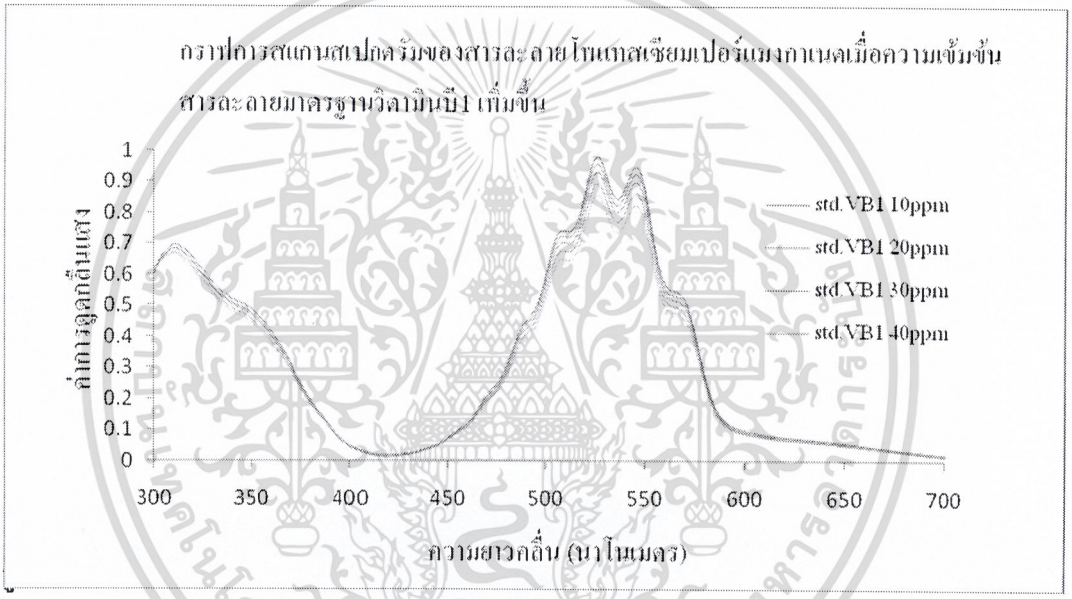
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและการอภิปรายผล

4.1 การหาความยาวคลื่นที่เหมาะสม

การศึกษาหาความยาวคลื่นที่เหมาะสมสำหรับการทดลอง ศึกษาโดยนำสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 ที่ความเข้มข้นต่างกันไปสแกนหาความยาวคลื่นที่สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตสามารถดูดกลืนแสงได้ดีที่สุด ผลที่ได้แสดงดังกราฟ



ปที่ 4.1 กราฟการสแกนสเปกตรัมของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตเมื่อความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 เพิ่มขึ้น

จากกราฟจะเห็นได้ว่าสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่ความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1เพิ่มขึ้นสามารถดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 525 นาโนเมตรได้ดีที่สุด ดังนั้นความยาวคลื่นที่เหมาะสมที่จะใช้ในการทดลองหาวิตามินบี1 คือ ความยาวคลื่นที่ 525 นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การหาสภาวะที่เหมาะสม

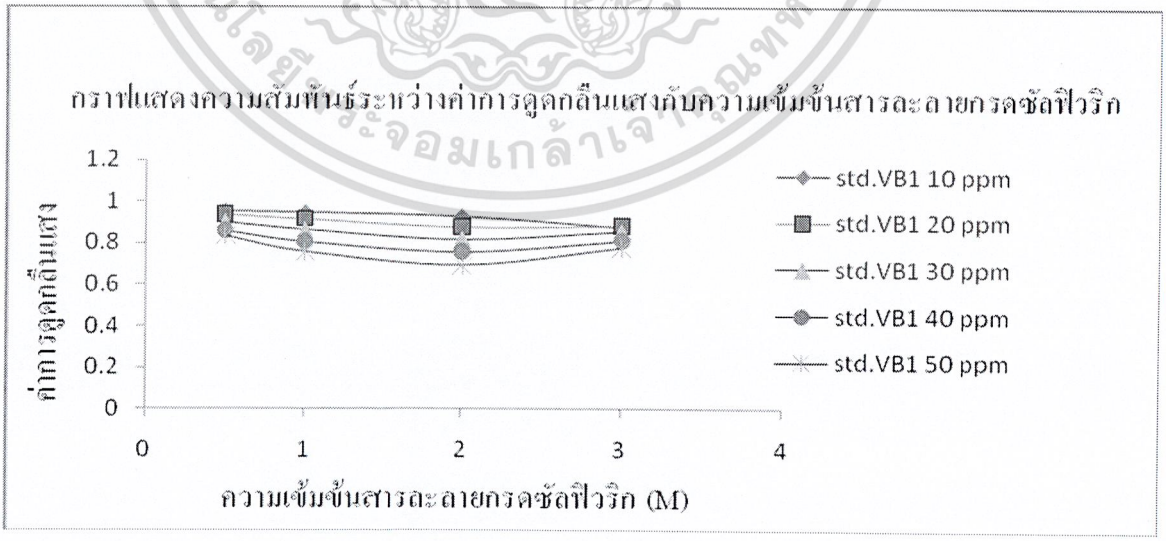
4.2.1 ศึกษาความเข้มข้นสารละลายกรดซัลฟิวริกที่เหมาะสม

การศึกษาหาความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟิวริกที่เหมาะสมสำหรับการทดลองศึกษาโดยนำสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้นต่างกันไปทำการทดลองได้ผลดังตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองเมื่อปรับเปลี่ยนความเข้มข้นสารละลายกรดซัลฟิวริกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้นกรดซัลฟิวริก (M)	ค่าการดูดกลืนแสง ความเข้มข้นสารละลายวิตามินบี 1 (ppm)					สมการเส้นตรง	R^2
	10	20	30	40	50		
0.5	0.9547	0.9384	0.9013	0.8612	0.8350	y = -0.0032x+0.9931	0.9845
1.0	0.9495	0.9171	0.8668	0.8083	0.7573	y = -0.0049x+1.0078	0.9913
2.0	0.9299	08770	0.8199	0.7587	0.6924	y = -0.0059x+0.9936	0.9981
3.0	0.8763	0.8844	0.8584	0.8126	0.7775	y = -0.0027+0.9227	0.8778

จากตารางสามารถนำมาสร้างกราฟได้ผลดังนี้



รูปที่4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นสารละลายกรดซัลฟิวริก (M) ที่ความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1และ รูปที่ 4.2 เมื่อศึกษาความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริกที่ความเข้มข้นต่างกัน จากการทดลองพบว่าสภาวะความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริกที่เหมาะสมในการทดลอง คือ 2.0 โมลาร์เนื่องจากมีค่าการดูดกลืนแสงดีที่สุด ได้สมการเส้นตรงเท่ากับ y = - 0.0059x+0.9936 และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.9981

4.2.2 ศึกษาความเข้มข้นสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่เหมาะสม

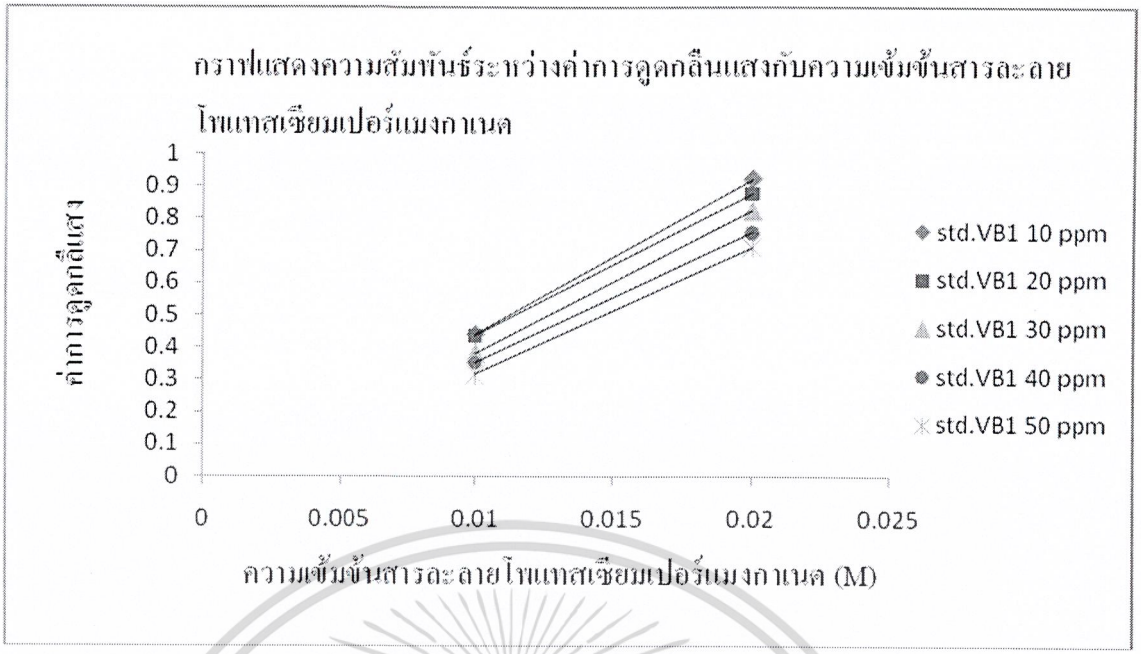
การศึกษาหาความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่เหมาะสมสำหรับการทดลอง ศึกษาโดยนำสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตความเข้มข้นต่างกัน จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงแล้วพลอตกราฟระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตได้ผลดังตาราง 4.2 และ รูปที่ 4.3

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองเมื่อปรับเปลี่ยนความเข้มข้นสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้นโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (M)	ค่าการดูดกลืนแสง ความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานวิตามินบี 1 (ppm)					สมการเส้นตรง	R^2
	10	20	30	40	50		
0.01	0.4411	0.4367	0.3821	0.3523	0.3157	y =-0.0033x+0.4831	0.9751
0.02	0.9299	0.8770	0.8243	0.7567	0.7102	y =-0.0056x+0.9875	0.9974

จากตารางสามารถนำมาสร้างกราฟได้ผลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (M) ที่ความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 แตกต่างกัน

จากตารางเมื่อศึกษาความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่ความเข้มข้นต่างกัน พบว่าสภาวะความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่เหมาะสมในการทดลอง คือ 0.02 โมลาร์ เนื่องจากมีค่าการดูดกลืนแสงดี ได้สมการเส้นตรงเท่ากับ $y = - 0.0056x + 0.9875$ และมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.9974

4.2.3 ศึกษาปริมาตรสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่เหมาะสม

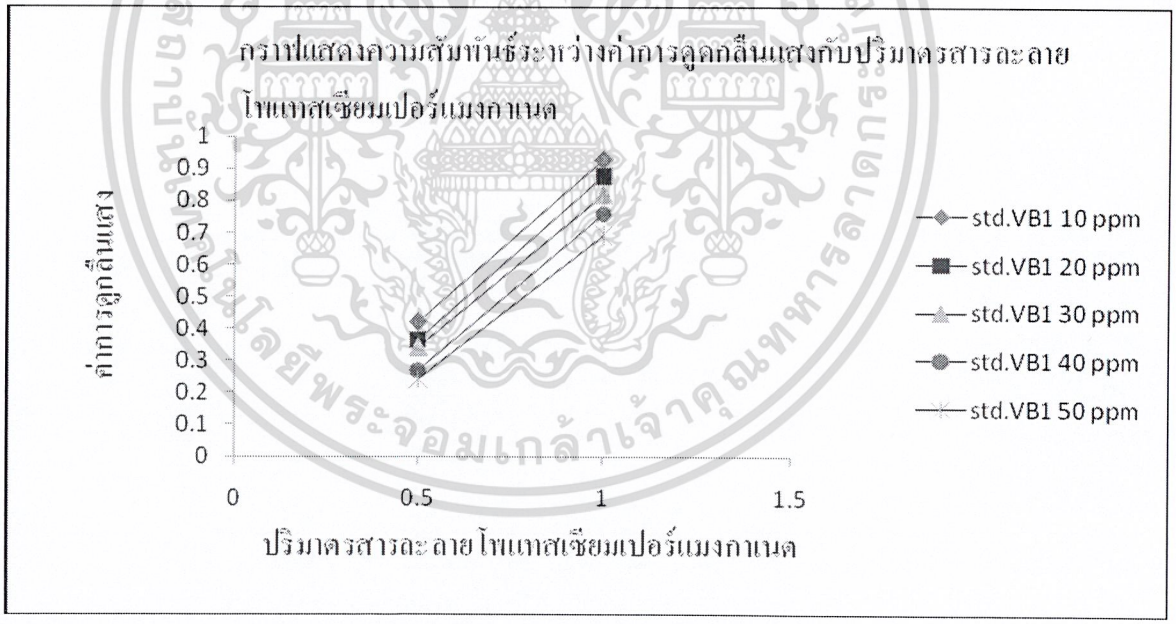
การศึกษาหาปริมาตรของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่เหมาะสมสำหรับการทดลองศึกษาได้โดยนำสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตปริมาตรต่างกัน จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงแล้วพลอตกราฟระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 ได้ผลดังตารางที่ 4.3 และ รูปที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลองเมื่อปรับเปลี่ยนปริมาตรของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกา-เนตที่ปริมาตรต่าง ๆ

ปริมาตรโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (ml)	ค่าการดูดกลืนแสง					สมการเส้นตรง	R^2
	ความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 (ppm)						
	10	20	30	40	50		
0.5	0.4221	0.3656	0.3415	0.2693	0.2421	y =-0.0046x+0.4650	0.9786
1.0	0.9299	0.8770	0.8199	0.7587	0.6924	y =-0.0059x+0.9936	0.9981

จากตารางสามารถนำมาสร้างกราฟได้ผลดังนี้



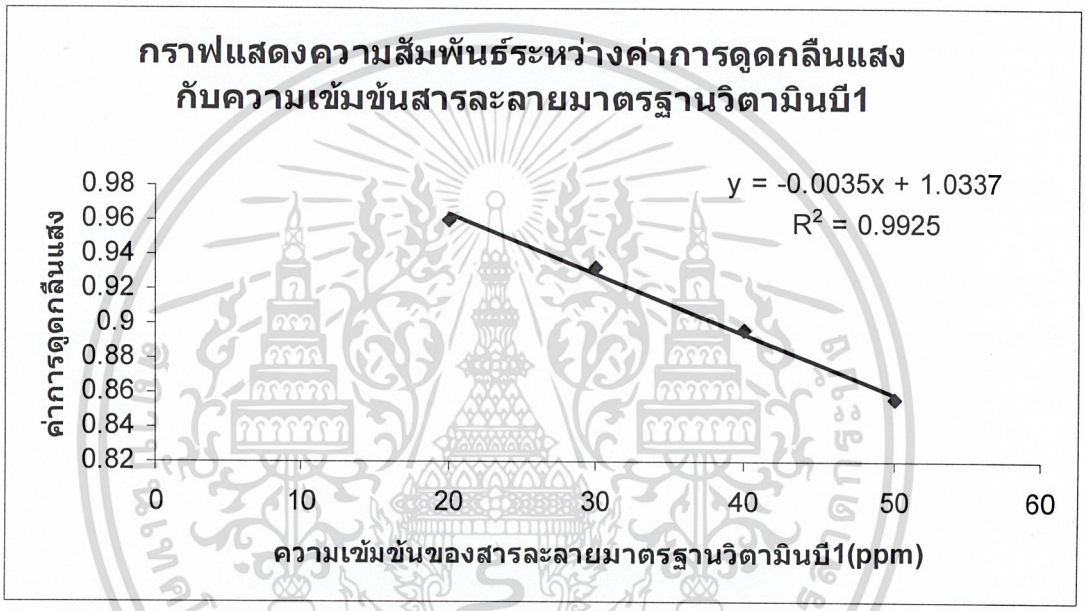
รูปที่4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับปริมาตรสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (M) ที่ความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางเมื่อศึกษาปริมาตรของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่ต่างกัน พบว่าปริมาตรของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่เหมาะสมในการทดลองคือ 1.0 มิลลิลิตร เนื่องจากมีค่าการดูดกลืนแสงดี ได้สมการเส้นตรงเท่ากับ y = - 0.0059x+0.9936 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.9981

4.3 การทำกราฟมาตรฐาน

จากการทดลองตามสภาวะที่เหมาะสม คือ ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตเข้มข้น 0.02 โมลาร์ที่ปริมาตร 1 มิลลิลิตรกับสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 2.0 โมลาร์ มาวิเคราะห์กับสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 ได้กราฟมาตรฐานดังรูป 4.5



รูปที่4.5 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1

จากกราฟมาตรฐานวิตามินบี1 ได้สมการเส้นตรง y = - 0.0035x+1.0337 ได้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.9925 และจากการทดลองการตรวจวัดหาปริมาณวิตามินบี1 ในตัวอย่างยาได้ผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการตรวจวัดปริมาณวิตามินบี 1 ที่มีในตัวอย่างยา

ชนิดตัวอย่างยา	น้ำหนักตัวอย่าง (g)	ปริมาณวิตามินบี1 ในตัวอย่าง (mg/g)
A	0.4310	119.07
B	0.4317	143.28
C	0.4308	117.12
D	0.4305	101.28
E	0.4307	110.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การประเมินความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์

โดยใช้หลักสถิติประเมินได้ผลดังนี้

4.4.1 การศึกษาความสัมพันธ์เชิงเส้น (Linearity)

จากกราฟสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 ได้สมการเส้นตรง $y = - 0.0035x + 1.0337$ และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) มีค่าเท่ากับ 0.9925 ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ (R^2 ไม่น้อยกว่า 0.99)

4.4.2 การศึกษาความถูกต้อง (Accuracy) ของวิธีการวิเคราะห์

ความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์โดยเทคนิคสเปกโทรโฟโตเมทรีศึกษาได้โดยการตรวจวัดปริมาณวิตามินบี1 ในสารละลาย spiked sample และในตัวอย่างที่ไม่มีการเติมสารมาตรฐานลงไป โดยแต่ละตัวอย่างทำการตรวจวัดซ้ำ 3 ครั้ง แล้วนำผลมาคำนวณหาร้อยละของการคืนกลับได้ (% Recovery)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าร้อยละของการคืนกลับได้ (%Recovery)

ตัวอย่างยาวิตามินบี1	ความเข้มข้นวิตามินบี1 ในตัวอย่างยาที่พบ (ppm)	ความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 ที่เติม(ppm)	ความเข้มข้นที่ตรวจพบ (ppm)			ความเข้มข้นเฉลี่ย (ppm)	%Recovery
A	34.57	10	39.63	39.17	37.89	38.89	90.60
		20	49.49	47.43	45.26	47.39	87.80
		30	57.09	56.23	52.69	55.34	85.03
B	41.71	10	44.03	43.57	46.86	44.82	88.90
		20	52.74	50.91	57.49	53.71	88.90
		30	63.23	60.29	65.63	63.05	90.40
C	33.98	10	33.09	41.06	38.43	37.53	82.00
		20	40.94	46.37	44.74	44.02	73.45
		30	52.51	52.54	52.11	52.39	76.87
D	29.33	10	37.89	37.91	32.89	36.23	108.60
		20	48.80	41.06	43.37	44.41	95.35
		30	64.97	58.97	50.46	58.13	109.30
E	32.00	10	38.57	28.71	34.23	33.84	62.10
		20	52.89	36.14	41.37	43.47	79.20
		30	57.11	46.29	49.57	55.99	94.53

จากตารางที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าค่าร้อยละการคืนกลับ (% Recovery) อยู่ในช่วง 60-120 % ตัวอย่างการคำนวณแสดงไว้ในภาคผนวกที่ ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 การศึกษาความเที่ยง (Precision) ของวิธีวิเคราะห์

ความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ด้วยเทคนิคสเปกโทรโฟโตเมทรีศึกษาได้โดยการนำสารละลายตัวอย่างวิตามินบี1ที่ความเข้มข้น25 ppm มาทำการตรวจวัดซ้ำ 3 ครั้ง แล้วนำผลมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean; $\bar{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD) และร้อยละของการเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (% Relative Standard Deviation;%RSD)

ตารางที่4.6 แสดงค่าร้อยละของการเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (n = 3)

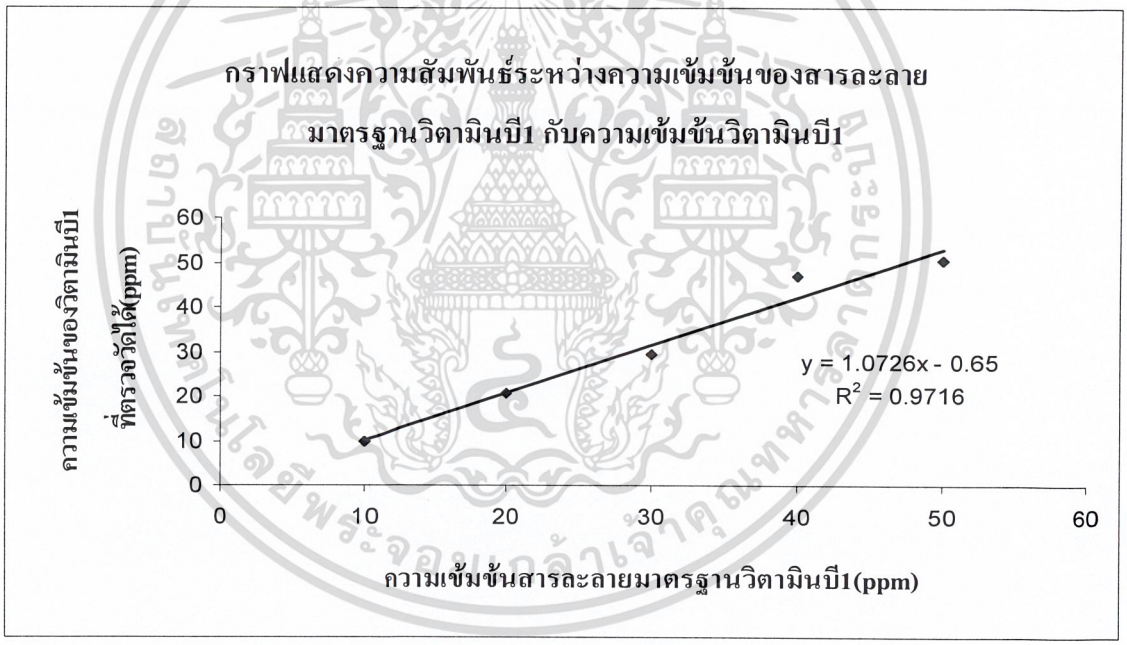
สารตัวอย่าง	ความเข้มข้นที่ใช้ (ppm)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	% RSD
A	25	3.50	11.73
B	25	2.31	6.43
C	25	7.08	24.14
D	25	3.76	14.84
E	25	6.81	24.65

จากตารางที่ 4.6 สารตัวอย่าง A, B, C, D, E จะได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.50, 2.31, 7.08, 3.76 และ 6.81 และค่าร้อยละของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์เท่ากับ 11.73, 06.43, 24.14, 14.84 และ 24.65 ตามลำดับ ในตัวอย่าง C และ E มีค่า %RSD สูงมาก เนื่องจากเกิดการรบกวนของเมทริกซ์ในตัวอย่างยาที่นำมาวิเคราะห์ ตัวอย่างการคำนวณแสดงไว้ในภาคผนวก ค.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.4 การศึกษาขีดจำกัดต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ (Limit of Detection;LOD) และขีดจำกัดต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้โดยมีความถูกต้องและความเที่ยงที่ยอมรับได้ (Limit of Quantitation ;LOQ)

ค่า LOD และ LOQ ศึกษาได้โดยการตรวจวัดปริมาณวิตามินบี1 ในสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในช่วง 10-50 ppm โดยแต่ละตัวอย่างทำการตรวจวัดซ้ำ 3 ครั้ง จะได้ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย แล้วนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานจะได้ความเข้มข้นที่ตรวจวัดได้ แล้วนำมาสร้างกราฟเทียบกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 จะได้กราฟดังแสดงในรูปที่ 4.6 นำค่าที่ได้จากกราฟ (ค่าจุดตัดบนแกนตั้งและค่าความชัน) มาคำนวณหาค่า LOD และ LOQ ได้ค่าดังแสดงในภาคผนวกที่ ง.2 ซึ่งได้ค่า LOD เท่ากับ 1.82 และค่า LOQ เท่ากับ 6.06



รูปที่4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 กับค่าความเข้มข้นของวิตามินบี1 ที่ตรวจวัดได้ (Detector Response)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการตรวจวัดหาวิตามินบี 1 ในตัวอย่างยาเม็ด ซึ่งทางคณะผู้วิจัยมีจุดประสงค์เพื่อหาวิตามินบี1 ที่ใช้ในการบ่งบอกถึงคุณภาพของยาวิตามินบี1 ตามร้านขายยาแผนปัจจุบันในท้องตลาด นอกจากนี้ยังต้องการตรวจสอบประสิทธิภาพ และความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรีว่าเป็นวิธีวิเคราะห์ที่มีความเที่ยงตรง ความแม่นยำในการให้ผลการวิเคราะห์ที่น่าเชื่อถือ และยอมรับได้หรือไม่ ซึ่งสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

สภาวะที่เหมาะสมที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินบี1 ในตัวอย่างยา โดยค่าความยาวคลื่นที่ใช้เท่ากับ 525 นาโนเมตร ความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริกเท่ากับ 2.0 โมลาร์ ความเข้มข้นสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต เข้มข้น 0.02 โมลาร์ และปริมาตรสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 1 มิลลิลิตร

ตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์เตรียมจากการนำตัวอย่างยาวิตามินบี1 มาบดให้ละเอียดแล้วละลายด้วยน้ำปราศจากไอออน จากนั้นปรับปริมาตรจนถึงขีดบอกปริมาตรแล้วมาทำการกรองสารละลายตัวอย่างยาให้ได้สารละลายใส และนำมาวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินบี1 โดยเติมสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของวิธี ทำโดยการนำสารละลายตัวอย่าง 2.5 มิลลิลิตรมาเติมสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 ที่ความเข้มข้น 500 ppm ที่ปริมาตรต่างๆ จากนั้นนำไปตรวจวัดด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ซึ่งสามารถวัดตัวอย่างยาวิตามินบี1 ชนิด A, B, C, D และ E ได้เท่ากับ 119.07, 143.28, 117.12, 101.28 และ 110.14 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักเม็ดยา

จากการประเมินประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์พบว่า

1. สแกนสเปกตรัมของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ได้ค่าความยาวคลื่นที่เหมาะสมคือ 525 นาโนเมตร

2. กราฟมาตรฐานได้สมการเส้นตรง $y = - 0.0035x+1.0337$ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.9925

3. ความเที่ยงของวิธีที่สามารถบ่งบอกได้ด้วยค่าร้อยละการเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 6.43 – 24.65 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ความแม่นของวิธีซึ่งสามารถบอกได้ด้วยร้อยละการกลับคืนอยู่ในช่วง 60 – 120 %

5. ค่าขีดจำกัดต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ (LOD) มีค่าเท่ากับ 1.82 และค่าขีดการจำกัดต่ำสุดที่สามารถวัดได้โดยมีความถูกต้อง (LOQ) มีค่าเท่ากับ 6.06

สรุปได้ว่าความสัมพันธ์เชิงเส้นและความแม่นของวิธีวิเคราะห์อยู่ในเกณฑ์ดี ส่วนความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์มีค่าการกระจายตัวของสารตัวอย่างมาก เนื่องจากการรบกวนของเมทริกซ์ในตัวอย่างยา ทำให้ค่าที่ได้ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่ดี

ข้อเสนอแนะ

1. สารละลายที่เตรียมมาตรวจวัดจะต้องเป็นสารละลายใส ไม่มีตะกอนเจือปน ซึ่งทำโดยการกรองสารละลายด้วยกระดาษกรอง เพราะจะได้ไม่เกิดข้อผิดพลาดของค่าที่ตรวจวัดได้

2. จากการตรวจวัดพบว่าเวลามีผลต่อค่าของการดูดกลืนแสง

3. การทดลองมีการรบกวนจากเมทริกซ์ในตัวอย่างยา จึงควรตรวจสอบวิธีวิเคราะห์โดยเติมสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 ลงในตัวอย่างก่อนกรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] http://www. bloggang. com/viewdiary. phpid=earth-ice&month=04-200.

[2] http://nutrition. anamai. moph. go. th/b1.htm.

[3] http://www2. warwick. ac. uk/fac/med/research/csri/proteindamage/researchinterest/ thiamine_and_benfotiamine/ 9&date=06&group=5&gblog=2.

[4] http://hikaeru. livejournal. com/28418. html.

[5] http://commons. wikimedia. org/wiki/File: Thiamine_triphosphate. svg.

[6] http://commons. wikimedia. org/wiki/File: Thiamine_monophosphate. svg.

[7] http://www. novabizz. com/Health/Supplement/Vitamin_B1. htm.

[8] http://en. wikipedia. org/wiki/potassium_permanganate.

[9] http://www. science. mju. ac. thchemistrydownloadt_tangkuaramCH210-Anal_chem_UV-VIS-1- 53. pdf.

[10] http://www. nicaonline. com/download/present8. ppt.

[11] http://share. psu. ac. th/blog/secpin/9174.

[12] http://aquatovou. com/index. php.

[13] S.A. Al-Tamrah, Spectrophotometric Determination of Nicotine, Analytica Chimica Acta, 379(1999) 75-80.

[14] M. A. Korany, M.M. Bedair and R.S. Haggag, Extraction-Spectrophotometric Determination of Phenytoin in Capsules and Plasma using Potassium Permanganate : Dicyclohexano-24-Crown-8, Talanta, 46(1998) 9-14.

[15] U.V. Prasad, K.E. Rao and C.S.P. Sastry, Spectrophotometric Determination of Some Antioxidants with Potassium Permanganate and Metol, Food Chemistry, 17(1985) 209-213.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ก. การตรวจสอบความเหมาะสมของการวิเคราะห์

ก.1 ตารางแสดงผลค่าการดูดกลืนแสงของวิตามินบี1 ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด

ตารางที่ ก 1.1 แสดงความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 (ppm) และค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 ของผลิตภัณฑ์ A

ความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 (ppm)	ค่าการดูดกลืนแสง			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	$\bar{X}$±SD
-	0.9284	0.9278	0.9317	0.9293±0.0701
10	0.8950	0.8966	0.9011	0.8976±0.0032
20	0.8605	0.8677	0.8753	0.8678±0.0074
30	0.8339	0.8369	0.8493	0.8400±0.0069

ตารางที่ ก 1.2 แสดงความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 (ppm) และค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 ของผลิตภัณฑ์ B

ความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 (ppm)	ค่าการดูดกลืนแสง			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	$\bar{X}$±SD
-	0.9098	0.9148	0.8990	0.9079±0.0081
10	0.8796	0.8812	0.8697	0.8768±0.0062
20	0.8491	0.8555	0.8325	0.8457±0.0119
30	0.8124	0.8227	0.8040	0.8130±0.0094

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก 1.3 แสดงความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 (ppm) และค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 ของผลิตภัณฑ์ C

ความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 (ppm)	ค่าการดูดกลืนแสง			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	$\bar{X}$±SD
-	0.9585	0.9103	0.9244	0.9311±0.0248
10	0.9179	0.8900	0.8992	0.9024±0.0142
20	0.8904	0.8714	0.8771	0.8796±0.0098
30	0.8499	0.8498	0.8513	0.8503±0.0008

ตารางที่ ก 1.4 แสดงความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 (ppm) และค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 ของผลิตภัณฑ์ D

ความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 (ppm)	ค่าการดูดกลืนแสง			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	$\bar{X}$±SD
-	0.9445	0.9321	0.9584	0.9450±0.0132
10	0.9011	0.9010	0.9186	0.9068±0.0101
20	0.8629	0.8900	0.8819	0.8783±0.0139
30	0.8063	0.8273	0.8571	0.8302±0.0255

ตารางที่ ก 1.5 แสดงความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 (ppm) และค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 ของผลิตภัณฑ์ E

ความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 (ppm)	ค่าการดูดกลืนแสง			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	$\bar{X}$±SD
-	0.9113	0.9584	0.9413	0.9370±0.0238
10	0.8987	0.9332	0.9139	0.9153±0.0173
20	0.8485	0.9072	0.8889	0.8815±0.0300
30	0.8338	0.8717	0.8602	0.8552±0.0194

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. การศึกษาความถูกต้อง (accuracy) ของวิธีการวิเคราะห์

<u>คำนวณค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย</u>

จาก $$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{0.8605 + 0.8677 + 0.8753}{3}$$

$$\bar{X} = 0.8678$$

<u>คำนวณค่าความเข้มข้น</u>

- ความเข้มข้น spiked sample

จาก $$y = - 0.0035x + 1.0337$$

$$0.8678 = - 0.0035x + 1.0337$$

$$x = \frac{0.8678 - 1.0337}{0.0035}$$

$$x = 47.39 \text{ ppm}$$

ความเข้มข้น sample

จาก $$y = -0.0035x + 1.0337$$

$$0.9293 = -0.0035x + 1.0337$$

$$x = \frac{0.9293 - 1.0337}{0.0035}$$

$$x = 29.583 \text{ ppm}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณหาค่าร้อยละของการกลับคืนได้ (%Recovery) ตัวอย่างที่ A

จาก $$\% \text{ Recovery} = \frac{\overline{C} \text{ spike sample} - \overline{C} \text{ sample}}{C \text{ standard}} \times 100$$

$$\% \text{ Recovery} = \frac{47.39 - 29.83}{20} \times 100$$

$$\% \text{ Recovery} = 87.80$$

ค. การศึกษาความเที่ยง (Precision) ของการวิเคราะห์

ตารางที่ ค. แสดงค่าความเที่ยงของการวิเคราะห์

สารตัวอย่าง	ความเข้มข้นที่ใช้ (ppm)	ความเข้มข้นที่วัดได้ (ppm)	ค่าเฉลี่ย (ppm)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	% RSD
A1	25	30.09 30.26 29.14	29.83	0.60	2.01

คำนวณค่าความเข้มข้นเฉลี่ย

จาก $$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{30.09 + 30.26 + 29.14}{3}$$

$$\bar{X} = 29.83$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จาก $SD = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \overline{X})^2}{(n-1)}}$

$$SD = \sqrt{\frac{(30.09-29.83)^2+(30.26-29.83)^2+(29.14-29.83)^2}{3-1}}$$

$$SD = 0.60$$

คำนวณร้อยละของการเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์

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

$$\%RSD = \frac{0.60}{29.83} \times 100$$

$$\%RSD = 2.01$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง. การศึกษาค่าต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ (Limit of detection ; LOD) และค่าต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้โดยมีความถูกต้อง และความเที่ยงที่ยอมรับได้ (Limit of Quantitative)

ตารางที่ ง. 1 แสดงผลการวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานวิตามินบี 1 (ppm)	ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้			ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
10	0.9667	0.9621	0.9688	0.9659
20	0.9304	0.9425	0.9403	0.9377
30	0.9149	0.9172	0.9131	0.9151
40	0.8985	0.8612	0.8972	0.8856
50	0.8612	0.8501	0.8704	0.8608

ตารางที่ ง. 2 แสดงผลการวัดความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเพื่อหาค่า LOD และ LOQ

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานวิตามินบี 1 (ppm)	ความเข้มข้นที่วัดได้ (ppm)			ความเข้มข้นเฉลี่ย(ppm)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
10	9.62	11.38	8.81	9.94
20	23.58	18.92	19.77	20.76
30	29.54	28.65	30.23	29.47
40	35.85	50.19	36.35	47.07
50	50.19	54.46	46.65	50.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณความเข้มข้นที่วัดได้

จาก $y = -0.0026x + 0.9917$

$0.9667 = -0.0026x + 0.9917$

$x = 9.62$

นำความเข้มข้นเฉลี่ยไปพลอตกับความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานวิตามินบี 1จะได้

$y = 1.0726x - 0.6500$

คำนวณค่า LOD และ LOQ

จาก $y = 1.0726x - 0.6500$

$R^2 = 0.9716$

- คำนวณหาค่า LOD

จาก $LOD = \frac{3S_{x/y}}{slope}$

$LOD = \frac{3 \times 0.6500}{1.0726}$

$LOD = 1.82$

- คำนวณหาค่า LOQ

จาก $LOQ = \frac{10S_{x/y}}{slope}$

$LOQ = \frac{10 \times 0.6500}{1.0726}$

$LOQ = 6.06$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ.การศึกษาการตอบสนองความเป็นเส้นตรง (Linearity)

ตารางที่ จ. แสดงความเข้มแสงของสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 (ppm)	ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้			ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
10	0.9667	0.9621	0.9688	0.9659±0.0034
20	0.9304	0.9425	0.9403	0.9377±0.0064
30	0.9149	0.9172	0.9131	0.9151±0.0021
40	0.8985	0.8612	0.8972	0.8856±0.0212
50	0.8612	0.8501	0.8704	0.8608±0.0102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉ. การตรวจวัดหาปริมาณวิตามินบี 1 ในตัวอย่างยา

ตารางที่ ฉ. แสดงผลกรตรวจวัดปริมาณวิตามินบี1 ที่มีในตัวอย่างยา

ชนิดตัวอย่างยา	น้ำหนักตัวอย่าง (g)	ความเข้มข้นของวิตามินบี1 ในสารละลายตัวอย่าง (ppm)	ปริมาณวิตามินบี1 ในตัวอย่าง (mg/g)	$\bar{X} \pm$ SD (mg/g)
A	0.4310	30.09 30.26 29.14	120.11 120.79 116.32	119.07±2.41
B	0.4317	35.40 33.97 38.49	141.08 135.38 153.39	143.28±9.87
C	0.4308	21.49 35.26 31.23	85.82 140.81 124.72	117.12±28.27
D	0.4305	25.49 29.03 21.51	101.87 116.01 85.96	101.28±15.03
E	0.4307	34.97 21.51 26.40	139.69 85.29 105.45	110.14±27.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>คำนวณปริมาณวิตามินบี1 ในตัวอย่างยา : ตัวอย่าง A</u>

จากผลการตรวจวัดที่ได้จากสมการในกราฟมาตรฐาน โดยชั่งตัวอย่างมา 0.4310 กรัม วัดได้ 20.87 ppm

เจือจางครั้งที่ 1 จากความเข้มข้น 1000 ppm เป็น 500 ppm เท่ากับ $\frac{1000}{500}$ = 2 เท่า

เจือจางครั้งที่ 2 จากความเข้มข้น 500 ppm เป็น 25 ppm เท่ากับ $\frac{500}{25}$ = 20 เท่า

เจือจางทั้งหมด 40 เท่า

จากความเข้มข้นที่วัดได้ 30.09 x 40 = 1203.6 ppm

ในสารละลายปริมาตร 1000 มิลลิลิตร มีวิตามินบี1 1203.6 มิลลิกรัม

ในสารละลายปริมาตร 100 มิลลิลิตร มีวิตามินบี1 เท่ากับ $\frac{1203.6 \times 100}{1000}$ = 120.36 มิลลิกรัม

ในตัวอย่างยา 1 เม็ด น้ำหนัก 0.4301 กรัม

ตัวอย่างยาน้ำหนัก 0.4310 กรัม มีวิตามินบี 120.36 มิลลิกรัม

ตัวอย่างยาน้ำหนัก 0.4301 กรัม มีวิตามินบี $\frac{120.36 \times 0.4301}{0.4310}$ = 120.11 มิลลิกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้