บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (UV-Visible Spectrophotometer, G10S, Thermo Scientific, China)
2. เครื่องพิมพ์ 3 มิติ (Printing 3D, XYZPrinting , da Vinci 1.0 Pro, Taiwan)
3. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Sartorious, CPA3245, England)
4. สมาร์ทโฟน (Smartphone) ระบบแอนดรอยด์และไอโอเอส
5. คิวเวตต์ (Cuvette)
6. ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask)
7. หลอดทดลอง (Test tube)
8. ช้อนตักสาร (Spatula)
9. บีกเกอร์ (Beaker)
10. แท่งแก้วคนสาร (Stirring rod)
11. บิวเรตต์ (Burette)
12. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)
13. หลอดไฟแอลอีดี (LED Bulb)
14. อะคริลิก (Acrylic)
15. พลาสติกสำหรับเครื่องพิมพ์ 3 มิติ สีขาว

สารเคมี

1. ไอร์ออน (III) คลอไรด์ (Iron (III) Chloride, $FeCl_3$) AR Grade, Honeywell International Inc, Switzerland
2. กรดซาลิไซลิก (Salicylic Acid, $C_7H_6O_3$) AR Grade, APS Finechem, Australia
3. โพแทสเซียมไทโอไซยาเนต (Potassium Thiocyanate, KSCN) AR Grade, APS Finechem, Australia
4. แอมโมเนียมซัลเฟต (Ammonium Sulphate, $(NH_4)_2SO_4$) AR Grade, Ajax Finechem, Australia
5. โครเมียม (III) ไนเตรต (Chromium (III) Nitrate, $Cr(NO_3)_3$), AR Grade, Honeywell International Inc, Switzerland
6. เอทานอล (Ethanol, C_2H_5OH) Lab Grade, Ajax Finechem, Australia
7. น้ำกลั่น (Distilled Water, H_2O)
8. โซเดียมไธโอซัลเฟต (Sodium Thiosulfate, $Na_2S_2O_3$), Lab Grade, Ajax Finechem
9. แป้งมัน (Starch), Lab Grade, Ajax Finechem

สถาบันวิทยบริการ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

10. ไอโอดีน (Iodine, I_2), Lab Grade, Ajax Finechem

11. กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic Acid, $C_6H_8O_6$), AR Grade, Sigma-Aldrich, USA

12. โปรตีนโบวินซีรัมอัลบูมิน (Bovine serum albumin), AR grade Sigma-Aldrich, USA

13. คอปเปอร์ซัลเฟต (Copper sulphate, $CuSO_4.5H_2O$), COM grade, ห้างหุ้นส่วนเคมีกิจ ประเทศไทย

14. โพแทสเซียมโซเดียมทาร์เทต (Potassium sodium tartrate, $NaKC_4H_4O_6.4H_2O$), AR grade, KemAus, Australia

15. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide, NaOH), lab grade

การสร้างกล่องอุปกรณ์วัดค่าสีอย่างง่ายและการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น

ศึกษาและวางแผนการสร้างกล่องอุปกรณ์อย่างง่าย โดยใช้โปรแกรมออกแบบ 3 มิติ ทินเกอร์แคด (3D Tinkercad) ออกแบบเป็นทรงสี่เหลี่ยม วิเคราะห์หาขนาดที่เหมาะสมเพื่อนำไปพิมพ์กับเครื่องพิมพ์ 3 มิติ (3D Printer) จากนั้น ทำการศึกษาจำนวนไฟหรือความสว่างที่เหมาะสม ความสูงจากสารถึงหลอดไฟแอลอีดี และตรวจสอบประสิทธิภาพของกล่องเพื่อไม่ให้มีแสงจากภายนอกเข้าไปรบกวนการถ่ายภาพ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ออกแบบกล่องโดยมีขนาดกว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร ขนาด สูง 9 เซนติเมตร และช่องสำหรับถ่ายภาพขนาดกว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 3 เซนติเมตร

2. การออกแบบกล่อง จะเริ่มจากการวาดในกระดาษ แล้วจึงนำไปเขียนในโปรแกรมออกแบบ 3 มิติ ทินเกอร์แคด จากนั้น ทำการบันทึกไฟล์ แล้วนำไปปริ้นกับเครื่องพิมพ์ 3 มิติ

3. นำแผ่นอะคริลิกสีขาวหนา 1 มิลลิเมตร มาตัดให้มีขนาดกว้าง 18 เซนติเมตร ยาว 9 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น มากั้นให้ห่างจากหลอดแอลอีดี เพื่อแบ่งกล่องออกเป็น 2 ส่วน

4. ส่วนหน้าแผ่นอะคริลิกสีขาวจะทำช่องวางสำหรับใส่คิวเวทท์ (Cuvette) จำนวน 6 ช่อง โดยออกแบบ 3 มิติ ทินเกอร์แคด จากนั้นทำการบันทึกไฟล์ แล้วนำไปปริ้นกับเครื่องพิมพ์ 3 มิติ

5. นำหลอดแอลอีดีสีขาว 1 แถวไปติดไว้ที่กึ่งกลางด้านในสุดของกล่อง และต่อเข้าตัวแปลงกระแสไฟฟ้า 12 โวลต์

6. นำกล่องอุปกรณ์วัดค่าสีอย่างง่ายที่ได้ไปทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น โดยการวัดค่าความเข้มสีแดง เขียว และน้ำเงิน ของสีผสมอาหาร ด้วยสมาร์ทโฟน แล้วทำการรายงานผลความแม่นยำด้วยค่าร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลักษณะของเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างอุปกรณ์วัดค่าสีอย่างง่าย แสดงในภาคผนวก ข โดยในการสร้างอุปกรณ์ดังกล่าวจะมีต้นทุนในส่วนของอุปกรณ์อยู่ที่ประมาณไม่เกิน 3,000 บาท ส่วนสมาร์ท-โฟนจะขึ้นอยู่กับการเลือกใช้ของผู้ใช้งาน ซึ่งปัจจุบันราคาของสมาร์ทโฟนมีราคาค่อนข้างถูก (ราคาขั้นต่ำที่นำมาใช้งานได้ ประมาณ 4,000 บาท)

วิธีการวัดความเข้มสีด้วยกล่องอุปกรณ์วัดค่าสีอย่างง่ายร่วมกับสมาร์ทโฟน

1. นำคิวเวทท์ที่บรรจุสารละลายที่ต้องการวิเคราะห์วางตรงตำแหน่งช่องวางสำหรับใส่คิวเวทท์

2. วางสมาร์ทโฟนตรงด้านหน้ากล่อง โดยให้ตำแหน่งกล้องอยู่ตรงช่องสำหรับถ่ายภาพ

3. ทำการถ่ายภาพ ไฟล์ภาพจะถูกบันทึกไว้ในสมาร์ทโฟน

4. เปิดโปรแกรมสำหรับอ่านค่าสีแดง เขียว และน้ำเงิน แล้วเปิดไฟล์ภาพขึ้นมา ทำการชี้ไปตรงตำแหน่งตรงกลางของภาพคิวเวทท์ และอ่านค่าความเข้มสีที่ได้ แสดงดังภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1 แสดงตัวอย่างวิธีการวัดค่าความเข้มสี

การเตรียมสารละลายที่ใช้ในการทดลอง

1. สารละลายกรดซาลิไซลิก ความเข้มข้น 4.5 มิลลิโมลต่อลิตร ปริมาตร 25 มิลลิลิตร

ทำการชั่งกรดซาลิไซลิก หนัก 0.0155 กรัม ละลายในเอทานอล 20 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร

2. สารละลายไอร์ออน (III) คลอไรด์ ความเข้มข้น 1.5 และ 3.0 มิลลิโมลต่อลิตร ปริมาตร 25 มิลลิลิตร

ทำการชั่งไอร์ออน (III) คลอไรด์ หนัก 0.0101 และ 0.0203 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร จะได้ สารละลายไอร์ออน (III) คลอไรด์ ความเข้มข้น 1.5 และ 3.0 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ (สารละลายไอร์ออน (III) คลอไรด์ ต้องเตรียมใหม่ก่อนการทดลองทุกครั้ง)

3. สารละลายโครเมียม (III) ไนเตรต ความเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร ปริมาตร 25 มิลลิลิตร

ทำการชั่งโครเมียม (III) ไนเตรต หนัก 1.0004 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร

4. สารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต ความเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร ปริมาตร 25 มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยรามคำแหง

ทำการชั่งแอมโมเนียมซัลเฟต หนัก 0.3303 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร

5. สารละลายโพแทสเซียมไทโอไซยาเนต ความเข้มข้น 0.003 โมลต่อลิตร ปริมาตร 25 มิลลิลิตร

ทำการชั่งโพแทสเซียมไทโอไซยาเนต หนัก 0.0069 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร

6. สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตเข้มข้น 0.1000 โมลต่อลิตร

ทำการชั่งโซเดียมไธโอซัลเฟต 6.2XXX กรัม ใส่บีกเกอร์และละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อย และคนให้สารละลายจนหมด ปรับปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นในขวด วัดปริมาตรจะได้สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ได้เข้มข้น 0.1000 โมลต่อลิตร

7. สารละลายน้ำแป้งร้อยละ 1 โดยมวลต่อปริมาตร

ทำการชั่งแป้งหนัก 1 กรัม และใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำแท่งแก้วมาคนให้แป้งและน้ำกลั่นผสมกันเป็นเนื้อเดียว และนำไปต้มให้เดือด เมื่อสารละลายแป้งเดือดแล้วให้จับเวลาเป็นเวลา 5 นาที เมื่อครบเวลาตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

8. สารละลายมาตรฐานไอโอดีนเข้มข้น 1.0000 มิลลิโมลต่อลิตร

ทำการชั่งไอโอดีนหนัก 0.012X กรัม ใส่บีกเกอร์ และชั่งโพแทสเซียมไอโอไดด์หนัก 1.74XX กรัม เติมสารละลายเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาตร 7.5 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นเล็กน้อย คนให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกันเทลงขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตรและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

9. สารละลายโปรตีนโบวินซีรัมอัลบูมิน ร้อยละ 1 โดยมวลต่อปริมาตร

ทำการชั่งโปรตีนโบวินซีรัมอัลบูมิน หนัก 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร

10. สารละลายไบยูเรต

ทำการชั่งคอปเปอร์ซัลเฟต หนัก 0.75 กรัม และชั่งโพแทสเซียมโซเดียมทาร์เทต หนัก 3 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร จากนั้นเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 150 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 500 มิลลิลิตร

การเก็บตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ทำการเก็บตัวอย่างเครื่องดื่มวิตามินซีพร้อมดื่ม ยาเม็ดวิตามินซี และน้ำผลไม้สด สำหรับการหาปริมาณวิตามินซี และตัวอย่างเครื่องดื่มพร้อมดื่มที่มีโปรตีน น้ำเต้าหู้สำหรับการหาปริมาณโปรตีน ที่มีขายทั่วไปในท้องตลาดหรือร้านค้าในเขตอำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี อย่างน้อย 5 ตัวอย่าง ซึ่งตัวอย่างที่นำมาทดสอบจะเป็นตัวอย่างที่พบได้ในชีวิตประจำวัน และด้วยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เน้นการทดสอบประสิทธิภาพของวิธีที่พัฒนาขึ้นมาเทียบกับวิธีมาตรฐาน จึงเลือกตัวอย่างที่ทราบว่ามีสารที่สนใจวิเคราะห์อยู่จริง

การทดสอบการทำงานของกล่องอุปกรณ์วัดค่าสีอย่างง่ายในการศึกษา เรื่อง สารกำหนดปริมาณ

ทำการศึกษาเรื่องสารกำหนดปริมาณด้วย 3 ปฏิกิริยา (รายละเอียดแสดงในตารางที่ 3.1) โดยเทคนิคยูวี-วิสิเบิล สเปกโทรโฟโตเมตรี มีรายละเอียดแต่ละขั้นตอน ดังนี้

ตารางที่ 3.1 ปฏิกิริยาที่นำมาศึกษาเรื่อง สารกำหนดปริมาณ

ปฏิกิริยา	สารตั้งต้น	สารกำหนดปริมาณ
1	กรดซาลิไซลิกกับไอร์ออน (III) คลอไรด์	กรดซาลิไซลิก
2	ไอร์ออน (III) คลอไรด์และโพแทสเซียมไทโอ-ไซยาเนต	โพแทสเซียมไทโอไซยาเนต
3	แอมโมเนียมซัลเฟตและโครเมียม (III) ไนเตรต	แอมโมเนียมซัลเฟต

1. ศึกษาปฏิกิริยาระหว่างกรดซาลิไซลิกกับไอร์ออน (III) คลอไรด์ ทำโดยปิเปตต์สารละลายไอร์ออน (III) คลอไรด์ เข้มข้น 1.5 มิลลิโมลต่อลิตร ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองจำนวน 5 หลอด จากนั้น ปิเปตต์สารละลายกรดซาลิไซลิก เข้มข้น 4.5 มิลลิโมลต่อลิตร ที่ปริมาตร 0.2 0.5 1.0 1.5 และ 2.0 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองตามลำดับ ปรับปริมาตรโดยการเติมน้ำกลั่น ให้ได้ปริมาตรสุดท้าย 3 มิลลิลิตร แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโทรโฟโต-มิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

2. ศึกษาปฏิกิริยาระหว่างไอร์ออน (III) คลอไรด์และโพแทสเซียมไทโอไซยาเนต ทำโดยปิเปตต์สารละลายไอร์ออน (III) คลอไรด์ เข้มข้น 3.0 มิลลิโมลต่อลิตร ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองจำนวน 5 หลอด จากนั้นปิเปตต์โพแทสเซียมไทโอไซยาเนต เข้มข้น 3.0 มิลลิโมลต่อลิตร ที่ปริมาตร 0.2 0.5 1.0 1.5 และ 2.0 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองตามลำดับ ปรับปริมาตรโดยการเติมน้ำกลั่น ให้ได้ปริมาตรสุดท้าย 3 มิลลิลิตร แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 468 นาโนเมตร

3. ศึกษาปฏิกิริยาระหว่างแอมโมเนียมซัลเฟตและโครเมียม (III) ไนเตรต ทำโดยปิเปตต์สารละลายโครเมียม (III) ไนเตรต เข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองจำนวน 5 หลอด จากนั้นปิเปตต์แอมโมเนียมซัลเฟต เข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร ที่ปริมาตร 0.2 0.5 1.0 1.5 และ 2.0 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองตามลำดับ ปรับปริมาตรโดยการเติมน้ำกลั่น ให้ได้ปริมาตรสุดท้าย 3 มิลลิลิตร แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร

4. จาก 3 ปฏิกิริยา ทำการเลือกปฏิกิริยาที่เหมาะสม มาทดสอบวัดค่าความเข้มสีด้วยกล่องอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมา โดยทำการศึกษาค่าความเข้มสีที่เหมาะสม ผลของสมาร์ทโฟนยี่ห้อ/รุ่นต่างกันอย่างน้อย 5 เครื่อง เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของกล่องอุปกรณ์กับเรื่องสารกำหนดปริมาณ

การทดสอบการทำงานของกล่องอุปกรณ์วัดค่าสีอย่างง่ายในการศึกษา เรื่อง การหาปริมาณวิตามินซีในเครื่องดื่มวิตามินซีพร้อมดื่ม ยาเม็ดวิตามินซี และน้ำผลไม้สด

1. ทำการทดสอบเลือกค่าความเข้มสีที่เหมาะสม โดยทำการผสมไอโอดีนที่ความเข้มข้นช่วง 0 - 0.15 มิลลิโมลต่อลิตร กับน้ำแป้ง ลงในคิวเวทท์ จากนั้น นำไปวัดค่าความเข้มสีแดง เขียว และน้ำเงินด้วยกล่องอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมา ทำการสร้างกราฟและพิจารณาเลือกค่าความเข้มสีที่ให้กราฟมีความเป็นเส้นตรงมากที่สุด

2. ทำการสร้างกราฟมาตรฐานไอโอดีน โดยการผสมไอโอดีนที่ความเข้มข้นอยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับน้ำแป้งลงในคิวเวทท์ จากนั้น นำไปวัดค่าความเข้มสีด้วยกล่องอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมา แล้วทำการสร้างกราฟมาตรฐานความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มสีและความเข้มข้นของไอโอดีน

3. ศึกษาความถูกต้องและแม่นยำของอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมา

4. ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง ทำโดยปิเปตต์ตัวอย่างปริมาตร 5 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ และตามด้วยสารมาตรฐานไอโอดีน เข้มข้น 0.2 มิลลิโมลต่อลิตร ปริมาตร 5 มิลลิลิตร จากนั้นเขย่าให้เกิดการทำปฏิกิริยา แล้วทำการปิเปตต์สารละลายออกมาผสมกับน้ำแป้งในคิวเวทท์ นำไปวัดค่าความเข้มสีด้วยกล่องอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมา และนำค่าสีที่ได้ไปเทียบกับกราฟมาตรฐาน จะได้ความเข้มข้นของไอโอดีนที่เหลือจากการทำปฏิกิริยา ทำการคำนวณหาความเข้มข้นของไอโอดีนที่ใช้ไป (ซึ่งเท่ากับปริมาณวิตามินซีที่มีอยู่) โดยนำความเข้มข้นของไอโอดีนเริ่มต้นลบด้วยความเข้มข้นของไอโอดีนที่เหลือจากการทำปฏิกิริยา

5. ทำการทดสอบความถูกต้องของผลที่ได้ โดยทำการวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซีในตัวอย่างชุดเดียวกันด้วยวิธีการไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานไอโอดีน

การทดสอบการทำงานของกล่องอุปกรณ์วัดค่าสีอย่างง่ายในการศึกษา เรื่อง การหาปริมาณโปรตีนด้วยวิธีไบยูเรต

1. ทำการทดสอบเลือกค่าความเข้มสีที่เหมาะสม โดยทำการผสมสารละลายโปรตีนโบวินซีรัมอัลบูมิน ที่ความเข้มข้นช่วงร้อยละ 0 - 0.12 โดยมวลต่อปริมาตร กับสารละลายไบยูเรต จากนั้นนำไปวัดค่าความเข้มสีแดง เขียว และน้ำเงินด้วยกล่องอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมา ทำการสร้างกราฟและพิจารณาเลือกค่าความเข้มสีที่ให้กราฟมีความเป็นเส้นตรงมากที่สุด

2. ศึกษาการสร้างกราฟมาตรฐาน โดยปิเปตต์สารละลายต่าง ๆ ลงในหลอดทดลองตามปริมาตรที่ระบุไว้ในตารางที่ 3.2 ทำการเขย่าให้ผสมเข้ากันดี ทิ้งไว้ 15 นาที เพื่อให้ปฏิกิริยาเกิดสมบูรณ์ นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปก-โทรโฟโตมิเตอร์ บันทึกค่าการดูดกลืนแสง และนำไปพล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของสารละลายโปรตีนโบวินซีรัมอัลบูมิน

ในการทดสอบกับกล่องอุปกรณ์อย่างง่าย ทำการทดลองเช่นเดียวกับวิธียูวี-วิสิเบิล สเปกโทร-โฟโตเมตรี โดยเปลี่ยนมาวัดค่าความเข้มสีด้วยกล่องอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมาร่วมกับสมาร์ทโฟน

3. ศึกษาความถูกต้องและแม่นยำของอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมา

4. ในการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในตัวอย่าง ทำโดยนำค่าการดูดกลืนแสงของหลอดสารละลายตัวอย่างไปเทียบกับกราฟมาตรฐาน

5. ทดสอบความถูกต้องของวิธีที่พัฒนาขึ้นมาโดยนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากวิธียูวี-วิสิเบิล สเปกโทรโฟโตเมตรี

ตารางที่ 3.2 การสร้างกราฟมาตรฐานเพื่อวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

หลอดที่	ปริมาตรของสารละลายที่เติม (มิลลิลิตร)		
	สารละลายโปรตีนโบวินซีรัมอัลบูมิน	น้ำกลั่น	สารละลายไบยูเรต
1	0	1.0	4.0
2	0.4	0.6	4.0
3	0.6	0.4	4.0
4	0.8	0.2	4.0
5	1.0	-	4.0

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี