



# การศึกษาผลของความเป็นกรด-เบสต่อการดูดซับแสงของฟลักไททาเนียที่เตรียมโดยวิธีโซล-เจล

## The Effect of Acid-base Concentration on UV Absorption of Titania Prepared via Sol-Gel Synthesis

- **ดร. วิลาสินี สกิตเดชกุนchner**
- อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาเคมี
- คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
- 
- **Dr. Wilasinee Sathitdetkunchorn**
- Lecturer, Department of Chemistry
- Faculty of Science and Technology
- Nakhon Ratchasima Rajabhat University
- E-mail: k\_wila@hotmail.com

### บทคัดย่อ

การศึกษานิตและผลของความเข้มข้นกรดในการการดูดกลืนแสงยูวีของฟลักไทเทเนียที่เตรียมโดยวิธีโซล-เจล กรดไฮโดรคลอริก กรดซัลฟูริก และกรดไนตริก ที่มีความเป็นกรด-เบสต่าง ๆ กัน pH 2 3 4 5 และ 6 ตามลำดับ ถูกใช้เป็นตัวเริ่มต้นของการทดลอง พบว่า ค่าการดูดกลืนแสงขึ้นอยู่กับชนิดและความเป็นกรด-เบส โดยฟลักไทเทเนียที่เตรียมจากกรดไฮโดรคลอริก pH 6 มีค่าการดูดกลืนคลื่นแสงมากที่สุด คือ 1.98929

**คำสำคัญ:** ไทเทเนีย การดูดกลืนแสงยูวี พีเอช

## Abstract

The present study aimed to investigate the effect of various acids and pH towards the UV absorption of titania powder prepared by a sol-gel method. Hydrochloric acid (HCl), sulfuric acid (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), and nitric acid (HNO<sub>3</sub>) with various pH of 2, 3, 4, 5, and 6, respectively, were used as starting materials. The results revealed that the UV absorption of titania powder depends on acids and pH. The results also suggested that the titania powder prepared by HCl with pH 6 has maximum UV absorption (with A = 1.98929).

**Keywords:** Titania, UV Absorption, pH

## บทนำ

ไทเทเนียมไดออกไซด์หรือไทเทเนีย (TiO<sub>2</sub>) ที่รู้จักกันในนามตัวรองรับตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst Support) ในกระบวนการอุตสาหกรรม เช่น เป็นตัวรองรับ (Support) ในตัวเร่งปฏิกิริยาวานาเดียมออกไซด์ในเชิงการค้า (Commercial Vanadium (V) Oxide Catalyst) สำหรับตัวเร่งเพื่อลดปัจจัย (Selective Catalytic Reduction, SCR) ของไนโตรเจนออกไซด์ (Nitrogen Oxides, NOx) กับแอมโมเนีย เนื่องจากมีความต้องการการกำจัด NOx สูงและมีเป้าหมายที่จะใช้ตัวรองรับไทเทเนียที่มีพื้นที่ผิวสูง โดยทั่วไปตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีพื้นที่ผิวมากเป็นที่ต้องการ มีการนำตัวเร่งปฏิกิริยามาใช้ที่อุณหภูมิสูง ดังนั้น ความเสถียรทางความร้อนและพื้นที่ผิวสูงจึงเป็นสิ่งสำคัญ (Kominami, et al., 1999)

ไทเทเนียมไดออกไซด์เป็นวัสดุที่มีความสำคัญ เช่น เป็นเม็ดสี (Pigment) สีขาว เพราะว่า มีคุณสมบัติการกระเจิงแสงสูง ไม่ดูดซึม ไม่เป็นพิษ มีความเหนียวทางเคมีและเป็นวัสดุไดอิเล็กทริกเซรามิก (Dielectric Ceramic) มีค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (Dielectric) สูง (Cheng, et al., 1995) ไทเทเนียม

ไดออกไซด์เป็นที่รู้จักทางพอลิเมอร์ธรรมชาติ (Natural Polymorphs) หลากหลาย เฟสรูไทล์เป็นตัวเสถียรทางความร้อน (Thermodynamically Stable) ซึ่งมีแนวโน้มมีความเสถียรที่อุณหภูมิสูงและบางครั้งพบเป็นหินอัคนี (Igneous Rocks) แต่เฟสแอนาเทสเป็นระบบเมตาสเตเบิล (Metastable) ที่อุณหภูมิสูง หมายถึง ทั้งคู่พลีกรมีโครงสร้างเป็นเตตระกอนอล (Tetragonal) และอยู่ในเฟสรูโคคต์เมื่ออยู่ในสภาวะ Hydrothermal เท่านั้น หรือเป็นแร่ธาตุตามธรรมชาติเท่านั้น และมีโครงสร้างเป็นออร์ทอโรมบิก (Orthorhombic) ไทเทเนียมไดออกไซด์เฟสแอนาเทสนำมาใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาสำหรับการสลายตัวด้วยแสง และการเปลี่ยนแปลงพลังงานแสงอาทิตย์ เพราะมีความว่องไวต่อแสง (Photoactivity) สูง ในขณะที่ไทเทเนียมไดออกไซด์เฟสรูไทล์ ใช้สำหรับเป็นเม็ดสีสีขาว เพราะว่าเกิดการกระเจิงแสงได้ดี ซึ่งป้องกันวัสดุจากรังสีอัลตราไวโอเล็ตได้ ไทเทเนียมไดออกไซด์เฟสแอนาเทส ไม่เสถียรที่อุณหภูมิสูง โดยทั่วไปขึ้นอยู่กับขนาด ความบริสุทธิ์ ส่วนประกอบธรรมชาติของการปนเปื้อน ปริมาณของสารปนเปื้อน และกระบวนการสังเคราะห์ (Fujishima, Hashimoto, and Watanabe, 1999)

TiO<sub>2</sub> ระดับนาโนเมตร เตรียมได้หลายวิธี เช่น วิธีโซลโวเทอร์มอล (Solvothermal), วิธีไฮโดรเทอร์มอล (Hydrothermal), วิธีสลายตัวทางความร้อน (Thermal Decomposition), วิธีสลายตัวด้วยเลเซอร์เฟสไออน้ำ (Vapor-phase Hydrolysis Laser-induced Decomposition), วิธีโซล-เจล (Sol-Gel), วิธีสลายตัวด้วยไอเคมี (Chemical Vapor Decomposition, CVD), และวิธีเกลือหลอมเหลว (Molten Salt) ซึ่งวิธีโซล-เจล พบว่ามีประสิทธิภาพในการควบคุมรูปร่างทำให้ได้รูปร่างต่าง ๆ กัน เช่น ผง แท่ง หรือ ทรงกระบอก นอกจากนี้ ยังสามารถควบคุมขนาดได้ในระดับนาโนเมตรด้วยวิธีการทำให้แห้ง เช่น CVD อย่างไรก็ตามวิธีข้างต้น การรวมตัวกันอย่างแน่นสามารถทำให้แยกจากกันได้ง่าย เพราะว่ามีพื้นที่ผิวจำเพาะสูงซึ่งอาจนำไปสู่การลดลงของคุณสมบัติที่มีอยู่ ไทเทเนียมอัลออกไซด์ (Titanium Alkoxide) และไทเทเนียมคลอไรด์ (Titanium Chloride) ถูกใช้เป็นสารเริ่มต้นสำหรับการย่อยสลายด้วยน้ำเพราะว่าสารเคมีเกิดปฏิกิริยารวดเร็วกับน้ำ (Yang, Mei, and Ferreira, 2001)

วิธีโซล-เจลเป็นหนึ่งในวิธีการตกตะกอนซึ่งทำให้ไทเทเนียมไดออกไซด์มีพื้นผิวสูง วิธีพื้นฐานของการย่อยสลายของอัลออกไซด์เปลี่ยนรูปเป็นโซลและตามด้วยเจล การโตขึ้น ทำให้แห้ง และทำให้เสถียรทางความร้อน ซึ่งขั้นตอนแต่ละขั้นสามารถควบคุมและปรับปรุงวัสดุ การกระจายตัวของขนาดและรูพรุนอยู่ในช่วงแคบ อย่างไรก็ตาม ไทเทเนียม

ไดออกไซด์มีพื้นที่ผิวและความเป็นอสัณฐานลดลงเมื่อถูกเผา (Iwamoto, et al., 2001) นอกจากนั้น มีวิธีการนำเกลือของโลหะมาเป็นสารเริ่มต้น เช่น วิธี การย่อยสลายด้วยน้ำ (Hydrolysis) และวิธีการรวมตัวของสารคุณสมบัติเดียวกัน (Homogenous Precipitation) ก็ยังมีปัญหา คือ ความเข้มข้นของชนิดสารที่ทำให้ปฏิกิริยาต่ำและระยะเวลาในการทำปฏิกิริยานาน

ในการปรับปรุงวิธีการสังเคราะห์ ทำได้หลายวิธีรวมถึงการศึกษาค่าความเป็นกรด-เบสของสารตั้งต้น ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่า pH ของสารละลายในการเตรียมไทเทเนียม มีความสำคัญต่อไทเทเนียมเมื่อใช้ในปฏิกิริยาแบบใช้แสงร่วม ซึ่งมีผู้ศึกษาโดยใช้กรดแอสติกและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในการเตรียมไทเทเนียมโดยวิธีโซล-เจล ซึ่งได้ผลว่า pH 3.4-4.1 ได้ผลึกเป็นเฟสแอนาเทส (Chang, et al., 2009)

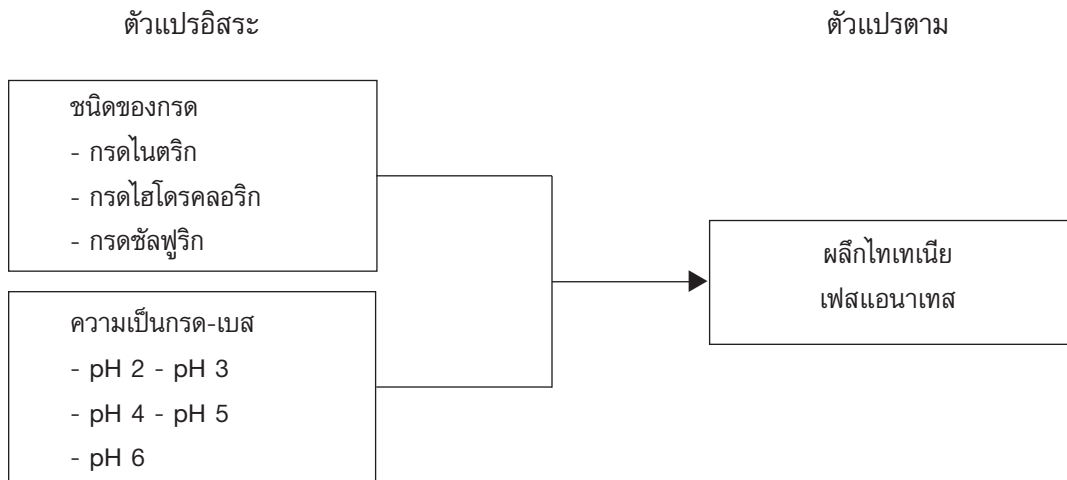
ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับชนิดของกรด ค่าความเป็นกรด-เบส เพื่อปรับปรุงผลึกไทเทเนียมเฟสแอนาเทส เพื่อใช้ในการดูดกลืนแสงยูวี ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

## วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาชนิดของกรดในการเกิดผลึกไทเทเนียมต่อการดูดกลืนแสงยูวี
2. เพื่อศึกษาความเป็นกรด-เบสในการเกิดผลึกไทเทเนียมต่อการดูดกลืนแสงยูวี

## กรอบแนวคิดในการวิจัย

ตัวแปรในการศึกษานี้ ดังแผนภาพที่ 1



## สมมติฐานงานวิจัย

ชนิดและความเป็นกรด-เบส มีผลต่อผลึกไทเทเนียซึ่งส่งผลให้การดูดกลืนแสงยูวีแตกต่างกัน

## คำนิยามศัพท์

H2 H3 H4 H5 และ H6 คือ ไทเทเนียที่เตรียมจากกรด ใช้กรดไฮโดรคลอริก pH 2 3 4 5 และ 6 ตามลำดับ

S2 S3 S4 S5 และ S6 คือ ไทเทเนียที่เตรียมจากกรด ใช้กรดซัลฟูริก pH 2 3 4 5 และ 6 ตามลำดับ

N2 N3 N4 N5 และ N6 คือ ไทเทเนียที่เตรียมจากกรด ใช้กรดไนตริก pH 2 3 4 5 และ 6 ตามลำดับ

## วิธีการทดลอง

### 1. การเตรียมสารละลายกรดที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ

สารละลายกรดไฮโดรคลอริก pH 2 3 4 5 และ

6 ตามลำดับ สารละลายกรดซัลฟูริก pH 2 3 4 5 และ 6 ตามลำดับ และเตรียมสารละลายกรดไนตริก pH 2 3 4 5 และ 6 ตามลำดับ

### 2. การเตรียมผลึกไทเทเนีย

ซั่งไทเทเนียมไอโซโพรพอไรด์ (TISOP) 15 กรัม ตวงกรดไฮโดรคลอริก pH 2 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ค่อย ๆ หยดลงใส่ TISOP อย่างช้า ๆ พร้อมทั้งผสมและคน 3 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน 12 ชั่วโมง นำตะกอนไทเทเนียที่ได้มาล้างและปั่นแยกด้วยเอทานอล 5 ครั้ง ความเร็ว 1,800 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที ทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง นำไปอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส 12 ชั่วโมง เผาต่อที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างผลึกไทเทเนียเพื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิคยูวี - วิลิเบิลสเปกโทรสโกปี ส่วนการเตรียมผลึกไทเทเนียจากกรดไฮโดรคลอริก pH 3 4 5 และ 6 กรดซัลฟูริก และกรดไนตริกสามารถเตรียมได้ในทำนองเดียวกัน

## ผลการทดลอง

การศึกษาลักษณะทั่วไปของพอลิโกทาเนน โดยเครื่องวัดการดูดกลืนแสง (UV-Vis Spectrophotometer, UV-Vis) เทคนิคฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (Fourier Transform Infrared Spectroscopy, FTIR) เทคนิคการกระเจิงรังสีเอกซ์ (X-ray Diffraction, XRD) และการหาพื้นที่ผิวจำเพาะด้วยเทคนิค Brunauer-Emmett-Teller (BET) ได้ผลดังต่อไปนี้

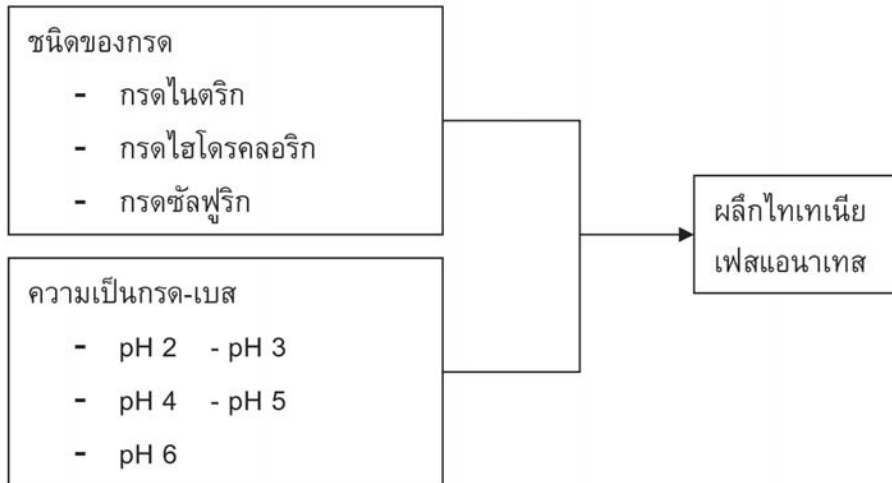
**พอลิโกทาเนนที่เตรียมจากกรดไฮโดรคลอริก กรดซัลฟูริก และกรดไนตริก** ลักษณะเป็นผงละเอียดสีขาว

## เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (UV-Vis Spectrophotometer)

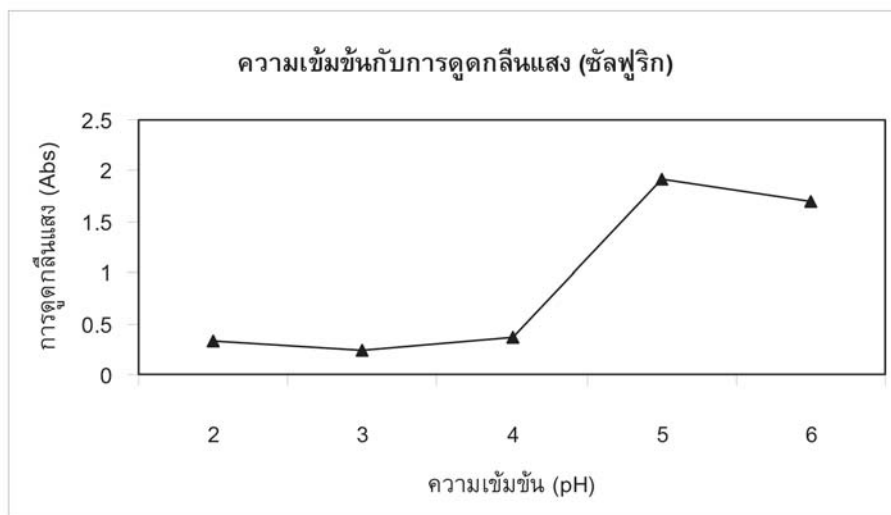
ค่าการดูดแสงยูวีของพอลิโกทาเนนซึ่งวัดด้วยเครื่องยูวี - วิสิเบิล พบว่า โทเทเนนดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 285 - 289 nm และค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของกรดไฮโดรคลอริก และไนตริก คือ pH 6 กรดซัลฟูริก คือ pH 5 ดังแสดงในตารางที่ 1 และภาพที่ 1 - 3 ซึ่งจะเห็นว่ากรดซัลฟูริกให้ค่าการดูดกลืนแสงดีที่สุดที่ pH 5 ในระหว่างที่กรดอีก 2 ชนิดดูดกลืนแสงดีที่สุดที่ pH 6 ซึ่งอาจเป็นผลในระหว่างการเปลี่ยนรูปจากโซลเป็นเจล ซึ่งหมู่ -H จะมีผลต่อการเปลี่ยนรูปร่างเป็นผลึกของตัวอย่าง จากกรดทั้ง 3 ชนิดจะเห็นว่าซัลฟูริกจะให้ -H มากที่สุดซึ่งอาจส่งผลให้ขนาดและพื้นที่ผิวของผลึกเล็กใหญ่ต่างกันได้

**ตารางที่ 1** แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นและค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของพอลิโกทาเนนที่เตรียมจากกรดไฮโดรคลอริก กรดซัลฟูริก และกรดไนตริก

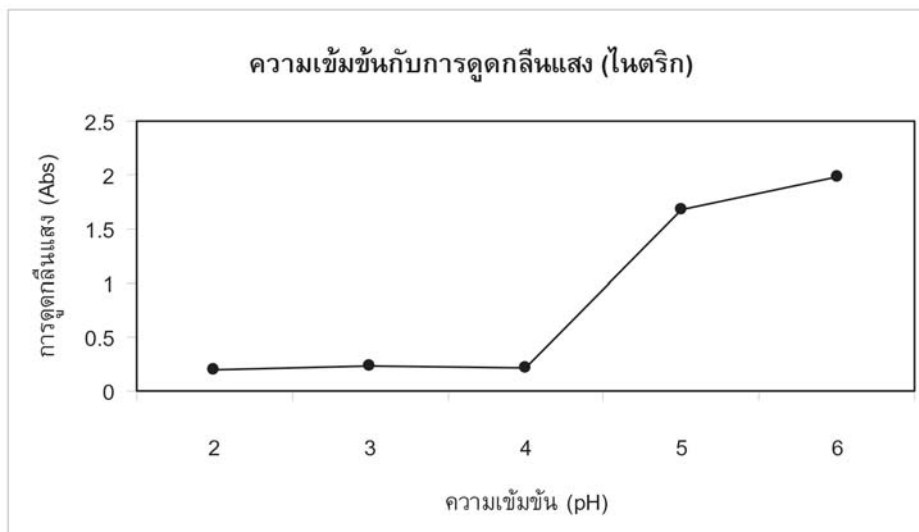
ชนิดของกรด	ตัวอย่าง	ความเข้มข้น (pH)	ความยาวคลื่น (nm)	ค่าการดูดกลืนแสง (Abs)
ไฮโดรคลอริก	H2	pH 2	285.20	0.21212
	H3	pH 3	286.60	0.28743
	H4	pH 4	287.80	0.35991
	H5	pH 5	287.80	1.78419
	H6	pH 6	287.80	1.98929
ซัลฟูริก	S2	pH 2	287.00	0.32080
	S3	pH 3	288.00	0.23797
	S4	pH 4	288.20	0.36889
	S5	pH 5	287.00	1.92140
	S6	pH 6	287.00	1.70499
ไนตริก	N2	pH 2	285.00	0.19518
	N3	pH 3	287.80	0.23500
	N4	pH 4	288.80	0.20541
	N5	pH 5	287.80	1.67975
	N6	pH 6	287.80	1.98024



ภาพที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-เบสและค่าการดูดกลืนแสงของผลึกไทเทเนียที่เตรียมจากกรดไฮโดรคลอริก



ภาพที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-เบสและค่าการดูดกลืนแสงของผลึกไทเทเนียที่เตรียมจากกรดซัลฟูริก



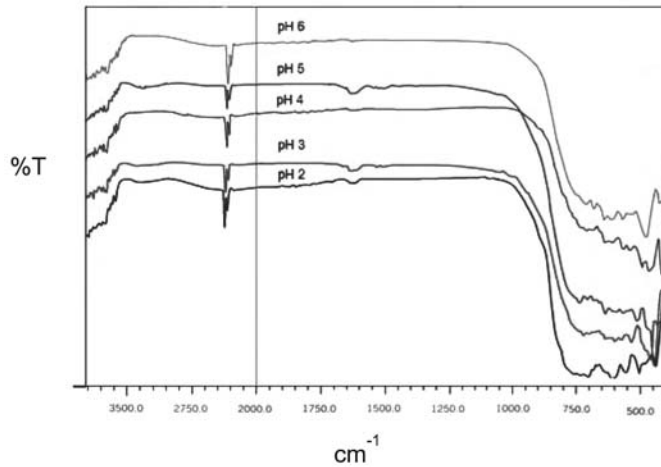
**ภาพที่ 3** แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-เบสและค่าการดูดกลืนแสงของพริกไทเทเนียที่เตรียมจากกรดไนตริก

จากตารางที่ 1 และภาพที่ 1-3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-เบส และค่าการดูดกลืนแสงของพริกไทเทเนียที่เตรียมจากกรดทั้ง 3 ชนิด พบว่า เมื่อความเป็นกรดลดลง ค่าการดูดกลืนแสงของพริกไทเทเนียจะเพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงว่าความเป็นกรดหรือค่าการแตกตัวของกรด ( $H^+$ ) มีผลต่อการเตรียมพริกไทเทเนีย นอกจากนี้ จะเห็นว่าที่ pH 5 และ 6 ของกรดทั้ง 3 ชนิดค่าการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นที่ต้องการสำหรับไทเทเนียเฟสแอนาเทส เพราะการทดลองนี้ ต้องการตัวอย่างที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงเพื่อใช้ในการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาสำหรับการสลายตัวด้วยแสง เมื่อดูผลของพื้นผิวประกอบจะเห็นว่าที่ pH 5 และ 6 จะมีพื้นที่ผิวมาก ทำให้ในการดูดกลืนแสง จะทำได้ดีกว่าทำให้มีการหลุดออกของอิเล็กตรอนเมื่อได้รับแสงกระตุ้นและ

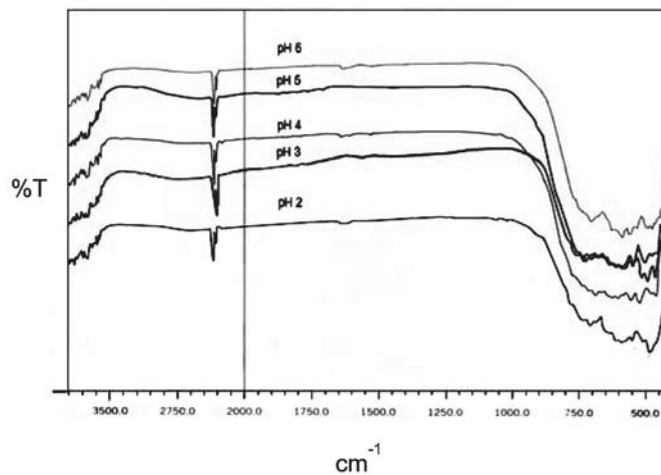
เกิดโฮลทำให้เกิดปฏิกิริยาการสลายตัวของสารมลพิษได้ต่อไป ซึ่งต้องมีการศึกษาการนำไปใช้จริงต่อไปในอนาคต

### เทคนิคฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (Fourier Transform Infrared Spectroscopy, FTIR)

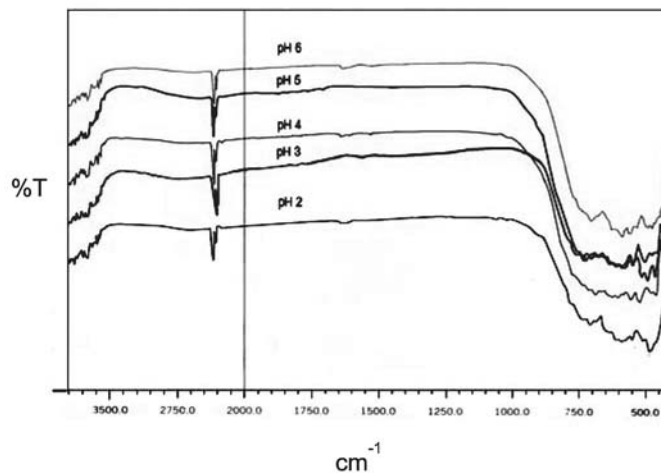
การวิเคราะห์ด้วยเครื่อง FTIR เป็นการศึกษาหมู่ฟังก์ชันที่เกิดขึ้นบนพริกไทเทเนีย เพื่อตรวจสอบว่าตัวอย่างมีเพียงไทเทเนียอย่างเดียวไม่มีสารอื่นเจือปน ซึ่งผลแสดงดังภาพที่ 4-6 เป็นกราฟระหว่างเปอร์เซ็นต์ทรานส์มิตเทนซ์ หรือเปอร์เซ็นต์ที่ (Percent Transmittance; %T) กับความยาวคลื่น หรือความถี่ ที่เรียกว่า อินฟราเรดสเปกตรัม (Infrared Spectrum)



ภาพที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นและเปอร์เซ็นต์ที่ของพอลิไทเทเนียที่เตรียมจากกรดไฮโดรคลอริก



ภาพที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นและเปอร์เซ็นต์ที่ของพอลิไทเทเนียที่เตรียมจากกรดซัลฟูริก



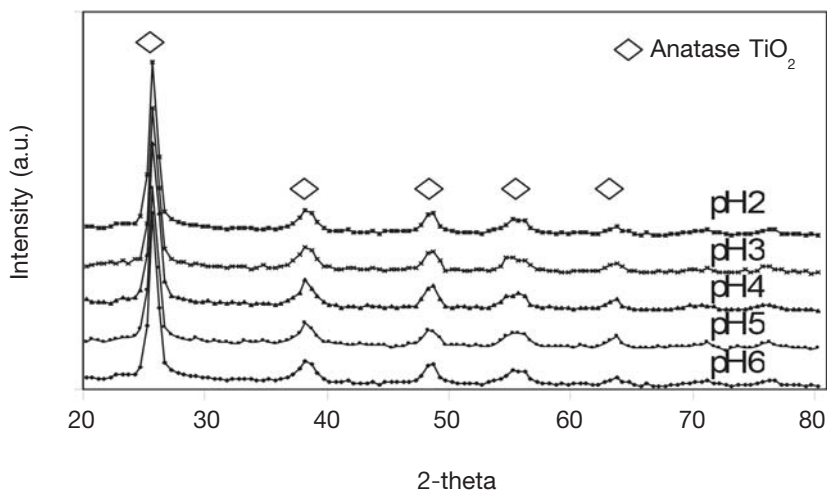
ภาพที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นและเปอร์เซ็นต์ที่ของพอลิไทเทเนียที่เตรียมจากกรดไนตริก



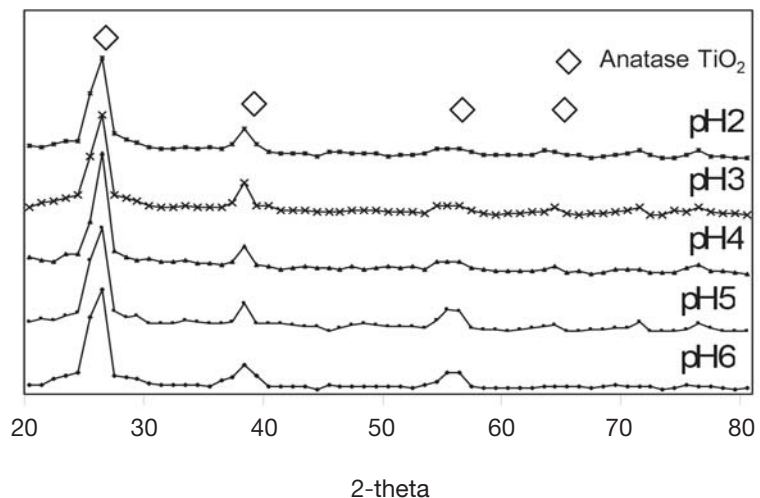
จากภาพที่ 4-6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นและเปอร์เซ็นต์ที่ของพอลิไททาเนียมที่เตรียมจากกรดไฮโดรคลอริก ซัลฟูริก และไนตริกตามลำดับ พบว่าความยาวคลื่นที่  $470 - 800 \text{ cm}^{-1}$  คือ  $\text{TiO}_2$  (Ti-O) และ  $\text{Ti}_2\text{O}_3$  ความยาวคลื่นที่  $2,500 \text{ cm}^{-1}$  เป็นการสั่นของหมู่ KBr และความยาวคลื่นที่  $3,500 \text{ cm}^{-1}$  เป็นการสั่นของหมู่ -OH (เสาวรส อักษรนันท์, 2537: 72-73)

### เทคนิคการกระเจิงรังสีเอกซ์ (X-ray Diffraction, XRD)

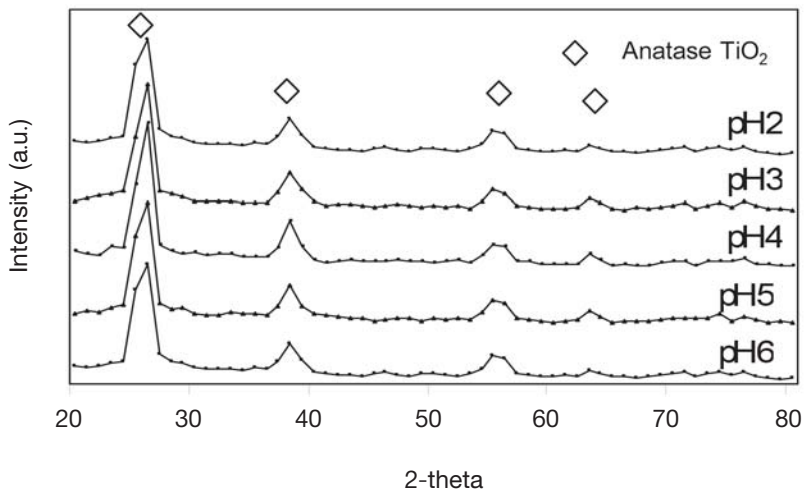
การวิเคราะห์ด้วยเครื่อง XRD เพื่อศึกษาความเป็นผลึกและเฟสของไททาเนียมที่เกิดขึ้นดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แสดงรูปแบบ XRD สเปกตรัมการกระเจิงแสงของรังสีเอกซ์ของไททาเนียมที่เตรียมจากกรดไฮโดรคลอริก



ภาพที่ 8 แสดงรูปแบบ XRD สเปกตรัมการกระเจิงแสงของรังสีเอกซ์ของไททาเนียมที่เตรียมจากกรดซัลฟูริก



ภาพที่ 9 แสดงรูปแบบ XRD สเปกตรัมการกระเจิงแสงของรังสีเอกซ์ของไทเทเนียมที่เตรียมจากกรดไนตริก

จากภาพที่ 7-9 แสดงการกระเจิงแสงของรังสีเอกซ์โดยเครื่อง XRD บนไทเทเนียม ซึ่งพีคของผลึกไทเทเนียมจะแสดงที่ 25 38 48 56 62° 2θ (Jongsomjit, et al., 2004: 212) ซึ่งเป็นเฟสแอนาไทล์ทั้งหมด

### การทำพื้นที่ผิวจำเพาะด้วยเทคนิค Brunauer-Emmett-Teller (BET)

พื้นที่ผิวของผลึกไทเทเนียมที่เตรียมด้วยกรด 3 ชนิด ความเข้มข้น pH 2 3 4 5 และ 6 แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 พื้นที่ผิวของผลึกไทเทเนียม

ตัวอย่าง	H2	H3	H4	H5	H6
BET (m <sup>2</sup> /g)	20.9	21.2	30.0	45.7	54.2
ตัวอย่าง	S2	S3	S4	S5	S6
BET (m <sup>2</sup> /g)	28.1	20.4	30.5	52.2	44.0
ตัวอย่าง	N2	N3	N4	N5	N6
BET (m <sup>2</sup> /g)	20.5	21.1	20.8	45.6	55.0

พื้นที่ผิวของผลึกไทเทเนียมแสดงในตารางที่ 2 อยู่ในช่วง 20 - 55 m<sup>2</sup>/g ซึ่งจะเห็นว่า เมื่อความเป็นกรดลดลงพื้นที่ผิวเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นผลของ -OH และ -H ที่แตกตัวออกจากกรด เพราะระหว่างที่สังเคราะห์ตัวอย่างในกระบวนการที่เปลี่ยนรูปจากโซลเป็นเจล ถ้า -H มาก การรวมตัวของ Ti-O หรือ

O-Ti-O จะน้อย ทำให้ผลึกมีพื้นที่ผิวและขนาดเล็ก เพราะสารเกิดเป็นน้ำ (H<sub>2</sub>O) เป็นจำนวนมาก

### สรุปผลการทดลอง

การศึกษาชนิดและผลของความเข้มข้นกรดในการเตรียมผลึกไทเทเนียมโดยใช้วิธีโซล - เจล และ

วิเคราะห์การดูดกลืนแสงยูวีของผลึกไทเทเนียม โดยเทคนิคยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรสโกปี ตัวอย่างที่นำมาศึกษาเตรียมจากกรดไฮโดรคลอริก กรดซัลฟูริก และกรดไนตริก ความเป็นกรด-เบส pH 2 3 4 5 และ 6 ตามลำดับ

ผลการทดลอง การเตรียมผลึกไทเทเนียมจากกรดทั้ง 3 ชนิดคือ กรดไฮโดรคลอริก กรดซัลฟูริก และกรดไนตริก ได้ผลึกไทเทเนียมที่สมบูรณ์ หลังจากนำผลึกไทเทเนียมที่เตรียมได้ วิเคราะห์ด้วยเทคนิคยูวี - วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตสโกปี พบว่า ผลึกไทเทเนียมที่เตรียมจากกรด 3 ชนิด กรดที่ให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงที่สุด คือ กรดไฮโดรคลอริก (1.98929) รองลงมาคือ ไนตริก (1.98024) และซัลฟูริก (1.92140) ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบจากความเป็นกรด-เบส พบว่า กรดไฮโดรคลอริก pH 6 ดูดกลืนแสงยูวีดีที่สุด กรดซัลฟูริก pH 5 และกรดไนตริก pH 6 ซึ่งสอดคล้องกับของช่วงที่ทดลองด้วยกรดแอซิติกและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ pH 1.1 - 4.1 ซึ่งได้ผลว่า pH 3.4 - 4.1 ให้ผลึกไทเทเนียมเฟสแอนาเทส

ดังนั้นการดูดกลืนแสงขึ้นอยู่กับความเป็นกรด - เบส ความเป็นกรดน้อยยิ่งดี ซึ่งผลึกไทเทเนียมที่เตรียมด้วยความเข้มข้น pH 6 มีผลต่อการดูดกลืนแสงยูวีดีที่สุด

### ข้อเสนอแนะในการประยุกต์ใช้

1. ในขั้นตอนการผลิตผลึกไทเทเนียมต้องค่อย ๆ หยดกรดลงทีละนิด พร้อมคนระหว่างผสมกับสารละลายกรด เพื่อให้เกิดเป็นโซลและเจลได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. ในการนำไปใช้ประโยชน์สามารถนำไปใช้ลดมลพิษ เช่น เอทิลีนในปฏิกิริยาแบบใช้แสงร่วมได้

### บรรณานุกรม

- Aungsonnun, Saowaros. 1994. **Spectroscopy for Organic Chemistry**. Bangkok: Department of Teacher Education. (in Thai).
- เสาวรส อักษรนันท์. 2537. **สเปกโตรสโกปีสำหรับเคมีอินทรีย์**. กรุงเทพมหานคร: กรมการฝึกหัดครู.
- Chang, Jeong A., et al. 2009. "Morphological and Phase Evolution of TiO<sub>2</sub> Nanocrystals Prepared from Peroxotitanate Complex Aqueous Solution: Influence of Acetic Acid." **Journal of Solid State Chemistry** 82: 749-756.
- Cheng, Wang, et al. 1995. "Hydrothermal Preparation of Uniform Nanosize Rutile and Anatase Particle." **Chemistry of Materials** 7: 663-671.
- Fujishima, Akira, Hashimoto, Kazuhito, and Watanabe, Toshiya. 1999. **TiO<sub>2</sub> Photocatalysis: Fundamental and Applications**. Tokyo:BKC.
- Iwamoto, Shinji, et al. 2001. "Preparation of the Xerogels of Nanocrystalline Titanias by the Removal of the Glycol at the Glycothermal Method and Their Enhanced Photocatalytic Activities." **Nano Letters** 1: 417-421.
- Jongsomjit, Bunjerd, et al. 2004. "Co-Support Compound Formation in Titania-Supported Cobalt Catalyst. **Catalytic Letters** 94: 209-215.

Kominami, Hiroshi, et al. 1999. "Hydrothermal of Titanium Alkoxide in Organic Solvent at High Temperatures: A New Synthetic Method for Nanosized, Thermally Stable Titanium (IV) Oxide." **Industrial & Engineering Chemistry Research** 38: 3925-3931.

Yang, Juan, Mei, Sen, and Ferreira, Jose M. 2001. "Hydrothermal Synthesis of Nanosized Titania Powders: Influence of Tetraalkyl Ammonium Hydroxides on Particle Characteristic." **Journal of the American Ceramic Society** 84: 1696-1702.



**Dr. Wilasinee Sathitdetkunchorn** is a lecturer in the Chemistry Program, Sciencetech, Nakhon Ratchasima Rajabhat University. She obtained her Ph.D. Degree in Chemical Engineering from Chulalongkorn University. Her research interests include material and inorganic compounds.