บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

มลพิษทางน้ำเป็นปัญหาระดับโลกโดยเฉพาะประเทศกำลังพัฒนา ความต้องการน้ำที่มีคุณภาพ ปราศจากสารสิ่งปนเปื้อนที่เป็นพิษสำหรับการบริโภคเพิ่มมาก ขึ้นตามการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจและการเพิ่มขึ้นของประชากร การกำจัดหรือลดสารปนเปื้อนที่มีพิษจากแหล่งน้ำใต้ดิน น้ำผิวดิน และน้ำเสีย จึงเป็นเรื่องที่ท้าทาย เทคโนโลยีในปัจจุบันในการบำบัดน้ำประกอบไปด้วย กระบวนการทางกายภาพ (Physical process) กระบวนการทางชีวภาพ (Biological process) กระบวนการทางเคมี (Chemical process) และกระบวนการทางกายภาพ-เคมี (Physical-chemical process) ซึ่งอาจยังไม่เพียงพอต่อการกำจัดสารปนเปื้อนที่มีปริมาณน้อย กระบวนการโฟโตคะตะลิซิสออกซิเดชัน (Photo-catalysis oxidation) เป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ ซึ่งเป็นกระบวนการเร่งปฏิกิริยา โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาร่วมกับแสง เพื่อผลิตสารออกซิไดซ์ที่ว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี สามารถใช้กำจัดสารอินทรีย์ จำแนกเป็น 2 ประเภท คือ 1) โฟโตคะตะลิซิสแบบเอกพันธ์ (Homogeneous photocatalysis) เป็นกระบวนการที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีสถานะเดียวกับสารอินทรีย์ที่ต้องการทำปฏิกิริยา เช่น การย่อยสลายน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดด้วยวิธีทางชีวภาพโดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมกับแสงอัลตราไวโอเลต (UV) (Chys, Declerck, Audenaert, & Van Hulle, 2015) และ 2) โฟโตคะตะไลซิสแบบวิวิธพันธ์ (Heterogeneous photocatalysis) เป็นกระบวนการที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งมีสถานะต่างกับสารที่ต้องการทำปฏิกิริยา เช่น ย่อยสลายสารกำจัดวัชพืชโบรมาซิลโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาไทเทเนียมไดออกไซด์ที่โด๊ปด้วยทองคำร่วมกับแสงเลียนแบบแสงอาทิตย์ (Angthararuk, Sutthivaiyakit, Blaise, Gagné, & Sutthivaiyakit, 2015)

ไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาภายใต้แสงในช่วงอัลตราไวโอเลต (UV) มีการนำมาใช้อย่างกว้างขวางในการสลายสารปนเปื้อน (Fotiou, Triantis, Kaloudis & Hiskia, 2015; Schubert, Gazsi, & Solymosi, 2014; Kanakaraju, Glass, & Oelgemöller, 2014; Ayati et al., 2014) เนื่องจากสามารถเตรียมได้ง่าย มีราคาถูก ให้ประสิทธิภาพในการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ในระดับสูง มีความเสถียรทางเคมี และมีความเป็นพิษต่ำ (Sousa, Goncalves, Vilar, Boaventura, & Alpendurada, 2012; Sugihara, Moeller, Paul, & Strathmann, 2013) กระบวนการทำงานของตัวเร่งปฏิกิริยา เมื่อตัวเร่งปฏิกิริยาไทเทเนียมไดออกไซด์ ได้รับพลังงานจากแสงอัลตราไวโอเลต ไทเทเนียมไดออกไซด์จะสร้างสารที่มีความว่องไวในการทำปฏิกิริยาจากน้ำ และออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ได้แก่ อนุมูลไฮดรอกซิล ($OH^{\bullet}$) และซุปเปอรออกไซด์ออนไอออน (O_2^{-}) ซึ่งจะเข้าไปทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับสารที่ต้องการ แม้ว่าไทเทเนียมไดออกไซด์จะเป็นทางเลือกหนึ่งของการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาโดยใช้แสงเป็นตัวกระตุ้น แต่สามารถนำมาใช้งานได้จำกัดในช่วงของแสงอัลตราไวโอเลต ซึ่งเป็นส่วนประกอบของแสงอาทิตย์ประมาณ 2-3% เท่านั้น เนื่องจากไทเทเนียมไดออกไซด์มีช่วงแถบพลังงาน (Band gap) ค่อนข้างกว้าง (3.2 eV) จึงสามารถนำมาปรับปรุงระดับการดูดกลืนแสง ให้อยู่ในช่วงวิสิเบิล (λ = 400-700 nm) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของแสงอาทิตย์จากธรรมชาติ มี

ปริมาณของแสงช่วงวิสิเบิล มากถึง 43% (Levinson, Berdahl, & Akbari, 2005) เช่น มีการปรับแต่งพื้นผิวด้วยอะตอมของธาตุชนิดต่าง ๆ เช่น คาร์บอน ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ เป็นต้น (Hossaini, Moussavi, & Farrokhi, 2014)

สารไดโครโตฟอสเป็นสารกำจัดแมลงในกลุ่มออกาโนฟอสเฟต ออกฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอซีทิลโคลีนเอสเทอเรส (Acetylcholinesterase inhibitor) (Heffernan, Mineau, Falk, & Wickstrom, 2012) เป็นวัตถุมีพิษทางการเกษตรที่อยู่ในบัญชีเฝ้าระวัง (Watch list) ของกรมวิชาการเกษตร เพราะเป็นวัตถุอันตรายที่มีพิษต่อสุขภาพ อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และเกิดปัญหาสารพิษตกค้างปนเปื้อนในสินค้าเกษตรไปสู่ผู้บริโภค ทั้งนี้ ไดโครโตฟอสจัดอยู่ในระดับความเป็นพิษร้ายแรงสูงมาก สามารถทำให้เกิดพิษเฉียบพลัน (U.S. EPA, 2006; U.S. EPA, 2009; Jong et al., 2012) มีการสะสมและตกค้างในสิ่งแวดล้อมและผลผลิตทางการเกษตร (Sapbamrer & Hongsibsong, 2014) ไดโครโตฟอสสลายตัวในแหล่งน้ำได้ มีค่าครึ่งชีวิต (Half-life, $t_{1/2}$) 14 วัน (PAN, 2014)

ในงานวิจัยนี้ ได้ศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพของตัวเร่งปฏิกิริยาไทเทเนียมไดออกไซด์ซึ่งปกติดูดกลืนแสงในช่วงอัลตราไวโอเลต ให้มาดูดกลืนแสงในช่วงวิสิเบิลที่เป็นองค์ประกอบหลักของแสงอาทิตย์ โดยวิธีโด๊ปด้วยอะตอมของธาตุทองคำ กอปรกับประเทศไทยอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร ทำให้มีแสงอาทิตย์ตลอดปี จึงเป็นไปได้ที่จะใช้แสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานในการกำจัดสารปนเปื้อนในน้ำ จากการตรวจเอกสารในช่วง 10 ปี ที่ผ่านมา ยังไม่พบว่ามีรายงานการเผยแพร่บทความการย่อยสลายสารไดโครโตฟอสโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา Au/TiO_2

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการสังเคราะห์และพิสูจน์เอกลักษณ์ของตัวเร่งปฏิกิริยา Au/TiO_2
2. เพื่อศึกษาการกำจัดสารไดโคโตฟอสโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา Au/TiO_2 ภายใต้แสงอาทิตย์

ขอบเขตการวิจัย

1. สังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยา Au/TiO_2
2. ตรวจสอบเอกลักษณ์ของตัวเร่งปฏิกิริยา Au/TiO_2 โดยใช้เทคนิค TEM, XRD และ ICP
3. ทำการศึกษาอัตราการย่อยสลายสารไดโครโตฟอสในน้ำเสียสังเคราะห์โดยใช้ Au/TiO_2 ภายใต้แสงเลียนแบบแสงอาทิตย์และภายใต้แสงอาทิตย์ โดยใช้เทคนิค HPLC ติดตามการย่อยสลาย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ในการวิจัยนี้เป็นต้นแบบในการสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีประสิทธิภาพที่สามารถใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นพลังงานที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายและไม่เกิดมลพิษ สามารถนำไปพัฒนาเชิงอุตสาหกรรมเพื่อใช้ในการบำบัดสารมลพิษที่ไม่สามารถบำบัดได้ด้วยวิธีทั่วไป

2. สามารถใช้เป็นฐานข้อมูลอ้างอิงในการติดตามกลไกการย่อยสลายสารไดโครโตฟอส เพื่อให้หน่วยงานด้านมลพิษและสิ่งแวดล้อมติดตามความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลาย