บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหามลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมได้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนและสิ่งแวดล้อม อุตสาหกรรมสีย้อมเป็นส่วนหนึ่งของอุตสาหกรรมเคมีที่สร้างมลพิษให้กับสิ่งแวดล้อม โดยสีย้อมในอุตสาหกรรม (industrial dyes) ส่วนใหญ่เป็นสีย้อมที่ได้จากการสังเคราะห์มากกว่าสีย้อมจากธรรมชาติ เนื่องจากสีย้อมสังเคราะห์มีการผลิตและมีคุณภาพที่แน่นอนกว่าสีย้อมธรรมชาติ หาได้ง่ายและมีราคาถูกกว่าสีย้อมธรรมชาติประเภทเดียวกัน จึงได้รับความนิยมมากกว่าสีย้อมที่ใช้ในปัจจุบันมีมากกว่า 40,000 สี (Zoolinger, 1987) โดยทั่วไปจะนำมาใช้ในอุตสาหกรรมฟอกย้อมผ้า สิ่งพิมพ์ การถ่ายภาพ อุตสาหกรรมพลาสติกและอื่น ๆ (Rajaguru, Kalaiselvi, Palanivel, & Subburam, 2000) และมีการคาดการณ์กันว่าปริมาณการใช้สีย้อมจะเพิ่มมากขึ้นทุกปี จึงทำให้สีย้อมสามารถปนเปื้อนไปในสิ่งแวดล้อมได้มากขึ้นเช่นเดียวกัน ซึ่งในระหว่างขบวนการผลิตของอุตสาหกรรมนี้ สีย้อมสังเคราะห์จะถูกปลดปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมได้ถึงประมาณร้อยละ 10-15 (Vaidya & Datye, 1982) และเนื่องจากสีย้อมสังเคราะห์มีโครงสร้างที่ซับซ้อนทำให้สีเหล่านี้มี ความคงตัวสูง ทนต่อการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในธรรมชาติ ทำให้น้ำเสียที่เกิดจากโรงงานการผลิตสีย้อมไม่สามารถที่จะกำจัดออกได้โดยวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยทั่วไป (Pagga & Brown, 1986)

สีมาลาไคน์กรีนเป็นสีย้อมในกลุ่มสีเบสิค ซึ่งเป็นสีย้อมสังเคราะห์ที่ใช้กันมานานชนิดหนึ่ง (อัจฉราพร ไศละสูต, 2517) สามารถละลายน้ำได้ นิยมนำมาใช้กันมากทั้งในอุตสาหกรรมการทอผ้าและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำโดยเฉพาะฟาร์มเพาะพันธุ์ปลาจะนำสีมาลาไคน์กรีนมาเป็นส่วนผสมในน้ำยาฆ่าเชื้อ เช่น น้ำยาฆ่าเชื้อรา, น้ำยาฆ่าเชื้อพาราสิต, น้ำยาฆ่าแบคทีเรีย (Foster & Woodbury, 1936 citing Srivastava, Singh, Srivastava, & Sinha, 1995) และน้ำยาฆ่าโปรโตซัว (Clifta-Hadley & Alderman, 1987 citing Srivastava et al., 1995) ส่วนในอุตสาหกรรมสิ่งทอจะใช้เป็นสีย้อมผ้า, ย้อมขนสัตว์, ย้อมปอ, ย้อมหนัง เป็นต้น นอกจากสีมาลาไคน์กรีนจะมีประโยชน์แล้ว การใช้สีมาลาไคน์กรีนในปริมาณมาก ๆ หรือใช้เป็นเวลานานก็สามารถสร้างโทษได้เช่นเดียวกัน คือ สีมาลาไคน์กรีนเป็นสีที่ถูกสร้างมาจากไตรฟีนิลมีเทนซึ่ง

เป็นสารก่อมะเร็ง และสีมาลาไคน์กรีนมีโมเลกุลใหญ่ยากต่อการย่อยสลายทำให้สีมาลาไคน์กรีนยังคงอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นาน และส่งผลกระทบต่อมนุษย์จากการสะสมทางชีวภาพของสีสู่สิ่งมีชีวิตทั้งในดินและในน้ำ และเนื่องจากสีมาลาไคน์กรีนจะมีความเป็นพิษต่อเซลล์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมสูง (Clemmensen & Jensen, 1984; Panadiker, Fernandes, & Rao, 1992; Rao, 1995 citing Henderson, Schmitt, Heinze, & Cerniglia, 1997) สามารถก่อโรคมะเร็งในคน, ทำให้เกิดเนื้องอกในตับของหนูทดลอง และยังเป็นสาเหตุของความผิดปกติในระบบสืบพันธุ์ของกระต่ายและปลา ซึ่งความเข้มข้นต่ำที่สุดที่สามารถทำให้เกิดความเป็นพิษต่อเซลล์ได้คือ 0.1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (Fernandes, Lalitha, & Rao, 1991; Rao, 1995 citing Henderson et al.,1997) ด้วยเหตุผลที่กล่าวข้างต้นจึงต้องมีการบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากสีมาลาไคน์กรีน แต่เนื่องจากการบำบัดน้ำเสียโดยทั่วไป (conventional wastewater treatment) (Donlon, Razo-Flores, Luijten, Swarts, Lettinga, & Field, 1997) ไม่สามารถที่จะย่อยสลายสีย้อมได้ แต่มีการนำวิธีการบำบัดทางกายภาพด้วยการตกตะกอนสีด้วยสารเคมี สามารถกำจัดสีย้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Reife & Freeman, 1996 citing Razo-Flores, Luijten, Donlon, Lettinga, & Field, 1997) แต่วิธีนี้จะมีราคาแพงไม่คุ้มกับต้นทุนการผลิต (Churchley, 1994 citing Razo-Flores et al., 1997) อีกทั้งยังต้องกำจัดตะกอนสารที่เกิดขึ้นด้วย ดังนั้นจึงน่าจะมีวิธีอื่นที่เหมาะสมมากกว่า

การนำวิธีบำบัดทางชีวภาพมาใช้กับการบำบัดน้ำเสียจากสีมาลาไคน์กรีน เช่น ระบบตะกอนเร่ง (activated sludge) ก็เป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้กันมาก โดยวิธีนี้จะอาศัยจุลินทรีย์ที่มีปริมาณมากพอสำหรับการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย จุลินทรีย์เหล่านี้จะใช้ออกซิเจนและแขวนลอยอยู่ในน้ำตะกอนของถังเติมอากาศ (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2542) จากสารมลพิษ 100% สามารถลดสารมลพิษลงได้ 40% โดยการทำงานของจุลินทรีย์ซึ่งจะทำให้องค์ประกอบของซีโอดีต่อบีโอดีถูกย่อยสลายไปเป็นน้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้ปริมาณของเสียลดลงอย่างชัดเจน ซึ่งจากการศึกษาจากรายงานหลาย ๆ ฉบับ พบว่าวิธีการบำบัดด้วยตะกอนเร่ง จะให้ประสิทธิภาพในการบำบัดสูงและมีราคาไม่แพง โดยทั่วไปจะศึกษาการย่อยสลายสีย้อมภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน แต่ก็มีรายงานบางฉบับทำการศึกษาการย่อยสลายสีย้อมภายใต้สภาวะที่ไม่มีออกซิเจน เช่น จากรายงานของ บราวน์ และลาบอเรอร์ (Brown & Laboureur, 1983) ศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้จุลินทรีย์ในการย่อยสลายสีย้อมภายใต้สภาวะที่ไม่มีออกซิเจน ซึ่งพบว่ามีความเป็นไปได้สูง

ข้อมูลดังกล่าวข้างต้นทำให้ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการย่อยสลายสีมาลาไคน์กรีนของตะกอนเร่งภายใต้สภาวะแอโรบิก (aerobic), แอโรบิกดีไนตริฟิเคชั่น (aerobic denitrification), ดีไนตริฟิเคชั่น (denitrification) และเมททาโนจีนิก

(methanogenenic) ว่าจะให้ผลต่างกันอย่างไร และสภาวะใดจะเหมาะสมที่สุดในการย่อยสลายสีมาลาไคน์กรีน ซึ่งในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะทำการศึกษาสีมาลาไคน์กรีนซึ่งเป็นสีในกลุ่มสีเบสิค (basic dyes) เพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้ไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาการย่อยสลายสีย้อมกลุ่มเบสิคอื่น ๆ และเพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้นำไปปรับปรุงใช้กับสภาพความเป็นจริงในการบำบัดน้ำเสียจากสีย้อมโดยการพัฒนาจากวิธีตะกอนเร่งซึ่งเป็นวิธีดั้งเดิมและเป็นข้อมูลพื้นฐานของการศึกษาในระดับสูงต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการย่อยสลายสีมาลาไคน์กรีนโดยจุลินทรีย์ผสมจากตะกอนเร่งในสภาวะต่าง ๆ 4 สภาวะ คือ สภาวะแอโรบิก, แอโรบิกดีไนตริฟิเคชั่น, ดีไนตริฟิเคชั่นและเมททาโนจีนิก

2. เพื่อศึกษาถึงกระบวนการย่อยสลายแบบต่อเนื่อง (sequencing steps) 2 สภาวะ ซึ่งเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการย่อยสลายสีมาลาไคน์กรีน

สมมติฐานของการวิจัย

1. การย่อยสลายทางชีวภาพภายใต้สภาวะ 4 สภาวะ คือ สภาวะแอโรบิก, แอโรบิกดีไนตริฟิเคชั่น, ดีไนตริฟิเคชั่นและเมททาโนจีนิก จุลินทรีย์ผสมจากตะกอนเร่งจะสามารถย่อยสลายสีมาลาไคน์กรีนได้แตกต่างกัน

2. กระบวนการย่อยสลายแบบต่อเนื่องจะสามารถย่อยสลายสีมาลาไคน์กรีนได้ดีกว่าการใช้วิธีการย่อยสลายแบบสภาวะเดียว

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ทราบวิธีที่เหมาะสมและกลไกในการบำบัดน้ำทิ้งที่ปนเปื้อนด้วยสีมาลาไคน์กรีนโดยวิธีการย่อยสลายแบบต่อเนื่อง

2. นำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงใช้กับการบำบัดน้ำทิ้งจากสีย้อมกลุ่มอื่น ๆ

3. นำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงใช้กับสภาพความเป็นจริงในการบำบัดน้ำทิ้งจากสีย้อมและเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาในระดับสูงต่อไป

ขอบเขตของการทำวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมและการย่อยสลายสีมาลาไคน์กรีนแบบต่อเนื่อง โดยจุลินทรีย์ผสมจากตะกอนเร่งของโรงบำบัดน้ำเสียแสนสุขใต้ ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี