บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันน้ำเสียจากชุมชน (Domestic Wastewater) นับได้ว่าเป็นต้นเหตุที่สำคัญอันหนึ่งที่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากน้ำเสียจากชุมชนนั้นมีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ต่างๆที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมต่างๆภายในครัวเรือน สารประกอบฟอสฟอรัสในน้ำทิ้งเองนับได้ว่าเป็นสารหนึ่งที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษในแหล่งน้ำชุมชน ฟอสฟอรัสเป็นตัวการที่ทำให้เกิดยูโทรฟิเคชั่น (Eutrophication) ปรากฏการณ์นี้จะทำให้พืชน้ำเกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว แหล่งน้ำที่มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเพียง 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตรถือว่ามีโอกาสเกิดยูโทรฟิเคชั่นได้ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2547) โดยเฉพาะในแหล่งน้ำนิ่ง เช่น ทะเลสาบหรืออ่างเก็บน้ำ สาหร่ายในแหล่งน้ำเหล่านี้จะใช้ฟอสฟอรัสเป็นสารอาหารและเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จนทำให้แหล่งน้ำนั้นเกิดการเน่าเสีย เกิดผลกระทบต่อการคมนาคมทางน้ำ การประมงและเป็นมลพิษทางน้ำต่อแหล่งชุมชนโดยรอบ ฟอสฟอรัสในน้ำธรรมชาติและในน้ำเสียจะอยู่ในรูปของสารประกอบฟอสเฟต เช่น ออโธฟอสเฟต โพลีฟอสเฟต และอินทรีย์ฟอสเฟต ฟอสเฟตเหล่านี้อาจจะอยู่ในรูปที่ละลายน้ำหรือในรูปของซากพืชและสัตว์ การปนเปื้อนของสารประกอบฟอสเฟตรูปต่างๆในน้ำธรรมชาติและน้ำเสียมาจากหลายทาง เช่น สารซักฟอกจากผงซักฟอก หรือสารที่ใช้ล้างจานชามจากอาคารบ้านเรือน (อยู่ในรูปฟอสเฟตและโพลีฟอสเฟต) ปุ๋ยซึ่งใช้ในการเกษตร (ในรูปของออโธฟอสเฟต) ซึ่งถูกชะล้างมาในน้ำฝน (วาสนา พีธรรมนงค์สิน, 2539) เป็นต้น

กระบวนการกำจัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียในปัจจุบันสามารถกำจัดได้หลายทาง เช่น ทางกายภาพ โดยวิธี adsorption process โดยใช้ adsorbent เป็นตัวดูดซับฟอสเฟตไว้ เช่น activated alumnina (Urano และ Tachikawa, 1992) ทางเคมีโดยเติมสารเคมีลงไปในน้ำเสียเพื่อตกตะกอนฟอสเฟต จึงจะแยกตะกอนออกจากน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดได้ สารเคมีที่เติม เช่น อลูมิเนียมซัลเฟต โซเดียมอลูมิเนียม เฟอริคคลอไรด์ และปูนขาว (วาสนา พีธรรมนงค์สิน, 2539) ทางชีวภาพ ได้แก่การใช้จุลินทรีย์เป็นตัวย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่มีฟอสฟอรัสอยู่ โดยจุลินทรีย์จะดูดซับฟอสเฟตเข้าไปในเนื้อเยื่อเซลล์ ซึ่งจะใช้ฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบหนึ่งในการสร้างเซลล์ใหม่ และเป็นแหล่งพลังงาน (ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และคณะ, 2539) กระบวนการกำจัดฟอสฟอรัสทางชีวภาพโดยการใช้ Phytoremediation นับได้ว่าเป็นวิธีการใหม่ที่มีการใช้พืชในการบำบัดสารมลพิษในแหล่งน้ำ ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารหลักที่พืชจะนำไปใช้ในการเจริญเติบโตในส่วนต่างๆของพืช เช่น ลำต้น ดอก ใบ และราก โดยพืชจะนำ

ฟอสฟอรัสในรูปฟอสเฟตอิออนที่อยู่ในน้ำและดินเข้ามาภายในต้นพืชได้โดยอาศัยการทำงานของราก สำหรับอิออนที่ถูกดูดไว้ที่ผิวของอนุภาคดิน พืชจะดูดอิออนไปใช้โดยกระบวนการแอกทีฟทรานสปอร์ต ซึ่งเป็นกระบวนการแพร่ที่อาศัยพลังงานจากเซลล์ของรากพืชมาใช้ในการดูดอิออน และส่งผ่านไปยังท่อลำเลียงอาหารและน้ำส่งไปใช้ในส่วนต่างๆของเซลล์เพื่อใช้เป็นสารอาหารในการเจริญเติบโตของพืช (ยงยุทธ โอสถสภา, 2543) นอกจากนี้กลุ่มจุลินทรีย์บริเวณรากพืช และกลุ่มจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสีย ก็มีบทบาทสำคัญในการดูดฟอสฟอรัสไปใช้ โดยจุลินทรีย์หลายชนิด เช่น *Aspergillus niger*, *Penicillium radicum*, *Yarowia lipolytica Azospirillum* spp. สามารถปล่อยกรดอินทรีย์ออกมาย่อยฟอสฟอรัส (สมเกียรติ เกื้อหนุน, 2551) จุลินทรีย์กลุ่ม *Penicillium* sp. *Aspergillus* sp. *Emmericella* sp. (Tarafda และคณะ, 2001) สามารถปลดปล่อยเอนไซม์กลุ่มฟอสโฟไฮโดรเลส (Phosphohydrolase) หรือเอนไซม์ฟอสฟาเทส (phosphatase) มาย่อยสลายฟอสฟอรัสในรูปของสารประกอบอินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำให้อยู่ในรูปฟอสเฟตอิออน (ion) ที่ละลายน้ำได้มากขึ้น

งานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการศึกษาการบำบัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนโดยการใช้พืชหลายชนิดในการบำบัด เช่น การบำบัดน้ำเสียของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยโดยใช้หญ้าแฝก (*Vetiveria zizanioides* L.) ในระยะเวลา 7 วันสามารถลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดได้ร้อยละ 35 (Boonsong และ Chansiri, 2008) การบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา โดยใช้บัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaerth) และสาหร่ายหางกระรอก (*Hypha angustifolia*) ใช้ระยะเวลาพักน้ำเสีย 10 วันสามารถบำบัดฟอสเฟตในน้ำเสียชุมชนร้อยละ 66 และ 65 ตามลำดับ (Thongchi and Udomphon, 2004) การบำบัดน้ำเสียของโรงบำบัดน้ำเสียพระราม 9 โดยพุทธรักษา (*Canna siamensis*) ในระยะเวลาพักน้ำเสีย 7 วันสามารถบำบัดฟอสเฟตในน้ำเสียได้ถึงร้อยละ 75 (จิตติมา เชื้อกูล, 2545) การใช้ผักกระเฉด (*Neptunia oleracea* Lour) จอก (*Pistia stratiotes* L.) และผักตบชวา (*Eichhomia carssipes* Solms) ในการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชนและที่พักอาศัยในมหาวิทยาลัยมหิดล ศูนย์ศาลายา ระยะเวลา 15 วันสามารถบำบัดฟอสเฟตในน้ำเสียได้ร้อยละ 61 56 และ 44 ตามลำดับ (จิตติมา วสุสิน, 2539) จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าพืชที่นำมาใช้ในการบำบัดสารประกอบฟอสเฟตในน้ำเสียชุมชนนั้นมีประสิทธิภาพในการบำบัดที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากความสามารถในการปรับตัวของพืชที่มีสภาพแวดล้อมและปริมาณความเข้มข้นของสารมลพิษในน้ำเสียชุมชนได้ไม่เท่ากัน (สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์ และคณะ, 2551) ในประเทศไทยมีพืชหลายชนิดที่เจริญเติบโตได้ในพื้นที่ชุ่มน้ำ ที่มีน้ำท่วมขังตลอดเวลา เช่น บัวหลวง บัวสี บัว กกราชินี และธูปฤาษี เป็นต้น การศึกษานี้จึงสนใจที่จะนำพืชน้ำต่างๆเหล่านี้มาใช้ในการทดสอบความสามารถในการดูดซึมสารประกอบฟอสเฟตในแหล่งน้ำเสียชุมชน

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Phytoremediation ในการบำบัดฟอสฟอรัสในรูปของสารประกอบฟอสเฟตทั้งหมดจากแหล่งน้ำเสีย

ชุมชน โดยศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดฟอสฟอรัสของบัวหลวงและกกราชินี รวมทั้งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพืช ดิน และกลุ่มจุลินทรีย์ ที่อยู่ในระบบการบำบัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชน

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อประยุกต์ใช้กระบวนการ Phytoremediation ในการบำบัดฟอสฟอรัสจากแหล่งน้ำเสียชุมชนโดยใช้บัวหลวงและกกราชินี

1.2.2 เพื่อศึกษาระยะเวลาและอัตราส่วนของน้ำเสียชุมชนโดยใช้พืช (บัวหลวงและกกราชินี) ในการบำบัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชน

1.2.3 เพื่อศึกษากลุ่มจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในการบำบัดฟอสฟอรัสจากน้ำเสียชุมชนโดยใช้เทคนิค Polymerase chain reaction - Denaturing gradient gel electrophoresis (PCR-DGGE) และ DNA Amplification

1.3 ขอบเขตในการดำเนินงานวิจัย

1.3.1 กระบวนการกำจัดฟอสฟอรัสที่ใช้ในการศึกษานี้คือ Phytoremediation และพืชที่ใช้ในการศึกษาคือ บัวหลวง *(Nelumbo nucifera* Gaerth) และกกราชินี *(Cyperus involucratus Rottb.)* น้ำเสียชุมชนที่ใช้ในการศึกษา เป็นน้ำเสียชุมชนตั้งต้นที่ยังไม่ผ่านกระบวนการบำบัดโดยวิธีใดมาก่อน โดยนำน้ำเสียนี้มาจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำทุ่งครุ เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร

1.3.2 ศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำเสียชุมชนเขตทุ่งครุ ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Kjeldahl Method ปริมาณฟอสเฟตทั้งหมด โดยวิธี Ascorbic acid method ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) ปริมาณค่าความสกปรกของน้ำเสีย ค่าซีโอดี (chemical Oxygen Demand) ค่าบีโอดี (Biochemical oxygen demand) และค่าความเป็นกรด-ด่าง ตามวิธีการวิเคราะห์น้ำเสียของ AWWA (1998)

1.3.3 ศึกษาความสามารถในการดูดใช้ฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนโดยพืชน้ำ

1.3.3.1 การคัดเลือกพืชน้ำที่มีความสามารถในการบำบัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนได้ดีและเร็ว พืชน้ำที่ใช้ในการศึกษาคือ บัวหลวง *(Nelumbo nucifera* Gaerth) บัวสี *(Nymphaea sp)* บัวสาย *(Nymphaea pubescens* Willd) กกราชินี *(Cyperus alternifolius* L.) และธูปฤาษี (*Typha angustifolla* L.) ระบบทดลองประกอบด้วย พืช 400 กรัม : ดิน 500 กรัม : น้ำเสียชุมชน 4,000 มิลลิลิตร พารามิเตอร์ที่ใช้ทดสอบคือปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด พืชที่มีความสามารถในการบำบัดสารประกอบฟอสเฟตได้สูงในน้ำเสียชุมชนจะถูกคัดเลือกมาใช้ในการศึกษาข้อที่ 1.3.3.2

1.3.3.2 การศึกษาความสามารถในการบำบัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนในระบบที่ใหญ่ขึ้น (pilot scale wetland) ปริมาตรความจุ 50 ลิตร พืชที่ใช้ในการศึกษาคือพืชที่ได้จากการคัดเลือกจากข้อ 1.3.3.1 บัวหลวง *(Nelumbo nucifera* Gaerth) และกกราชินี *(Cyperus alternifolius* L.) ระบบทดลองประกอบด้วย พืช 4,000 กรัม : ดิน 5,000 กรัม : น้ำเสียชุมชน 40,000 มิลลิลิตร ระยะเวลาในการบำบัด 75 วัน วัดปริมาณฟอสฟอรัสในระบบบำบัดตามวิธีการวิเคราะห์ของ AWWA (1998) วัดคุณภาพน้ำเสียก่อน-หลังการบำบัด ในด้านทางกายภาพและเคมีของน้ำ ได้แก่ปริมาณฟอสเฟตทั้งหมด(TP) ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Kjeldahl Method ซีโอดี (chemical Oxygen Demand) และค่าความเป็นกรด-ด่าง ตามวิธีการวิเคราะห์น้ำเสียของ AWWA (1998)

- ศึกษากระบวนการบำบัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนโดยวิธีการใช้พืช (Phytoremediation process) เปรียบเทียบระบบการบำบัดน้ำเสียที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน (Activated sludge + Chemical process) ของโรงควบคุมคุณภาพน้ำทุ่งครุ

- การเจริญเติบของพืช โดยการนำพืชหลังสิ้นสุดการทดลองมาวัดปริมาณคาร์บอนตามวิธีของ Nanarro (1993) วัดปริมาณไนโตรเจนโดยวิธี Total Kjeldahl Nitrogen และฟอสฟอรัส ตามวิธีของ A.O.A.C (1980) และชั่งน้ำหนักสดในพืชทั้งสองชนิด

1.3.4 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างพืช ดิน และกลุ่มจุลินทรีย์ที่อยู่ในระบบการบำบัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนโดยระบบทดลองที่ใช้บัวหลวงและกกราชินีเป็นพืชทดลอง

1.3.4.1 ศึกษากลุ่มจุลินทรีย์ที่ใช้ฟอสฟอรัสเป็นแหล่งอาหารในน้ำเสียชุมชน ดิน รากบัวหลวง และรากกกราชินี โดยใช้เทคนิค Polymerase chain reaction - Denaturing gradient gel electrophoresis (PCR-DGGE) และ DNA Amplification ตามวิธีของ Muyzer และคณะ (1993) Ovreas และคณะ (1993) และ Zhou และคณะ(1996)

1.3.5 วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยโปรแกรม SPSS Version 11 ทำการวิเคราะห์ ANOVA เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยฟอสเฟตทั้งหมดของน้ำเสียชุมชนในแต่ละการทดลอง ของช่วงเวลาเก็บตัวอย่าง เปรียบเทียบค่าความแตกต่างของพารามิเตอร์ในแต่ละกระถางทดลองโดยวิธี Duncan ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถพัฒนาเทคโนโลยีในการบำบัดน้ำเสียจากบ้านเรือนและแหล่งชุมชนที่มีสารประกอบฟอสฟอรัสปนเปื้อน โดยการใช้พืชบำบัดซึ่งเป็นระบบที่ไม่ซับซ้อนใช้งานง่าย มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำและช่วยให้ทัศนียภาพสวยงาม