บทที่ 4
ผลการศึกษา

การบำบัดฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำเสียชุมชนโดยในเบื้องต้นทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำเสียชุมชนเขตทุ่งครุ ศึกษาการบำบัดฟอสฟอรัสของพืชน้ำแต่ละชนิด พืชที่มีความสามารถในการบำบัดฟอสฟอรัสได้มากที่สุดจะถูกนำมาศึกษาในกระถางทดลองขนาดใหญ่ (pilot scale wetland) มีขนาดความจุ 50 ลิตร ศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการบำบัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนโดยวิธีการใช้พืช (Phytoremediation process) กับระบบการบำบัดน้ำเสียที่ใช้อยู่ในปัจจุบันของโรงควบคุมคุณภาพน้ำทุ่งครุ ซึ่งใช้วิธี Activated sludge ร่วมกับการใช้สารเคมี ศึกษาการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้บำบัดน้ำเสียชุมชน ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างพืช ดิน และจุลินทรีย์ในระบบการทดลอง และศึกษากลุ่มจุลินทรีย์ในน้ำเสียชุมชน ดิน และรากของบัวหลวงและกกราชินี ที่ใช้ฟอสฟอรัสเป็นแหล่งอาหารในน้ำเสียชุมชนโดยใช้เทคนิค Polymerase chain reaction - Denaturing gradient gel electrophoresis (PCR-DGGE) และ DNA Amplification

4.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำเสียชุมชนเขตทุ่งครุ

จากการนำน้ำเสียชุมชนที่ยังไม่ผ่านการบำบัดมาจากโรงควบคุมคุณภาพน้ำเสียชุมชนเขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร มาวิเคราะห์ลักษณะสมบัติทางกายภาพและทางเคมีได้แก่ วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความสกปรกของน้ำที่วัดได้เป็น Biochemical oxygen demand (BOD), Chemical oxygen demand (COD) ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (total dissolved solids) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total kjeldahl nitrogen) และปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (total phosphorus) ผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 สมบัติทางเคมีของน้ำเสียชุมชนตั้งต้นในเขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร

Parameter	Initial domestic wastewater	Standard of domestic wastewater
pH	7.59±0.05	5.5-9.0*
COD (mgl^{-1})	77.08±0.00	≤ 120*
BOD(mgl^{-1})	20.0±1.41	20*
TDS (mgl^{-1})	272±0.16	≤ 500*
TKN (mgl^{-1})	5.32±0.02	35*
TP (mgl^{-1})	1.038±0.03	2*

U.S. EPA (1991) กำหนดไว้ (total phosphorus < 0.1 mg l^{-1})

*Notification of Pollution control department of the Ministry of natural and environment (2010)

จากตารางที่ 4.1 พบว่าน้ำเสียชุมชนตั้งต้นที่ยังไม่ผ่านการบำบัดในระบบใดๆ มีคุณภาพในด้านปริมาณค่าความสกปรกของน้ำเสียชุมชนเขตทุ่งครุมีค่าค่อนข้างต่ำ เป็นน้ำเสียชุมชนที่มีความสกปรกในเกณฑ์ที่ต่ำโดยมีค่าต่างๆในการวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำเสียชุมชนไม่มากนัก เช่นค่า Total phosphorus ประมาณ 1.038±0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่ามาตรฐานตามที่กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติได้กำหนดไว้ที่ต้องมีค่าไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามมาตราที่ 55 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ 2535 (ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2535) แต่เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่ U.S. EPA (1991) กำหนดไว้ (total phosphorus < 0.1 mg l^{-1}) พบว่าน้ำเสียชุมชนยังยังคงมีปริมาณสูงกว่าที่กำหนดจึงทำการบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมดให้ผ่านตามมาตรฐาน

4.2 การบำบัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนโดยพืชน้ำ

การศึกษาการดูดซึมฟอสฟอรัสของพืชน้ำนี้ในขั้นแรกได้ทำการศึกษาเพื่อคัดเลือกพืชน้ำที่มีความสามารถในการดูดซึมฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนและมีความทนต่อสภาพแวดล้อม โดยในการทดลองได้คัดเลือกพืชน้ำ 5 ชนิดมาใช้ในการศึกษาคือ บัวหลวง *(Nelumbo nucifera* Gaerth) บัวสี *(Nymphaea sp)* บัวสาย *(Nymphaea pubescens* Willd) กกราชินี *(Cyperus alternifolius* L.) และธูปฤาษี (*Typha angustifolla* L.) ในการศึกษาพืชทั้ง 5 ชนิดพบว่ามีความสามารถในการเจริญเติบโตได้ดีในน้ำเสียชุมชน ได้ทำการคัดเลือกพืชที่มีความสามารถในการดูดซึมฟอสฟอรัสได้ดีที่สุดมาทำการทดลองในระบบที่เพิ่มพื้นที่ขนาดใหญ่ขึ้น โดยจะวัดประสิทธิภาพของพืชในการบำบัดฟอสฟอรัสในรูปของฟอสเฟตทั้งหมด และการเจริญเติบโตของพืช

4.2.1 การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการบำบัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนโดยพืชน้ำ

การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดฟอสฟอรัสของพืชน้ำ 5 ชนิดคือ บัวหลวง *(Nelumbo nucifera* Gaerth) บัวสี *(Nymphaea sp)* บัวสาย *(Nymphaea pubescens* Willd) กกราชินี *(Cyperus alternifolius* L.) และธูปฤาษี (*Typha angustifolla* L.) ดังแสดงในตารางที่ 4.2 ในทุกการทดลองมีปริมาณฟอสฟอรัสเริ่มต้น(วันที่ 0) ก่อนการบำบัดเท่ากันคือมีค่าประมาณ 1.16 $\pm$ 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งไม่ผ่านตามมาตรฐานของ U.S. EPA (1991) ที่ได้กำหนดไว้ (ฟอสฟอรัสทั้งหมดมีค่าประมาณ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร) หลังการบำบัดน้ำเสียดังกล่าวโดยใช้บัวหลวง *(Nelumbo nucifera* Gaerth) บัวสี *(Nymphaea sp)* และกกราชินี *(Cyperus alternifolius* L.) พบว่าในวันที่ 9 พืชทั้งสามชนิดมีประสิทธิภาพในการบำบัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนได้ดีที่สุดและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าประมาณ 0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร นอกจากนี้น้ำเสียชุมชนในกระถางทดลองมีสภาพค่อนข้างเป็นกลาง (ตารางที่ 4.3) อย่างไรก็ตามเมื่อทำการทดลองต่อไปเรื่อยๆ เพื่อดูความยั่งยืนและความทนทานของพืชต่อสภาพความสกปรกของน้ำเสียชุมชนและสภาพแวดล้อมในการทดลอง พบว่าบัวสีที่มีความสามารถบำบัดฟอสฟอรัสได้ดีในเบื้องต้นเมื่อทำการทดลองต่อไปเรื่อยๆ บัวสีมีขนาดของต้นเล็กลง ประสิทธิภาพในการดูดซึมฟอสฟอรัสน้อยลง จึงไม่เหมาะสมต่อการนำมาทำการทดลองในการบำบัดฟอสฟอรัสจากน้ำเสียชุมชน ส่วนบัวสายและธูปฤาษีสามารถเจริญเติบโตในแปลงทดลองได้แต่ประสิทธิภาพในการบำบัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนยังต่ำกว่าพืชชนิดอื่น ผลการทดลองนี้จึงเลือกบัวหลวงและกกราชินี เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

ตารางที่ 4.2 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำเสียชุมชนที่ผ่านการบำบัดโดยพืช 5 ชนิดคือ บัวหลวง บัวสี บัวสาย กกราชินี และธูปฤาษี ที่ช่วงระยะเวลาการบำบัด 9 วัน

Treatment/Days	Total phosphorus (mg l^{-1})				
	0	1	3	6	9
Domestic wastewater	1.16± 0.02	1.18± 0.01 d	0.77± 0.01 c	0.71± 0.04 c	0.40± 0.01 c
Soil + Domestic wastewater	1.16± 0.02	1.18± 0.01 d	0.50± 0.02 b	0.41± 0.01 b,c	0.32± 0.06 c
Nelumbo nucifera Gaerth + Soil + Domestic wastewater	1.16± 0.02	0.57± 0.07 b	0.26± 0.03 a	0.25± 0.02 a	0.04± 0.02 a
Nymphaea sp + Soil + Domestic wastewater	1.16± 0.02	0.60± 0.03 b	0.60± 0.02 b	0.21± 0.00 a	0.04± 0.01 a
Nymphaea pubescens Willd + Soil + Domestic wastewater	1.16± 0.02	0.86± 0.04 c	0.43± 0.01 a,b	0.47± 0.03 c	0.32± 0.07 c
Cyperus alternifolius L + Soil + Domestic wastewater	1.16± 0.02	0.60± 0.01 b	0.26± 0.02 a	0.27± 0.04 a	0.04± 0.01 a
Typha angustifolla L + Soil + Domestic wastewater	1.16± 0.02	0.48± 0.02 a	0.29± 0.02 a	0.37± 0.04 b	0.21± 0.01 b

หมายเหตุ: ตัวอักษร a, b, c และ d คือค่าแตกต่างทางสถิติ (Duncan, $P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.3 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ในน้ำเสียชุมชนที่ผ่านการบำบัดโดยพืช 5 ชนิดคือ บัวหลวง บัวสี บัวสาย กกราชินี และธูปฤาษี ที่ช่วงระยะเวลาการบำบัด 9 วัน

Treatment /Days	pH				
	0	1	3	6	9
Domestic wastewater	7.75± 0.08	8.39± 0.02	8.39± 0.04	7.76± 0.21	7.90± 0.13
Soil + Domestic wastewater	7.55± 0.04	7.95± 0.06	7.95± 0.06	7.58± 0.02	7.61± 0.03
Nelumbo nucifera Gaerth + Soil + Domestic wastewater	7.38± 0.08	7.27± 0.05	7.12± 0.16	7.32± 0.02	7.37± 0.13
Nymphaea sp + Soil + Domestic wastewater	7.41± 0.04	8.03± 0.25	7.13± 0.01	7.47± 0.10	7.52± 0.06
Nymphaea pubescens Willd + Soil + Domestic wastewater	7.40± 0.08	7.39± 0.18	7.16± 0.06	7.32± 0.01	7.58± 0.06
Cyperus alternifolius L + Soil + Domestic wastewater	7.54± 0.08	8.16± 0.15	7.27± 0.02	7.62± 0.24	7.35± 0.30
Typha angustifolla L + Soil + Domestic wastewater	7.47± 0.18	8.18± 0.16	7.25± 0.20	7.68± 0.06	7.12± 0.03

4.2.2 การศึกษาความสามารถในการบำบัดฟอสฟอรัสของบัวหลวง และกกราชินี

จากการศึกษาความสามารถในการบำบัดฟอสฟอรัสของพืชน้ำทั้ง 5 ชนิดจากการทดลองที่ผ่านมา พบว่า บัวหลวง *(Nelumbo nucifera* Gaerth) และกกราชินี *(Cyperus alternifolius* L.) พืชทั้ง 2 ชนิดมีความเหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมและมีประสิทธิภาพในการดูดซึมฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำเสียชุมชนได้ดี ในการทดลองนี้จึงนำพืชทั้งสองมาทดลองในแปลงทดลองขนาดใหญ่ เพื่อศึกษาดูผลของระยะเวลาประสิทธิภาพในการบำบัดฟอสฟอรัส ก่อนการบำบัดน้ำเสียชุมชนมีปริมาณฟอสฟอรัสในวันเริ่มต้น(วันที่ 0) เท่ากัน 1.038$\pm$ 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่หลังการบำบัดฟอสฟอรัสที่ 5 วันพบว่าบัวหลวง และกกราชินีสามารถบำบัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนให้มีปริมาณลดลงและตามมาตรฐาน U.S. EPA (1991) กำหนดไว้ (total phosphorus < 0.1 mg l^{-1}) โดยน้ำหลังการบำบัดที่ใช้บัวหลวงและกกราชินีมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเหลืออยู่ประมาณ 0.094$\pm$0.001 และ 0.048$\pm$0.004 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4) อย่างไรก็ตามกกราชินีมีประสิทธิภาพการบำบัดฟอสฟอรัสได้ดีกว่าบัวหลวง ดังเห็นได้ว่ากกราชินีสามารถบำบัดฟอสฟอรัสได้ผ่านตามมาตรฐานที่กำหนดไว้โดยใช้ระยะเวลาเพียง 3 วัน (ตารางที่ 4.4) และค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมีค่าในช่วงประมาณ 7.39$\pm$ 0.02 แสดงให้เห็นว่าระบบที่มีการปลูกพืชมีสภาวะของน้ำเสียเป็นกลาง ซึ่งจะแตกต่างจากระบบที่ไม่มีการใส่พืชลงไป (ระบบควบคุม) ซึ่งน้ำเสียจะมีสภาพเป็นด่างสูง (ตารางที่ 4.4) คาดว่าเป็นมาจากการเจริญเติบโตของสาหร่ายที่เกิดขึ้นจำนวนมากในช่วงวันที่ 3 ของการทดลอง สาหร่ายมีการเจริญเติบโตในน้ำเสียจะเกิดกระบวนการสังเคราะห์แสง (Crites and Tchobanoglous, 1998) และจะใช้คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่มีอยู่ในน้ำไปใช้ จนทำให้น้ำในระบบนั้นมีปริมาณ OH^- มาก จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้มีค่าความเป็นด่างสูงในน้ำเสีย (AZOV, 1982)

จากการที่ได้ทำการบำบัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชน 5 รอบการทดลอง (1 รอบการทดลองใช้เวลา 5 วัน) จากผลการทดลองพบว่าบัวหลวง และกกราชินีมีการเจริญเติบโตต่อไปได้เรื่อยๆ น้ำเสียในระบบบำบัดมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ในช่วง 1.039 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าความเป็นกรด - ด่าง อยู่ในช่วง 7-9 (ตารางที่ 4.5) ซึ่งมีค่าอยู่ในมาตรฐานที่กำหนดไว้คือ pH ประมาณ 5-9 (ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2535) จึงเห็นได้ว่าการใช้บัวหลวงและกกราชินีในการบำบัดฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำเสียชุมชนมีประสิทธิภาพสูง มีความทนต่อสภาพความสกปรกของแหล่งน้ำเสียชุมชนได้ จึงเป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่มีความยั่งยืน สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการบำบัดน้ำเสียชุมชนได้

ตารางที่ 4.4 การบำบัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนโดยใช้บัวหลวง และกกราชินี ที่ระยะเวลาต่างกัน

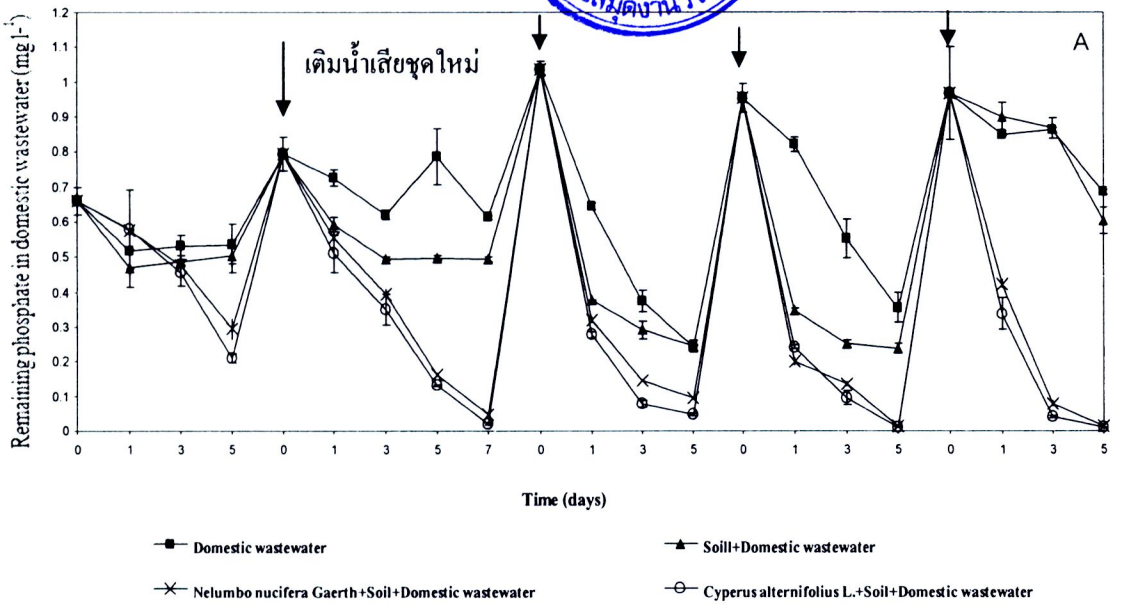
Treatment/Days	Total phosphorus (mg l^{-1})			
	0	1	3	5
Domestic wastewater (control)	1.039±0.018	0.645±0.016 d	0.374± 0.041 d	0.246± 0.022 c
Soil + Domestic wastewater (control)	1.039±0.018	0.377± 0.006 c	0.292± 0.034 c	0.229± 0.009 c
Nelumbo nucifera Gaerth + Soil + Domestic wastewater	1.039±0.018	0.321± 0.001 b	0.145± 0.002 b	0.094± 0.002 b
Cyperus alternifolius L.+ Soil + Domestic wastewater	1.039±0.018	0.279± 0.015 a	0.077± 0.013 a	0.048± 0.006 a

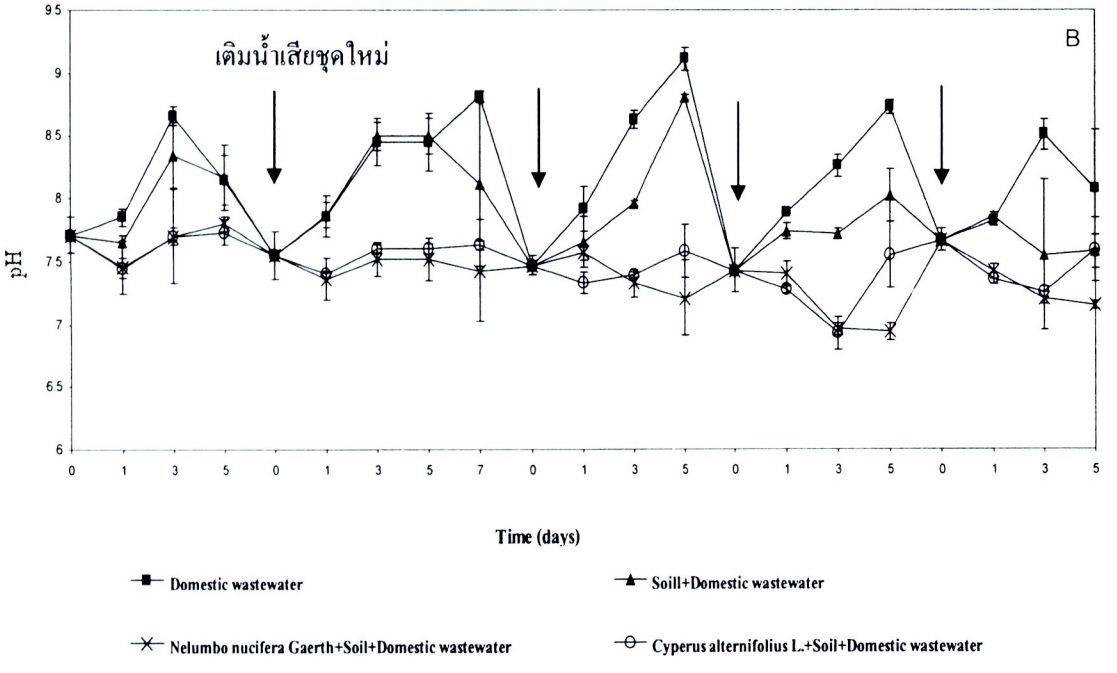
หมายเหตุ : ตัวอักษร a, b, c และ d คือค่าแตกต่างทางสถิติ (Duncan, $P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.5 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ในน้ำเสียชุมชนโดยใช้บัวหลวงและกกราชินีที่ระยะเวลาต่างกัน

Treatment /Days	pH			
	0	1	3	5
Domestic wastewater (control)	7.59± 0.05	7.92± 0.18	8.63± 0.07	9.11± 0.09
Soil + Domestic wastewater (control)	7.49± 0.06	7.66± 0.20	7.96± 0.02	8.18± 0.02
Nelumbo nucifera Gaerth + Soil + Domestic wastewater	7.40± 0.05	7.57± 0.06	7.33± 0.11	7.21± 0.29
Cyperus alternifolius L.+ Soil + Domestic wastewater	7.43± 0.08	7.33± 0.08	7.39± 0.02	7.58± 0.21

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย





รูปที่ 4.1 การบำบัดฟอสฟอรัสจากน้ำเสียชุมชนโดยใช้บัวหลวงและกกราชินี ที่เติมน้ำเสียชุมชนใหม่ลงไปในระบบทดลอง จำนวน 5 รอบการทดลอง (A) และค่าความเป็นกรด-ด่างของระบบ (B)

จากการศึกษาเปรียบเทียบการใช้บัวหลวงและกกราชินีในการบำบัดน้ำเสียชุมชน พบว่ากกราชินีมีความสามารถในการบำบัดน้ำเสียชุมชนได้ดีกว่าบัวหลวง ในแง่ของค่าความสกปรกของน้ำเสียในรูปค่าซีโอดี (COD) ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) และปริมาณฟอสเฟตทั้งหมด (TP) ในขณะที่ความสามารถในการย่อยสลายของฟอสฟอรัสของกกราชินีและบัวหลวงมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) คือ $1.97 \times 10^{-6} \pm 0.21 \times 10^{-7}$ และ $1.87 \times 10^{-6} \pm 0.40 \times 10^{-7}$ g phosphorus m^{-2} g^{-1} plant ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6)

ตารางที่ 4.6 ผลการบำบัดน้ำเสียชุมชนโดยใช้บัวหลวง และกกราชินีในระยะเวลา 5 วัน

Parameter	**Plant**	**Influent before treatment(Day0)**	**Effluent after treatment(Day5)**	**Standard of Domestic wastewater**
pH	*Nelumbo nucifera* Gaerth	7.59±0.05	7.21±0.29 a	5.5-9.0*
	Cyperus alternifolius L.		7.58±0.21 a	
COD (mgl^{-1})	*Nelumbo nucifera* Gaerth	77.08±0.00	15.67±0.01 a	≤ 120*
	Cyperus alternifolius L.		10.45±0.00 b	
BOD (mgl^{-1})	*Nelumbo nucifera* Gaerth	20.0±1.41	-	20*
	Cyperus alternifolius L.		-	
TDS (mgl^{-1})	*Nelumbo nucifera* Gaerth	272±0.16	20±0.71 a	≤ 500*
	Cyperus alternifolius L.		10±0.47 b	
TKN (mgl^{-1})	*Nelumbo nucifera* Gaerth	5.32±0.02	0.14±0.01 a	35*
	Cyperus alternifolius L.		0.14±0.04 a	
TP (mgl^{-1})	*Nelumbo nucifera* Gaerth	1.038±0.03	0.094±0.01 a	0.1**
	Cyperus alternifolius L.		0.048±0.01 b	
Biodegradation of phosphorus (g phosphorus m^{-2} g^{-1} plant)	*Nelumbo nucifera* Gaerth	-	1.86×10^{-6} a $\pm 0.40 \times 10^{-7}$	N/A
	Cyperus alternifolius L.	-	1.97×10^{-6} a $\pm 0.21 \times 10^{-7}$	

*Notification of Pollution control department of the Ministry of natural and environment (2010)

**U.S. EPA (1991).

N/A = No available.

a และ b คือค่าแตกต่างทางสถิติ (Duncan, $P \leq 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบกระบวนการบำบัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนโดยวิธีการทางไฟโตรีมิดิเอชัน (Phytoremediation) และกระบวนการที่ใช้ในปัจจุบัน (แอกทิเวเต็ดสลัดจ์ร่วมกับการใช้สารเคมี) พบว่าระบบที่มีการใช้พืชบำบัดสามารถลดค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) ได้มากกว่าระบบบำบัดแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ร่วมกับการใช้สารเคมีที่มีการใช้สาร Ferric chloride ($FeCl_3$) ในการบำบัดฟอสฟอรัสให้ตกตะกอนลงสู่ก้นบ่อ ซึ่งระบบนี้จะทำให้เกิดของแข็งละลายน้ำมากขึ้นในการบำบัดฟอสฟอรัสที่มีการใช้อยู่ในปัจจุบันของโรงควบคุมคุณภาพน้ำทุ่งครุ และจะต้องบำบัดกากตะกอนที่เกิดขึ้นจากการใช้สารเคมีต่อไป ถึงแม้ว่าวิธีการทางไฟโตรีมิดิเอชันจะมีระยะเวลาในการบำบัดที่มากกว่าคือใช้เวลา 5 วัน แต่ไม่มีการใช้สารเคมีในการบำบัดน้ำเสียจึงทำให้เกิดของแข็งละลายน้ำน้อยกว่า (ตารางที่ 4.7) การใช้พืชในการบำบัดน้ำเสียชุมชนนั้นพืชจะดูดของแข็งละลายน้ำในรูปของเกลือที่อยู่ในน้ำเสียชุมชนจึงทำให้มีปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) ลดลงในน้ำเสีย

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบการบำบัดฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำเสียชุมชนโดยกระบวนการ Phytoremediation และวิธีที่ใช้ในปัจจุบัน (Activated sludge +Chemical process)

Parameter	Influent before treatment(Day0)	Effluent after treatment			Standard of Domestic wastewater
		Activated sludge + Chemical process (Day 1)	Phytoremediation process (Day 5)		
			Nelumbo nucifera Gaerth	*Cyperus alternifolius* L.	
pH	7.49±0.31	7.48±0.02	7.47±0.06	7.55±0.26	5.5-9.0*
COD (mgl^{-1})	69.02±1.99	6.53±0.02	14.38±0.02	12.21±0.01	≤ 120*
TDS (mgl^{-1})	268.66±0.51	104±0.00	18±0.32	15±0.60	≤ 500*
TP (mgl^{-1})	1.004±0.005	0.013±0.008	0.015±0.001	0.011±0.001	0.1**

*Notification of Pollution control department of the Ministry of natural and environment (2010)

**U.S. EPA (1991)

หลังจากการบำบัดน้ำเสียเป็นเวลา 75 วันได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณของ Organic matter Carbon Nitrogen และ Phosphorus ในบัวหลวงและกกราชินี พบว่าค่าร้อยละ Phosphorus ของบัวหลวงและกกราชินีมีค่าใกล้เคียงกันโดยมีค่าร้อยละประมาณ 1.38±0.02 และ1.42±0.05 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 4.8) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่พืชได้รับสารอาหารจากน้ำเสียชุมชน เช่นฟอสฟอรัส พืชนำไปใช้ในการเจริญเติบโตในส่วนต่างๆภายในต้นพืช

ตารางที่ 4.8 แสดงเปอร์เซ็นต์ Organic matter Carbon Nitrogen และ Phosphorus ในบัวหลวงและกกราชินีหลังการบำบัดน้ำเสียชุมชนเป็นเวลา 75 วัน

Sample	%Organic matter	% Carbon	% Nitrogen	%Phosphorus
Nelumbo nucifera Gaerth (control)	88.87±1.56 a	49.37±0.87 a	8.76±1.83 a	1.01±0.04 b
Nelumbo nucifera Gaerth (treatment)	91.60±7.48 a	50.89±4.16 a	9.46±0.92 a	1.38±0.02 a
Cyperus alternifolius L. (control)	90.65±2.02 a	50.36±1.12 a	8.82±0.24 a	1.12±0.03 b
Cyperus alternifolius L. (treatment)	96.42±0.65 a	53.56±0.36 a	9.19±0.24 a	1.42±0.05 a

หมายเหตุ: ตัวอักษร a, b, c และ d คือค่าแตกต่างทางสถิติ (Duncan, $P \leq 0.05$)

นอกจากนี้ยังได้ชั่งน้ำหนักสดของบัวหลวง และกกราชินีในแปลงทดลองหลังจากการบำบัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนเป็นเวลา 75 วัน เปรียบเทียบกับแปลงควบคุมที่ใส่น้ำประปาลงไป ค่าน้ำหนักสดของพืชเริ่มต้นการทดลองมีค่าใกล้เคียงกันประมาณ 4,000 g เมื่อพืชผ่านการบำบัดน้ำเสียชุมชนจนสิ้นสุดการทดลอง พบว่าน้ำหนักสดของกกราชินี และค่าอัตราการเจริญสัมพันธ์มีปริมาณมากกว่าบัวหลวงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 4.9) แต่เมื่อนำผลน้ำหนักพืชทั้งสองมาคำนวณร้อยละการเจริญเติบโตระหว่างชุดทดลอง(treatment) และชุดควบคุม (control) พบว่าบัวหลวงมีค่าร้อยละการเจริญเติบโตมากกว่ากกราชินี อาจเนื่องมาจากบัวหลวงมีความต้องการสารอาหารจากน้ำเสียชุมชน เพื่อนำมาใช้ในการเจริญเติบโตมากกว่ากกราชินี แต่การที่กกราชินีสามารถลดปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนได้ดีและมีน้ำหนักสดมากกว่านั้น อาจเนื่องจากกกราชินีมีการเจริญเติบโตดีอยู่แล้วในแปลงทดลองเมื่อได้รับสารอาหารจากน้ำเสียชุมชนยิ่งทำให้มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นจึงมีปริมาณน้ำหนัก และค่าอัตราการเจริญสัมพันธ์มากกว่าบัวหลวง

ตารางที่ 4.9 น้ำหนักของบัวหลวง และกกราชินีในการบำบัดฟอสฟอรัสจากน้ำเสียชุมชนเป็นเวลา 75 วัน

Sample	Before treatment (Day0) Fresh weight (g)	After treatment (Day 75) Fresh weight (g)	Relative growth rate (g fresh plant tissue^{-1} day^{-1})
Nelumbo nucifera Gaerth (control)	4,100±0.10 a	4,120±0.13 b	$2.17\times10^{-3}\pm 3.75\times10^{-4}$ b
Nelumbo nucifera Gaerth (treatment)	4,060±0.05 a	4,820±0.17 a	$2.25\times10^{-3}\pm 7.28\times10^{-4}$ a
Cyperus alternifolius L. (control)	4,000±0.00 a	5,330±0.20 b	$3.81\times10^{-3}\pm 5.90\times10^{-4}$ b
Cyperus alternifolius L. (treatment)	4,000±0.00 a	5,590±0.14 a	$5.61\times10^{-3}\pm 2.95\times10^{-4}$ a

หมายเหตุ: ตัวอักษร a และ b คือค่าแตกต่างทางสถิติ (Duncan, $P \leq 0.05$)

4.3 การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างพืช ดิน และกลุ่มจุลินทรีย์ในการบำบัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนโดยใช้บัวหลวงและกกราชินี

ตารางที่ 4.10 แสดงสัดส่วนของฟอสฟอรัสในส่วนต่างๆในระบบทดลอง เช่นฟอสฟอรัสอาจเกิดการตกตะกอนลงไปยังดิน นอกจากนั้นแล้วฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารซึ่งอาจถูกดูดซึมไปใช้โดยพืชในรูปของฟอสฟอรัสอิออน เพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโต และกลุ่มจุลินทรีย์ที่ใช้ฟอสฟอรัสเป็นแหล่งอาหารในการสร้างเซลล์ใหม่ จากผลการทดลองพบว่าในน้ำเสียชุมชนมีค่าฟอสฟอรัสเริ่มต้นเท่ากับ 0.739±0.011 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 4.10) ค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำเสียชุมชน ~7 (ตารางที่ 4.11) ในระบบที่มีพืช ดิน และน้ำเสียชุมชนร่วมกันนั้น สามารถบำบัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนได้ผ่านตามมาตรฐาน U.S. EPA, 1991 ที่ได้กำหนดไว้ (total phosphorus < 0.1 mg l^{-1}) ที่ระยะเวลา 5 วัน พบว่าระบบที่ทำการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำเสียชุมชน(sterile domestic wastewater) และระบบที่ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในดิน (sterile soil) ในน้ำเสียชุมชนมีค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับระบบที่ไม่ได้ทำการฆ่าเชื้อ(sterile) ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าจุลินทรีย์ในระบบทดลองมีผลต่อการบำบัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชน

ตารางที่ 4.10 การบำบัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนโดยใช้บัวหลวง กกราชินี และดินที่ระยะเวลา 5 วัน

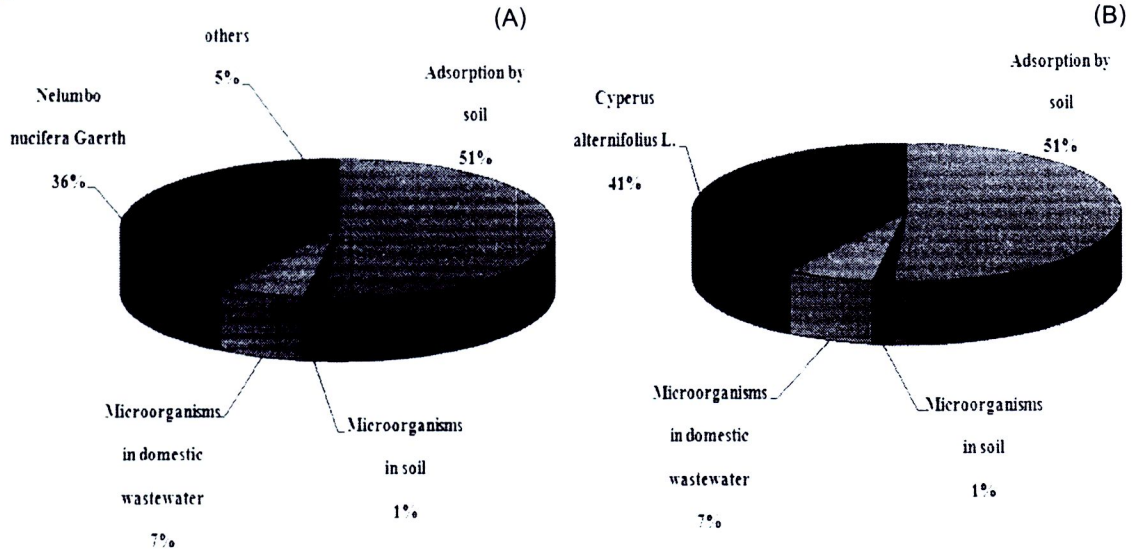
Treatment /Days	Total phosphorus (mg l^{-1})			
	0	1	3	5
Domestic wastewater	0.739±0.031	0.615±0.006 b,c	0.593±0.038 c	0.562±0.006 d
Domestic wastewater (sterile)	0.739±0.031	0.693±0.012 c	0.620±0.062 d	0.607±0.036 e
Soil + Domestic wastewater	0.739±0.031	0.334±0.009 a	0.345±0.015 b	0.342±0.035 c
Soil(sterile) + Domestic wastewater (sterile)	0.739±0.031	0.586±0.009 b	0.464±0.013 b	0.354±0.015 c
Nelumbo nucifera Gaerth + Domestic wastewater	0.739±0.031	0.300±0.047 a	0.167±0.001 a	0.103±0.002 b
Cyperus alternifolius L.+ Domestic wastewater	0.739±0.031	0.344±0.007 a	0.141±0.008 a	0.099±0.004 b
Nelumbo nucifera Gaerth + Soil + Domestic wastewater	0.739±0.031	0.294±0.060 a	0.141±0.008 a	0.091±0.047 a,b
Cyperus alternifolius L.+ Soil + Domestic wastewater	0.739±0.031	0.293±0.002 a	0.128±0.009 a	0.053±0.009 a

หมายเหตุ: ตัวอักษร a, b, c และ d คือค่าแตกต่างทางสถิติ (Duncan, $P \leq 0.05$

ตารางที่ 4.11 ค่ากรด-ด่างในน้ำเสียชุมชนโดยใช้บัวหลวง กกราชินี และดิน ที่ระยะเวลา 5 วัน

Treatment /Days	pH			
	0	1	3	5
Domestic wastewater	7.96±0.20	8.02±0.02	8.28±0.07	9.28±0.06
Domestic wastewater (sterile)	8.66±0.23	8.16±0.07	8.69±0.03	8.64±0.04
Soli + Domestic wastewater	7.84±0.09	7.85±0.12	7.95±0.01	8.45±0.07
Soli(sterile) + Domestic wastewater (sterile)	6.69±0.01	6.74±0.09	6.68±0.44	6.61±0.08
Nelumbo nucifera Gaerth + Domestic wastewater	7.90±0.03	7.57±0.05	7.58±0.03	7.76±0.14
Cyperus alternifolius L.+ Domestic wastewater	8.09±0.03	7.29±0.04	7.72±0.16	8.19±0.11
Nelumbo nucifera Gaerth + Soil + Domestic wastewater	7.80±0.02	7.71±0.25	7.54±0.47	8.87±0.04
Cyperus alternifolius L.+ Soil + Domestic wastewater	8.15±0.01	7.60±0.28	7.53±0.14	8.41±0.10

เมื่อนำผลการทดลองมาคำนวณหาสัดส่วนการใช้ฟอสฟอรัสในระบบที่ระยะเวลา 5 วันพบว่า กกราชินีมีความสามารถในการบำบัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียได้มากกว่าบัวหลวง ทั้งนี้พิจารณาจากสัดส่วนการใช้ฟอสฟอรัสของกกราชินี และบัวหลวงคือร้อยละ 41 และ 36 ตามลำดับ นอกจากนั้นแล้วฟอสฟอรัสยังถูกดูดซับไว้ใน ดิน กลุ่มจุลินทรีย์ที่ใช้ฟอสฟอรัสเป็นแหล่งอาหาร และส่วนอื่นๆอีก ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 เปรียบเทียบความสามารถในการดูดซึมฟอสฟอรัสของบัวหลวง (A) และกกราชินี (B)

4.4 การศึกษากลุ่มจุลินทรีย์ที่ใช้ฟอสฟอรัสเป็นแหล่งอาหารในน้ำเสียชุมชน ดิน รากบัวหลวง และรากกกราชินี

จุลินทรีย์มีบทบาทสำคัญต่อการบำบัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชน เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่จุลินทรีย์นำไปใช้ในการเจริญเติบโต การศึกษากลุ่มจุลินทรีย์ที่ใช้ฟอสฟอรัสเป็นแหล่งอาหาร ทำการศึกษากลุ่มจุลินทรีย์ในน้ำเสียชุมชน ดิน รากบัวหลวง และรากกกราชินี ใน 2 ช่วงคือ วันแรก (day 0) และวันสุดท้ายของการทดลอง(day 5) โดยใช้เทคนิค PCR-DGGE พบว่ามีกลุ่มจุลินทรีย์หลายชนิดที่พบในระบบทดลอง เช่น *Flavobacterium* sp. *Rhizobium undicola* *Paracoccus* sp. *Janthinobacterium* sp. *Rheinheimera* sp. *Pseudomonas* sp. *Pseudomonas putida*. *Pseudomonas fluorescens* และ *cyanobacterium* โดยจุลินทรีย์ที่พบส่วนใหญ่ในระบบทดลองที่มีการปลูกพืช เป็นจุลินทรีย์ในกลุ่ม phylum Proteobacteria class Gammaproteobacteria order Pseudomonadales ซึ่งพบ Species *Pseudomonas* sp. โดยจุลินทรีย์กลุ่มนี้จะมีการปล่อย Acid phosphatase ออกมาช่วยเร่งการย่อยสลายตัวของสารประกอบฟอสฟอรัส (Rodriguez H. และ Fraga R., 1999) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Vats และ Banerjee (2004) ในการศึกษาจุลินทรีย์ *Pseudomonas* sp. ที่มีการผลิตกรดแอซิตฟอสฟาเทสเพื่อละลายฟอสฟอรัสในดิน นอกจากนั้นแล้วยังมีจุลินทรีย์อีกหลายชนิดที่มีการปล่อยกรดอินทรีย์ย่อยสลายฟอสฟอรัส เช่น *Pseudomonas fluorescens* *Pseudomonas cepacia* และ Aspergillus niger เป็นต้น (Babu-Khan, 1995 และ Illmer, 1999) ผลจากการศึกษาพบกลุ่มจุลินทรีย์ในระบบทดลองดังนี้ (ตารางที่ 4.12)

ตารางที่ 4.12 กลุ่มจุลินทรีย์ที่ใช้ฟอสฟอรัสเป็นแหล่งอาหารในน้ำเสียชุมชน ดิน รากบัวหลวง และรากกกราชินี ก่อนและหลังการทดลองเป็นเวลา 5 วัน

Bacteria division	Species (%)	Domestic wastewater		Root of *Cyperus alternifolius* L.		Root of *N. nucifera* Gaerth		Soil	
		initial	After treatment	initial	After treatment	initial	After treatment	initial	After treatment
phylum Bacteroidetes									
-class Flavobacteria	Flavobacterium sp. (100%)	✓	✓	✓	✓				
	Flavobacterium sp. HME6421 (95%)	✓	✓	✓					
Phylum Actinobacteria									
	Uncultured Actinomycetales DGGE gel band K312-2-8							✓	
phylum Proteobacteria									
-class Alphaproteobacteria									
• order Rhizobiales	Rhizobium undicola (100%)		✓	✓	✓				✓
• order Rhodobacterales	Paracoccus sp. (100%)			✓	✓				
unclassified_Alphaproteobacteria	uncultured alpha proteobacterium; Rs-070 (92%)								✓
-class Betaproteobacteria									
• order Burkholderiales	uncultured bacterium (95%)	✓						✓	
	Janthinobacterium sp. (99%)					✓	✓		✓
	Polynucleobacter necessarius (100%)	✓	✓						
• order Rhodocyclales	beta proteobacterium SAK19 (99%)	✓							
	Azoarcus denitrificans Td-15 (81%)							✓	
	Dechloromonas sp. (98%)	✓							
unclassified Betaproteobacteria	Uncultured beta proteobacterium isolate DGGE gel band								✓
• order Nitrosomonadales	Uncultured Nitrosospira rt16S-6 (81%)							✓	
	Rheinheimera sp. (87%)			✓					

ต่อ ตารางที่ 4.12 กลุ่มจุลินทรีย์ที่ใช้ฟอสฟอรัสเป็นแหล่งอาหารในน้ำเสียชุมชน ดิน รากบัวหลวง และรากกกราชินี ก่อนและหลังการทดลองเป็นเวลา 5 วัน

Bacteria division	Species (%)	Domestic wastewater		Root of *Cyperus alternifolius* L.		Root of *N. nucifera* Gaerth		Soil	
		initial	After treatment	initial	After treatment	initial	After treatment	initial	After treatment
-class Gammaproteobacteria									
• order Chromatiales	clone SIMO-1785 (98%)		✓						
	Rahnella sp. HL-11 (87%)				✓				
	Rheinheimera sp. (93%)		✓	✓	✓	✓	✓		
• order Enterobacteriales	Rahnella sp. (99%)			✓	✓	✓	✓		
• order Pseudomonadales	Pseudomonas poae (99%)	✓							
	Pseudomonas sp. JL30 (98%)		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Pseudomonas jessenii strain Gd2F (99%)			✓	✓	✓	✓		
	Pseudomonas viridiflava (94%)		✓						
	Pseudomonas koreensis strain WA1-9 (100%)					✓			
	Pseudomonas putida (99%)		✓						✓
	Pseudomonas syringae (100%)			✓					
	Pseudomonas fluorescens (99%)			✓	✓				
phylum Cyanobacteria									
	uncultured cyanobacterium; MD3.8 (79%)		✓		✓		✓		
	Prochlorococcus sp.(95%)				✓				
unclassified Bacteria	Uncultured bacterium isolate DGGE gel band a1-9 (94%)								✓
	Uncultured bacterium clone 2021Rh (87%)								✓

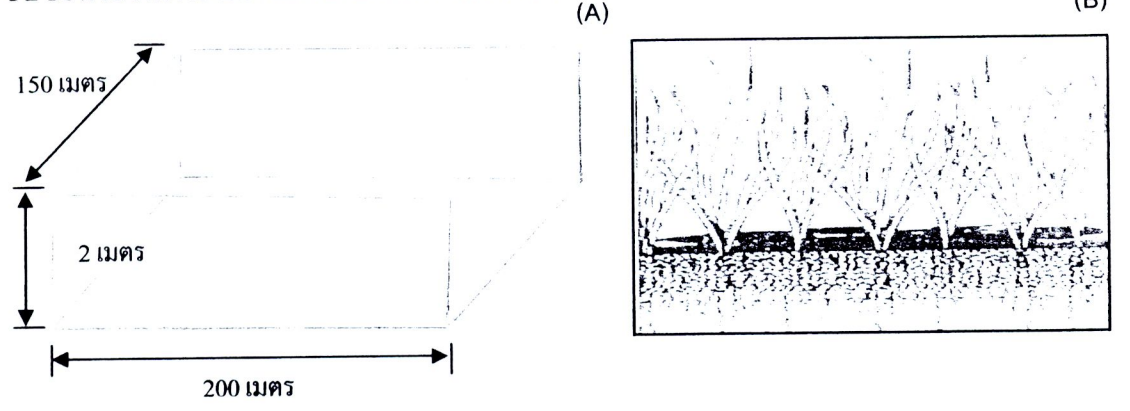
4.5 แนวทางการจัดการการบำบัดฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำเสียชุมชน

ในปัจจุบันที่ใช้อยู่ในการบำบัดน้ำเสียชุมชนโรงควบคุมคุณภาพน้ำทุ่งครุ สามารถบำบัดน้ำเสียชุมชนได้มากถึง 50,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน โดยระบบที่ใช้ในการบำบัดคือ Activated sludge ร่วมกับการใช้วิธีทางกายภาพและสารเคมีในการบำบัดน้ำเสีย น้ำเสียชุมชนที่เข้าสู่ระบบบำบัดผ่านกระบวนการทางกายภาพคือการใช้ตะแกรงดักขยะในขั้นตอนแรก จากนั้นใช้กระบวนการบำบัดทางชีวภาพในการกำจัดไนโตรเจน และฟอสฟอรัสโดยใช้กระบวนการ Activated Sludge ประกอบด้วยถังเติมอากาศสำหรับตะกอนหมุนเวียน (Reaeration Tank) น้ำเสียที่ผ่านการเติมอากาศ จะผ่านเข้าสู่ถังขั้นสุดท้าย (Final Clarifier) เพื่อแยกตะกอนน้ำเสียออกจากน้ำเสียที่บำบัดแล้ว โดยจะมีการใช้สารเคมีเพื่อตกตะกอนสารประกอบฟอสฟอรัส ด้วยการเติมสารเฟอริกคลอไรด์ในน้ำเสียและเติมสารประกอบโซเดียมไฮโปรคลอไรต์ เพื่อแก้ไขปัญหาตะกอนลอยตัว (Sludge Bulking) ตะกอนที่เกิดขึ้นจะทำการเก็บรวบรวมในถังตกตะกอนเพื่อนำไปบำบัดอีกครั้ง น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นสุดท้ายจะถูกเติมอากาศเพื่อเพิ่มออกซิเจนที่ละลายน้ำในน้ำทิ้ง (Post Aeration) จนได้ค่าตามมาตรฐาน เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำทิ้งที่บำบัดแล้วก่อผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมต่อไป

จากข้อมูลการบำบัดน้ำเสียของโรงควบคุมคุณภาพน้ำทุ่งครุ พบว่าน้ำเสียชุมชนตั้งต้นที่ยังไม่ผ่านการบำบัดมีคุณภาพน้ำเสียชุมชนในด้านปริมาณค่าความสกปรกของน้ำเสียชุมชนในรูปของ ค่าบีโอดี (BOD_5) ค่าซีโอดี (COD) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (TKN) ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) และปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) มีค่าประมาณ 20.0±1.41 มิลลิกรัมต่อลิตร 77.08±0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร 5.32±0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร 272±0.16 มิลลิกรัมต่อลิตร และ1.038±0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ภายหลังการบำบัดโดยใช้กระบวนการ Acivated sludge ร่วมกับการใช้สารเคมีในการบำบัดน้ำเสียชุมชนที่ระยะเวลา 1 วัน พบว่าสามารถลดค่าปริมาณค่าความสกปรกของน้ำเสียชุมชนในรูปของค่าบีโอดี (BOD_5) ค่าซีโอดี (COD) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (TKN) ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) และปริมาณปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) มีค่าประมาณ 3.30±0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร 6.53±0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร 1.68±0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร 104±0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 0.013±0.008 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีใหม่คือการใช้พืชในการบำบัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนแบบชีววิทยามีหลักการเบื้องต้นเหมือนกับพื้นที่ชุ่มน้ำตามธรรมชาติ ที่ใช้พืชเป็นตัวกลางในการบำบัดน้ำเสีย ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า การบำบัดน้ำเสียชุมชนโดยกระบวนการทางไฟโตรีมิดิเอชัน (Phytoremediation) โดยใช้กกราชินีและบัวหลวง พบว่ามีประสิทธิภาพสูงสามารถบำบัดฟอสฟอรัส

(Phytoremediation) โดยใช้กกราชินีและบัวหลวง พบว่ามีประสิทธิภาพสูงสามารถบำบัดฟอสฟอรัสผ่านตามมาตรฐานที่ U.S. EPA (1991) กำหนดไว้ (ฟอสฟอรัสทั้งหมด < 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร) ดังนั้นในการประยุกต์ใช้ไฟโตรีมิดิเอชัน (Phytoremediation) กับการบำบัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนเขตทุ่งครุ ประมาณ 50,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ขนาดของบ่อบำบัด+ลักษณะพืชที่ปลูกในระบบดังแสดงในรูปที่ 4.3 โดยบ่อมีขนาดกว้าง × ยาว × ลึก เท่ากับ 200 เมตร × 150 เมตร × 2 เมตร ใช้บัวหลวง *(Nelumbo nucifera* Gaerth) และกกราชินี *(Cyperus alternifolius* L.) ปลูกในบ่อทดลอง 1×10^6 กิโลกรัม ร่วมกับดินเหนียว 1.25×10^6 กิโลกรัม และใส่น้ำเสียชุมชนตั้งต้นที่ยังไม่ผ่านการบำบัดในบ่อทดลองโดยคำนวนอัตราการไหลของน้ำตามวิธีของ Metcalf และ Eddy (1991) ปริมาณ 50,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน พักน้ำในบ่อ 5 วัน (รูปที่ 4.3) น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดฟอสฟอรัสจะผ่านตามมาตรฐานที่ U.S. EPA (1991) กำหนดไว้ (ฟอสฟอรัสทั้งหมด < 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร) น้ำเสียชุมชนที่เข้ามาในระบบโดยทั่วไปสภาพธรรมชาติฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของสารประกอบต่างๆ ซึ่งมีทั้งอินทรีย์ฟอสฟอรัสและอนินทรีย์ฟอสฟอรัส สารประกอบฟอสฟอรัสจะถูกดูดซับไว้ในดิน จุลินทรีย์ที่อยู่บริเวณรากพืชและในดินจะมีบทบาทในการย่อยสลายสารประกอบฟอสฟอรัส พืชจึงสามารถดูดซึมไปใช้ประโยชน์ต่อไป โดยที่รากพืชเป็นส่วนในการสะสมฟอสฟอรัสและส่งผ่านไปยังเนื้อเยื่อ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างเซลล์ของพืช บ่อบำบัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนจะแตกต่างกับพื้นที่ชุมน้ำตามธรรมชาติตรงที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้ มีข้อได้เปรียบคือขนาดที่เหมาะสมสามารถควบคุมการไหลของน้ำและระยะเวลาเก็บกักน้ำ โดยอาศัยเกณฑ์การออกแบบต่างๆ เมื่อน้ำผ่านการบำบัดแล้วก็จะปล่อยออกสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ การบำบัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียชุมชนโดยการใช้พืชบำบัดจึงเป็นเทคโนโลยีใหม่ในการบำบัดน้ำเสียจากบ้านเรือนและแหล่งชุมชนที่มีสารประกอบฟอสฟอรัสปนเปื้อนโดยการใช้พืชบำบัดซึ่งเป็นระบบที่ไม่ซับซ้อนใช้งานง่าย มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำ



หมายเหตุ: ปริมาตรน้ำในบ่อ 50,000 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อวัน
บ่อมีขนาดกว้าง × ยาว × ลึก เท่ากับ 200 เมตร × 150 เมตร × 2 เมตร

รูปที่ 4.3 แนวทางการจัดการการบำบัดฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำเสียชุมชน ขนาดบ่อบำบัด(A) ลักษณะพืชที่อยู่ในระบบ(B)