บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 รูปแบบการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ภายใต้สภาวะการณ์ตามธรรมชาติ

3.2 สถานที่ที่ทำการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้สร้างบ่อทดลองบริเวณโรงกำจัดน้ำเสียของการเคหะแห่งชาติ ภายในเคหะชุมชนห้วยขวาง เขตห้วยขวาง กรุงเทพมหานคร การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ใช้ห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และห้องปฏิบัติการภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 เวลาที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 การสร้างและแช่บ่อทดลอง ก่อสร้างตั้งแต่วันที่ 25 สิงหาคม 2531 เสร็จวันที่ 30 สิงหาคม 2531 แช่บ่อทดลองไว้ 1 เดือน ด้วยน้ำประปา ถ่ายน้ำทิ้ง 2 ครั้ง เพื่อล้างปูนซิเมนต์ออกและเพื่อลดสภาพความเป็นด่างของบ่อทดลอง

3.3.2 การเตรียมผักตบชวา ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2531 ถึงวันที่ 10 ธันวาคม 2531

3.3.3 การศึกษาอัตราการเติบโตของผักตบชวา ตั้งแต่วันที่ 10 ธันวาคม 2531 ถึงวันที่ 19 มกราคม 2532

3.3.4 การศึกษาความหนาแน่นของผักตบชวาที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียจากที่พักอาศัยและอัตราการเก็บเกี่ยวผักตบชวา ตั้งแต่วันที่ 19 มกราคม 2532 ถึงวันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2532

3.3.5 การศึกษาประสิทธิภาพของบ่อผักตบชวาในการบำบัดน้ำเสียจากที่พักอาศัย ตั้งแต่วันที่ 4 มีนาคม 2532 ถึงวันที่ 12 พฤษภาคม 2532

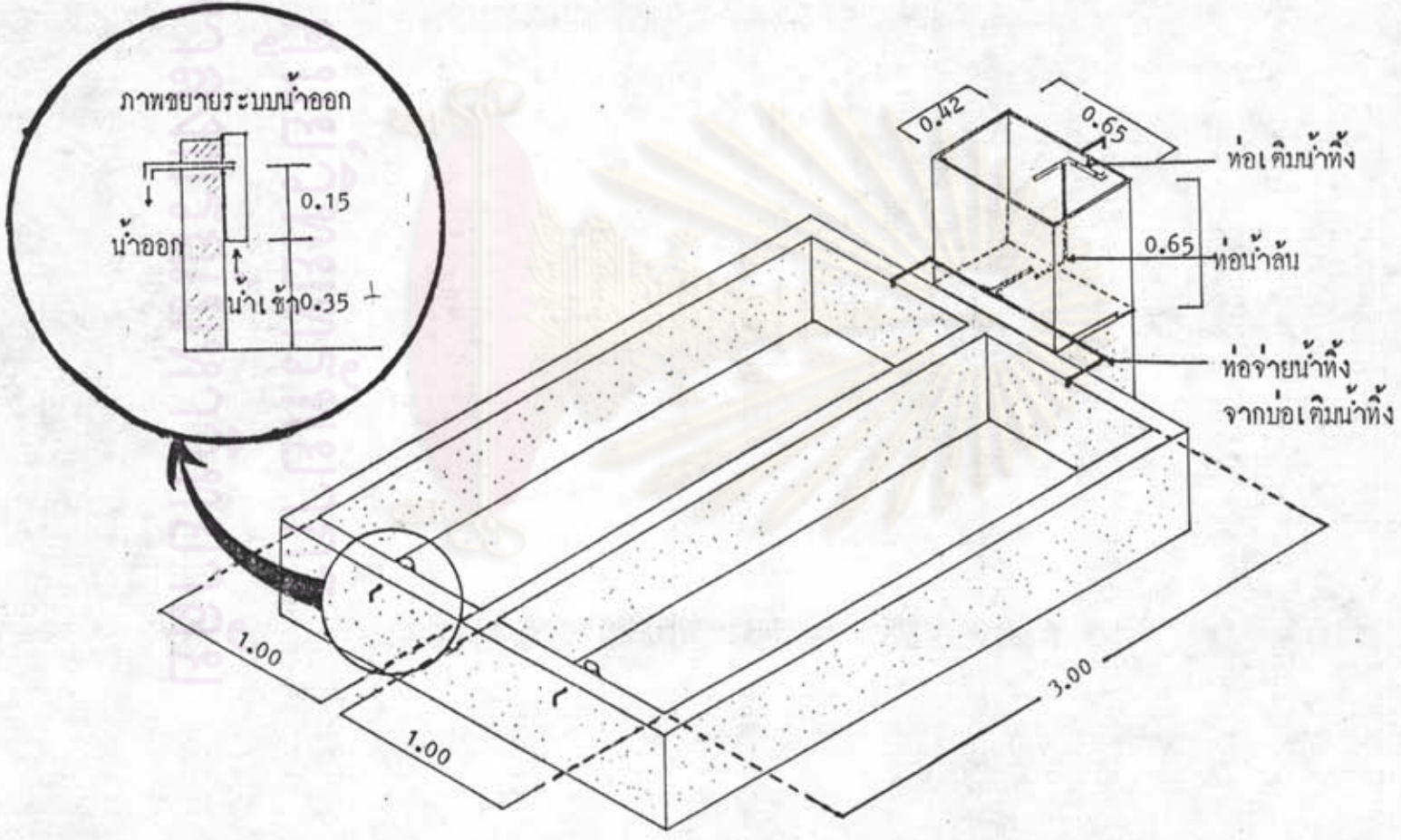
3.4 เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.4.1 บ่อทดลอง (Experimentation tanks) เป็นบ่อทดลองขนาดต้นแบบขนาดเล็ก (Pilot scale) ขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 3 เมตร ตามเกณฑ์ที่ Middlebrooks (1979) ได้แนะนำว่าระบบบ่อผักตบชวามีสัดส่วนระหว่างด้านยาวและด้านกว้างไม่ต่ำกว่า 3:1 และให้มีความสูง 0.45 เมตร 2 บ่อติดกัน โดยใช้ผนังด้านข้างร่วมกัน 1 ด้าน เพื่อประหยัดค่าก่อสร้าง ทำด้วยอิฐบล็อกและอิฐมอญ ด้านในฉาบด้วยปูนขัดมันกันการรั่วซึม ตรงจุดกึ่งกลางด้านกว้างสูงจากก้นบ่อ 0.40 เมตร มีท่อน้ำล้นทำด้วยท่อ PVC ขนาด 0.012 เมตร ระบบท่อน้ำล้นซึ่งทำเป็นรูปตัวที (T) จะควบคุมระดับน้ำทิ้งในบ่อทดลองสูง 0.40 เมตร ตามเกณฑ์ที่ Middlebrooks (1979) ได้แนะนำว่าระบบบ่อผักตบชวาที่ใช้บำบัดน้ำทิ้งจากระบบบำบัดขั้นทุติยภูมิมีความลึกไม่น้อยกว่า 0.38 เมตร น้ำทิ้งที่จะล้นออกจะออกจากจุดที่ต่ำกว่าระดับผิวน้ำ 0.15 เมตร ดังรูปที่ 3.1

3.4.2 บ่อเติม (Feeding tank) เป็นบ่อหินชัด ขนาดกว้าง 0.42 เมตร ยาว 0.65 เมตร สูง 0.65 เมตร ประกอบด้วย

3.4.2.1 ท่อเติมน้ำเสีย ทำด้วยท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.012 เมตร เจาะข้างทางด้านข้างของบ่อเติม ต่ำกว่าขอบบน 0.05 เมตร ต่อเข้าทางด้านในของบ่อเติม ต่อท่อให้ปลายท่อเติมน้ำทิ้งอยู่ตรงกึ่งกลางของบ่อเติม ท่อเติมน้ำทิ้งนี้ต่อมาจากรางน้ำเสียระหว่างบ่อตกตะกอนขั้นปฐมภูมิ (Primary Sedimentation tanks) และบ่อเติมอากาศ (Aeration tanks) ของระบบเลี้ยงตะกอน (Activated Sludge) ซึ่งมีระดับสูงกว่าบ่อเติม การเติมน้ำเสียในบ่อเติมน้ำเสียจึงไหลมาตามท่อเติมน้ำเสียโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก (Gravity flow)

3.4.2.2 ท่อน้ำล้น ทำด้วยท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.012 เมตร ปลายอยู่ตรงจุดกึ่งกลางบ่อเติม ห่างจากก้นบ่อ 0.08 เมตร ต่อท่อมาด้านข้างของบ่อเติม และต่อท่อขึ้นมาด้านบนเจาะออกทางด้านข้างห่างจากขอบบน 0.05 เมตร



รูปที่ 3.1 แสดงบ่อทดลองและอุปกรณ์ประกอบ

เนื่องจากน้ำเสียที่ไหลเข้าบ่อเติมจะมีปริมาณมากกว่าน้ำที่จ่ายให้บ่อทดลอง จึงมีน้ำเสียล้นออกตลอดเวลาเพื่อป้องกันการลัดวงจรของน้ำทิ้ง

3.4.2.3 ท่อจ่ายน้ำเสียจากบ่อเติมน้ำเสียเป็นท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.017 เมตร ต่อจากผนังของบ่อเติมตรงจุดที่อยู่สูงจากก้นบ่อ 0.12 เมตร นำน้ำเสียจากบ่อเติมเข้าสู่บ่อทดลองทั้งสองที่ด้านกว้างด้านหนึ่งของบ่อทดลอง โดยปลายท่อจ่ายน้ำเสียจะอยู่ตรงจุดกึ่งกลางของความกว้างของบ่อทดลอง น้ำที่ไหลเข้าสู่บ่อทดลองทั้งสองจะทำการควบคุมปริมาณการไหลด้วยประตูน้ำที่ติดอยู่ตรงปลายท่อจ่ายน้ำเสีย

3.5 วัสดุและอุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูลและวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ

3.5.1 อุปกรณ์สำหรับชั่งผักตบชวา

3.5.1.1 เครื่องชั่งสปริง ขนาด 15 กิโลกรัม

3.5.1.2 ตะแกรงลวด ขนาดรู 0.01 เมตร กว้าง 1.0 เมตร ยาว 1.2 เมตร ใช้สำหรับวางผักตบชวาให้สะเด็ดน้ำ

3.5.2 อุปกรณ์สำหรับเก็บน้ำตัวอย่าง

3.5.2.1 ขวดพลาสติกกลม ขนาดความจุ 1,200 มิลลิลิตร จำนวน 7 ใบ

3.5.2.2 สายยางพลาสติกใส เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.006 เมตร ยาว 1.5 เมตร สำหรับดูดน้ำตัวอย่าง

3.5.3 วัสดุและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ

3.5.3.1 สเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer; BAUSCH & LOMB, Model: Spectronic 21)

3.5.3.2 เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด (Analytical Balance; PRECICA, Model: 200A)

3.5.3.3 พีเอชมิเตอร์ (pH Meter; BECKMAN, Model: Zerorotic II)

3.5.3.4 ตู้อบ (Hot air oven; MEMMERT, Model: U30)

3.5.3.5 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Cooling Incubator; TERMARKS, Mode: KB2221V)

3.5.3.6 เครื่องอบความดัน (Autoclave)

3.5.3.7 เตาไฟฟ้าแบบหลุม

3.5.3.8 โถแก้วดูดความชื้น (Dessiccator)

3.5.3.9 เครื่องดูดสุญญากาศ

3.5.3.10 ขวดดูด (Suction flask) พร้อมด้วยเครื่องมือสำหรับกรอง (Membrane filter)

3.5.3.11 Reflux apparatus

3.5.3.12 เครื่องมือสำหรับย่อยสลาย (Kjeldahl digestion apparatus) ขนาด 500 มิลลิลิตร

3.5.3.13 ชุดกลั่น (Distillation apparatus)

3.5.3.14 Reduction column

3.5.3.15 กระดาษกรอง (Whatman GF/C) เส้นผ่าศูนย์กลาง 4.7 เซนติเมตร

3.5.3.16 ขวด BOD ขนาด 300 มิลลิลิตร

3.5.3.17 เครื่องแก้วต่าง ๆ เช่น ปิเปต บิวเรตต์ บีกเกอร์ กระบอกตวง ขวดวัดปริมาตร ขวดรูปกรวย แท่งคน เป็นต้น

3.5.3.18 สารเคมีต่าง ๆ

3.6 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

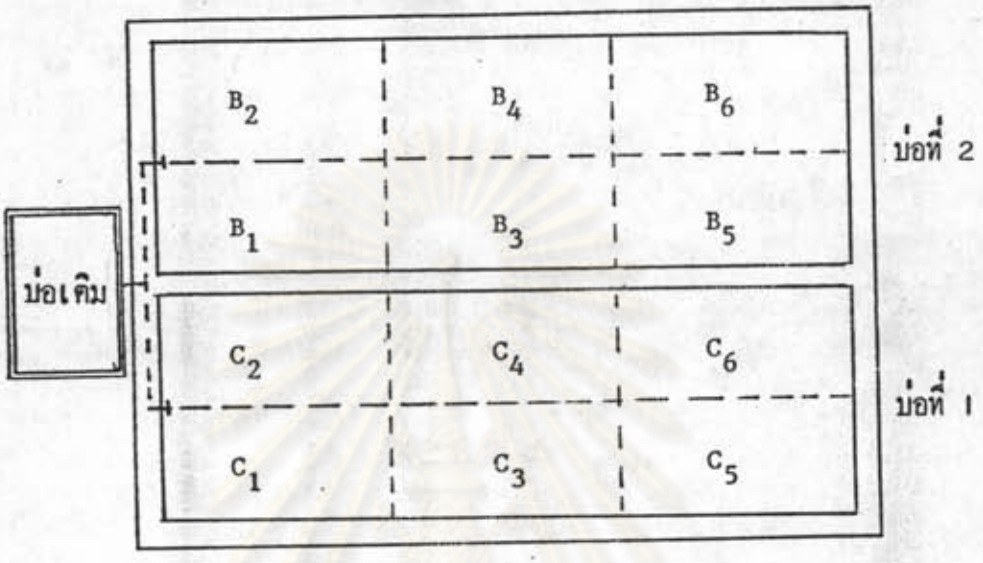
การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้วางรูปแบบการวิจัยออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ

3.6.1 ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาอัตราการเติบโตของผักตบชวา มีขั้นตอนการดำเนินการทดลองดังนี้

3.6.1.1 การเตรียมผักตบชวา นำผักตบชวาซึ่งแต่ละต้นมีน้ำหนักเปียก 0.05-0.10 กิโลกรัม เด็ดไหลและหน่อทิ้ง นำมาเลี้ยงไว้ในบ่อทดลองจริงในน้ำเสียที่จะใช้ในการทดลอง ปลูกจนแตกไหลและงอกหน่อใหม่จนโตและมากพอ นำต้นเดิมออกทั้งหมด ปลูกต่อจนได้ต้นใหม่ที่มีจำนวนมากพอที่จะคัดขนาดผักตบชวา ซึ่งแต่ละต้นจะมีน้ำหนักเปียก 0.05-0.10 กิโลกรัม เพียงพอสำหรับการทดลองโดยการคัดเอาต้นที่โตเกินไปออก

3.6.1.2 การเตรียมบ่อทดลอง บ่อทดลองทั้ง 2 บ่อ สร้างเสร็จแล้วแช่น้ำประปาทิ้งไว้ 1 เดือน ถ่ายน้ำทิ้ง 2 ครั้งเพื่อลดสภาพความเป็นด่างจากปูนซีเมนต์

บ่อที่ 1 จะถูกใช้ทดลองแบบต่อเนื่อง (Continuous Flow System) บ่อที่ 2 จะถูกใช้ทดลองแบบครั้งคราว (Batch System) แต่ละบ่อจะแบ่งออกเป็น 6 ช่อง ด้วยไม้กว้าง 0.05 เมตร หนา 0.01 เมตร ดังรูปที่ 3.2 แต่ละช่องจะมีพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร



รูปที่ 3-2 ลักษณะของบ่อทดลองที่ใช้ในการศึกษาอัตราการเติบโตของผักตบชวา

3.6.1.3 การใส่ผักตบชวา นำผักตบชวาที่มีขนาดตามที่กำหนดและเตรียมได้มากพอมาใส่ในบ่อทดลองซึ่งใส่น้ำเสียไว้เต็มบ่อ ใส่ผักตบชวาช่องละ 3 กิโลกรัมน้ำหนักเปียก

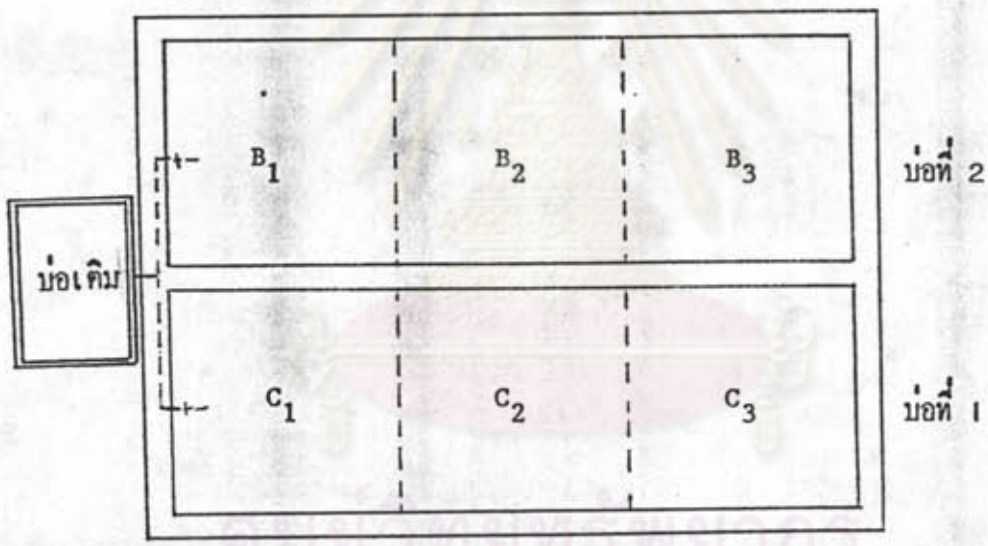
3.6.1.4 การเติมน้ำในบ่อทดลอง ในบ่อทดลองแบบครั้งคราว (Batch System) จะไม่มีการเติมน้ำเสียลงไปอีก หลังจากที่ได้เติมไว้เต็มตอนเริ่มการทดลอง แต่จะเติมน้ำประปาที่ปราศจากคลอรีนโดยการนำน้ำประปามาทิ้งไว้อย่างน้อย 1 วัน เติมทุกวันให้เท่าเดิมเนื่องทดแทนน้ำที่เสียไปจากการระเหยตามธรรมชาติและจากการคายน้ำของผักตบชวา ส่วนบ่อทดลองแบบต่อเนื่อง (Continuous Flow System) จะเติมน้ำเสียเข้าบ่อตลอดเวลา โดยปรับให้มีอัตราการไหลประมาณ 0.12 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

3.6.1.5 การชั่งผักตบชวา ผักตบชวาจะถูกเก็บขึ้นชั่งน้ำหนักเปียก เมื่อชั่งเสร็จแล้วก็นำผักตบชวาทั้งหมดใส่กลับช่องเดิมทันที การชั่งผักตบชวาจะชั่งทุก 5 วัน จนกว่าผักตบชวามีน้ำหนักเปียกไม่เพิ่มขึ้นหรือเพิ่มขึ้นจำนวนน้อย

3.6.2 ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาความหนาแน่นของผักตบชวาที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำทิ้งและอัตราการเก็บเกี่ยวผักตบชวา

จากการทดลองขั้นที่ 1 ใช้ค่าความหนาแน่นของผักตบชวาที่ให้อัตราการเติบโตสูงสุด และรองลงมาอีก 2 ค่าเป็นน้ำหนักเปียกเริ่มต้นของผักตบชวาที่ใช้ในการทดลอง เพื่อหาค่าน้ำหนักเปียกเริ่มต้นของผักตบชวาที่ให้น้ำหนักเปียกผักตบชวาเพิ่มขึ้นมากที่สุด จะเป็นค่าความหนาแน่นที่เหมาะสมของผักตบชวาในการบำบัดน้ำทิ้ง และค่าน้ำหนักเปียกที่เพิ่มขึ้นจะนำมาคำนวณหาอัตราการเก็บเกี่ยวผักตบชวาต่อไป

3.6.2.1 การเตรียมบ่อทดลอง ใช้บ่อทดลองเดิม แบ่งบ่อทดลองทั้ง 2 บ่อออกเป็นบ่อละ 3 ช่อง ด้วยไม้กว้าง 0.05 เมตร หนา 0.01 เมตร ดังรูปที่ 3.3 แต่ละช่องจะมีพื้นที่ 1 ตารางเมตร



รูปที่ 3.3 ลักษณะของบ่อทดลองที่ใช้ศึกษาความหนาแน่นของผักตบชวาที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียและอัตราการเก็บเกี่ยวผักตบชวา

3.6.2.2 การเติมน้ำเข้าบ่อทดลองทั้ง 2 บ่อ จะเติมน้ำเสียอย่างต่อเนื่องด้วยอัตราการไหลประมาณ 0.12 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

3.6.2.3 การใส่ผักตบชวาในบ่อทดลอง และการชั่งผักตบชวา ใช้ผักตบชวาจากการทดลองขั้นที่ 1 ซึ่งจะมีขนาดต่าง ๆ กันตามธรรมชาติ นำมาชั่งน้ำหนัก

เปียกด้วยความระมัดระวังอย่าให้ผักตบชวาบอบช้ำ ใช้ค่าความหนาแน่นของผักตบชวาที่เลือกไว้ 3 ค่า ขั้นแรกจะเปรียบเทียบความหนาแน่นของผักตบชวา 2 ค่าก่อน โดยใช้ค่าที่ 1 ในช่อง C_1 C_2 และ C_3 ค่าที่ 2 ในช่อง B_1 B_2 และ B_3 เมื่อปลูกผักตบชวาในบ่อทดลองครบสัปดาห์ นำผักตบชวาชั่งน้ำหนักเปียก แล้วก็นำกลับไปใส่ช่องเดิม เก็บเกี่ยวผักตบชวาบางส่วนออกเท่ากับน้ำหนักเปียกที่เพิ่มขึ้น และเมื่อครบสัปดาห์ที่ 2 นำผักตบชวาชั่งน้ำหนักเปียก เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเปียกของผักตบชวาที่เพิ่มขึ้นของความหนาแน่นผักตบชวาเริ่มต้นทั้ง 2 ค่า ถ้าความหนาแน่นของผักตบชวาเริ่มต้นค่าใดที่ให้ค่าเฉลี่ยของผักตบชวาที่เพิ่มขึ้นมากกว่าอีกค่าหนึ่งทั้ง 2 สัปดาห์ จะใช้ค่าความหนาแน่นของผักตบชวาเริ่มต้นค่านั้นเท่าเดิม ส่วนอีกบ่อหนึ่งจะใช้ค่าความหนาแน่นของผักตบชวาเริ่มต้นอีกค่าหนึ่งที่เหลือ ใส่ผักตบชวาเท่ากันทั้ง 3 ช่อง ชั่งผักตบชวาทุกสัปดาห์และเก็บเกี่ยวผักตบชวาออกเท่ากับน้ำหนักเปียกที่เพิ่มขึ้น ทำการทดลอง 3 สัปดาห์

3.6.3 ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาประสิทธิภาพของบ่อผักตบชวาในการบำบัดน้ำเสียจากที่พักอาศัย

3.6.3.1 การเตรียมบ่อทดลอง ใช้บ่อทดลองเดิมทั้ง 2 บ่อ ให้บ่อที่ 1 เป็นบ่อควบคุม (Control Pond) ไม่ใส่ผักตบชวา บ่อที่ 2 เป็นบ่อผักตบชวา (Water Hyacinth Pond) ซึ่งเป็นบ่อทดลอง ใส่ผักตบชวาให้มีความหนาแน่นที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งได้จากการทดลองขั้นที่ 2

3.6.3.2 การเติมน้ำเสียในบ่อทดลอง บ่อทดลองทั้ง 2 บ่อ แต่ละบ่อจะมีความจุ 1.20 ลูกบาศก์เมตรเพื่อให้มีระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย (Hydraulic retention time) ประมาณ 10 วัน จึงปรับอัตราการไหลของน้ำเสียลงสู่บ่อทดลองแต่ละบ่อประมาณ 0.12 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

3.6.3.3 การเก็บตัวอย่างน้ำ เพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ จะเก็บหลังจากเริ่มใส่น้ำเสียในบ่อทดลองอย่างน้อย 12 วัน โดยมีความถี่ในการเก็บตัวอย่างน้ำ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ คือเก็บวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ รวมเก็บตัวอย่างทั้งหมด 21 ครั้ง จุดเก็บตัวอย่างน้ำครั้งละ 7 จุด ดังรูปที่ 3.4 ดังนี้

จุดที่ 1 น้ำเสียที่เข้าบ่อทดลองทั้ง 2 บ่อ

จุดที่ 2 ที่ระยะ 1 เมตร จากจุดน้ำเข้ากึ่งกลางบ่อผักตบชวา

จุดที่ 3 ที่ระยะ 2 เมตร จากจุดน้ำเข้ากึ่งกลางบ่อผักตบชวา

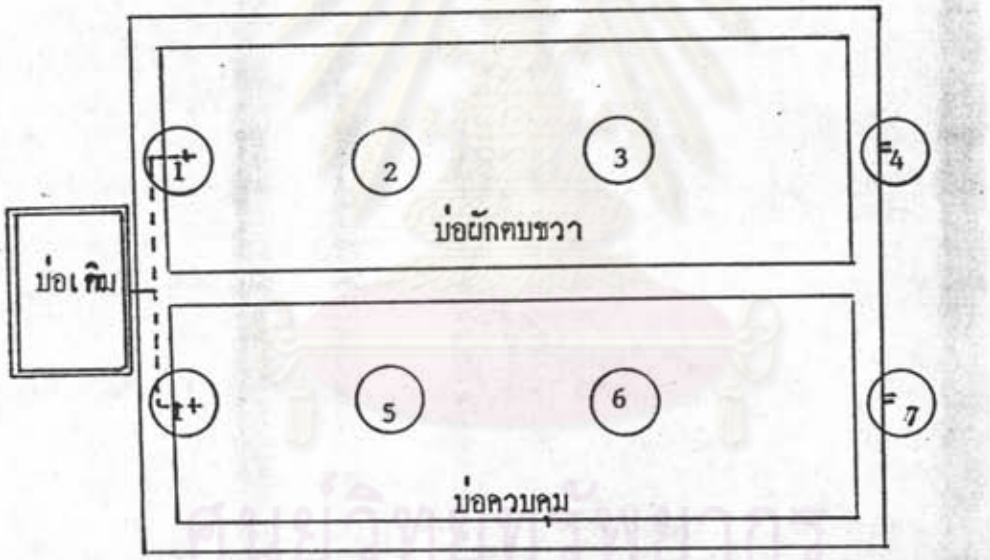
จุดที่ 4 น้ำที่ล้นออกจากบ่อผักตบชวา

จุดที่ 5 ที่ระยะ 1 เมตร จากจุดน้ำเข้าบ่อควบคุม

จุดที่ 6 ที่ระยะ 2 เมตร จากจุดน้ำเข้าบ่อควบคุม

จุดที่ 7 น้ำที่ล้นออกจากบ่อควบคุม

การเก็บตัวอย่างน้ำจะเริ่มเก็บเวลา 8.00 น. ทุกครั้ง จุดที่เก็บตัวอย่างน้ำในบ่อทดลองทั้ง 2 บ่อ จะเก็บต่ำจากผิวน้ำประมาณ 0.15 เมตร การเก็บใช้สายยางพาสติกดูดน้ำตัวอย่างเก็บไว้ในขวดพลาสติกกลม ด้วยวิธีการลักน้ำ แล้วนำไปตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการภายใน 1 ชั่วโมง หลังจากเก็บตัวอย่างน้ำ



รูปที่ 3.4 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำในบ่อทดลอง

3.6.3.4 วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ใช้วิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้วยวิธีต่าง ๆ ตาม Standard Method for the Examination of Water and Wastewater 16th Edition. APHA. AWWA. WPCF, 1985. ดังตารางที่ 3.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

i 10307941

ตารางที่ 3.1 คุณภาพน้ำและวิธีวิเคราะห์

คุณภาพน้ำ	วิธีวิเคราะห์
1. ความเป็นกรด-ด่าง	1. pH meter
2. Chemical Oxygen Demand(COD)	2. Dichromate Reflux Method
3. Biochemical Oxygen Demand (BOD)	3. Azide Modification: 20°C : 5 days
4. Total Suspended Solids(TSS)	4. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
5. Total Kjeldahl Nitrogen (TKN)	5. Macro-Kjeldahl Method
6. Nitrate Nitrogen (NO_3-N)	6. Cadmium Reduction Method
7. Total Phosphorus (TP)	7. Persulfate Digestion and Ascorbic acid Method

3.6.3.5 การเก็บเกี่ยวผักตบชวา ผักตบชวาจะถูกเก็บเกี่ยวทุกวันศุกร์ของสัปดาห์ภายหลังจากเก็บน้ำตัวอย่างแล้ว การเก็บเกี่ยวจะเก็บทางด้านน้ำเข้า จำนวนผักตบชวาที่จะเก็บเกี่ยวออกนั้นจะใช้ผลการทดลองในขั้นที่ 2

3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.7.1 สถิติพรรณา เช่น ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่ามัธยฐาน (Median), ค่าสูงสุด, ค่าต่ำสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในการพรรณาข้อมูลที่ได้จากการทดลองโดยทั่วไป เช่น น้ำหนักเปียกของผักตบชวา คุณลักษณะของดัชนีคุณภาพน้ำต่าง ๆ เป็นต้น โดยเลือกใช้ตามความเหมาะสม และนำเสนอข้อมูลโดยตารางและรูปกราฟ

3.7.2 สถิติวิเคราะห์ ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนก 2 ทาง (Two way Analysis of Variance หรือ Two way ANOVA) ใช้ในการทดสอบ

ความแตกต่างของคุณลักษณะของคุณภาพน้ำของตำแหน่งที่เก็บน้ำตัวอย่างในแต่ละบ่อและระหว่างบ่อทดลอง

เมื่อพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างตำแหน่งที่เก็บน้ำตัวอย่างจะทำการทดสอบต่อด้วยวิธี Least Significant Differance (LSD) ซึ่งจะทดสอบให้ทราบว่าตำแหน่งใดมีความแตกต่างกัน

การวิเคราะห์ค่าสถิติจะใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในการประมวลข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/PC+

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย