บทที่ 5

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

5.1 อัตราการเติบโตของผักตบชวา

จากการปลูกผักตบชวาในบ่อทดลองที่มีการเติมน้ำทิ้งแบบต่อเนื่องและแบบครั้งคราว โดยใส่ผักตบชวาซึ่งแต่ละต้นมีน้ำหนักเปียกเริ่มต้น 0.05-0.10 กิโลกรัมน้ำหนักเปียก เริ่มใส่ผักตบชวาด้วยความหนาแน่นเริ่มต้น 6 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร พบว่าในบ่อทดลองแบบต่อเนื่องผักตบชวามีอัตราการเติบโตสูงสุดใสช่วง 5 วันแรกของการทดลอง เท่ากับ 0.47 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตรต่อวัน ประมาณว่าผักตบชวามีน้ำหนักอยู่ 94.7% (ทวีศักดิ์ ศักดิ์นิมิต, 2519) เมื่อคิดในรูปน้ำหนักแห้งอัตราการเติบโตของผักตบชวาจะเท่ากับ 24.91 กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตรต่อวัน ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาที่ผ่านมาผักตบชวามีอัตราการเติบโตในช่วง 20-33 กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตรต่อวัน (Tucker & DeBusk, 1983; Chassany de Casabianca, 1985; Wooten & Dodd, 1976; Sato & Kondo, 1981; ทวีศักดิ์ ศักดิ์นิมิต, 2519)

ในบ่อทดลองแบบครั้งคราวผักตบชวาจะมีอัตราการเติบโตในช่วง 5 วันแรกของการทดลองเท่ากับ 0.43 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตรต่อวัน อัตราการเติบโตในบ่อทดลองแบบต่อเนื่องจะสูงกว่าในบ่อทดลองแบบครั้งคราวจนกระทั่งถึงช่วงวันที่ 30-35 ของการทดลองอัตราการเติบโตของผักตบชวาในบ่อทดลองแบบครั้งคราว และบ่อทดลองแบบต่อเนื่อง เท่ากับ 0.09 และ 0.07 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตรต่อวัน ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าผักตบชวาในบ่อทดลองแบบครั้งคราวเริ่มมีอัตราการเติบโตสูงกว่าในบ่อทดลองแบบต่อเนื่องเล็กน้อยจนถึงช่วงสุดท้ายของการทดลองคือตั้งแต่วันที่ 35-40 ของการทดลองอัตราการเติบโตของผักตบชวาในบ่อทดลองแบบครั้งคราวและแบบต่อเนื่อง เท่ากับ 0.07 และ 0.06 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตรต่อวัน ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากอัตราการเติบโตของผักตบชวาขึ้นกับปริมาณสารอาหารในน้ำทิ้งและความหนาแน่นของผักตบชวา (Reddy & Sutton, 1984) ในช่วงแรกของการทดลองความหนาแน่นของผักตบชวาทั้ง 2 บ่อยังน้อยมีพื้นที่ให้ผักตบชวาเจริญเติบโตอีกมาก แต่สารอาหารในบ่อทดลองทั้ง

2 บ่อไม่เท่ากันเนื่องจากบ่อทดลองแบบต่อเนื่องจะมีการเติมน้ำเสียเข้าบ่อทดลองแบบต่อเนื่องซึ่งเป็นการเพิ่มสารอาหารให้ผักตบชวาแต่ในบ่อทดลองแบบครั้งครวจไม่มีการเติมน้ำทิ้งเพิ่มเติมหลังจากใส่ไปครั้งแรก ผักตบชวาในบ่อทดลองแบบต่อเนื่องจึงมีอัตราการเติบโตสูงกว่าในบ่อทดลองแบบต่อเนื่องซึ่งมีอัตราการเติบโตสูงกว่าจะมีความหนาแน่นของผักตบชวามากกว่าบ่อทดลองแบบต่อเนื่องซึ่งมีอัตราการเติบโตสูงกว่าจะมีความหนาแน่นของผักตบชวามากกว่าบ่อทดลองแบบครั้งคราว ความหนาแน่นของผักตบชวาจึงมีอิทธิพลต่ออัตราการเติบโตของผักตบชวา จึงทำให้ผักตบชวาในบ่อทดลองแบบครั้งคราวซึ่งมีพื้นที่สำหรับให้ผักตบชวาเติบโตมากกว่า จึงมีอัตราการเติบโตสูงกว่าในช่วงปลายของการทดลอง

5.2 ความหนาแน่นของผักตบชวาที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียและอัตราการเก็บเกี่ยวผักตบชวา

จากการทดลองหาอัตราการเติบโตของผักตบชวา ผักตบชวาที่มีความหนาแน่นเริ่มต้น 6,8 และ 10 กิโลกรัมน้ำหนักเปรียกต่อตารางเมตรเป็นความหนาแน่นของผักตบชวาที่ให้อัตราการเติบโตสูงและนำมาเปรียบเทียบว่าความหนาแน่นเริ่มต้นของผักตบชวาค่าใดจะให้ผลได้เพิ่มขึ้นมากที่สุดจะเป็นค่าความหนาแน่นที่เหมาะสมในการใช้บำบัดน้ำเสียเนื่องจากอัตราการดูซับสารอาหารของผักตบชวาแปรตามอัตราการเติบโตของผักตบชวา (Reddy & Tucker, 1983) การทดลองพบว่าผักตบชวาที่มีความหนาแน่นเริ่มต้น 8 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร จะให้ผลได้ผักตบชวามากที่สุดเฉลี่ย 2.28 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตรต่อสัปดาห์ ซึ่งใกล้เคียงกับค่าที่ Lee & Kckim (1981) ได้รายงานว่าผักตบชวาสดที่ความหนาแน่น 1.5 ปอนด์ต่อตารางฟุตหรือประมาณ 7.3 กิโลกรัมต่อตารางเมตรจะให้ผลได้ผักตบชวามากที่สุด

ตลอดการทดลอง 5 สัปดาห์ ผักตบชวามีค่าเฉลี่ยผลได้เท่ากับ 2.28 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตรต่อสัปดาห์ เมื่อใช้ความหนาแน่นเริ่มต้น 8 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร ซึ่งค่าผลได้ของผักตบชวานี้จะใช้เป็นค่าเก็บเกี่ยวผักตบชวาออกจากระบบในการศึกษาประสิทธิภาพของบ่อผักตบชวาในการบำบัดน้ำเสีย ในช่วงการทดลองตั้งแต่วันที่ 19 มกราคม 2532 ถึงวันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2532 วัดค่าเฉลี่ยของรังสีแสงอาทิตย์ได้ 17.37 เมกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน

5.3 ประสิทธิภาพของบ่อผักตบชวาในการบำบัดน้ำเสียจากที่พักอาศัย

ใช้ผักตบชวาความหนาแน่นเริ่มต้น 8 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร บ่อทดลองมีพื้นที่ผิว 3 ตารางเมตร รวมใช้ผักตบชวา 24 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกและมีการเก็บเกี่ยว 2.28 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตรต่อสัปดาห์ รวมต้องเก็บเกี่ยวผักตบชวาออกสัปดาห์ละ 6.84 กิโลกรัมน้ำหนักเปียก เมื่อสิ้นสุดการทดลองหลังจากเก็บเกี่ยวผักตบชวาออกแล้วซึ่งผักตบชวาที่เหลือในบ่อทดลองได้ 21.6 กิโลกรัมน้ำหนักเปียก ซึ่งลดลงจากน้ำหนักเริ่มต้น 2.4 กิโลกรัมน้ำหนักเปียก ในช่วงการทดลองตั้งแต่วันที่ 4 มีนาคม 2532 ถึงวันที่ 12 พฤษภาคม 2532 วัดค่าเฉลี่ยของความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ได้ 23.50 เมกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน ซึ่งสูงกว่าในช่วงที่ทดลองหาความหนาแน่นที่เหมาะสมของผักตบชวาซึ่งวัดได้เฉลี่ย 17.37 เมกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน เนื่องจากอัตราการเติบโตของผักตบชวาแปรตามความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ (Reddy & Sutton, 1984) ผักตบชวาในบ่อทดลองควรจะเหลือมากกว่าน้ำหนักเริ่มต้น แต่การศึกษาครั้งนี้กลับให้ผลได้น้อยกว่าเล็กน้อย เนื่องจากระยะเวลาหนึ่งของการทดลองได้มีเพลี้ยระบาดในบ่อทดลองอาจทำให้อัตราการเติบโตของผักตบชวาลดลง

5.3.1 คุณลักษณะของน้ำเสียที่เข้าบ่อทดลอง

น้ำเสียที่เข้าบ่อทดลองเป็นน้ำเสียที่ผ่านการตกตะกอนในบ่อตกตะกอนขั้นปฐมภูมิ (primary sedimentation tanks) ของระบบบำบัดน้ำเสียของเคหะชุมชนห้วยขวาง คุณลักษณะของน้ำเสียมีค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ใกล้เคียงกับการศึกษาที่ผ่านมา ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 5.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของน้ำเสียที่ออกจากบ่อตกตะกอนขั้นปฐมภูมิ ของระบบบำบัดน้ำเสียของเคหะชุมชนห้วยขวาง

พารามิเตอร์*	จากการวิจัยครั้งนี้	ผู้รายงาน	
		ทศพร ยงทอง (2529)	ราเมศวร์ ปทุมาสูตร (2524)
ความเป็นกรด-ด่าง	7.3	-	7.2-8
ซี.โอ.ดี.	234.3	190.99	134-278
บี.โอ.ดี.	109.5	-	69-139
สารแขวนลอย	116.0	-	69-139
ไนโตรเจนทั้งหมด	-	-	30-51.5
ที.เค.เอ็น	48.6	33.14	-
แอมโมเนียไนโตรเจน	-	30.64	7.8-33.6
ไนเตรทไนโตรเจน	0.09	3.41	-
ไนไตรต์ไนโตรเจน	-	0.0007	-
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	8.7	6.21	-
ฟอสเฟต	-	-	3.5-12.5

*หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร ยกเว้นค่าความเป็นกรด-ด่าง

- ไม่ได้รายงาน

5.3.2 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

น้ำเสียที่เข้าบ่อทดลองทั้ง 2 บ่อมีค่า pH เฉลี่ยเท่ากับ 7.3 น้ำทิ้งที่ออกจากบ่อผักตบชวามีค่า pH เท่ากับ 7.1 ซึ่งอยู่ในมาตรฐานของน้ำทิ้งจากอาคาร ซึ่งประกาศโดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ส่วนในบ่อควบคุมมีค่า pH เท่ากับ 8.0 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าบ่อผักตบชวามีความสามารถในการรักษาสภาพความเป็นกลางน้ำเสียได้ดีกว่าในบ่อควบคุม ซึ่งการตรวจสอบทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า pH พบว่าในบ่อผักตบชวาและบ่อควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($p<0.0001$) ซึ่งจากการทดลองที่ผ่านมาก็ได้ผลเช่นเดียวกัน (McDonald & Wolverton, 1980: จากตารางที่ 2.4 น้ำทิ้งที่ออกจากบ่อผันสภาพที่ใส่ผักตบชวาเต็ม มีค่า pH 7.0 และบ่อ

ผันสภาพที่ใส่ผักตบชวาหนึ่งในสามของพื้นที่ผิวบ่อมีค่า pH 7.1) เนื่องจากการปลูกผักตบชวาจะเป็นการเพิ่มคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำเสีย ขณะที่บ่อควบคุมจะเต็มไปด้วยสาหร่ายซึ่งนำคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้จนขาดแคลน (Wolverton & McDonald, 1979)

5.3.3 ประสิทธิภาพการลดค่า ซี.โอ.ดี.

บ่อผักตบชวามีประสิทธิภาพในการลดค่า ซี.โอ.ดี. ได้ 80.9% น้ำทิ้งที่ออกจากบ่อผักตบชวามีค่า ซี.โอ.ดี. เฉลี่ยเท่ากับ 44.8 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับบ่อควบคุมมีประสิทธิภาพในการลดค่า ซี.โอ.ดี ได้ 21.6% น้ำทิ้งที่ออกจากบ่อควบคุมมีค่า ซี.โอ.ดี. เฉลี่ยเท่ากับ 183.6 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการตรวจสอบทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า ซี.โอ.ดี. พบว่าค่า ซี.โอ.ดี. ในบ่อผักตบชวาและบ่อควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.0001$) ซึ่งหมายถึงบ่อผักตบชวามีประสิทธิภาพในการลดค่า ซี.โอ.ดี. ได้ดีกว่าบ่อควบคุม ในการทดลองนี้บ่อผักตบชวามีประสิทธิภาพในการลดค่า ซี.โอ.ดี. ได้ดีกว่าการศึกษาของ Dinges (1967) ซึ่งลด ซี.โอ.ดี. ได้ 52%-72%

5.3.4 ประสิทธิภาพการลดค่า บี.โอ.ดี.

บ่อผักตบชวามีประสิทธิภาพในการลดค่า บี.โอ.ดี. ได้ 85.8% น้ำทิ้งที่ออกจากบ่อผักตบชวามีค่า บี.โอ.ดี. เฉลี่ยเท่ากับ 15.6 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับบ่อควบคุมมีประสิทธิภาพในการลดค่า บี.โอ.ดี. ได้ 26.1% น้ำทิ้งที่ออกจากบ่อควบคุมีค่า บี.โอ.ดี. เฉลี่ยเท่ากับ 80.9 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการตรวจสอบทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า บี.โอ.ดี. พบว่าค่า บี.โอ.ดี. ในบ่อควบคุมและบ่อผักตบชวาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.0001$) ซึ่งหมายถึงบ่อผักตบชวามีประสิทธิภาพในการลดค่า บี.โอ.ดี. ได้ดีกว่าบ่อควบคุม และการทดลองครั้งนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาของ Dinges (1979) ลดได้ 85.7% และ Lee & Mekim (1981) ลดได้ 80% -90% ค่า บี.โอ.ดี. ของน้ำทิ้งที่ออกจากบ่อผักตบชวาต่ำกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารซึ่งประกาศโดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติที่กำหนดให้น้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก. มีค่า บี.โอ.ดี. ได้ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

5.5.5 ประสิทธิภาพการลดสารแขวนลอยรวม

บ่อผักตบชวามีประสิทธิภาพในการลดค่าสารแขวนลอยรวมได้ 96.4 % น้ำทิ้งที่ออกจากบ่อผักตบชวามีค่าสารแขวนบอยเฉลี่ยเท่ากับ 4.2 มิลลิกรัมต่อลิตร บ่อ

ควบคุมมีประสิทธิภาพในการลดได้ 18.7 % และน้ำทิ้งที่ออกจากบ่อควบคุมมีค่าสารแขวนลอยเฉลี่ยเท่ากับ 94.2 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการตรวจสอบทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสารแขวนลอย พบว่าค่าสารแขวนลอยในบ่อควบคุมและบ่อผักตบชวาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.0001$) ซึ่งหมายถึงบ่อผักตบชวามีประสิทธิภาพในการลดค่าได้ดีกว่าบ่อควบคุม การทดลองครั้งนี้ประสิทธิภาพของบ่อผักตบชวาในการลดค่าได้ผลเช่นเดียวกับการศึกษาของ McDonald & Wolverton (1979) ค่าของน้ำทิ้งที่ออกจากบ่อผักตบชวาต่ำกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารซึ่งประกาศโดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ซึ่งกำหนดให้น้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก. มีค่าสารแขวนลอยไม่เกิน 30 มิลลิกรัมต่อลิตร

5.3.6 ประสิทธิภาพการลดค่า ที.เค.เอ็น

บ่อผักตบชวามีประสิทธิภาพในการลดค่า ที.เค.เอ็นได้ 70.6 % น้ำทิ้งที่ออกจากบ่อผักตบชวามีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 14.3 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับบ่อควบคุมมีประสิทธิภาพในการลดค่าได้ 52.5 % น้ำทิ้งที่ออกจากบ่อควบคุมมีเฉลี่ยเท่ากับ 23.1 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการตรวจสอบทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า ที.เค.เอ็น พบว่าค่า ที.เค.เอ็น. ในบ่อควบคุมและบ่อผักตบชวาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.0001$) ซึ่งหมายถึงบ่อผักตบชวามีประสิทธิภาพในการลดค่าได้ดีกว่าบ่อควบคุม

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองครั้งนี้นำมาคำนวณหาอัตราการลดค่าต่อพื้นที่ผิวบ่อได้เท่ากับ 1,372 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาที่ผ่านมาของ Dinges (1978) ลดได้ 63 %-69 %, McDonald & Wolverton (1979) ลดได้ 52.5 % และ Reddy & Tucker (1983) ลดได้ 533-2,161 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ประสิทธิภาพในการลด ที.เค.เอ็น. ของบ่อผักตบชวาเกิดขึ้นจาก 2 กระบวนการ คือ กระบวนการ nitrification เปลี่ยนจากแอมโมเนียไนโตรเจนและออร์กานิค-ไนโตรเจน ไปเป็น ไนโตรท์ไนโตรเจน และ ไนเตรทไนโตรเจน และการดูดซับของผักตบชวาและซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นมวลชีวภาพ (Hauser, 1984) และกำจัดออกโดยการเก็บเกี่ยว และค่า ที.เค.เอ็น. ของน้ำทิ้งที่ออกจากบ่อผักตบชวามีค่าต่ำกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารที่ประกาศโดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

5.3.7 การเปลี่ยนแปลงของไนเตรทไนโตรเจน

น้ำเสียที่เข้าบ่อทดลองมีค่าไนเตรทไนโตรเจน 0.9 มิลลิกรัมต่อลิตร

ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำเนื่องจากเป็นน้ำเสียใหม่ที่เพิ่งจะเริ่มกระบวนการ nitrification น้ำทิ้งที่ออกจากบ่อผักตบชวา มีค่าไนเตรทไนโตรเจนเฉลี่ยเท่ากับ 0.31 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำทิ้งที่ออกจาก่อควบคุมมีค่าไนเตรทไนโตรเจนเฉลี่ยเท่ากับ 0.17 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นทดแทน ที. เค. เอ็น. ที่ลดลงจากกระบวนการ nitrification เนื่องจากในบ่อผักตบชวาไนเตรทไนโตรเจนถูกผักตบชวาดูดซับไปใช้ (Reddy & Tucker, 1983) และในบ่อควบคุมสาหร่ายจะทำหน้าที่กำจัดไนเตรทไนโตรเจน (ทศพร ธงทอง, 2529)

5.3.8 ประสิทธิภาพการลดค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP)

บ่อผักตบชวามีประสิทธิภาพในการลดค่า (TP) ได้ 48.3 % น้ำทิ้งที่ออกจากบ่อผักตบชวามีค่า TP เฉลี่ยเท่ากับ 4.5 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับบ่อควบคุมมีประสิทธิภาพในการลดค่า TP ได้ 11.5 % น้ำทิ้งที่ออกจากบ่อควบคุมมีค่า TP เฉลี่ยเท่ากับ 7.7 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการตรวจสอบทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า TP พบว่าค่า TP ในบ่อควบคุมและในบ่อผักตบชวาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.0001$) ซึ่งหมายถึงบ่อผักตบชวามีประสิทธิภาพในการลด TP ได้ดีกว่าบ่อควบคุม ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้นำมาคำนวณหาอัตราการลดค่า TP ต่อพื้นที่ผิวบ่อได้เท่ากับ 168 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Reddy & Tucker (1983) ซึ่งลดได้ 59-542 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน และ Lee & Mckin (1981) ซึ่งลดได้ 20%-40%

5.3.9 คุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ออกจากบ่อผักตบชวา

น้ำทิ้งที่ออกจากบ่อผักตบชวาเป็นน้ำทิ้งที่ได้มาตรฐานตามประกาศของสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่องกำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร ซึ่งประกาศ ณ วันที่ 30 ตุลาคม พ.ศ. 2532 ซึ่งมีคุณลักษณะเทียบเท่ากับน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดของโรงบำบัดน้ำทิ้งของเคหะชุมชนห้วยขวาง ซึ่งแสดงได้ในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบ่อผักตบชวา น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากระบบของเคหะชุมชนห้วยขวางและมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร (หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร ยกเว้นความเป็นกรด-ด่าง)

พารามิเตอร์	น้ำทิ้งออกจากบ่อผักตบชวาจากการวิจัยครั้งนี้	น้ำทิ้งผ่านการบำบัดของเคหะชุมชนห้วยขวาง		**มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร (ประเภท ก.)
		ทศพร ธงทอง* (2529)	ศรัญญา เปียแดง* (2529)	
ความเป็นกรด-ด่าง	7.1	7.03	-	5-9
ซี.โอ.ดี.	44.8	44.03	46	ไม่กำหนด
บี.โอ.ดี.	15.6	-	19.8	20
สารแขวนลอย	4.2	-	12.67	30
ที.เค.เอ็น.	14.3	2.11	-	ไม่กำหนด
ไนไตรต์ไนโตรเจน	-	0.09	-	ไม่กำหนด
ไนเตรทไนโตรเจน	0.31	19.61	-	ไม่กำหนด
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	4.5	3.06	-	ไม่กำหนด

* ผู้รายงาน ** ดูภาคผนวก - ไม่ได้รายงาน

5.3.10 การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียด้วยบ่อผักตบชวา

การวิจัยครั้งนี้ใช้บ่อผักตบชวาต้นแบบขนาดเล็ก ยาว 3 เมตร กว้าง 1 เมตร สัดส่วนของความยาวต่อความกว้างเท่ากับ 3:1 และให้มีระยะเวลาการเก็บกักน้ำเสีย 10 วัน จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าที่ระยะ 1 เมตร หรือ ระยะเวลาการเก็บกักประมาณ 3 วัน บ่อผักตบชวาจะมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจนได้มาตรฐาน ในการใช้งานจริงจะต้องมีระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียให้เกินพอเพื่อให้แน่ใจในคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ปล่อยออกมาจะได้มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร และเพื่อที่จะให้ผักตบชวามีเวลาดูดซับสารเคมีต่าง ๆ ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 10 วันจึงน่าจะเป็นระยะเวลาที่เหมาะสม

จากการวิจัยครั้งนี้พบว่าการเก็บเกี่ยวผักตบชวาอย่างสม่ำเสมอสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ระบบผักตบชวาจะให้ผลได้มวลชีวภาพเฉลี่ย 2.28 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตรต่อสัปดาห์ แต่ถ้าระยะเวลาการเก็บเกี่ยวเดือนละ 1 ครั้งจากตารางที่ 4.1 เมื่อผักตบชวามีความหนาแน่น 8.33 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร ในวันที่ 5 ของการทดลอง และเมื่อปลูกอีก 30 วัน จะมีความหนาแน่น 14.73 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร ซึ่งแสดงว่าถ้าเก็บเกี่ยวเดือนละ 1 ครั้งจะให้ผลได้มวลชีวภาพเดือนละ 6.4 กิโลกรัมน้ำหนักเปรียก และเมื่อคิดคำนวณเป็นผลได้มวลชีวภาพต่อสัปดาห์ จะได้ประมาณ 1.5 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร ซึ่งแสดงให้ท่านว่าการเก็บเกี่ยวผักตบชวาสัปดาห์ละครั้งจะให้มวลชีวภาพมากกว่าซึ่งแสดงว่ามีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียได้ดีกว่าอย่างแน่นอน แต่การเก็บเกี่ยวสัปดาห์ละ 1 ครั้งเป็นการสิ้นเปลืองแรงงานในการเก็บเกี่ยวมากกว่า

การบำบัดน้ำเสียจากที่พักอาศัยด้วยบ่อผักตบชวาจะเกิดปัญหาเกี่ยวกับลูกน้ำยุง ซึ่งจะเกิดจำนวนมากในบ่อผักตบชวาจึงควรจะมีการควบคุมด้วยการเลี้ยงปลากินลูกน้ำยุงควบคู่ไปด้วย

จากผลการวิจัยครั้งนี้สรุปได้เป็นเกณฑ์ในการออกแบบระบบบ่อผักตบชวาในการบำบัดน้ำเสียจากที่พักอาศัยที่ผ่านการตกตะกอนขั้นปฐมภูมิได้ดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 เกณฑ์ในการออกแบบระบบบ่อผักตบชวาบำบัดน้ำเสียจากที่พักอาศัยในการบำบัดขั้นทุติยภูมิ (ผ่านการตกตะกอนขั้นปฐมภูมิแล้ว)

พารามิเตอร์	ค่าออกแบบ	ค่าน้ำทิ้งที่ต้องการ
ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย	10 วัน	บี.โอ.ดี. <20 มก./ล
ปริมาณน้ำเสีย	64 ม.^{3}/ไร่	สารแขวนลอย <30มก./ล
ความลึกของบ่อ	0.40 เมตร	
ความยาว : ความกว้าง	3:1	
ปริมาณ บี.โอ.ดี.	7.01 ก.ก/ไร่/วัน	
ปริมาณไนโตรเจน	3.1 ก.ก/ไร่/วัน	
การควบคุมลูกน้ำยุง	จำเป็น	
การเก็บเกี่ยว	ทุกสัปดาห์	

จากการทดลองสามารถสรุปประเด็นสำคัญได้ดังนี้

1. อัตราการเติบโตของผักตบชวาในบ่อทดลองแบบต่อเนื่องสูงสุดเท่ากับ 0.47 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตรต่อวัน ซึ่งสูงกว่าในบ่อทดลองแบบครั้งคราวในช่วง 5 วันแรกของการทดลอง ซึ่งยอมรับตามสมมติฐานข้อ 1 และอัตราการเติบโตของผักตบชวาของทั้ง 2 บ่อจะลดลงเรื่อย ๆ และเมื่อถึงช่วงวันที่ 30-35 ของการทดลองมีเงื่อนไขความหนาแน่นของผักตบชวาซึ่งมีอิทธิพลต่อการเติบโตของผักตบชวาทำให้ผักตบชวาในบ่อทดบลองซึ่งไม่ยอมรับสมมติฐานข้อ 1

2. การบำบัดน้ำเสียโดยใช้บ่อผักตบชวาใช้ความหนาแน่นของผักตบชวาที่เหมาะสม 8 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร ซึ่งจะให้ผลได้ของมวลชีนภาพผักตบชวาสูงสุด และเก็บเกี่ยวออกสัปดาห์ละ 2.28 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

3. ประสิทธิภาพของบ่อผักตบชวาในการบำบัดน้ำทิ้งสูงกว่าในบ่อควบคุมที่ไม่ใส่ผักตบชวา ($p < 0.0001$) จึงยอมรับสมมติฐานข้อ 2

4. น้ำทิ้งที่ออกจากระบบบ่อผักตบชวามีคุณภาพตามมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารที่ประกาศโดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติและเทียบได้กับน้ำที่ผ่านการบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสียของเคหะชุมชนห้วยขวาง จึงยอมรับสมมติฐานข้อ 3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย