บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายและข้อเสนอแนะ

5.1 ประสิทธิภาพของบ่อระบบบำบัดน้ำเสียฟาร์มสุกร

ระบบบ่อบำบัดน้ำเสียฟาร์มสุกรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นระบบบ่อบำบัดที่กรมปศุสัตว์สนับสนุนและส่งเสริมให้ผู้เลี้ยงสุกรจัดสร้างขึ้นในปี พ.ศ. 2544 ซึ่งเป็นระบบบำบัดโดยกระบวนการทางชีวภาพ (Biological Processes) โดยอาศัยจุลินทรีย์ในธรรมชาติมาบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย โดยแบ่งระบบออกเป็น 2 ขนาด คือ ระบบบ่อบำบัดสำหรับฟาร์มขนาดเล็ก 1,500 ลูกบาศก์เมตร (แบบ A) และระบบบ่อบำบัดสำหรับฟาร์มขนาดกลาง 4,000 ลูกบาศก์เมตร (แบบ B) ผลการตรวจวิเคราะห์ค่า BOD, COD, TKN,และ TSS ของตัวอย่างน้ำเสียทั้ง 3 ครั้ง พบว่าระบบบ่อบำบัดน้ำเสียทั้ง 2 ขนาด มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ค่า BOD ระบบบ่อบำบัดน้ำเสียขนาดเล็กมีประสิทธิภาพเฉลี่ยร้อยละ 90.28 และระบบบ่อบำบัดน้ำเสียขนาดกลางมีประสิทธิภาพเฉลี่ยร้อยละ 93.21 COD มีประสิทธิภาพเฉลี่ยร้อยละ 89.33 และ 92.99 TKN มีประสิทธิภาพเฉลี่ยร้อยละ 89.50 และ 89.00 และ TSS มีประสิทธิภาพเฉลี่ยร้อยละ 91.71 และ 94.74 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ระบบบ่อบำบัดทั้ง 2 ขนาดมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้เพื่อบำบัดน้ำเสียในฟาร์มสุกรได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของธีระวุฒิ (2543) รายงานว่าระบบบ่อบำบัดน้ำเสียมีประสิทธิภาพสามารถบำบัดน้ำเสียจากการตรวจวิเคราะห์คุณลักษณะน้ำเสียค่า BOD, COD, และ TKN มีประสิทธิภาพเฉลี่ยร้อยละ 97.83, 97.72, และ 80.385 ตามลำดับ

นอกจากนี้ยังพบว่าประสิทธิภาพของระบบบ่อบำบัดน้ำเสียขนาดเล็กจากการตรวจวิเคราะห์คุณลักษณะของน้ำเสีย BOD, COD, และ TSS ครั้งที่ 1 มีประสิทธิภาพเฉลี่ยต่ำกว่าครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 ซึ่งครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 มีประสิทธิภาพเฉลี่ยในการบำบัดน้ำเสียใกล้เคียงกันอาจเกิดขึ้นจากภายหลังการเริ่มใช้ระบบจำนวนจุลินทรีย์ยังมีปริมาณน้อย ทำให้ระบบมีประสิทธิภาพต่ำ (ธีระ, 2539) และเมื่อระบบดำเนินการต่อไประยะหนึ่งจุลินทรีย์ขยายจำนวนมากซึ่งถึงจุดที่มีปริมาณสูงสุดและคงที่ จึงทำให้ระบบมีประสิทธิภาพสูงขึ้นจนมีความคงที่ของประสิทธิภาพ ซึ่งระยะเวลาของกระบวนการนี้อาจจำเป็นต้องใช้เวลาประมาณ 1 ปี ดังนั้นหากต้องการให้ระบบบ่อบำบัดน้ำเสียมีกระบวนการบำบัดที่มีประสิทธิภาพสูงในระยะเวลารวดเร็ว อาจนำน้ำเสียจากระบบบำบัดที่มีการเลี้ยงจุลินทรีย์และมีปริมาณมากพอ เช่นน้ำเสียจากระบบ Activated sludge (ทวี, 2538) ที่มีประสิทธิภาพมาใช้ในบ่อบำบัดมาใช้ในช่วงเริ่มเปิดใช้ระบบบ่อบำบัดซึ่งจะทำให้กระบวนการบำบัดน้ำเสียสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพเต็มตามความสามารถของระบบ ซึ่งนอกจากพบว่า

ประสิทธิภาพในการบำบัดค่า TKN จากการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสียทั้ง 3 ครั้ง มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่า TKN ใกล้เคียงกัน และจากการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสียที่เก็บ 3 ครั้ง ของระบบบ่อบำบัดน้ำเสียขนาดกลาง 4,000 ลูกบาศก์เมตร พบว่าประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสียโดยวิเคราะห์ค่า BOD, COD, TKN และ TSS ในตัวอย่างน้ำครั้งที่ 2 มีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยต่ำกว่า ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 3 โดยครั้งที่ 3 มีประสิทธิภาพเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งเกิดจากในช่วงของการเก็บตัวอย่างดังกล่าวเป็นช่วงฤดูฝน และมีปริมาณน้ำฝนเข้าสู่ระบบมาก ทำให้เกิดการเจือจางของปริมาณน้ำเสียในระบบและระยะเวลาการกักเก็บลดลง ทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียลดลงตามไปด้วย

5.2 คุณลักษณะของน้ำเสียที่ผ่านระบบบ่อบำบัดก่อนปล่อยทิ้งออกจากระบบ

คุณลักษณะของน้ำเสียที่ผ่านระบบบ่อบำบัดก่อนการปล่อยออกจากระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็กสามารถบำบัดน้ำเสียได้ตามมาตรฐานที่กรมควบคุมมลพิษกำหนด โดยพิจารณาจากค่า BOD, COD, TKN และ TSS มีเพียง 3 ฟาร์มที่ไม่สามารถบำบัดน้ำเสียค่า TSS ได้ ตามมาตรฐาน คือ ฟาร์ม A7, A11 และ A12 ระบบบ่อบำบัดน้ำเสียของทั้ง 3 ฟาร์ม ไม่สามารถบำบัด TSS ได้เกิดจากสาเหตุดังนี้ คือ ฟาร์ม A7 มีการเติมน้ำมันเครื่องลงในบ่อที่ 4 และบ่อที่ 5 ซึ่งคุณสมบัติของบ่อที่ 4 เป็นบ่อหมักกึ่งผสม (Facultative pond) ส่วนผิวบนของบ่อเป็นการทำงานแบบที่ต้องการใช้ออกซิเจนโดยแบคทีเรียและสาหร่ายแขวนลอย เมื่อมีการเติมน้ำมันเครื่องลงไปทำให้ผิวน้ำเกิดเป็นฝ้าและทำให้เซลล์แบคทีเรียและสาหร่ายที่อยู่ในน้ำไม่สามารถรับออกซิเจนได้ เมื่อเซลล์ของแบคทีเรียและสาหร่ายใช้ออกซิเจนที่มีอยู่ในน้ำหมดแล้วจึงตายลงและไม่สามารถเกิดใหม่ได้อีก จึงกลายเป็นตะกอนที่เพิ่มขึ้นในน้ำของบ่อที่ 4 และเมื่อน้ำเสียลงสู่บ่อที่ 5 ซึ่งเป็นบ่อใช้ออกซิเจน (Aerobic pond) ที่จำเป็นต้องมีออกซิเจนผ่านลงผิวน้ำเพื่อให้สาหร่ายและแบคทีเรียนำมาใช้ และเมื่อออกซิเจนไม่สามารถผ่านผิวน้ำได้ ทำให้แบคทีเรียและสาหร่ายที่ใช้อากาศไม่สามารถทำให้เกิดกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่เหลือได้ จึงเป็นผลให้ค่า TSS ที่เหลืออยู่ในน้ำก่อนออกจากระบบไม่ได้ตามมาตรฐาน และฟาร์ม A11 และฟาร์ม A12 เป็นฟาร์มที่เลี้ยงสุกรขุน มีค่าปริมาณของ TSS ในน้ำทิ้งมีปริมาณที่สูงกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ 890 มิลลิกรัม/ลิตร และ 692 มิลลิกรัม/ลิตร สาเหตุเกิดจากรูปแบบการจัดการแตกต่างจากฟาร์มส่วนใหญ่ คือ มีการเก็บกวาดมูลสุกรทุกวันแต่ไม่มีการล้างคอกสุกรจนกว่าจะมีการจับสุกรออกขาย ซึ่งการล้างแต่ละครั้งมีปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบน้อยและปริมาณมลสารเข้าระบบ (BOD Loading) มีความเข้มข้นสูง แต่น้ำเสียที่ได้ยังเข้ามาไม่เต็มระบบ ถึงแม้ว่าประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียเฉลี่ยร้อยละ 98 และ 99 แต่ก็ไม่สามารถบำบัดได้มากไปกว่านี้ ดังนั้นฟาร์มจึงควรแก้ไขโดยการเพิ่มความถี่ในการล้างทำความสะอาดคอกให้บ่อยกว่าเดิม เพื่อให้เกิดกระบวนการย่อยโมเลกุลสารอินทรีย์ (Hydrolytic stage) ให้

โมเลกุลขนาดใหญ่ของสารอินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำไปเป็นโมเลกุลที่ละลายน้ำได้ ช่วยให้จุลินทรีย์ในระบบบ่อบำบัดสามารถทำงานอย่างเหมาะสมและเต็มประสิทธิภาพ (เพ็ชรพร, 2538 ; ธีระ, 2539)

จากการตรวจวิเคราะห์คุณลักษณะของน้ำเสียที่ผ่านระบบบ่อบำบัดขนาดกลางก่อนปล่อยออกจากระบบพบว่าสามารถบำบัดน้ำเสียได้ตามมาตรฐานที่กรมควบคุมมลพิษกำหนด โดยวิเคราะห์จากค่า BOD, COD, TKN และ TSS มี 2 ฟาร์ม ที่ไม่สามารถบำบัดน้ำเสียค่า BOD, COD, TKN และ TSS มี 3 ฟาร์ม ที่ไม่สามารถบำบัดได้ เนื่องจากพบว่าประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียที่ได้มีประสิทธิภาพเฉลี่ยของทุกคุณลักษณะประมาณร้อยละ 85 – 99 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ระบบบ่อบำบัดขนาดกลางมีประสิทธิภาพดี แต่ที่ไม่สามารถบำบัดน้ำเสียให้ได้ค่าตามมาตรฐานนั้น ฟาร์มที่ไม่สามารถบำบัดน้ำเสียได้ตามมาตรฐานที่กำหนดทุกคุณลักษณะ คือฟาร์ม B6 และฟาร์ม B12 และฟาร์ม B10 ไม่สามารถบำบัด TSS ได้เพียงพารามิเตอร์เดียวเท่านั้น ซึ่งสาเหตุหลักเกิดจากการจัดการของฟาร์ม คือ ฟาร์ม B6 และฟาร์ม B12 ซึ่งเกิดจากการจัดการฟาร์ม มีการทำความสะอาดโรงเรือนเก็บกวาดวันละ 1 ครั้ง โดยมีการล้างทำความสะอาดคอกสัปดาห์ละครั้ง ทำให้มีประสิทธิภาพมลสารเข้าสู่ระบบแต่ละครั้งมาก และปริมาณน้ำน้อย ซึ่งตั้งแต่มีการเปิดใช้ระบบฟาร์มยังไม่เคยปล่อยน้ำที่มีอยู่ในบ่อบำบัดสุดท้ายออกนอกระบบ จึงทำให้น้ำในบ่อสุดท้ายมีปริมาณของเสียเพิ่มขึ้นจนถึงจุดที่ระบบไม่สามารถบำบัดได้ ถึงแม้ว่าจะมีประสิทธิภาพเต็มที่แล้วก็ตาม ดังนั้นฟาร์มจึงจำเป็นต้องมีการปล่อยน้ำออกจากบ่อสุดท้ายบ้าง และควรเพิ่มความถี่ในการล้างทำความสะอาดโรงเรือนมากกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ส่วนฟาร์ม B10 เกิดจากมีปริมาณ TSS เข้าระบบมากเกินไปจึงทำให้ระบบไม่สามารถบำบัดตามมาตรฐาน ฟาร์ม B10 จึงจำเป็นต้องมีการลดปริมาณมูลสุกรก่อนการล้างทำความสะอาด เพื่อให้มีปริมาณมวลสารเข้าระบบน้อยลงและระบบสามารถบำบัดได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ (เพ็ชรพร, 2538 ; ธีระ, 2539)

5.3 ปัจจัยที่อิทธิพลต่อประสิทธิภาพของระบบบ่อบำบัดน้ำเสียในฟาร์มสุกร

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่าปัจจัยที่นำมาศึกษาทั้ง 3 ปัจจัย คือ จำนวนหน่วยปศุสัตว์ ปริมาณมลสารที่เข้าระบบ และระยะเวลาการกักเก็บของระบบบ่อบำบัดน้ำเสียฟาร์มสุกรทั้ง 2 ขนาดตามแบบของกรมปศุสัตว์ไม่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของระบบบ่อบำบัด การที่จำนวนหน่วยปศุสัตว์ที่ไม่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของระบบบ่อบำบัด อาจเกิดจากจำนวนหน่วยปศุสัตว์เป็นจำนวนที่ทำให้ปริมาณมลสารเข้าระบบเพิ่มสูงขึ้นในแต่ละฟาร์ม เมื่อมีการจัดการที่ต่างกันไปทำให้สามารถลดปริมาณมลสารเข้าระบบโดยเฉลี่ยได้ไม่เกินที่กำหนดไว้ในความสามารถของระบบที่จะรองรับได้ หรืออาจเพราะในการออกแบบก่อสร้างระบบบำบัดทางวิศวกรรมโดยส่วนใหญ่จะมีการออกแบบระบบไว้มากกว่าที่กำหนดไว้ในคุณสมบัติของบ่อบำบัด จึงทำให้ระบบบ่อบำบัดสามารถบำบัดได้ในฟาร์มที่มีจำนวนปศุสัตว์มากกว่ากำหนดได้ (ธีระ, 2539 ; มั่นสิน, 2542)

ปริมาณมลสารเข้าระบบ พบว่าไม่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของระบบบ่อบำบัดทั้ง 2 ขนาด เนื่องจากในการคำนวณระบบบ่อบำบัดปัจจัยสำคัญในการกำหนดคุณสมบัติของบ่อบำบัด คือ ปริมาณมลสารเข้าที่มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม/ลิตร/วัน ซึ่งฟาร์มสุกรสามารถจัดการลดปริมาณของมลสารขั้นต้นก่อเข้าระบบ (Prelimenary Treatment) ทำให้คุณลักษณะน้ำเสียที่เข้าระบบเฉลี่ยคงที่ (ธีระ, 2539) จึงทำให้ปริมาณมลสารเข้า ระยะเวลาการกักเก็บ ที่พบว่าไม่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของระบบบ่อบำบัดเนื่องจากการกักเก็บน้ำเสียของฟาร์มตัวอย่างที่นำมาศึกษานั้นระยะเวลาการกักเก็บโดยส่วนใหญ่เป็นไปตามที่ที่กำหนดไว้ในคุณสมบัติของบ่อบำบัด จึงทำให้ระยะเวลาการกักเก็บไม่มีอิทธิพลกับประสิทธิภาพของระบบบ่อบัดน้ำเสียทั้ง 2 ขนาด ($p > 0.05$) เช่นกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบบ่อบำบัดน้ำเสียตามแบบที่ได้รับการสนับสนุนจากกรมปศุสัตว์ เป็นระบบบ่อบำบัดน้ำเสียฟาร์มสุกรที่มีประสิทธิภาพหากมีการจัดการฟาร์มและการดูแลระบบให้เป็นไปตามคุณสมบัติตามแบบที่กำหนดไว้

ผลจากการศึกษาครั้งนี้สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาเลือกใช้ระบบบ่อบำบัดน้ำเสียให้เหมาะสมกับขนาดของฟาร์มสุกร และใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงระบบบ่อบำบัดน้ำเสียที่มีอยู่เดิมให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุด ซึ่งระบบบ่อบำบัดน้ำเสียเป็นระบบที่ทำงานโดยกระบวนการทางชีวภาพ ระบบนิเวศน์วิทยาของบ่อมีความซับซ้อนและมีการนำสมการจลนพลศาสตร์มาใช้ในการออกแบบ ได้แก่ อัตราการรับสารอินทรีย์ หรือปริมาณมลสารที่เข้าระบบ ระยะเวลาการกักเก็บ และความลึกของบ่อ (ธีระ, 2539) ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าปริมาณมลสารที่เข้าระบบบ่อบำบัด และระยะเวลาการกักเก็บ เป็นปัจจัยที่สำคัญในการออกแบบและกำหนดขนาดของระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย (ธีระวุฒิ, 2543) ในขณะเดียวกันการเลือกหรือวางแผนสร้างระบบบำบัดน้ำเสียของฟาร์มสุกรยังขึ้นอยู่กับปัจจัยปัจจัยภายในของฟาร์มสุกรอันได้แก่ จำนวนสุกรที่เลี้ยงในฟาร์มด้วย ผลของการศึกษาที่พบว่าระบบบ่อบำบัดบางฟาร์มไม่สามารถบำบัดน้ำเสียได้ตามที่มาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษไว้ หรือบำบัดได้เต็มประสิทธิภาพของระบบ พบว่าสาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากการจัดการฟาร์มและการดูแลรักษาระบบบำบัดที่ไม่ถูกต้อง ทำให้ระบบเสียสมดุลย์ของกระบวนการทำงาน เป็นผลประสิทธิภาพของระบบลดลงหรือเรียกว่าไม่เต็มความสามารถ ซึ่งทั้งนี้สามารถแก้ไขโดยการจักรูปแบบการจัดการฟาร์มให้เหมาะสมกับระบบ และการดูแลรักษาระบบอย่างถูกวิธี เพื่อให้การบำบัดน้ำเสียเป็นไปอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ