บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 การศึกษาคุณลักษณะน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กก่อนและหลังการบำบัดน้ำเสีย

จากการศึกษาคุณลักษณะน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กก่อนและหลังการบำบัดด้วยระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Ponds) สรุปได้ดังนี้

น้ำเสียจากชุมชนก่อนการบำบัดมีค่าออกซิเจนละลายต่ำมากถึง 0.85 มิลลิกรัม/ลิตร ในขณะเดียวกันค่าบีโอดีสูงถึง 106.99 มิลลิกรัม/ลิตร มีค่าซีโอดีประมาณ 29.74 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำ ได้แก่ Total coliform bacteria, Fecal coliform และ *Escherichia coli* มีค่ามากกว่า 2×10^4 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร, 6132.25 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร และพบ *E. coli* ตามลำดับ ส่วนค่านำไฟฟ้าในน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กนี้มีค่ามากถึง 596 ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร ค่าของแข็งละลายน้ำและค่าของแข็งแขวนลอย มีค่าสูงถึง 345.61 มิลลิกรัม/ลิตรและ 47.10 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ มีค่าความขุ่น 38.75 เอ็นทียู นอกจากนั้น ปริมาณโลหะที่ตรวจพบในน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กได้แก่ สังกะสีมีค่าประมาณ 0.021 มิลลิกรัม/ลิตร ตะกั่วมีค่าประมาณ 0.002 มิลลิกรัม/ลิตร และแคดเมียมมีค่าประมาณ 0.0005 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณไขมันและน้ำมันพบมีค่าประมาณ 20.24 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนธาตุอาหารที่พบในน้ำเสียนี้ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแตสเซียม มีค่าประมาณ 18.98 0.33 และ 1.06 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ

เมื่อนำน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กนี้มาผ่านการบำบัดด้วยระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็กแบบบ่อปรับเสถียรแล้ว พบว่าค่าออกซิเจนละลายในน้ำมีค่าสูงขึ้น ขณะเดียวกันค่าบีโอดีและค่าซีโอดีมีค่าลดลงเหลือเพียง 35.63 และ 9.95 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ แสดงว่าระบบบำบัดนี้สามารถบำบัดค่าสารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสียได้ สำหรับค่านำไฟฟ้านั้นมีค่าลดลงเหลือ 586.38 ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร จากที่กล่าวข้างต้นค่านำไฟฟ้านี้สัมพันธ์กับค่าของแข็งละลายน้ำมีค่าลดลงเช่นเดียวกัน เหลือ 333.75 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าของแข็งแขวนลอยมีค่าลดลงเหลือ7.6 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งได้ค่าตามมาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน ส่วนค่าความขุ่นมีค่าลดลงเหลือ I8.20 เอ็นทียู ค่าโลหะหนักที่ตรวจพบ มีเพียง 3 ชนิด และไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินเพื่อการใช้ประโยชน์สำหรับการเกษตร ประเภทที่ 3 คือ สังกะสีลดลงเหลือ 0.011 มิลลิกรัม/ลิตร ตะกั่วลดลงเหลือ 0.001 มิลลิกรัม/ลิตร แต่แคดเมียมมีค่าเท่าเดิม สำหรับปริมาณไขมันและน้ำมันลดลงเหลือ 3.31 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน ส่วนธาตุอาหารที่พบในน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วพบว่า ค่าไนโตรเจนมีค่าลดลงเหลือ 14.75 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งไม่เกินเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลก ฟอสฟอรัส และโพแตสเซียม มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย สำหรับค่าแบคทีเรียในกลุ่ม

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

โคลิฟอร์มในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว ค่า Total coliform bacteria และ Fecal coliforms มีค่าลดลงเหลือ 23417.55 และ 5666.58 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วน *E. coli* ตรวจไม่พบในสัปดาห์ที่ 13 ของการศึกษา ดังนั้นระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียรนี้สามารถบำบัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้

นอกเหนือจากนั้นสารปนเปื้อนที่ตรวจไม่พบในน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กทั้งก่อนและหลังการบำบัดน้ำเสียได้แก่ โครเมียม ทองแดง สารหนู ปรอท และสารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มออร์แกโนคลอรีน

6.2 การประเมินความเสี่ยงของการนำน้ำเสียชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ในการปลูกพืช

การประเมินความเสี่ยงของการศึกษาสามารถสรุปได้ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

6.2.1 การแสดงถึงความเป็นอันตราย (Hazard Identification)

การศึกษาขั้นนี้ได้ทำการวิเคราะห์คุณลักษณะน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กก่อนและหลังผ่านระบบบำบัดน้ำเสียตามหลักเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินเพื่อการใช้ประโยชน์สำหรับการเกษตร (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) และเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลก (WHO, 2006) ซึ่งทำการตรวจวัดคุณลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH), อุณหภูมิ (Temperature), ค่านำไฟฟ้า (Conductivity) และความขุ่น (Turbidity) คุณลักษณะทางเคมี ได้แก่ ออกซิเจนละลาย (DO), ไขมันและน้ำมัน (Grease and Oil), ของแข็งทั้งหมด (TS), ของแข็งละลาย (TDS), ของแข็งแขวนลอย (TSS), ไนโตรเจน (TN), ฟอสฟอรัส (TP), โพแตสเซียม (K), บีโอดี (BOD), ซีโอดี (COD) และสารกำจัดศัตรูพืช (Organochlorine group) คุณลักษณะทางโลหะหนัก ได้แก่ แคดเมียม (Cd), โครเมียม (Cr), ทองแดง (Cu) ตะกั่ว (Pb), สังกะสี (Zn), ปรอท (Hg) และสารหนู (As) และคุณลักษณะทางจุลชีวะ ได้แก่ Total coliform bacteria, Fecal coliform และ *Escherichia coli* ได้ทำการตรวจวัดเป็นเวลา 13 สัปดาห์ พบว่า ระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กแบบบ่อปรับเสถียรนี้สามารถบำบัดค่าคุณลักษณะต่างๆ ได้ และไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน

6.2.2 การอธิบายลักษณะของอันตราย (Hazard Characterization)

การอธิบายลักษณะของอันตรายในการศึกษาวิจัยนี้ได้นำน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ในการเพาะปลูกพืช โดยการเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินเพื่อการใช้ประโยชน์สำหรับการเกษตร ประเภทที่ 3 และตามเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลก พบว่าค่าพารามิเตอร์ที่เป็นสารปนเปื้อนและเป็นสารพิษส่วนใหญ่ตรวจไม่พบ ได้แก่ โครเมียม ทองแดง สารหนู ปรอท และสารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มออร์แกโนคลอรีน ส่วนที่ตรวจพบเล็กน้อยแต่ไม่เกินมาตรฐานดังกล่าว ได้แก่ แคดเมียม ตะกั่ว และสังกะสี คุณลักษณะที่สำคัญอื่นๆ ที่ตรวจพบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินเพื่อการใช้ประโยชน์สำหรับการเกษตร ประเภทที่ 3

และตามเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลก ได้แก่ ค่าพีเอช ค่าอุณหภูมิ ค่าของแข็งทั้งหมด ค่าของแข็งละลาย ค่าของแข็งแขวนลอย และปริมาณธาตุอาหารในน้ำเสียจากชุมชน

สำหรับคุณลักษณะอื่นๆ ที่เกินมาตรฐานที่ใช้อ้างอิง ได้แก่ ค่าออกซิเจนละลาย ค่าบีโอดี Total coliform bacteria, Fecal coliform และ *E. coli* แสดงว่าในน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วยังพบสารอินทรีย์และจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่

6.2.3 การประเมินการได้รับสัมผัส (Exposure Assessment)

เป็นการศึกษาโดยนำน้ำเสียจากชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกพืชที่ชุมชนนิยมบริโภคจำนวน 10 ชนิด แบ่งเป็นพืชกินใบและลำต้นได้แก่ ผักชีไทย ผักชีลาว ต้นหอม ผักบุ้ง ผักกวางตุ้ง ผักกาดฮ่องเต้ พืชกินผลได้แก่ ถั่วพู มะเขือเปราะ กระเจี๊ยบขาว และพืชกินหัวได้แก่ กระเทียม โดยมีแปลงที่ทำการศึกษาทั้งหมด 3 แปลงด้วยกัน ได้แก่ แปลงที่ใช้น้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้ว แปลงที่ใช้น้ำประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีลงในแปลงเป็นตัวอย่างเปรียบเทียบ และแปลงที่ใช้น้ำประปาเป็นตัวอย่างควบคุม โดยแต่ละแปลงมีความยาวประมาณ 12 เมตร ความกว้างประมาณ 1 เมตร แต่ละแปลงห่างกันประมาณ 1.5 เมตร ทำการเพาะปลูกตามคำแนะนำของชุมชน ซึ่งในการรดน้ำจะใช้ถังน้ำฝักบัวสำหรับรดน้ำมีปริมาตร 20 ลิตร จำนวน 2 ถัง ปริมาตรรวมประมาณ 200 ลิตร โดยทำการรดน้ำให้แก่พืชแต่ละแปลง 2 ช่วงเวลาคือ เวลาเช้าและเย็น หลังจากพืชมีการเจริญเติบโตจะทำการวัดและวิเคราะห์คุณลักษณะต่างๆ ดังนี้

6.2.3.1 การตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ในพืชที่อาจมีผลกระทบต่อผู้บริโภค

โดยการศึกษาปริมาณความเข้มข้นของสารปนเปื้อนที่อาจพบได้ในพืชที่เพาะปลูกและอาจมีผลกระทบต่อผู้บริโภค สรุปได้ว่า ปริมาณโลหะหนักที่ตรวจพบในพืชที่เพาะปลูกทั้ง 3 แปลง คือ สังกะสี ตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง และปรอท ซึ่งสังกะสี ตะกั่วและแคดเมียมนั้น ตรวจพบในน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วแต่ไม่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินเพื่อการใช้ประโยชน์สำหรับการเกษตร ประเภทที่ 3 และตามเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลกที่ใช้อ้างอิง ส่วนทองแดงและปรอทตรวจไม่พบในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว แต่ตรวจพบในพืชที่ปลูก อย่างไรก็ตามค่าโลหะหนักที่ตรวจพบในพืชนั้นไม่เกินค่ามาตรฐานสารปนเปื้อนในพืชและไม่เกินมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน ซึ่งปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักแต่ละชนิดตรวจพบได้ในพืชที่มีลักษณะแตกต่างกันไป ดังนี้

1) สังกะสี ตรวจพบในพืชทุกชนิดและทุกแปลง พบมากที่สุดในพืชกินใบและลำต้นคือ ผักชีลาวในทุกแปลงปลูก น้อยที่สุดคือต้นหอมในทุกแปลงปลูก พืชกินหัวคือกระเทียม พบในทุกแปลงและพบมากที่สุดในแปลงที่ปลูกด้วยน้ำประปา ส่วนพืชกินผลพบมากที่สุดคือกระเจี๊ยบขาวและน้อยที่สุดคือมะเขือเปราะในทุกแปลงปลูกเช่นเดียวกัน
2) ทองแดงตรวจพบในพืชทุกชนิดและทุกแปลง พบมากที่สุดในพืชกินใบและลำต้นเช่นกันคือ ผักประเภทผักชี พบน้อยที่สุดในผักฮ่องเต้ในแปลงปลูกด้วยน้ำเสียจาก

ชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้ว ส่วนพืชกินผลพบมากที่สุดในถั่วพู โดยเฉพาะในแปลงปลูกด้วยน้ำประปาร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมี และน้อยที่สุดในมะเขือเปราะในทุกแปลงปลูก

3) ตะกั่วพบมากที่สุดในพืชกินใบและลำต้นเช่นกัน คือ ผักกาดฮ่องเต้พบในแปลงควบคุมที่ปลูกด้วยน้ำประปาพบมากที่สุด รองลงมาคือผักชีไทยในแปลงปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วและจากแปลงปลูกด้วยน้ำประปาใส่ปุ๋ยปลูก พืชกินผล พบตะกั่วมากที่สุดคือกระเจี๊ยบขาวในทุกแปลง พืชกินหัวคือกระเทียมตรวจพบตะกั่วปริมาณน้อยในทุกแปลง
4) แคดเมียมนั้นส่วนใหญ่ตรวจไม่พบในพืช แต่จะพบปริมาณเล็กน้อยในพืชกินใบและลำต้น ประมาณ 0.01 มิลลิกรัม/กิโลกรัมในผักกวางตุ้งของทุกแปลง และในผักฮ่องเต้ของแปลงปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วและแปลงปลูกด้วยน้ำประปาร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมี
5) ปรอทในพืชที่ปลูกด้วยน้ำประปามากกว่าแปลงอื่นๆ โดยพบในพืชกินผลมากที่สุดคือถั่วพู มีค่าประมาณ 0.0009 ไมโครกรัม/กิโลกรัม

ส่วนสารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มออร์แกโนคลอรีนที่ตรวจวิเคราะห์ในพืชทุกชนิดและทุกแปลงนั้น ไม่พบสารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มออร์แกโนคลอรีน มีเพียงแปลงที่ใช้น้ำประปาปลูกพบดีลดริน (Dieldrin) ในถั่วพู ปริมาณน้อยกว่า 0.01 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ

6.2.3.2 การตรวจวัดธาตุอาหารในดิน

นอกเหนือจากสารปนเปื้อนที่ตรวจวิเคราะห์ในพืชที่เพาะปลูกแล้ว ยังได้มีการศึกษาเกี่ยวกับธาตุอาหารในดินทุกแปลงปลูก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแตสเซียม พบว่าไนโตรเจนในดินมีค่าเพิ่มขึ้นหลังจากการเพาะปลูกในทุกแปลง ฟอสฟอรัสมีค่าเพิ่มขึ้นหลังจากการเพาะปลูกในแปลงที่รดด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้ว ส่วนปริมาณโพแตสเซียมที่ตรวจพบในดินปลูกมีค่ามากกว่าธาตุอาหารชนิดอื่น และยังพบว่าปริมาณโพแตสเซียมมีค่าลดลงหลังการปลูก ซึ่งจากการศึกษาการตรวจวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในดินปลูกที่ใช้น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วรดนั้นเป็นดินที่มีปริมาณไนโตรเจนพอเหมาะสำหรับการเจริญของพืชมากที่สุด และยังพบธาตุอาหารมากที่สุดที่พืชสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้อีกด้วย

6.2.3.3 การตรวจวัดการเจริญเติบโตของพืช

การวัดการเจริญเติบโตของพืชทั้งพืชกินใบและลำต้น พืชกินผล และพืชกินหัว ที่ปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้ว ปลูกด้วยน้ำประปาร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี และปลูกด้วยน้ำประปา สรุปได้ว่า

1) พืชกินหัว ได้แก่ กระเทียม

- ด้านความสูง แปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วมีความสูงมากที่สุด รองลงมาคือแปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี
- ด้านจำนวนใบต่อต้น แปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วจะมีการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบต่อต้นน้อยกว่าแปลงอื่นๆ ในช่วงสัปดาห์ที่ 5-7 แต่หลังจากนั้นเจริญเติบโตได้ดีเท่าๆ กับแปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี
- ด้านขนาดหัว แปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปาและปุ๋ยเคมีมีขนาดผลใหญ่ที่สุด ส่วนแปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้ว มีขนาดผลรองลงมา และแปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปา มีขนาดผลเล็กที่สุด

2) พืชกินใบและลำต้น ได้แก่

<u>ผักชีไทย</u>

- ด้านความสูง แปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีมีความสูงมากที่สุด ส่วนในแปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปา และแปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วในระยะเวลา 6 สัปดาห์ จะมีความสูงใกล้เคียงกัน แต่ในช่วงสัปดาห์ที่ 7 ทั้ง 2 แปลงจะมีความสูงแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด คือ แปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วจะสูงกว่าแปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปา
- ด้านจำนวนก้านต่อต้น ในระยะเวลาการเพาะปลูกเท่ากันคือ ในช่วง 5 สัปดาห์ ผักชีไทยที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีจะมีจำนวนก้านต่อต้นมากที่สุด รองลงมาคือแปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้ว

<u>ผักชีลาว</u>

- ด้านความสูง แปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีจะมีความสูงมากที่สุด รองลงมาคือแปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้ว
- ด้านจำนวนก้านต่อต้น แปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วจะมีการเจริญเติบโตในด้านจำนวนก้านต่อต้นรวดเร็วและมีจำนวนเพิ่มขึ้นได้เร็วกว่าแปลงอื่น รองลงมาคือแปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ผักกวางตุ้ง

- ด้านความสูง แปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีจะมีความสูงมากที่สุด รองลงมาคือแปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้ว
- ด้านจำนวนใบต่อต้น แปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปาจะมีการเจริญเติบโตในด้านจำนวนใบต่อต้นได้มากที่สุด ส่วนในแปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วและแปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีจะมีจำนวนใบต่อต้นใกล้เคียงกัน

ผักฮ่องเต้

- ด้านความสูง แปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีจะมีความสูงมากที่สุด รองลงมาคือแปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้ว
- ด้านจำนวนใบต่อต้น แปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีจะมีจำนวนใบต่อต้นมากที่สุด รองลงมาคือแปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วซึ่งใช้เวลาเพียง 3 สัปดาห์ของการเพาะปลูกสามารถเก็บเกี่ยวได้

ต้นหอม

- ด้านความสูง แปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วจะมีความสูงเจริญได้รวดเร็วมากกว่าแปลงอื่นในช่วง 3 สัปดาห์แรก
- ด้านจำนวนใบต่อต้น แปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วจะมีจำนวนใบต่อต้นมากที่สุด รองลงมาคือแปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี

ผักบุ้ง

- ด้านความสูง แปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วจะมีความสูงเจริญได้รวดเร็วมากที่สุด และใช้เวลาในการเก็บเกี่ยวเพียง 5 สัปดาห์ ส่วนในแปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี และแปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปามีความสูงใกล้เคียงกัน และใช้เวลาในการเก็บเกี่ยว 7 สัปดาห์
- ด้านจำนวนใบต่อต้นแปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วจะมีการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบต่อต้นได้เร็วที่สุดและมีจำนวนมากที่สุด รองลงมาคือแปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปา

3) พืชกินผล ได้แก่

ถั่วพู

- ด้านความสูง ในแปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วจะมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด
- ด้านน้ำหนักต่อผล แปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีมีน้ำหนักต่อผลมากที่สุด รองลงมาคือแปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปา และแปลงที่ปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้ว แต่ถั่วพูในแปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้ว มีลักษณะผลยาวที่สุด รองลงมาคือแปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปาและปุ๋ยเคมี

มะเขือเปราะ

- ด้านความสูง แปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีจะมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด รองลงมาคือแปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปาซึ่งใกล้เคียงกับแปลงเพาะปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัด
- ด้านขนาดผล แปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปาและปุ๋ยเคมีจะมีลักษณะผลใหญ่ที่สุด รองลงมาคือแปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วและแปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปา
- ด้านน้ำหนักต่อผล แปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีมีน้ำหนักต่อผลมากที่สุด แปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปาและแปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วมีน้ำหนักต่อผลใกล้เคียงกัน

กระเจี๊ยบขาว

- ด้านความสูง แปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีจะมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด รองลงมาคือ แปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้ว
- ด้านน้ำหนักต่อผลแปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วมีน้ำหนักต่อผลมากที่สุด มีลักษณะผลอวบกลมสั้น รองลงมาคือ แปลงที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี มีลักษณะผลเรียวยาว

จะเห็นได้ว่าพืชทุกชนิดเจริญเติบโตได้ดีเมื่อเพาะปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้ว และยังแสดงให้เห็นว่ามีธาตุอาหารในน้ำเสียจากชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้วเหมาะสมพืชจึงสามารถเจริญเติบโตได้ดีเทียบเท่ากับแปลงที่ปลูกด้วยน้ำประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี

6.2.4 การอธิบายลักษณะความเสี่ยง (Risk Characterization)

ขั้นตอนท้ายสุดของการประเมินความเสี่ยงคือการอธิบายลักษณะความเสี่ยงโดยศึกษาจากข้อมูลทั้ง 3 ขั้นตอนแรกของการประเมินความเสี่ยงสามารถนำมาสรุปรวบรวมข้อมูลทั้งหมด นำมาวิเคราะห์และประเมินผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช และผลกระทบต่อผู้บริโภคพืช ดังนี้

6.2.4.1 ผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช

ค่าโลหะหนัก สารกำจัดศัตรูพืช รวมทั้งธาตุอาหารที่อยู่ในน้ำเสียที่ใช้ในการเพาะปลูก เป็นสารปนเปื้อนที่อาจส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช จากการศึกษาครั้งนี้มีสารปนเปื้อนที่พบในพืชและอาจมีผลกระทบต่อพืชได้แก่ สังกะสี ทองแดง แคดเมียม ตะกั่ว และปรอท แต่ไม่เกินค่ามาตรฐานสารปนเปื้อนในพืช สำหรับธาตุอาหารที่สำคัญที่ทำให้พืชเจริญเติบโตได้ คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแตสเซียมนั้น พบในน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ใช้ในการเพาะปลูก โดยเฉพาะปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่พบมีความเข้มข้นที่ไม่เป็นอันตรายต่อพืชและยังช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้ดีตามที่องค์การอนามัยโลกได้แนะนำไว้ ดังนั้นพืชทุกชนิดที่ปลูกไม่ว่าจะเป็นพืชกินใบและลำต้น พืชกินผล และพืชกินหัวสามารถเจริญเติบโตได้ดีเมื่อปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วและเจริญเติบโตได้ใกล้เคียงกับแปลงที่มีการปลูกด้วยปุ๋ยเคมีและน้ำประปา

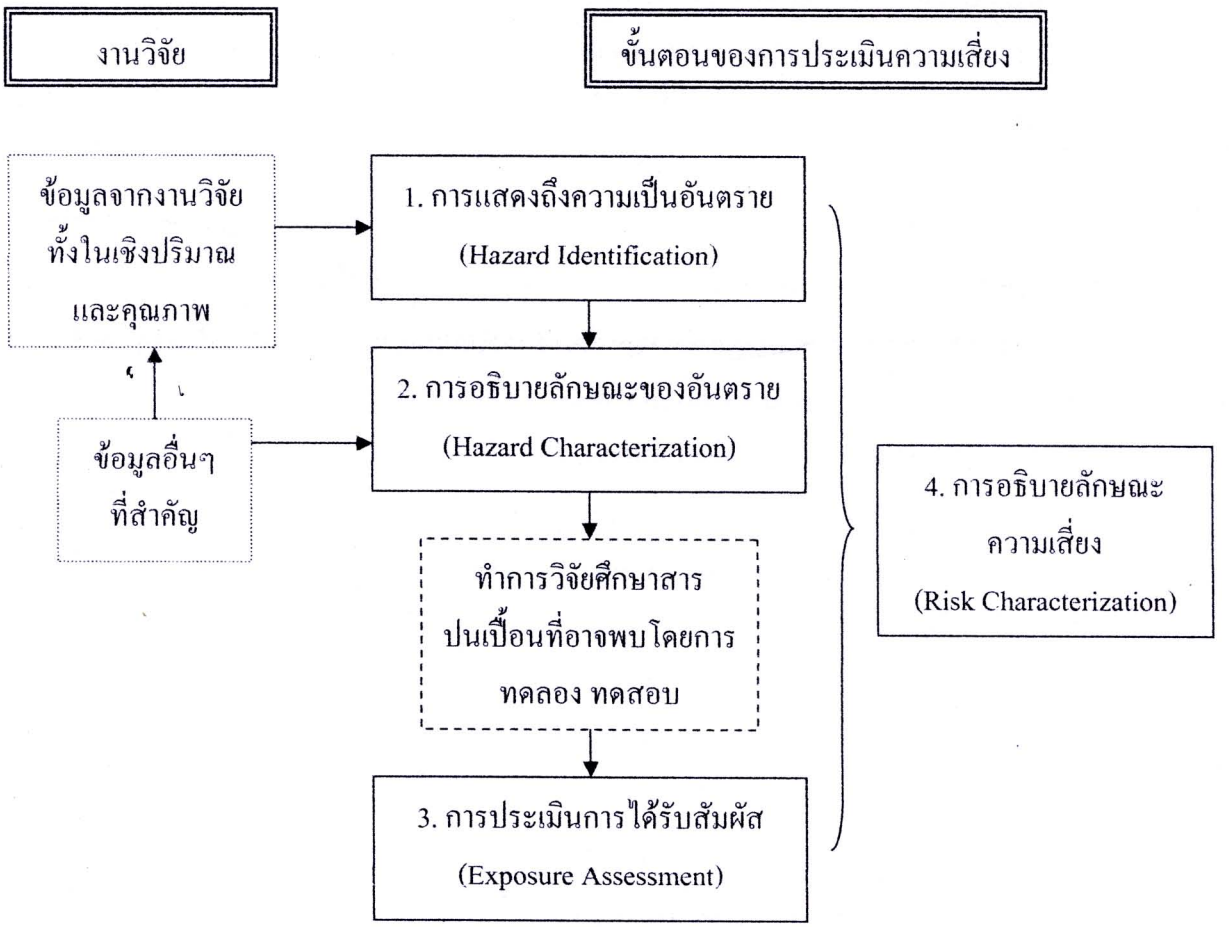
6.2.4.2 ผลกระทบต่อผู้บริโภคพืช

ค่าแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม ค่าโลหะหนัก และสารกำจัดศัตรูพืชในพืช เป็นสารปนเปื้อนที่พบว่าอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคพืชหากพบอยู่ในพืชที่รับประทาน จากการศึกษาพบว่าแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มในน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดจากระบบบำบัดน้ำเสียแล้วและนำมาใช้ในการเพาะปลูกมีค่าเฉลี่ยเกินกว่ามาตรฐานกำหนด แต่ค่าที่ตรวจได้ในแต่ละสัปดาห์พบว่า ส่วนใหญ่ไม่เกินมาตรฐาน มีเพียงสัปดาห์ที่ 6-7 ของ Total coliforms และ Fecal coliforms ที่มีปริมาณเกินกว่ามาตรฐานกำหนด แต่ยังคงตรวจพบ *E. coli* เว้นแต่สัปดาห์ที่ 13 ที่ไม่พบ ส่วนค่าโลหะหนักที่พบไม่เกินค่ามาตรฐานสารปนเปื้อนในพืช ซึ่งโลหะหนักที่พบในพืชส่วนใหญ่จะพบในพืชกินใบและลำต้น ซึ่งโลหะหนักอาจเป็นส่วนหนึ่งที่พบในพืชใบเขียว หรือพืชที่มีสีเขียวทั้งผล เช่น กระเจี๊ยบขาวหรือถั่วพู อย่างไรก็ตามอาจกล่าวได้ว่าการปลูกพืชด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดจากระบบบำบัดน้ำเสียและนำพืชนั้นมาบริโภคไม่ส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคพืชดังกล่าว โดยมีข้อมูลสนับสนุนจากการสัมภาษณ์ชาวบ้านที่รับประทานพืชที่ปลูกในเบื้องต้นพบว่าไม่มีอาการอาหารเป็นพิษซึ่งบ่งบอกได้คร่าวๆ เกี่ยวกับการปนเปื้อนด้วยแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มว่าอยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดโทษต่อผู้บริโภค

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

6.3 สรุปขั้นตอนของการประเมินความเสี่ยงของการนำน้ำเสียชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ในการปลูกพืช

การศึกษาการประเมินความเสี่ยงของการนำน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ในการเพาะปลูกครั้งนี้ สามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 6-1 ขั้นตอนการประเมินความเสี่ยงในการศึกษาวิจัย

6.4 การส่งเสริมให้ชุมชนนำน้ำเสียจากชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับมาใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูก

จากการสัมภาษณ์ทัศนคติของชุมชนในหมู่บ้านละลมหม้อและหมู่บ้านสำโรงเหนือ พบว่าในเรื่องของน้ำที่ใช้เพาะปลูกในช่วงฤดูแล้ง หมู่บ้านละลมหม้อจะพบปัญหานี้น้อยมาก แต่ในหมู่บ้านสำโรงเหนือพบว่ายังคงมีปัญหานี้ โดยทั้งสองชุมชนให้ความสนใจและความต้องการที่จะนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ในการเพาะปลูกแทนการใช้น้ำประปามากกว่า 80% เล็งเห็นประโยชน์ของธาตุอาหารที่มีอยู่ในน้ำเสียชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้วเพื่อแทนการใช้ปุ๋ยเคมีมากกว่า 90% ชุมชนมีความมั่นใจมากที่จะบริโภคผักที่ได้จากการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้มากกว่า 78% และเห็นว่าควรส่งเสริมให้เกษตรกรใช้น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วในการเพาะปลูก

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

มากกว่า 90% และคิดว่าการศึกษานี้มีประโยชน์ต่อเกษตรกรมากที่สุด สำหรับความพึงพอใจในการบริโภคพืชที่ปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วในหมู่บ้านละลมหม้อ พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่พอใจมากกับคุณภาพ ความสมบูรณ์ และคิดว่ามีความปลอดภัยจากการรับประทานพืชที่เพาะปลูก กล่าวโดยสรุปชาวบ้านที่ได้บริโภคและไม่ได้บริโภคพืชที่ทำการเพาะปลูกพืชในพื้นที่ของชุมชนโดยการนำน้ำเสียจากชุมชนเองที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์นั้น มีความพึงพอใจเป็นอย่างมากในการนำน้ำเสียจากชุมชนนี้ที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้รดผักที่นิยมบริโภคมากกว่า 94.74% ซึ่งเป็นไปตามตัวชี้วัดของผลลัพธ์และผลผลิตของโครงการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

6.5 ข้อเสนอแนะจากการศึกษาวิจัย

6.5.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการเพาะปลูกพืชโดยใช้น้ำเสียจากชุมชนเพื่อนำไปประยุกต์ใช้

1) น้ำเสียที่นำมาใช้เพาะปลูกควรเป็นน้ำเสียจากชุมชนที่มาจากการซักล้าง อาบน้ำ ใช้ในครัวเรือน ซึ่งไม่รวมน้ำเสียที่มาจากส้วม
2) ควรมีการตรวจวัดปริมาณและคุณภาพน้ำเสียจากชุมชนเป็นระยะ รวมทั้งตรวจวัดคุณภาพน้ำทุกชนิดที่ใช้ในการเพาะปลูกพืชด้วย เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารปนเปื้อนที่อาจเกิดขึ้น
3) น้ำเสียจากชุมชนควรผ่านการบำบัดด้วยระบบบำบัดน้ำเสียก่อนนำไปใช้ประโยชน์เพื่อลดค่าความเป็นพิษของสารปนเปื้อนที่อาจเกิดขึ้นจากการนำน้ำเสียจากชุมชนไปใช้ประโยชน์ในการปลูกพืช เช่น ระบบบ่อเติมอากาศหากชุมชนมีพื้นที่ปานกลาง ระบบบ่อผึ่ง หรือ อาจใช้บ่อปรับเสถียรหากชุมชนมีพื้นที่มาก ซึ่งเป็นระบบที่กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเห็นว่ามีความเหมาะสมเป็นอันดับแรก เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายในการเดินระบบต่ำและง่ายต่อการควบคุม และควรทำการบำรุงรักษาระบบให้มีประสิทธิภาพในการบำบัดอย่างสม่ำเสมอ
4) ควรมีการวิเคราะห์สารปนเปื้อนในพืชที่ปลูก โดยเฉพาะอย่างยิ่งโลหะหนัก รวมทั้งจุลินทรีย์ก่อโรค
5) ควรมีการวิเคราะห์สารปนเปื้อนในดินที่ใช้ปลูก ได้แก่ โลหะหนัก เพราะจะทำให้ทราบปริมาณสารปนเปื้อนที่อาจสะสมอยู่ในดินที่ใช้ปลูกและสะสมอยู่ในพืชได้
6) พืชที่นำมาเพาะปลูกอาจเลือก พืชกินผลเช่นมะเขือเปราะ ผลไม้ที่มีเปลือก ไม้ดอกไม้ประดับ หรือพืชที่ไม่ได้รับประทานสดโดยตรง
7) วิธีการเพาะปลูก อาจหลีกเลี่ยงการรดน้ำโดยตรงที่ใบ ลำต้น หรือผล ซึ่งวิธีการเพาะปลูกอาจใช้วิธีการรดที่ดินโดยตรง

8) ควรมีการตรวจสุขภาพของประชาชนที่ทำการเพาะปลูกพืชโดยใช้น้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กรวมทั้งผู้บริโภคพืชดังกล่าว

9) ควรทำการเพาะปลูกด้วยความระมัดระวัง เช่น ล้างมือทุกครั้งหลังทำการเพาะปลูก สวมรองเท้ายาง สวมถุงมือยาง เป็นต้น

6.5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำหลักการการประเมินความเสี่ยงไปใช้ประโยชน์ต่อไป

การประเมินความเสี่ยงของการนำน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ในการเพาะปลูก นับเป็นก้าวแรกของการวิจัยในประเทศไทยที่นำเรื่องการประเมินความเสี่ยงมาใช้สนับสนุนข้อมูลเกี่ยวกับการนำน้ำเสียจากชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับมาใช้ประโยชน์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเพาะปลูก เพื่อให้ผู้บริโภคยอมรับและเกิดความมั่นใจในการบริโภคพืชที่ปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้วและเห็นคุณค่าของน้ำเสียมากยิ่งขึ้น นอกเหนือจากการศึกษาการประเมินความเสี่ยงทั้ง 4 ขั้นตอน ตามรูปที่ 6-1 แล้ว ชุมชนหรือผู้สนใจเกี่ยวกับเรื่องนี้ควรทำการตรวจติดตามในผู้บริโภคพืชด้วยการตรวจร่างกายเพื่อหาปริมาณสารตกค้างที่อาจปนเปื้อนและก่อพิษต่อผู้บริโภคได้ในระยะยาวต่อไป

6.5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัยต่อเนื่อง

ข้อเสนอแนะจากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการนำน้ำเสียจากชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ในการเพาะปลูก เพื่อใช้ในการศึกษาต่อเนื่องต่อไป มีดังนี้

1) ควรมีการศึกษาการเพาะปลูกพืชโดยใช้น้ำเสียจากชุมชนในระยะยาวต่อไปเพื่อศึกษาถึงการสะสมของสารปนเปื้อนต่างๆ ทั้งในสิ่งแวดล้อม และสุขภาพอนามัยของประชาชน

2) ควรปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ใช้ในการศึกษาวิจัยนี้เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากชุมชนได้ดีขึ้น เช่น การขุดลอกตะกอนดินบางส่วนทิ้ง การเติมออกซิเจนให้น้ำ หรืออาจใช้พืชน้ำช่วยในการบำบัด เป็นต้น

3) ควรทำการวัดปริมาณผลผลิตของพืชผักต่อพื้นที่เพื่อให้ได้ข้อมูลของผลผลิตที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

4) ควรศึกษาการสะสมของโลหะหนักในมวลดินและพืช โดยศึกษาในทุกฤดูกาล

5) ควรมีการศึกษาสารพิษตกค้างที่สะสมในระยะยาวโดยเฉพาะในผู้บริโภคผักที่ปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้ว

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ