บทที่ 5
การอภิปรายและวิจารณ์ผล

5.1 การประเมินความเสี่ยงของการนำน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ในการปลูกพืช

การประเมินความเสี่ยง (Risk assessment) เป็นวิธีการหนึ่งที่องค์การอนามัยโลก และโครงการมาตรฐานอาหาร FAO/WHO ซึ่งเป็นหน่วยงานที่กำหนดมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ หรือมาตรฐานโคเด็กซ์ (Codex) ได้เลือกมาเป็นวิถีทางที่ใช้ในการลดความเสี่ยงจากอันตรายที่พบอยู่ในอาหารทั้ง 3 ด้าน คือ อันตรายด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านชีวภาพ โดยเฉพาะความเสี่ยงที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค และจากสารพิษ ซึ่งจากการประชุมที่กรุงสต๊อกโฮล์ม ประเทศสวีเดน องค์การอนามัยโลกได้ให้คำแนะนำและกำหนดเป็นเกณฑ์เกี่ยวกับการนำน้ำเสียจากชุมชนมาใช้ในการเพาะปลูก (WHO, 2006) ขึ้น และให้คำแนะนำว่าการใช้ประโยชน์จากน้ำเสียดังกล่าวควรมีการประเมินความเสี่ยงด้วยเพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อสุขภาพอนามัยและต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงได้ทำการประเมินความเสี่ยงของการนำน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ในการเพาะปลูก โดยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

5.1.1 การแสดงถึงความเป็นอันตราย (Hazard Identification)

ชุมชนบ้านละลมหม้อในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลมีจำนวนครัวเรือน 81 หลังคาเรือน จำนวนประชากรทั้งสิ้น 250 คน มีน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กนี้เกิดขึ้นประมาณ 20 ลิตร/คน/วัน ปริมาณน้ำเสียจากชุมชนที่เกิดขึ้นอาจจะน้อยกว่า 20 ลิตร/คน/วัน ในพื้นที่ที่ยากจนห่างไกล (Ridderstolpe, 2004; Winblad and Simpson-Hébert, 2004) หรือปริมาณน้ำเสียจากชุมชนอาจอยู่ในช่วง 100-200 ลิตร/คน/วัน (สูงที่สุด ที่รายงานจากสหรัฐอเมริกาและแคนาดา) และในบางครั้งอาจมากกว่า 200 ลิตร/คน/วัน (Crites and Tchobanoglous, 1998; Bertaglial *et al.*, 2005) ซึ่งผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการระบายน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ จะทำให้เกิดปัญหาน้ำเน่าเสียและส่งผลต่อระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำนั้นได้ นอกจากนั้นอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนที่อาศัยแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคได้ จึงจำเป็นที่จะต้องหาวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียให้มีลักษณะดีขึ้นหรือสะอาดขึ้นก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ (ปรมาภรณ์ โอจงเพียร, 2546) น้ำเสียที่เกิดจากชุมชนบ้านละลมหม้อในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลนี้จะถูกบำบัดด้วยระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization ponds) ก่อนที่จะนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตร จากการสัมภาษณ์ผู้ใหญ่บ้านละลมหม้อพบว่า ยังไม่มีการตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำเสียจากชุมชนทั้งก่อนและหลังผ่านการบำบัด การตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำเสียนั้นมีความสำคัญมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการนำน้ำเสียนั้นไปใช้ประโยชน์ต่อไป การศึกษาวิจัยนี้จึงมีการตรวจ

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

วิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำเสียจากชุมชนก่อนและหลังผ่านการบำบัด จากการตรวจคุณสมบัติน้ำเสียจากชุมชนก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียพบว่า ค่าออกซิเจนละลายมีค่าต่ำมากถึง 0.85 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าออกซิเจนละลายที่ต่ำมากแสดงให้เห็นว่าในน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กนี้มีปริมาณสารอินทรีย์อยู่มาก ซึ่งสามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน ทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำมีน้อยลงและทำให้เกิดน้ำเน่าเหม็นได้ ในขณะเดียวกันค่าบีโอดีมีค่าสูงถึง 106.99 มิลลิกรัม/ลิตร แสดงให้เห็นชัดว่าในน้ำเสียมีสารอินทรีย์ปนเปื้อนอยู่มาก (กรมควบคุมมลพิษ, 2545; กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2545) ค่าดังกล่าวข้างต้นสัมพันธ์กับค่าจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำ ในการศึกษาวิจัยนี้เช่นกัน 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 ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้เป็นแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม หากมีจุลินทรีย์เป็นจำนวนมาก จุลินทรีย์เหล่านี้จะใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิตโดยการย่อยสลายสารอินทรีย์ทำให้ระดับของออกซิเจนละลายน้ำลดลงและทำให้เกิดสภาพเน่าเหม็นเช่นกัน รวมทั้งยังทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ เนื่องจากแบคทีเรียในกลุ่มนี้จะสามารถก่อให้เกิดโรคในคนได้ ส่วนค่านำไฟฟ้าในน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กนี้มีค่ามากถึง 596 ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร ค่านำไฟฟ้าที่มีค่ามากนี้จะเป็นตัวชี้วัดว่าในน้ำเสียนั้นมีสารอนินทรีย์ละลายอยู่ในน้ำมากและสัมพันธ์กับค่าของแข็งละลายน้ำ ซึ่งค่าของแข็งละลายน้ำในน้ำเสียนี้มีค่าสูงถึง 345.61 มิลลิกรัม/ลิตร เช่นเดียวกัน นอกจากนั้นยังสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มข้นของโลหะที่อยู่ในน้ำเสียนี้ได้อีกด้วย ซึ่งปริมาณโลหะที่ตรวจพบในน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กได้แก่ สังกะสีมีค่าประมาณ 0.021 มิลลิกรัม/ลิตร ตะกั่วมีค่าประมาณ 0.002 มิลลิกรัม/ลิตร และแคดเมียมมีค่าประมาณ 0.0005 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนธาตุอาหารที่พบในน้ำเสียนี้ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแตสเซียม มีค่าประมาณ 18.98 0.33 และ 1.06 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ จากการสำรวจในประเทศไทยในโรงบำบัดน้ำเสียจากชุมชน 19 แห่ง ช่วงฤดูแล้งปี พ.ศ. 2541 พบค่าไนโตรเจนในน้ำเสียในช่วง 1-13 มิลลิกรัม/ลิตร (ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 2-5 มิลลิกรัม/ลิตร) และพบค่าฟอสฟอรัสในช่วง 0.1-10 มิลลิกรัม/ลิตร (ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 0.5-1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) (กรมควบคุมมลพิษ, 2543) ธาตุอาหารเหล่านี้ถ้ามีปริมาณมากจะทำให้เกิดการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วของสาหร่ายและพืชน้ำสีเขียว หรือเรียกว่า ปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่น (Eutrophication) หรือแอลจีบลูม (Algae bloom) ทำให้ออกซิเจนในน้ำลดลงและทำให้เกิดน้ำเน่าเสีย ดังนั้นจึงควรมีการนำน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กนี้ผ่านการบำบัดก่อนที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกได้ (Ahmed *et al*., 2009)

หลังผ่านการบำบัดด้วยระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็กแบบบ่อปรับเสถียรแล้ว พบว่าค่าออกซิเจนละลายในน้ำมีค่าสูงขึ้น ขณะเดียวกันค่าบีโอดีและค่าซีโอดีมีค่าน้อยลงเหลือเพียง 35.63 และ 9.95 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ แสดงว่าระบบบำบัดนี้สามารถบำบัดค่าสารอินทรีย์ที่ปนเปื้อน

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

อยู่ในน้ำเสียได้ และตามมาตรฐานน้ำทิ้งชุมชนขนาด 101 ถึง 500 คน (ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และวิบูลลักษณ์ วิสุทธิศักดิ์, 2540) กำหนดว่าค่าบีโอดีไม่ควรเกิน 60 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งได้ค่าตามมาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน สำหรับค่านำไฟฟ้านั้นมีค่าลดลงเหลือ 586.38 ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร จากที่กล่าวข้างต้นค่านำไฟฟ้านี้สัมพันธ์กับค่าของแข็งละลายน้ำมีค่าลดลงเช่นเดียวกัน เหลือ 333.75 มิลลิกรัม/ลิตร และค่าของแข็งแขวนลอยมีค่าลดลงเหลือ7.6 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งได้ค่าตามมาตรฐานน้ำทิ้งชุมชนที่กำหนดไว้ว่าค่าของแข็งละลายไม่เกิน 500 มิลลิกรัม/ลิตร ของแข็งแขวนลอยไม่เกิน 50 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนสังกะสีลดลงเหลือ 0.011 มิลลิกรัม/ลิตร ตะกั่วลดลงเหลือ 0.001 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนแคดเมียมมีค่าเท่าเดิม จากการศึกษาพบว่าโลหะหนักในน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กนี้พบโลหะหนักเพียง 3 ชนิดที่กล่าวมาแล้วเท่านั้น และไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินเพื่อการใช้ประโยชน์สำหรับการเกษตร ประเภทที่ 3 (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) ซึ่งโดยทั่วไปสามารถพบสังกะสีได้จากอาหารที่มีโปรตีนสูง และอุตสาหกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวกับการเคลือบโลหะ เพื่อป้องกันสนิมและการกัดกร่อน เช่นในกระเบื้องสังกะสี หรือกระเบื้องสังกะสีลูกฟูก และใช้เป็นส่วนประกอบในโลหะผสม เช่นใช้ในการทำของเล่น และยังใช้เป็นภาชนะของถ่านอัลคาไลน์ (Geocities, 2552) ส่วนตะกั่วเป็นโลหะชนิดหนึ่งที่มักจะนำไปใช้ในการผลิตสินค้าอุปโภคบริโภคหลากหลายชนิดที่มนุษย์ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น สีทาบ้าน สีป้องกันสนิม แบตเตอรี่รถยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้าบัดกรี เป็นต้น ซึ่งปัจจุบันได้มีการรณรงค์ให้ลดปริมาณการใช้ตะกั่วในสินค้าประเภทสีทาวัสดุชนิดต่างๆ รวมทั้งน้ำมันด้วย สำหรับแคดเมียมนั้นจะปนเปื้อนอยู่ในสิ่งแวดล้อมบ้างในปริมาณน้อยและมักพบเกิดร่วมกับแร่ชนิดต่างๆ โดยเฉพาะแร่สังกะสีและตะกั่ว การแพร่กระจายของแคดเมียมสู่สิ่งแวดล้อมนอกจากจะมาจากแหล่งของแคดเมียมตามธรรมชาติแล้ว ยังมีแหล่งที่มาจากอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมการหลอม และการถลุงแร่สังกะสีและตะกั่ว การผลิตโลหะผสมอัลลอยด์ การชุบโลหะที่เป็นส่วนประกอบของเครื่องบินรถยนต์ อุปกรณ์ไฟฟ้า อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การใช้แคดเมียมในอุตสาหกรรมการผลิตยางพลาสติก แบตเตอร์รี่ (Cadmium-Nickel Battery) การเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงและถ่านหิน และใช้เป็นสารผสมในสารฆ่าเชื้อรา (Fungicide) อีกด้วย (เขมชิต ธนากิจชาญเจริญ และคณะ, 2551; Khan and Samiullah, 2006) ซึ่งการศึกษาวิจัยครั้งนี้แปลงเพาะปลูกของชุมชนบ้านละลมหม้ออยู่บริเวณริมถนนในหมู่บ้านและใกล้กับนาข้าว จึงอาจเป็นไปได้ว่าพบแคดเมียม สังกะสี และตะกั่วปนเปื้อนในน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กนี้ได้

สารพิษอีกประเภทหนึ่งที่อาจเป็นอันตรายหากตรวจพบคือ สารกำจัดศัตรูพืช ในการตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กนี้ทั้งก่อนและหลังผ่านระบบบำบัดน้ำเสียนั้น ไม่พบค่าสารกำจัดศัตรูพืช โดยเฉพาะในกลุ่มออร์แกโนคลอรีน แต่หากตรวจพบอาจทำให้เกิดปัญหาการปะปนของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มนี้ในสิ่งแวดล้อม เป็นผลทำให้คุณภาพสิ่งแวดล้อมเสื่อมลงเนื่องจากมีคุณสมบัติความคงทนสูง สลายตัวได้ยาก และสามารถสะสมในเนื้อเยื่อไขมันของ

สิ่งมีชีวิตได้เป็นอย่างดี จึงทำให้ปัญหานี้ขยายวงกว้าง และมีผลกระทบถึงคุณภาพสิ่งแวดล้อม ข้อมูลการสะสมของสารกำจัดศัตรูพืชในสิ่งแวดล้อมภาคต่างๆ เช่น สะสมในอาหารและผลผลิตทางการเกษตร สะสมในแหล่งน้ำ และสะสมในสัตว์น้ำชนิดต่างๆ (พาลาภ สิงหเสนี, 2537)

ส่วนธาตุอาหารที่พบในน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วพบว่า ค่าไนโตรเจนมีค่าลดลงเหลือ 14.75 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลกกำหนดไว้ในช่วง 5-30 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนฟอสฟอรัส และโพแตสเซียม มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ดังรายงานวิจัยของ Finley และคณะ (2009) ที่ได้ทำการตรวจวิเคราะห์หาธาตุอาหารที่มีอยู่ในน้ำเสียจากชุมชน พบว่ามีในปริมาณน้อย ซึ่งขึ้นอยู่กับกิจกรรม และการดำรงชีวิต ในแต่ละชุมชน ขณะที่ประเทศสวีเดนพบปริมาณธาตุอาหารในน้ำเสียจากชุมชนน้อยเช่นกันเมื่อเทียบกับน้ำเสียปกติ โดยระดับของไนโตรเจนและธาตุอาหารอื่นๆ ที่จำเป็นต่อพืชจะมีระดับต่ำ แต่ในน้ำเสียจากชุมชนบางแห่งจะมีค่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูง ซึ่งฟอสฟอรัสที่เกิดขึ้นจะมาจากน้ำซัก และน้ำล้างจาน แต่ในบางประเทศ เช่น นอร์เวย์ และบางประเทศในแถบเอเชียตะวันออกมีการห้ามใช้สารเคมีที่ใช้ซัก และล้างจาน ที่มีฟอสฟอรัสผสมอยู่ ซึ่งน้ำเสียจากชุมชนในนอร์เวย์จะมีระดับฟอสฟอรัสเพียงแค่ 10-20% ของระดับที่พบโดยปกติของสวีเดน อย่างไรก็ตามธาตุอาหารเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นจึงสามารถนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรได้ ซึ่งนอกจากจะสามารถลดปัญหาปริมาณน้ำเสียได้แล้ว ยังสามารถแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการชลประทานในฤดูแล้งได้อีกด้วย อีกทั้งยังสามารถประหยัดปริมาณการใช้ปุ๋ยในการเกษตรลงได้ ซึ่งในหลายประเทศทั่วโลกได้มีการนำแนวทางดังกล่าวมาใช้ปฏิบัติบ้างแล้ว (ปรมาภรณ์ โอจงเพียร, 2546) และพบว่าสามารถนำมาใช้ในการเพาะปลูกได้ (Faruqui and Al-Jayyousi, 2002; Al Salem and Abouzaid, 2006; Finley *et al.*, 2009; Jackson *et al.*, 2009; Salukazana *et al.*, 2009) สำหรับค่าแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว ค่า Total coliform bacteria และ Fecal coliform มีค่าลดลงเหลือ 23417.55 และ 5666.58 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วน *E. coli* ตรวจไม่พบในสัปดาห์ที่ 13 ของการศึกษา จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียรนี้สามารถบำบัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้โดยไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน (ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และวิบูลลักษณ์ วิสุทธิศักดิ์, 2540)

5.1.2 การอธิบายลักษณะของอันตราย (Hazard Characterization)

การศึกษาวิจัยนี้ได้นำน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ในการเพาะปลูก และจากการเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินเพื่อการใช้ประโยชน์สำหรับการเกษตร ประเภทที่ 3 (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) และตามเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลก (WHO, 2006) พบว่าค่าพารามิเตอร์ที่เป็นสารปนเปื้อนและเป็นสารพิษส่วนใหญ่ตรวจไม่พบ และไม่เกินมาตรฐานดังกล่าว ได้แก่ สารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มออร์แกโนคลอรีน แคดเมียม โครเมียม ทองแดง ตะกั่ว สังกะสี ปรอท และสารหนู สอดคล้องกับงานวิจัยของ Finley และคณะ (2009)

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

Salukazana และคณะ (2009) Jackson และคณะ (2009) ซึ่งตรวจไม่พบ หรือพบในปริมาณที่น้อยมากของแคดเมียม โครเมียม ทองแดง ตะกั่ว สังกะสี แต่ไม่เกินค่ามาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ ค่าโลหะหนักที่อยู่ในน้ำเสียจากชุมชนนั้นจะขึ้นอยู่กับกิจกรรมในแต่ละชุมชนด้วย โดยมาตรฐานที่ใช้อ้างอิงในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดไว้ว่าไม่ควรเกิน 0.05 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับ สารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มออร์แกโนคลอรีน แคดเมียม โครเมียม และตะกั่ว และไม่ควรเกิน 0.002, 0.01, 0.1 และ 1 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับ ปรอท สารหนู ทองแดง และสังกะสี ตามลำดับ นอกจากนี้ต่างประเทศยังกำหนดเกณฑ์สำหรับการนำน้ำเสียกลับมาใช้ประโยชน์เพื่อการเพาะปลูก ยกตัวอย่างเช่น ประเทศออสเตรเลียที่กำหนดค่าของแคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว ปรอท สารหนู ทองแดง และสังกะสี ว่าไม่ควรเกิน 0.05, 1.0, 5.0, 0.002, 2.0, 5.0, และ 5.0 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ (Australian Health Ministers' Conference, 2006) และประเทศสหรัฐอเมริกา กำหนดค่าของแคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว สารหนู ทองแดง และสังกะสี ไม่ควรเกิน 0.05, 1.0, 10.1, 2.0, 5.0, และ 10.0 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ (USEPA, 2004) ส่วนประเทศจีนมีการกำหนดเกณฑ์เช่นเดียวกันสำหรับการใช้ปลูกผัก โดยกำหนดค่าของแคดเมียม โครเมียม ปรอท สารหนู ทองแดง และสังกะสี ไม่ควรเกิน 0.005, 0.1, 0.001, 0.05, 1.0, และ 2.0 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ (Vigneswaran and Sundaravadivel, 2004) สำหรับเกณฑ์ของประเทศซาอุดิอาราเบียนั้นไม่จำกัดการใช้ประโยชน์จากน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว โดยกำหนดค่าของแคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว ปรอท สารหนู ทองแดง และสังกะสี ไม่ควรเกิน 0.01, 0.1, 0.1, 0.001, 0.1, 0.4, และ 4.0 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ (USEPA, 2004) จะเห็นได้ว่าเกณฑ์ของแต่ละประเทศกำหนดค่าสารปนเปื้อนแตกต่างกัน ดังนั้นองค์การอนามัยโลกจึงต้องกำหนดเกณฑ์มาตรฐานขึ้นเพื่อเป็นเกณฑ์ที่ใช้ร่วมกัน โดยกำหนดค่าของแคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว สารหนู ทองแดง และสังกะสี ไม่ควรเกิน 0.01, 0.1, 5.0, 0.1, 0.2, และ 2.0 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ (WHO, 2006)

นอกเหนือจากค่าสารปนเปื้อนดังกล่าว คุณสมบัติที่สำคัญอื่นๆ ที่ตรวจพบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินเพื่อการใช้ประโยชน์สำหรับการเกษตร ประเภทที่ 3 (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) ได้แก่ ค่าพีเอชมีค่าประมาณ 7 ซึ่งอยู่ในช่วงมาตรฐานดังกล่าวคือ 5-9 และตามเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลก (WHO, 2006) อยู่ในช่วง 6.5-8.0 สำหรับเกณฑ์ของต่างประเทศกำหนดค่าพีเอชไว้เช่นเดียวกัน เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา จีน และซาอุดิอาราเบีย กำหนดในช่วง 6.0, 5.5-8.5 และ 6.0-8.4 ตามลำดับ ค่าอุณหภูมิในน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วและนำมาใช้ในการเพาะปลูกอยู่ในช่วง 24.65 ซึ่งในขณะที่ทำการศึกษาทดลองอยู่ในช่วงเดือนธันวาคมถึงมีนาคม ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูหนาวของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อุณหภูมิของน้ำเสียจากชุมชนจึงมีค่าปกติ สำหรับ ค่าของแข็งทั้งหมดที่ตรวจวัดได้มีค่าประมาณ 353.7 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าของแข็งละลายและค่าของแข็งแขวนลอยมีค่าประมาณ 333.8 และ 7.6 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ โดยค่าของแข็งนั้นอยู่ในเกณฑ์ขององค์การ

อนามัยโลก (WHO, 2006) ที่กำหนดไว้ว่า ควรมีค่าน้อยกว่า 500, 450 และ 50 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ โดยประเทศจีนได้กำหนดค่าของแข็งละลายและของแข็งแขวนลอยไว้ที่ 1000-2000 และ 200 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนสหรัฐอเมริกากำหนดค่าของแข็งละลายในช่วง 500-2000 มิลลิกรัม/ลิตร

สำหรับคุณสมบัติอื่นๆ ที่เกินมาตรฐานที่ใช้อ้างอิง ได้แก่ ค่าออกซิเจนละลายมีค่าประมาณ 1.49 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ 4 มิลลิกรัม/ลิตร แสดงว่าในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วยังพบสารอินทรีย์อยู่มาก สอดคล้องกับค่าบีโอดีที่อยู่ในช่วงเกินมาตรฐาน นั่นคือมีค่าประมาณ 35.63 มิลลิกรัม/ลิตร มาตรฐานที่ใช้อ้างอิงกำหนดไว้ ที่ 2 มิลลิกรัม/ลิตร โดยประเทศจีนได้กำหนดค่าบีโอดีไว้ที่ 80 มิลลิกรัม/ลิตร และซาอุดิอาราเบียกำหนดไว้ที่ 10 มิลลิกรัม/ลิตร ขณะที่ค่าซีโอดีตรวจวัดได้ประมาณ 9.95 มิลลิกรัม/ลิตร มาตรฐานในประเทศที่ใช้อ้างอิงนั้น ไม่ได้กำหนดค่าซีโอดีไว้ อาจเนื่องจากสามารถวัดค่าความสกปรกในน้ำเสียจากชุมชนนี้ได้จากค่าบีโอดี มีเพียงประเทศจีนได้กำหนดไว้ที่ 150 มิลลิกรัม/ลิตร เช่นเดียวกับค่าความขุ่นที่มีเพียงประเทศซาอุดิอาราเบียกำหนดไว้ที่ 1 เอ็นทียู สำหรับคุณสมบัติที่สำคัญอย่างยิ่งในการศึกษาครั้งนี้คือ แบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม ได้แก่ Total coliform bacteria, Fecal coliform และ *E. coli* มีค่าเกินค่ามาตรฐานเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้อ้างอิงที่กำหนดไว้ที่ 20000 และ 4000 เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร สำหรับ Total coliform bacteria และ Fecal coliform และ ควรตรวจไม่พบ *E. coli* ซึ่งประเทศซาอุดิอาราเบียได้กำหนดแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มไว้ที่ 2.2 เคาท์ต่อ 100 มิลลิลิตร

5.1.3 การประเมินการได้รับสัมผัส (Exposure Assessment)

การศึกษาการประเมินการได้รับสัมผัสเป็นขั้นตอนของการประเมินความเสี่ยงในเชิงปริมาณความเข้มข้นของสารปนเปื้อนที่อาจพบได้ในพืชที่เพาะปลูกและอาจมีผลกระทบต่อผู้บริโภคจากการนำน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วและได้ทำการตรวจวิเคราะห์โดยแสดงถึงความเป็นอันตรายและอธิบายลักษณะของอันตรายที่อาจพบในน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กโดยการเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานต่างๆ โดยพบว่าสารปนเปื้อนส่วนใหญ่ไม่เกินมาตรฐานที่ใช้ในการอ้างอิง (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537; WHO, 2006) มาเพาะปลูกพืชทั้งหมด 10 ชนิดด้วยกัน โดยแบ่งเป็น พืชกินใบและลำต้นได้แก่ ผักชีไทย ผักชีลาว ต้นหอม ผักบุ้ง ผักกวางตุ้ง ผักกาดฮ่องเต้ พืชกินผลได้แก่ ถั่วพู มะเขือเปราะ กระเจี๊ยบขาว และพืชกินหัวได้แก่ กระเทียม ซึ่งมีแปลงที่ใช้น้ำประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีลงในแปลงเป็นตัวอย่างเปรียบเทียบ และแปลงที่ใช้น้ำประปาเป็นตัวอย่างควบคุม เนื่องจากงานวิจัยส่วนใหญ่ทั้งในและต่างประเทศได้ให้ความสำคัญกับสารปนเปื้อนที่อาจส่งผลกระทบต่อผู้บริโภค (USEPA, 2004; Australian Health Ministers' Conference, 2006; WHO, 2006; Vigneswaran and Sundaravadivel, 2004) ได้แก่ โลหะหนัก และสารกำจัดศัตรูพืชในพืชที่เพาะปลูก จากการวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของสารปนเปื้อนในพืชที่เพาะปลูก พบว่า ปริมาณโลหะหนักที่ตรวจพบในพืชที่เพาะปลูกทั้ง 3 แปลง คือ สังกะสี ตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง และปรอท ซึ่งสังกะสี ตะกั่วและแคดเมียมนั้น ตรวจพบในน้ำเสีย

จากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วแต่ไม่เกินมาตรฐานที่ใช้อ้างอิง (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537; WHO, 2006) ส่วนทองแดงและปรอทตรวจไม่พบในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว แต่ตรวจพบในพืชที่ปลูก อาจเนื่องจากทองแดงพบได้ตามธรรมชาติทั้งในดิน หิน น้ำ และอากาศ อาจอยู่ในรูปธาตุอิสระหรือสารประกอบ เช่น Cu_2O, Cu_2S, CuF, $CuSO_4$, $CuFeS_2$ เป็นต้น ทองแดงยังพบได้ในผักใบเขียว เมล็ดพืช ถั่วที่ยังไม่ขัดสี กล้วย และน้ำดื่ม นอกจากนี้ยังมีการนำทองแดงไปใช้เป็นสารเคมีทางการเกษตร สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์รบกวนต่างๆ การทำสีย้อม เป็นต้น (Geocities, 2552) สำหรับปรอทอาจพบร่วมกับทองแดงและสังกะสีได้ (Alloway,1995) ในขณะที่ปรอทอาจพบในธรรมชาติเช่นกัน โดยจะพบในก๊าซธรรมชาติ ที่อยู่ในรูปของไอปรอท และปะปนมากับก๊าซธรรมชาติจากแหล่งกักเก็บปิโตรเลียม ไอปรอทที่พบในก๊าซธรรมชาติมีอยู่ 2 รูป คือ อยู่ในรูปของธาตุปรอท และสารประกอบของปรอท โดยสารประกอบของปรอทที่พบในก๊าซธรรมชาติส่วนมาก ได้แก่ ไดเมทธิลเมอร์คิวรี (Dimethylmercury) และ ไดเอทธิลเมอร์คิวรี (Diethylmercury) (ณรงค์ศักดิ์ อังคะสุวพลา และคณะ, 2552) และปรอทอาจเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (Prasad, 2004) เช่น กระบวนการในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ร้านชุบโลหะ อู่ซ่อมรถ และสีย้อมผ้า ซึ่งในชุมชนบ้านละลมหม้อไม่มีโรงงานอุตสาหกรรมอยู่ แต่แปลงเพาะปลูกพืชอยู่บริเวณถนนในหมู่บ้าน เป็นไปได้ว่าทำให้ตรวจพบปริมาณของปรอทในพืชที่เพาะปลูก อย่างไรก็ตามค่าโลหะหนักที่ตรวจพบในพืชนั้นไม่เกินค่ามาตรฐานสารปนเปื้อนในพืช (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน, 2529; สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549; Codex general standard for contaminants and toxins in foods, 1995; FAO/WHO Joint Codex Alimentarius Commission, 2001)

โลหะหนักแต่ละชนิดตรวจพบได้ในพืชที่มีลักษณะแตกต่างกันไป ดังนี้ สังกะสี และทองแดง ตรวจพบในพืชทุกชนิด และทุกแปลง ส่วนค่าสังกะสีพบมากที่สุดในพืชกินใบและลำต้น คือ ผักชีลาวในทุกแปลงปลูก น้อยที่สุดคือต้นหอมในทุกแปลงปลูก ส่วนพืชกินผลพบมากที่สุดคือกระเจี๊ยบขาวและน้อยที่สุดคือมะเขือเปราะ ในทุกแปลงปลูกเช่นเดียวกัน แต่ไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ 100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน, 2529) สาเหตุที่พบมากในพืชกินใบและลำต้นอาจเนื่องจากสังกะสีพบได้ทั่วไปในผักใบเขียว ผักขม และยังพบในผักกินหัวและผลอีกด้วย (Geocities, 2552) ทองแดงพบมากที่สุดในพืชกินใบและลำต้นเช่นกันคือ ผักประเภทผักชี ส่วนพืชกินผลพบมากที่สุดในถั่วพูและน้อยที่สุดในมะเขือเปราะ ในทุกแปลงปลูก แต่ไม่เกินมาตรฐานที่ใช้ กำหนดไว้ 20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน, 2529) สาเหตุที่พบมากในพืชกินใบและลำต้นอาจเนื่องจากทองแดงพบได้ทั่วไปในผักใบเขียว เมล็ดพืช และยังพบในผักกินหัวและผลอีกด้วย (Geocities, 2552) ตะกั่วพบมากที่สุดในพืชกินใบและลำต้นเช่นกันคือ ผักชีไทยในแปลงปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วและจากแปลงปลูกด้วยน้ำประปาใส่ปุ๋ย

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ปลูก และผักกาดฮ่องเต้พบในแปลงควบคุมที่ปลูกด้วยน้ำประปา พืชกินผลพบตะกั่วมากที่สุดคือกระเจี๊ยบขาวในทุกแปลง พืชกินหัวคือกระเทียมตรวจพบตะกั่วปริมาณน้อยในทุกแปลง โดยทุกแปลงที่ตรวจพบนั้นไม่เกินมาตรฐาน ซึ่งกำหนดไว้ 0.3 มิลลิกรัม/กิโลกรัมในพืชกินใบ และ 0.1 มิลลิกรัม/กิโลกรัมในพืชกินผลและหัว (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549) จะเห็นได้ว่าพืชแต่ละชนิดมีความสามารถในการสะสมตะกั่วได้แตกต่างกันไป ทำให้ตรวจพบปริมาณตะกั่วในพืชต่างกัน สาเหตุที่พบตะกั่วในพืชที่ปลูกอาจเนื่องจากพบในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วที่ใช้เพาะปลูกพืชที่มีตะกั่วปนเปื้อนจากผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการอุปโภคบริโภคของชุมชน เช่น สีทาบ้าน สีป้องกันสนิม แบตเตอรี่รถยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้าบัดกรี เป็นต้น อย่างไรก็ตามในประเทศต่างๆ ได้ลดปริมาณการใช้ตะกั่วในสินค้าประเภทสีทาวัสดุและรณรงค์ให้ใช้น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วแล้ว แต่ปริมาณของตะกั่วที่ใช้กันมานานทำให้เกิดการสะสมในสิ่งแวดล้อมได้นานเช่นกัน (Alloway, 1995) นอกเหนือจากนั้นอาจพบตะกั่วในธรรมชาติโดยมักพบปะปนอยู่กับกำมะถัน (ปราโมทย์ ศรีสุวรรณ และรินทวัฒน์ สมบัติศิริ, 2552) สำหรับแคดเมียมนั้นส่วนใหญ่ตรวจไม่พบในพืช แต่จะพบปริมาณเล็กน้อยประมาณ 0.01 มิลลิกรัม/กิโลกรัมในผักกวางตุ้งของทุกแปลง ซึ่งไม่เกินมาตรฐานที่ใช้อ้างอิงข้างต้น (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549) ที่กำหนดไว้ที่ 0.2 มิลลิกรัม/กิโลกรัมในพืชกินใบ แคดเมียมในธรรมชาติมักพบร่วมกับสังกะสีและตะกั่ว และอาจพบในการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงและในสารฆ่าเชื้อราเช่นกัน อย่างไรก็ตามการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตหรือปุ๋ยปลูกที่มีฟอสฟอรัสเป็นส่วนผสมในพื้นที่เพาะปลูกเป็นประจำอาจทำให้เกิดการสะสมของแคดเมียมในดินและในพืชได้โดยเฉพาะส่วนของรากและลำต้น เนื่องจากการแร่ฟอสฟอไรท์ที่ใช้ผลิตปุ๋ยฟอสเฟตนั้นมักจะมีแคดเมียมปนอยู่มาก ซึ่งปริมาณแคดเมียมจะมากหรือน้อยจึงขึ้นอยู่กับชนิดของแร่ฟอสฟอไรท์ที่นำมาใช้ผลิตปุ๋ยด้วย (Alloway, 1995) ในขณะเดียวกันจากงานวิจัยของ Yang และคณะ (2004) พบว่าหากปริมาณการสะสมของสังกะสีในพืชมากจะยิ่งเหนี่ยวนำทำให้เกิดการสะสมของแคดเมียมมากขึ้นเช่นกัน นอกเหนือจากนั้นยังตรวจพบปรอทในพืชที่ปลูกด้วย น้ำประปามากกว่าแปลงอื่นๆ โดยพบในพืชกินผลมากที่สุดคือถั่วพู มีค่าประมาณ 0.0009 ไมโครกรัม/กิโลกรัม แต่ไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ 2 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน, 2529) และที่ 0.1 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (Codex general standard for contaminants and toxins in foods, 1995) ซึ่งสาเหตุที่ตรวจพบปรอทได้กล่าวแล้วในข้างต้น สำหรับสารกำจัดศัตรูพืชที่ตรวจวิเคราะห์ในพืชทุกชนิดและทุกแปลงพบว่า ไม่พบสารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มออร์แกโนคลอรีน มีเพียงแปลงที่ใช้น้ำประปาปลูกพบดีลดริน (Dieldrin) ในถั่วพู ปริมาณน้อยกว่า 0.01 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ 0.05 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549)

นอกเหนือจากสารปนเปื้อนที่ตรวจวิเคราะห์ในพืชที่เพาะปลูกแล้ว ยังได้มีการศึกษาเกี่ยวกับธาตุอาหารในดินทุกแปลงปลูก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแตสเซียม พบว่า

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ไนโตรเจนในดินมีค่าเพิ่มขึ้นหลังจากการเพาะปลูกในทุกแปลง เนื่องจากในน้ำที่ใช้ในการศึกษาตรวจพบปริมาณของไนโตรเจนพอสมควร ส่วนฟอสฟอรัสมีค่าเพิ่มขึ้นหลังจากการเพาะปลูกในแปลงที่รดด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้ว ซึ่งจากการศึกษาตรวจพบปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำเสียนี้ จึงทำให้มีการสะสมของฟอสฟอรัสในดิน ส่วนปริมาณโพแตสเซียมที่ตรวจพบในดินปลูกมีค่ามากกว่าธาตุอาหารชนิดอื่น เนื่องจากในดินจะประกอบไปด้วยสารประกอบโพแตสเซียมมากที่สุดที่สิ่งมีชีวิตไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ โดยทั่วไปจึงต้องมีการเติมปุ๋ยที่มีธาตุฟอสฟอรัสลงในดิน ขณะที่การศึกษาพบว่าปริมาณโพแตสเซียมมีค่าลดลงหลังการปลูก อาจเป็นเพราะในน้ำที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ มีโพแตสเซียมที่พร้อมให้พืชนำไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโตได้ พืชจึงดึงโพแตสเซียมในดินไปใช้ (WHO, 2006) องค์การอนามัยโลกได้ศึกษาเกี่ยวกับธาตุอาหารในน้ำเสียจากชุมชนที่นำมาใช้ในการเพาะปลูกว่า หากพบปริมาณไนโตรเจนอยู่ในช่วง 20-85 มิลลิกรัม/ลิตรในน้ำเสียไม่มีรายงานว่ามีผลกระทบต่อดิน แต่จะมีผลต่อดินอาจทำให้เกิดสภาพดินเป็นกรดได้หากมีปริมาณที่สูงหรือมีการใช้ปุ๋ยเคมีมากเกินไป ขณะที่จะทำให้พืชที่ปลูกเจริญเติบโตได้ดีแต่อาจเกิดผลกระทบต่อพืชได้หากมีปริมาณไนโตรเจนมากกว่า 30 มิลลิกรัม/ลิตรในน้ำที่ใช้ปลูก ส่วนในดินที่ปลูกหากมีปริมาณไนโตรเจนน้อยกว่า 100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ควรมีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน หากมีปริมาณในช่วง 100 -200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ถือว่ามีปริมาณไนโตรเจนพอเหมาะสำหรับการเพาะปลูกในระยะสั้น (สมศักดิ์ มณีพงศ์, 2537) ซึ่งจากการศึกษาการตรวจวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในดินปลูกที่ใช้น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วรดนั้นเป็นดินที่มีปริมาณไนโตรเจนพอเหมาะสำหรับการเจริญของพืชมากที่สุด ส่วนฟอสฟอรัสในดินทั่วไปจะมีปริมาณเพียง 0.03-0.22 % เท่านั้นซึ่งน้อยกว่าไนโตรเจนและโพแตสเซียม ขณะที่หากฟอสฟอรัสมีปริมาณในช่วง 6-20 มิลลิกรัม/ลิตรในน้ำเสียที่ใช้ปลูกไม่มีรายงานว่ามีผลกระทบต่อดินแต่จะทำให้เพิ่มผลผลิตในพืช (WHO, 2006)

5.1.4 การอธิบายลักษณะความเสี่ยง (Risk Characterization)

จากข้อมูลทั้ง 3 ขั้นตอนแรกของการประเมินความเสี่ยงสามารถนำมาสรุปรวบรวมข้อมูลทั้งหมด และที่ได้จากการเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้อ้างอิง (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537; WHO, 2006) โดยทำการศึกษาวิเคราะห์และประเมินผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช และผลกระทบต่อผู้บริโภค ดังนี้

5.1.4.1 ผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช

สารปนเปื้อนที่อาจส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ ค่าโลหะหนัก สารกำจัดศัตรูพืช รวมทั้งธาตุอาหารที่อยู่ในน้ำที่ใช้ในการเพาะปลูก (WHO, 2006) สารปนเปื้อนที่พบในพืชและอาจมีผลกระทบต่อพืชได้แก่ สังกะสี ทองแดง แคดเมียม ตะกั่ว และปรอท แต่ไม่เกินค่ามาตรฐานสารปนเปื้อนในพืช (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน, 2529; สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549; Codex general standard for

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

contaminants and toxins in foods, 1995; FAO/WHO Joint Codex Alimentarius Commission, 2001) อย่างไรก็ตาม สังกะสีอาจเป็นพิษต่อพืชในปริมาณที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของพืช และค่าความเป็นพิษของสังกะสีอาจลดลงเมื่อค่าพีเอชเพิ่มขึ้นเท่ากับหรือมากกว่า 6 หรือในดินที่มีสารอินทรีย์ปนอยู่ ทองแดงอาจเป็นพิษต่อพืชถ้าในน้ำที่ใช้ปลูกอยู่ในช่วง 0.1-1.0 มิลลิกรัม/ลิตร (USEPA, 2004) แต่จากการศึกษาไม่พบทองแดงในน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้ว ส่วนแคดเมียมอาจเป็นพิษต่อพืชตระกูลถั่ว พืชที่กินรากได้ และพืชจำพวกหัวผักกาดในน้ำที่ใช้ปลูกที่มีความเข้มข้นน้อยกว่า 0.1 มิลลิกรัม/ลิตร (USEPA, 2004) ได้ ซึ่งพืชกินหัวที่ทำการศึกษาได้แก่ กระเทียมนั้นไม่พบว่ามีแคดเมียมปนเปื้อนอยู่ ตะกั่วสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์พืชได้ในปริมาณความเข้มข้นสูงๆ จากการศึกษาพบปริมาณตะกั่วน้อยมากและไม่เกินมาตรฐานที่ใช้อ้างอิงเช่นเดียวกันกับปรอท สำหรับธาตุอาหารที่สำคัญที่ทำให้พืชเจริญเติบโตได้ คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแตสเซียมนั้น พบในน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ใช้ในการเพาะปลูก โดยเฉพาะปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่พบมีความเข้มข้นที่ไม่เป็นอันตรายต่อพืชตามที่องค์การอนามัยโลกได้แนะนำไว้ (WHO, 2006) อย่างไรก็ตามธาตุอาหารเหล่านี้ถ้ามีในปริมาณมากเกินไปจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช และมีผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค รวมทั้งยังสามารถสะสมสู่สิ่งแวดล้อมทั้งในน้ำผิวดิน และน้ำใต้ดินอีกด้วย จึงต้องใช้ในปริมาณที่เหมาะสมกับพืชและแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต ยกตัวอย่างเช่น ในช่วงแรกของการเจริญเติบโตพืชอาจต้องการธาตุอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจนปริมาณมากในการเจริญ และอาจลดลงในช่วงที่มีดอกหรือผล ถ้ามีปริมาณมากเกินไปอาจมีผลกระทบต่อพืชได้ (WHO, 2006)

ดังนั้นพืชทุกชนิดที่ปลูกไม่ว่าจะเป็นพืชกินใบและลำต้น พืชกินผล และพืชกินหัวสามารถเจริญเติบโตได้ดีเมื่อปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วและเจริญเติบโตได้ใกล้เคียงกับแปลงที่มีการปลูกด้วยปุ๋ยเคมีและน้ำประปา เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Salukazana และคณะ (2009) ที่พบว่าพืชจำพวกผักขม มันฝรั่ง และพืชจำพวกพริก ที่ปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนเจริญเติบโตได้ดีและเจริญเติบโตได้ดีกว่าการปลูกด้วยน้ำประปาเพียงอย่างเดียว

5.1.4.2 ผลกระทบต่อผู้บริโภคพืช

สำหรับสารปนเปื้อนที่พบว่าอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคพืชได้แก่ ค่าแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม ค่าโลหะหนัก และสารกำจัดศัตรูพืชในพืช พบว่าแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มในน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดจากระบบบำบัดน้ำเสียแล้วและนำมาใช้ในการเพาะปลูกมีค่าเฉลี่ยเกินกว่ามาตรฐานกำหนด แต่เมื่อพิจารณาค่าที่ตรวจได้ในแต่ละสัปดาห์พบว่า ส่วนใหญ่ไม่เกินมาตรฐาน มีเพียงสัปดาห์ที่ 6-7 ของ Total coliforms และ Fecal coliforms ที่มีปริมาณเกินกว่ามาตรฐานกำหนด แต่ยังคงตรวจพบ *E. coli* ในการศึกษานี้เกือบทุกสัปดาห์ เว้นแต่สัปดาห์ที่ 13 ที่ไม่พบ ซึ่งแบคทีเรียกลุ่มนี้อาจก่อให้เกิดโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหารได้ แบคทีเรียนี้อาจอยู่ในสิ่งแวดล้อม ในน้ำ ในดิน หรือแบคทีเรียเหล่านี้อาจจะติดมากับอุจจาระของคนหรือสัตว์ที่เป็นโรค

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

หรือพาหะ ดังนั้นจึงใช้จุลินทรีย์เหล่านี้เป็นดัชนีบ่งบอกถึงการปนเปื้อนจากอุจจาระโดยทางตรงและทางอ้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง *Escherichia coli* (กรรณิการ์ สิริสิงห, 2522)

ส่วนค่าโลหะหนักที่พบส่วนใหญ่ไม่เกินค่ามาตรฐานสารปนเปื้อนในพืช (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน, 2529; สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549; Codex general standard for contaminants and toxins in foods, 1995; FAO/WHO Joint Codex Alimentarius Commission, 2001) ซึ่งโลหะหนักที่พบในพืชส่วนใหญ่จะพบในพืชกินใบและลำต้น ซึ่งโลหะหนักอาจเป็นส่วนหนึ่งที่พบในพืชใบเขียว หรือพืชที่มีสีเขียวทั้งผล เช่น กระเจี๊ยบขาวหรือถั่วพู หรืออาจพบโลหะหนักในธรรมชาติที่เป็นสารประกอบในผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการอุปโภคบริโภคในชีวิตประจำวัน (เขมชิต ธนากิจชาญเจริญ และคณะ, 2551; ณรงค์ศักดิ์ อังคะสุวพลา และคณะ, 2552; Geocities, 2552)

ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการปลูกพืชด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดจากระบบบำบัดน้ำเสียและนำพืชนั้นมาบริโภคไม่ส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคพืชดังกล่าว โดยมีข้อมูลสนับสนุนจากการสัมภาษณ์ชาวบ้านที่รับประทานพืชที่ปลูกในเบื้องต้นพบว่าไม่มีอาการอาหารเป็นพิษซึ่งบ่งบอกได้คร่าวๆ เกี่ยวกับการปนเปื้อนด้วยแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มว่าไม่ก่อให้เกิดโทษต่อผู้บริโภค

5.2 การส่งเสริมให้ชุมชนนำน้ำเสียจากชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับมาใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูก

จะเห็นได้ว่าการพัฒนาเรื่องแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภคและเกษตรกรรมเป็นพันธกิจหนึ่งของตำบลและเนื่องจากชุมชนนี้มีการจัดการน้ำที่ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายในเขตองค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) มีระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากครัวเรือนประมาณ 100-200 หลัง รวมทั้งผู้ใหญ่บ้านมีความต้องการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกและได้มีการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาใช้ในการเพาะปลูกพืชบางชนิด เช่น กล้วยน้ำว้า ถั่วพู เป็นต้น แต่ที่ผ่านมาพบว่าผู้ใหญ่บ้านประสบปัญหาในเรื่องของชาวบ้านในชุมชนไม่ยอมรับและไม่มีความมั่นใจในการบริโภคพืชที่นำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับมาใช้ในการปลูกพืช เนื่องจากยังไม่มีงานวิจัยในเรื่องของการประเมินความเสี่ยงหรืออันตรายจากการบริโภคพืชดังกล่าว ดังนั้นการศึกษาวิจัยในเรื่องของการประเมินความเสี่ยงจากการนำน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ในการเพาะปลูกนี้จึงได้ทำการให้ความรู้ส่งเสริมในเรื่องนี้ทั้งในการระหว่างการเพาะปลูกที่แปลงเพาะปลูกโดยให้เกษตรกร ผู้สนใจและผู้นำชุมชนชมการเพาะปลูก ซึ่งทุกคนให้ความสนใจในการเพาะปลูกเป็นอย่างมาก และให้ความรู้ส่งเสริม สอบถามเกี่ยวกับทัศนคติ ความคิดเห็นและการยอมรับจากชุมชน หลังจากการวิเคราะห์การประเมินความเสี่ยงและได้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพของพืชที่เพาะปลูกแล้ว

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

จากการสัมภาษณ์ทัศนคติของทั้งสองหมู่บ้าน พบว่า ในเรื่องของน้ำที่ใช้เพาะปลูกในช่วงฤดูแล้ง หมู่บ้านละลมหม้อจะพบปัญหานี้น้อยมาก แต่ในหมู่บ้านสำโรงเหนือพบว่ายังคงมีปัญหานี้ ทั้งชาวบ้านหมู่บ้านละลมหม้อและสำโรงเหนือเห็นคุณค่าของน้ำเสียจากชุมชนที่ผ่านการบำบัด โดยเฉพาะการนำมาใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูก มีความสนใจ มีความต้องการที่จะนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ในการเพาะปลูกแทนการใช้น้ำประปาและน้ำผิวดินอย่างมาก คิดเป็น 78.94% และ 82.61% ตามลำดับ ชุมชนทั้งสองหมู่บ้านเห็นคุณค่าและประโยชน์อย่างมากของธาตุอาหารในน้ำเสียจากชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้วเพื่อแทนการใช้ปุ๋ยเคมี คิดเป็นจำนวน 92.11% ในหมู่บ้านละลมหม้อ และจำนวน 86.96% ในหมู่บ้านสำโรงเหนือ ทั้งสองชุมชนเกิดความมั่นใจมากที่จะบริโภคผักที่ได้จากการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้คิดเป็น78.95% ในหมู่บ้านละลมหม้อ และคิดเป็น 78.26%ในหมู่บ้านสำโรงเหนือ ทั้งสองชุมชนเห็นว่าควรส่งเสริมให้เกษตรกรใช้น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วในการเพาะปลูก และคิดว่าการศึกษานี้มีประโยชน์ต่อเกษตรกรอย่างมาก คิดเป็น 97.37% และ 92.11% ในหมู่บ้านละลมหม้อ ส่วนหมู่บ้านสำโรงเหนือผู้ตอบแบบสอบถามทุกคนเห็นตรงกันว่าควรส่งเสริมให้เกษตรใช้น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วเพื่อการเพาะปลูก และผู้ตอบแบบสอบถามเกือบทุกคนคิดว่าการศึกษานี้มีประโยชน์ต่อเกษตรกรอย่างมาก

สำหรับความพึงพอใจในการบริโภคพืชที่ปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วในหมู่บ้านละลมหม้อพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่พอใจมากกับคุณภาพ ความสมบูรณ์ และคิดว่ามีความปลอดภัยจากการรับประทานพืชที่เพาะปลูก คิดเป็น 86.36%, 86.36% และ 95.46% ของจำนวนผู้ที่ได้รับประทานพืชที่ปลูก ตามลำดับ ชาวบ้านที่ได้บริโภคและไม่ได้บริโภคพืชที่ทำการเพาะปลูกพืชในพื้นที่ของชุมชนโดยการนำน้ำเสียจากชุมชนเองที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์นั้น มีความพึงพอใจเป็นอย่างมากในการนำน้ำเสียจากชุมชนนี้ที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้รดผักที่นิยมบริโภค คิดเป็น 94.74%

จะเห็นได้ว่าทั้งสองชุมชนยอมรับ เห็นคุณค่าคุณประโยชน์ของการนำน้ำเสียจากชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกพืชที่ชุมชนนิยมบริโภค รวมทั้งเกิดความมั่นใจในการบริโภคพืชที่ปลูกมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยหลายๆ งานที่ให้การศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้และเห็นว่าควรนำไปใช้ประโยชน์ในชุมชนของตนเอง (Faruqui and Al-Jayyousi, 2002; Ridderstolpe, 2004; WHO, 2006; Gross *et al.*, 2009; Ahmed *et al.*, 2009) โดยเฉพาะงานวิจัยของ Faruqui และ Al-Jayyousi (2002) ที่ทำการศึกษาในจอร์แดน พบว่า ชาวบ้านในชุมชนให้การยอมรับและเห็นด้วยต่อการนำน้ำเสียกลับมาใช้ในการเพาะปลูกพืช โดยเฉพาะในฤดูแล้งที่ขาดแคลน รวมทั้งยังทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้น้ำเสียจากชุมชนปลูกแทนการใช้น้ำประปาได้อีกด้วย ซึ่งน้ำประปาเทศบาลตำบลโคกกรวดที่บ้านละลมหม้อใช้ในการอุปโภคบริโภคนั้นราคาลิตรละ 5 บาท แต่จากการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วด้วยวิธีธรรมชาติไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น ดังนั้นชาวบ้านที่ใช้

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

น้ำเสียจากชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้วมาเพาะปลูกพืชจะทำให้ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในครัวเรือนได้อีกทางหนึ่งเช่นเดียวกัน

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ