ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
246415

วช.
NRCT

# รายงานการวิจัย

## การประเมินความเสี่ยงของการนำน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ในการเพาะปลูก

## Risk Assessment of the Treated Greywater Reuse for Irrigation

สิราภรณ์ โพธิวิชยานนท์ และคณะ
สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ พ.ศ. 2552

b00253017

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
246415

# รายงานการวิจัย

## การประเมินความเสี่ยงของการนำน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ในการเพาะปลูก

## Risk Assessment of the Treated Greywater Reuse for Irrigation

สิราภรณ์ โพธิวิชยานนท์ และคณะ

สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาแพทยศาสตร์

**มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี**

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ พ.ศ. 2552

# กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2551 ซึ่งสำเร็จลุล่วงด้วยดี ด้วยความร่วมมืออย่างดียิ่งจากชุมชนบ้านละลมหม้อ ตำบลโคกกรวด อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ที่ได้ให้ใช้สถานที่และน้ำในการศึกษาเพาะปลูกพืช โดยเฉพาะผู้ใหญ่มานิตย์ ภักดีสูงเนิน เป็นผู้ที่ทำการเพาะปลูกพืช ดูแลแปลงเพาะปลูก และให้โอกาสคณะวิจัยได้เข้าไปลงพื้นที่ให้ความรู้ สัมภาษณ์ สอบถามเกี่ยวกับทัศนคติและความพึงพอใจของชุมชน และได้รับความร่วมมือรวมทั้งประโยชน์จากการศึกษาเป็นอย่างดียิ่ง คณะผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณชุมชนบ้านสำโรงเหนือ ตำบลบ้านใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา เป็นอย่างสูง ที่ได้ให้โอกาสคณะวิจัยได้เข้าไปเผยแพร่ความรู้ ส่งเสริม สัมภาษณ์ สอบถามเกี่ยวกับทัศนคติและความพึงพอใจของชุมชน โดยได้รับความร่วมมือและข้อมูลอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการศึกษาวิจัย

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ศ.ดร. นันทกร บุญเกิด รศ.ดร.บียอร์น วินเนรัส และคณะผู้ตรวจสอบทางวิชาการทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและความเห็นทางวิชาการอันเป็นประโยชน์ทำให้ผลงานวิจัยฉบับนี้มีความสมบูรณ์ครบถ้วนมากยิ่งขึ้น

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ได้ให้โอกาสและให้การสนับสนุนแก่คณะวิจัยในการศึกษาวิจัย ทำให้งานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ท้ายนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยนี้ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานการวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์และเป็นแนวทางหนึ่งในการนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์และสามารถสร้างคุณค่าของคำว่า “น้ำเสีย” ได้ต่อไป

**คณะผู้วิจัย**

**โครงการวิจัย เรื่อง (ภาษาไทย)** การประเมินความเสี่ยงของการนำน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ในการเพาะปลูก

**(ภาษาอังกฤษ)** Risk Assessment of the Treated Greywater Reuse for Irrigation

**ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประจำปี**2551 **จำนวนเงิน** 778,000 บาท (เจ็ดแสนเจ็ดหมื่นแปดพันบาทถ้วน)

**ระยะเวลาทำการวิจัย** 1 ปี **ตั้งแต่** กันยายน 2551 ถึง กันยายน 2552

**รายนามคณะผู้วิจัย พร้อมทั้งหน่วยงานที่สังกัดและหมายเลขโทรศัพท์**

*หัวหน้าโครงการวิจัย* อ.ดร. สิราภรณ์ โพธิวิชยานนท์

*หน่วยงาน* สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

*สถานที่ติดต่อ* 111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ 0-4422-3936 โทรสาร 0-4422-3920 E-mail: siraporn@sut.ac.th

*ผู้ร่วมงานวิจัย* ผศ.ดร.นเรศ เชื้อสุวรรณ

*หน่วยงาน* สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

*ที่อยู่* 111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ 0-4422-3936 โทรสาร 0-4422-3920 E-mail: nares@sut.ac.th

*ผู้ร่วมงานวิจัย* อ. นลิน สิทธิธูรณ์

*หน่วยงาน* สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

*ที่อยู่* 111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ 044-223928 โทรสาร 044-223920 E-mail: pinnalin@sut.ac.th

**บทคัดย่อ**

246415

การศึกษาวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติของน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กก่อนและหลังการบำบัด เพื่อประเมินความเสี่ยงของการนำน้ำเสียจากชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ในการเพาะปลูก และเพื่อส่งเสริมให้ชุมชนนำน้ำเสียจากชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับมาใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูก ทำการศึกษาการประเมินความเสี่ยงทั้งหมด 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การแสดงถึงความเป็นอันตราย ทำการตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กก่อนและหลังผ่านการบำบัด พบว่า ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียรสามารถบำบัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้ เช่น ค่าออกซิเจนละลาย มีค่าสูงขึ้น ขณะเดียวกันค่าบีโอดี ค่าซีโอดี ค่าแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม สังกะสี และตะกั่ว มีค่าลดลง 2) การอธิบายลักษณะของอันตราย จากการเปรียบเทียบน้ำเสียจากชุมชนที่

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

246415

ผ่านการบำบัดกับมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินเพื่อการใช้ประโยชน์สำหรับการเกษตร ประเภทที่ 3 และเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลก พบว่า สารปนเปื้อนส่วนใหญ่ตรวจไม่พบ ส่วนที่ตรวจพบเล็กน้อยแต่ไม่เกินมาตรฐาน ได้แก่ แคดเมียม ตะกั่ว และสังกะสี สำหรับคุณสมบัติอื่นๆ ที่ไม่ได้มาตรฐาน ได้แก่ ค่าออกซิเจนละลาย ค่าบีโอดี ค่าแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม อย่างไรก็ตาม สารปนเปื้อนที่ตรวจพบมีปริมาณลดลง ดังนั้นน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วสามารถนำมาใช้ในการเพาะปลูกได้ 3) การประเมินการได้รับสัมผัส จากการนำน้ำเสียจากชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้วนำมาเพาะปลูกพืชทั้งหมด 10 ชนิด แบ่งเป็นพืชกินใบและลำต้น 6 ชนิดได้แก่ ผักชีไทย ผักชีลาว ต้นหอม ผักบุ้ง กวางตุ้ง ฮ่องเต้ พืชกินผล 3 ชนิดได้แก่ ถั่วพู มะเขือเปราะ กระเจี๊ยบขาว และพืชกินหัว 1 ชนิดได้แก่ กระเทียม โดยมีแปลงที่ทำการศึกษาทั้งหมด 3 แปลง ได้แก่ แปลงที่ใช้น้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้ว แปลงที่ใช้น้ำประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีลงในแปลงเป็นตัวอย่างเปรียบเทียบ และแปลงที่ใช้น้ำประปาเป็นตัวอย่างควบคุม พบว่าโลหะหนักที่พบทั้ง 3 แปลง คือ สังกะสี ตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง และปรอท ซึ่งโลหะหนักแต่ละชนิดพบว่าสะสมได้ในพืชที่มีลักษณะแตกต่างกัน พบมากที่สุดในพืชกินใบและลำต้น โดยสังกะสีและทองแดงตรวจพบในพืชทุกชนิดและทุกแปลง พบมากในผักชี ตะกั่วพบมากที่สุดในผักฮ่องเต้ในแปลงที่ปลูกด้วยน้ำประปา พืชกินหัวคือกระเทียมตรวจพบตะกั่วปริมาณน้อยในทุกแปลง แคดเมียมพบปริมาณน้อยในผักกวางตุ้งของทุกแปลง ปรอทพบในถั่วพูที่ปลูกด้วยน้ำประปามากกว่าแปลงอื่นๆ ส่วนสารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มออร์แกโนคลอรีน มีเพียงแปลงที่ใช้น้ำประปาปลูกพบ ดีลดรินในถั่วพู อย่างไรก็ตามสารปนเปื้อนเหล่านี้ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ 4) การอธิบายลักษณะความเสี่ยง พบว่า พืชทุกชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ดีเมื่อปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วใกล้เคียงกับการปลูกด้วยน้ำประปาที่ใส่ปุ๋ยเคมี ซึ่งมีการเจริญเติบโตดีกว่าการปลูกด้วยน้ำประปาอย่างเดียว และไม่ส่งผลกระทบต่อผู้บริโภค อีกทั้งชุมชนมีการยอมรับ และเห็นคุณประโยชน์ของการนำน้ำเสียจากชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ในการเพาะปลูก รวมทั้งเกิดความมั่นใจในการบริโภคพืชที่ปลูกมากขึ้น

**Abstract**

246415

The objectives of this research were to study the untreated and treated greywater properties; to assess the risk of the treated greywater reused for irrigation; and to promote communities reusing the treated greywater for irrigation. The risk assessment consisted of 4 steps; 1) Hazard identification was the untreated and treated greywater properties analysis process. Results showed that the conventional stabilization pond has a good capability to treat the greywater such as DO was increased, in contrast, BOD, COD, coliform bacteria, Zn, and Pb were

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

246415

decreased. 2) Hazard characterization was process of the comparison the treated greywater with surface water quality standards in Thailand and WHO guideline. This study found that almost all contaminants were not detected. The others such as Cd, Pb, and Zn were detected but not exceeded the standard whereas DO, BOD, and coliform bacteria exceeded. However, these contaminants were adequately minimized and closed to the standard. Thus, the TGW can be reused for irrigation. 3) Exposure assessment was process of the treated greywater reused for 10 edible plants irrigation. Plants were 6 leafy vegetables: coriander, dill, swamp morning glory, green shallot, pak-choi, and cabbage-PAI TSAI; 3 fruiting vegetables: winged bean, eggplants, and lady's finger; and 1 bulb vegetable: garlic. There were 3 vegetable plots; the treated greywater reuse (TGW), the tap water with fertilizer (TWF) for comparative sample, and the tap water (TW) for control. The results showed that Zn, Pb, Cd, Cu, and Hg were detected in all plots depending on kind of plants. The maximum concentration was found in leafy vegetables. Zn and Cu were accumulated in all plants and their maximum concentrations were found in parsley types. The maximum concentration of Pb was in cabbage-PAI TSAI irrigated with tap water whereas the minimum was in garlic of all plots. The Cd concentration found not much in pak-choi of all plots. There was found more Hg concentration in winged bean irrigated with TW than the others. For organochlorine pesticide, the dieldrin was found not much in winged bean irrigated with TW. However, these contaminants concentration closed to ACFS Thailand's standard. 4) Risk characterization, the risk of plant growth and consumer were analyzed and found that all kinds of plants grew very rapidly and perfectly when irrigated with the TGW, close to the TWF, which grew better than the TW. In addition, the results showed no impact on consumer health or no sign about food borne disease in consumer supported by the consumer interviewing, process. In addition, public's attitude, perception, and acceptance were studied and found that the community has the perception and acceptance of the TGW reused for irrigation including good attitude for this irrigation.

คำสำคัญ (Keyword): การประเมินความเสี่ยง (Risk assessment), น้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก (Greywater), การเพาะปลูกพืช (Agriculture), การนำกลับมาใช้ประโยชน์ (Reuse), การบำบัดน้ำเสียจากชุมชน (Greywater treatment), น้ำเสียจากชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้ว (Treated greywater)

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| **กิตติกรรมประกาศ** | **ก** |
| **บทคัดย่อ** | **ข** |
| **สารบัญ** | **จ** |
| **สารบัญตาราง** | **ฎ** |
| **สารบัญรูป** | **ฒ** |
| **คำย่อที่ใช้ในการวิจัย** | **ต** |
| **บทที่ 1 บทนำ** | |
| 1.1 ความสำคัญและความเป็นมา | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย | 1 |
| 1.3 ขอบเขตของการวิจัย | 2 |
| 1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในงานวิจัย | 2 |
| 1.5 กรอบแนวความคิดของการวิจัย | 2 |
| 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 3 |
| **บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง** | |
| 2.1 ความหมายของน้ำเสีย | 4 |
| 2.2 ประเภทของแหล่งกำเนิดน้ำเสีย | 5 |
| 2.3 น้ำเสียจากชุมชน | 5 |
| 2.3.1 ความสำคัญของน้ำเสียจากชุมชน | 7 |
| 2.3.2 ลักษณะของน้ำเสียจากชุมชน | 7 |
| 2.3.3 ลักษณะของน้ำเสียจากชุมชนที่สำคัญในการตรวจวิเคราะห์ | 9 |
| 2.3.4 ธาตุอาหารที่มีในน้ำเสียจากชุมชน | 11 |
| 2.3.5 ปริมาณและองค์ประกอบของน้ำเสียจากชุมชนในประเทศต่างๆ | 12 |
| 2.3.6 ผลกระทบของน้ำเสียจากชุมชน | 16 |
| 2.3.6.1 ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม | 16 |
| 2.3.6.2 ผลกระทบด้านสุขภาพอนามัย | 17 |
| 2.3.7 ประเภทของระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชน | 17 |
| 2.3.8 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร | 18 |
| 2.3.8.1 การจำแนกประเภทของบ่อปรับเสถียร | 18 |


ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

# สารบัญ (ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| 2.3.8.2 ข้อดีของบ่อปรับเสถียร | 20 |
| 2.3.8.3 ข้อเสียของบ่อปรับเสถียร | 20 |
| 2.3.9 การนำน้ำเสียจากชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ | 20 |
| 2.3.9.1 ข้อดีของการใช้น้ำเสียจากชุมชน | 20 |
| 2.3.9.2 ข้อจำกัดของการใช้น้ำเสียจากชุมชน | 21 |
| 2.3.9.3 ข้อพิจารณาในการส่งเสริมการใช้น้ำเสียจากชุมชน | 22 |
| 2.3.9.4 ข้อปฏิบัติในการใช้น้ำเสียจากชุมชนของเกษตรกร | 23 |
| 2.4 การนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ | 23 |
| 2.4.1 การใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภค | 24 |
| 2.4.2 การใช้ประโยชน์ด้านอุตสาหกรรม | 24 |
| 2.4.3 การใช้ประโยชน์สำหรับการเติมแหล่งน้ำใต้ดิน | 24 |
| 2.4.4 การใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตร | 24 |
| 2.5 การประเมินความเสี่ยง | 27 |
| 2.5.1 ความหมายของการประเมินความเสี่ยง | 27 |
| 2.5.2 ขั้นตอนของการประเมินความเสี่ยง | 28 |
| 2.5.3 การประเมินความเสี่ยงจากจุลินทรีย์ | 28 |
| 2.5.4 การประเมินความเสี่ยงจากสารเคมี | 32 |
| 2.5.5 ประโยชน์ของการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ | 33 |
| 2.6 ลักษณะอันตรายของคุณสมบัติที่สำคัญ | 34 |
| 2.6.1 อันตรายของคุณสมบัติทางกายภาพ | 34 |
| 2.6.2 อันตรายของคุณสมบัติทางเคมี | 34 |
| 2.6.3 อันตรายของคุณสมบัติทางโลหะหนัก | 38 |
| 2.6.4 อันตรายของคุณสมบัติทางจุลชีวะ | 48 |
| 2.7 ลักษณะทั่วไปของพืช | 50 |
| 2.7.1 พืชกินใบและลำต้น | 50 |
| 2.7.2 พืชกินผล | 53 |
| 2.7.3 พืชกินหัว | 55 |


ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

# สารบัญ (ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| 2.8 กฎหมายเกี่ยวกับน้ำเสียจากชุมชนและเกณฑ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง | 55 |
| 2.8.1 มาตรฐานน้ำทิ้งจากชุมชน | 55 |
| 2.8.2 มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร | 57 |
| 2.8.3 มาตรฐานน้ำผิวดินเพื่อการเกษตร | 60 |
| 2.8.4 เกณฑ์ของต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง | 61 |
| 2.8.4.1 เกณฑ์ของประเทศออสเตรเลีย | 61 |
| 2.8.4.2 เกณฑ์ของประเทศสหรัฐอเมริกา | 63 |
| 2.8.4.3 เกณฑ์ของประเทศอื่นๆ | 65 |
| 2.8.5 มาตรฐานสารพิษในพืช | 71 |
| 2.9 ปริมาณน้ำฝนในระหว่างทำการศึกษา | 72 |
| **บทที่ 3 ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย** | |
| 3.1 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย | 73 |
| 3.2 สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย | 74 |
| 3.3 วิธีดำเนินงานวิจัย | 76 |
| 3.3.1 การกำหนดพื้นที่ในการศึกษา | 76 |
| 3.3.1.1 ข้อมูลตำบลโคกกรวด | 76 |
| 3.3.1.2 ข้อมูลหมู่บ้านละลมหม้อ | 78 |
| 3.3.2 การศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนขนาดเล็ก | 80 |
| 3.3.2.1 การตรวจวัดคุณสมบัติของน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วจากระบบบำบัดและนำมาเพาะปลูก | 83 |
| 3.3.3 การกำหนดชนิดของพืชที่ใช้ในการเพาะปลูก | 84 |
| 3.3.4 การศึกษาการประเมินความเสี่ยงของการนำน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วจากระบบบำบัดน้ำเสียมาเพาะปลูกพืช | 84 |
| 3.3.4.1 การแสดงถึงความเป็นอันตราย (Hazard Identification) | 85 |
| 3.3.4.2 การอธิบายลักษณะของอันตราย (Hazard Characterization) | 85 |
| 3.3.4.3 การประเมินการได้รับสัมผัส (Exposure Assessment) | 86 |
| 3.3.4.4 การอธิบายลักษณะความเสี่ยง (Risk Characterization) | 91 |

# สารบัญ (ต่อ)


หน้า

3.3.5 การส่งเสริมให้ชุมชนนำน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ในการเพาะปลูก 92

**บทที่ 4 ผลการวิจัย**

4.1 การศึกษาการประเมินความเสี่ยง 93

4.1.1 การแสดงถึงความเป็นอันตราย (Hazard Identification) 93

4.1.2 การอธิบายลักษณะของอันตราย (Hazard Characterization) 97

4.1.3 การประเมินการได้รับสัมผัส (Exposure Assessment) 99

4.1.3.1 การตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ในพืชที่อาจมีผลกระทบต่อผู้บริโภค 99

4.1.3.2 การตรวจวัดธาตุอาหารในดิน 102

4.1.3.3 การตรวจวัดการเจริญเติบโตของพืช 102

4.1.4 การอธิบายลักษณะความเสี่ยง (Risk Characterization) 123

4.1.4.1 ผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช 123

4.1.4.2 ผลกระทบต่อผู้บริโภคพืช 124

4.2 การส่งเสริมให้ชุมชนนำน้ำเสียจากชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับมาใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูก 127

4.2.1 ทัศนคติเกี่ยวกับการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับมาใช้ใหม่ 127

4.2.1.1 ข้อมูลทั่วไปของชุมชนบ้านละลมหม้อและบ้านสำโรงเหนือ 127

4.2.2 ทัศนคติเกี่ยวกับการนำน้ำเสียชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ในการเพาะปลูก 129

4.2.2.1 ชุมชนบ้านละลมหม้อ 129

4.2.2.2 ชุมชนบ้านสำโรงเหนือ 130

4.2.3 ทัศนคติเกี่ยวกับความพึงพอใจของพืชที่ได้จากการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ในการเพาะปลูกของชุมชนหมู่บ้านละลมหม้อ 132

4.2.4 ข้อเสนอแนะจากชุมชน 132

4.2.5 ทัศนคติของผู้ที่ให้สัมภาษณ์ 133

4.2.5.1 ทัศนคติของผู้ใหญ่บ้านละลมหม้อ 133

4.2.5.2 ทัศนคติของชาวบ้านที่ช่วยในการเพาะปลูก 133


ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า

**บทที่ 5 การอภิปรายและวิจารณ์ผล**

5.1 การประเมินความเสี่ยงของการนำน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ในการปลูกพืช 134

5.1.1 การแสดงถึงความเป็นอันตราย (Hazard Identification) 134

5.1.2 การอธิบายลักษณะของอันตราย (Hazard Characterization) 137

5.1.3 การประเมินการได้รับสัมผัส (Exposure Assessment) 139

5.1.4 การอธิบายลักษณะความเสี่ยง (Risk Characterization) 142

5.1.4.1 ผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช 142

5.1.4.2 ผลกระทบต่อผู้บริโภคพืช 143

5.2 การส่งเสริมให้ชุมชนนำน้ำเสียจากชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับมาใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูก 144

**บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ**

6.1 การศึกษาคุณสมบัติน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กก่อนและหลังการบำบัดน้ำเสีย 147

6.2 การประเมินความเสี่ยงของการนำน้ำเสียชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ในการปลูกพืช 148

6.2.1 การแสดงถึงความเป็นอันตราย (Hazard Identification) 148

6.2.2 การอธิบายลักษณะของอันตราย (Hazard Characterization) 148

6.2.3 การประเมินการได้รับสัมผัส (Exposure Assessment) 149

6.2.3.1 การตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ในพืชที่อาจมีผลกระทบต่อผู้บริโภค 149

6.2.3.2 การตรวจวัดธาตุอาหารในดิน 150

6.2.3.3 การตรวจวัดการเจริญเติบโตของพืช 150

6.2.4 การอธิบายลักษณะความเสี่ยง (Risk Characterization) 153

6.2.4.1 ผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช 154

6.2.4.2 ผลกระทบต่อผู้บริโภคพืช 154

6.3 สรุปขั้นตอนของการประเมินความเสี่ยงของการนำน้ำเสียชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ในการปลูกพืช 155

6.4 การส่งเสริมให้ชุมชนนำน้ำเสียจากชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับมาใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูก 155

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

# สารบัญ (ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| 6.5 ข้อเสนอแนะจากการศึกษาวิจัย | 156 |
| 6.5.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการเพาะปลูกพืชโดยใช้น้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก | 156 |
| 6.5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำหลักการการประเมินความเสี่ยงไปใช้ประโยชน์ต่อไป | 157 |
| **บรรณานุกรม** | **158** |
| **ภาคผนวก** | **168** |
| **ประวัติคณะผู้วิจัย** | **275** |


ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

# สารบัญตาราง


| | | หน้า |
|---|---|---|
| ตารางที่ 2-1 | อัตราการเกิดน้ำเสีย | 6 |
| ตารางที่ 2-2 | ลักษณะของน้ำเสียชุมชน | 10 |
| ตารางที่ 2-3 | ค่าบีโอดีและธาตุอาหารที่พบในน้ำเสียจากชุมชนในทวีปยุโรป | 12 |
| ตารางที่ 2-4 | ตัวอย่างของการเกิดน้ำเสียชุมชน | 13 |
| ตารางที่ 2-5 | ความเข้มข้นของคุณภาพน้ำเสียบางพารามิเตอร์ที่ไม่ได้ผ่านการบำบัดหรือผ่านการบำบัดขั้นแรก | 14 |
| ตารางที่ 2-6 | มาตรฐานคุณภาพน้ำและเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการนำน้ำเสียชุมชนกลับมาใช้ใหม่ | 16 |
| ตารางที่ 2-7 | การใช้ประโยชน์ทางตรงและทางอ้อมจากน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว | 25 |
| ตารางที่ 2-8 | การใช้ประโยชน์และข้อจำกัดในการใช้น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว | 26 |
| ตารางที่ 2-9 | ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน | 56 |
| ตารางที่ 2-10 | ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด | 59 |
| ตารางที่ 2-11 | มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินเพื่อการใช้ประโยชน์สำหรับการเกษตร | 60 |
| ตารางที่ 2-12 | เกณฑ์สำหรับการนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูก | 62 |
| ตารางที่ 2-13 | ค่าที่กำหนดสำหรับน้ำเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่เพื่อการเพาะปลูก | 63 |
| ตารางที่ 2-14 | เกณฑ์มาตรฐานของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วที่เหมาะสมสำหรับการเกษตรกรรมในแต่ละประเทศ | 66 |
| ตารางที่ 2-15 | เกณฑ์มาตรฐานของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วที่มีการนำกลับมาใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกันในแต่ละประเทศ | 69 |
| ตารางที่ 2-16 | ค่ามาตรฐานโลหะหนักและสารกำจัดศัตรูพืชในพืช | 71 |
| ตารางที่ 2-17 | ปริมาณน้ำฝนในระหว่างที่ทำการศึกษา | 72 |
| ตารางที่ 3-1 | รายชื่อสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย | 74 |
| ตารางที่ 3-2 | ปริมาตรและอัตราการไหลของบ่อปรับเสถียร | 81 |
| ตารางที่ 3-3 | วิธีการตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติที่สำคัญในตัวอย่างน้ำ พืช และดิน | 90 |
| ตารางที่ 4-1 | คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลชีวะของน้ำก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก | 94 |
| ตารางที่ 4-2 | คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลชีวะของน้ำหลังผ่านระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก | 95 |


ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

# สารบัญตาราง (ต่อ)


| | | หน้า |
|---|---|---|
| ตารางที่ 4-3 | คุณสมบัติทางโลหะหนักและสารกำจัดศัตรูพืชที่พบในน้ำก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก | 96 |
| ตารางที่ 4-4 | คุณสมบัติทางโลหะหนักและสารกำจัดศัตรูพืชที่พบในน้ำหลังผ่านระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก | 97 |
| ตารางที่ 4-5 | เปรียบเทียบผลการศึกษาคุณสมบัติของน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำ | 98 |
| ตารางที่ 4-6 | คุณสมบัติทางโลหะหนักและสารกำจัดศัตรูพืชที่พบในพืชชนิดต่างๆ ที่เพาะปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้ว | 100 |
| ตารางที่ 4-7 | คุณสมบัติทางโลหะหนักและสารกำจัดศัตรูพืชที่พบในพืชชนิดต่างๆ ที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปา | 100 |
| ตารางที่ 4-8 | คุณสมบัติทางโลหะหนักและสารกำจัดศัตรูพืชที่พบในพืชชนิดต่างๆ ที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีในแปลงเพาะปลูก | 101 |
| ตารางที่ 4-9 | ปริมาณธาตุอาหารที่พบในดินที่ใช้ในการเพาะปลูกพืช | 102 |
| ตารางที่ 4-10 | ข้อมูลทั่วไปของชุมชนหมู่บ้านละลมหม้อและหมู่บ้านสำโรงเหนือ | 128 |
| ตารางที่ 4-11 | ประเด็นที่แสดงถึงความคิดเห็นของหมู่บ้านละลมหม้อ | 130 |
| ตารางที่ 4-12 | ประเด็นที่แสดงถึงความคิดเห็นของหมู่บ้านสำโรงเหนือ | 131 |
| ตารางที่ 4-13 | ประเด็นที่แสดงถึงความพึงพอใจของหมู่บ้านละลมหม้อ | 132 |
| ตารางที่ ผ-1 | การเลือกขนาดตัวอย่างและอัตราเจือจางสำหรับช่วง BOD ต่างๆ | 179 |
| ตารางที่ ผ-2 | คุณภาพน้ำประปาของชุมชนบ้านละลมหม้อ | 205 |
| ตารางที่ ผ-3 | คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลชีวะของน้ำก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก | 216 |
| ตารางที่ ผ-4 | คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลชีวะของน้ำหลังผ่านระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก | 221 |
| ตารางที่ ผ-5 | ค่าโลหะหนักและค่าสารกำจัดศัตรูพืชที่พบในน้ำเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก | 226 |
| ตารางที่ ผ-6 | ค่าโลหะหนักและค่าสารกำจัดศัตรูพืชที่พบในน้ำหลังผ่านระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็ก | 228 |


ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

# สารบัญตาราง (ต่อ)


| | | หน้า |
|---|---|---|
| ตารางที่ ผ-7 | คุณสมบัติทางโลหะหนักและสารกำจัดศัตรูพืชที่พบในพืชชนิดต่างๆ ที่เพาะปลูกด้วยน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้ว | 230 |
| ตารางที่ ผ-8 | คุณสมบัติทางโลหะหนักและสารกำจัดศัตรูพืชที่พบในพืชชนิดต่างๆ ที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปา | 232 |
| ตารางที่ ผ-9 | คุณสมบัติทางโลหะหนักและสารกำจัดศัตรูพืชที่พบในพืชชนิดต่างๆ ที่เพาะปลูกด้วยน้ำประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีในแปลงเพาะปลูก | 234 |
| ตารางที่ ผ-10 | ไนโตรเจนทั้งหมดที่พบในดินที่ใช้ในการเพาะปลูกพืช | 236 |
| ตารางที่ ผ-11 | ฟอสฟอรัสทั้งหมดที่พบในดินที่ใช้ในการเพาะปลูกพืช | 236 |
| ตารางที่ ผ-12 | โพแทสเซียมทั้งหมดที่พบในดินที่ใช้ในการเพาะปลูกพืช | 236 |
| ตารางที่ ผ-13 | การตรวจวัดการเจริญเติบโตของกระเทียม | 237 |
| ตารางที่ ผ-14 | การตรวจวัดการเจริญเติบโตของต้นหอม | 240 |
| ตารางที่ ผ-15 | การตรวจวัดการเจริญเติบโตของผักชีไทย | 242 |
| ตารางที่ ผ-16 | การตรวจวัดการเจริญเติบโตของผักชีลาว | 243 |
| ตารางที่ ผ-17 | การตรวจวัดการเจริญเติบโตของผักบุ้งแปลงประปา | 245 |
| ตารางที่ ผ-18 | การตรวจวัดการเจริญเติบโตของผักบุ้งแปลงประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี | 246 |
| ตารางที่ ผ-19 | การตรวจวัดการเจริญเติบโตของผักบุ้งแปลงน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้ว | 247 |
| ตารางที่ ผ-20 | การตรวจวัดการเจริญเติบโตของมะเขือเปราะแปลงประปา | 248 |
| ตารางที่ ผ-21 | การตรวจวัดการเจริญเติบโตของมะเขือเปราะแปลงประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี | 249 |
| ตารางที่ ผ-22 | การตรวจวัดการเจริญเติบโตของมะเขือเปราะแปลงน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้ว | 251 |
| ตารางที่ ผ-23 | การตรวจวัดการเจริญเติบโตของกระเจี๊ยบขาวแปลงประปา | 253 |
| ตารางที่ ผ-24 | การตรวจวัดการเจริญเติบโตของกระเจี๊ยบขาวแปลงประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี | 254 |
| ตารางที่ ผ-25 | การตรวจวัดการเจริญเติบโตของกระเจี๊ยบขาวแปลงน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้ว | 255 |
| ตารางที่ ผ-26 | การตรวจวัดการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งแปลงประปา | 256 |


ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

# สารบัญตาราง (ต่อ)


| | | หน้า |
|---|---|---|
| ตารางที่ ผ-27 | การตรวจวัดการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งแปลงประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี | 257 |
| ตารางที่ ผ-28 | การตรวจวัดการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งแปลงน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้ว | 258 |
| ตารางที่ ผ-29 | การตรวจวัดการเจริญเติบโตของผักกาดฮ่องเต้แปลงประปา | 259 |
| ตารางที่ ผ-30 | การตรวจวัดการเจริญเติบโตของผักกาดฮ่องเต้แปลงประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี | 260 |
| ตารางที่ ผ-31 | การตรวจวัดการเจริญเติบโตของผักกาดฮ่องเต้แปลงน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้ว | 260 |
| ตารางที่ ผ-32 | การตรวจวัดการเจริญเติบโตของถั่วพูแปลงประปา | 261 |
| ตารางที่ ผ-33 | การตรวจวัดการเจริญเติบโตของถั่วพูแปลงประปาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี | 263 |
| ตารางที่ ผ-34 | การตรวจวัดการเจริญเติบโตของถั่วพูแปลงน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้ว | 265 |


ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

# สารบัญรูป


| | | หน้า |
|---|---|---|
| รูปที่ 1-1 | กรอบแนวความคิดของการวิจัย การใช้ประโยชน์จากน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วในการเพาะปลูกพืช | 3 |
| รูปที่ 3-1 | แผนที่บ้านละลมหม้อ ต.โคกกรวด อ.เมือง จ.นครราชสีมา | 80 |
| รูปที่ 3-2 | ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร | 81 |
| รูปที่ 3-3 | ระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนขนาดเล็กบ่อปรับเสถียรบ่อ 1 ถึง บ่อ 4 | 82 |
| รูปที่ 3-4 | ระบบบำบัดน้ำเสียบ่อปรับเสถียรบ่อ 5 | 82 |
| รูปที่ 3-5 | การนำน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ในการเพาะปลูกพืชในชุมชน | 86 |
| รูปที่ 3-6 | การเตรียมแปลงเพาะปลูกทั้ง 3 แปลง | 87 |
| รูปที่ 3-7 | การปลูกพืชทั้ง 10 ชนิด | 87 |
| รูปที่ 3-8 | บริเวณที่ใช้ปลูกมะเขือเปราะ | 88 |
| รูปที่ 3-9 | การรดน้ำแปลงเพาะปลูก | 88 |
| รูปที่ 4-1 | การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านความสูงของกระเทียมในแต่ละแปลง | 103 |
| รูปที่ 4-2 | การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบต่อต้นของกระเทียมในแต่ละแปลง | 104 |
| รูปที่ 4-3 | เปรียบเทียบลักษณะและขนาดผลของกระเทียมในแต่ละแปลง | 105 |
| รูปที่ 4-4 | เปรียบเทียบผักชีไทยในแปลงเพาะปลูกทั้ง 3 แปลง หลังจากเพาะปลูกประมาณ 20 วัน | 106 |
| รูปที่ 4-5 | การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านความสูงของผักชีไทยในแต่ละแปลง | 107 |
| รูปที่ 4-6 | การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านจำนวนก้านต่อของผักชีไทยในแต่ละแปลง | 107 |
| รูปที่ 4-7 | เปรียบเทียบผักชีลาวในแปลงเพาะปลูกทั้ง 3 แปลง หลังจากเพาะปลูกประมาณ 20 วัน | 108 |
| รูปที่ 4-8 | การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านความสูงของผักชีลาวในแต่ละแปลง | 109 |
| รูปที่ 4-9 | การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านจำนวนก้านต่อต้นของผักชีลาวในแต่ละแปลง | 109 |
| รูปที่ 4-10 | เปรียบเทียบผักกวางตุ้งในแปลงเพาะปลูกทั้ง 3 แปลง หลังจากเพาะปลูกประมาณ 20 วัน | 110 |


ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

# สารบัญรูป (ต่อ)


| | | หน้า |
|---|---|---|
| รูปที่ 4-11 | การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านความสูงของกวางตุ้งในแต่ละแปลง | 111 |
| รูปที่ 4-12 | การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบต่อต้นของกวางตุ้งในแต่ละแปลง | 111 |
| รูปที่ 4-13 | เปรียบเทียบผักกาดฮ่องเต้ในแปลงเพาะปลูกทั้ง 3 แปลงหลังการเก็บเกี่ยว | 112 |
| รูปที่ 4-14 | การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านความสูงของผักกาดฮ่องเต้ในแต่ละแปลง | 113 |
| รูปที่ 4-15 | การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบต่อต้นของฮ่องเต้ในแต่ละแปลง | 113 |
| รูปที่ 4-16 | การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นหอมในแต่ละแปลง | 114 |
| รูปที่ 4-17 | การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบต่อต้นของต้นหอมในแต่ละแปลง | 114 |
| รูปที่ 4-18 | เปรียบเทียบต้นหอมในแปลงเพาะปลูกทั้ง 3 แปลง หลังจากเพาะปลูกประมาณ 10 วัน | 115 |
| รูปที่ 4-19 | เปรียบเทียบผักบุ้งในแปลงเพาะปลูกทั้ง 3 แปลง หลังจากเพาะปลูกประมาณ 25 วัน | 116 |
| รูปที่ 4-20 | การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านความสูงของผักบุ้งในแต่ละแปลง | 117 |
| รูปที่ 4-21 | การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบต่อต้นของผักบุ้งในแต่ละแปลง | 117 |
| รูปที่ 4-22 | การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นถั่วพูในแต่ละแปลง | 118 |
| รูปที่ 4-23 | เปรียบเทียบลักษณะและขนาดผลของถั่วพูในแต่ละแปลง | 119 |
| รูปที่ 4-24 | การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักต่อผลของถั่วพูในแต่ละแปลง | 119 |
| รูปที่ 4-25 | การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นมะเขือเปราะในแต่ละแปลง | 120 |
| รูปที่ 4-26 | เปรียบเทียบลักษณะและขนาดผลของมะเขือเปราะในแต่ละแปลง | 120 |


ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

# สารบัญรูป (ต่อ)


| | | หน้า |
|---|---|---|
| รูปที่ 4-27 | การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักต่อผลของมะเขือเปราะในแต่ละแปลง | 121 |
| รูปที่ 4-28 | การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านความสูงของต้นกระเจี๊ยบขาวในแต่ละแปลง | 122 |
| รูปที่ 4-29 | เปรียบเทียบลักษณะและขนาดผลของกระเจี๊ยบขาวในแต่ละแปลง | 122 |
| รูปที่ 4-30 | การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักต่อผลของกระเจี๊ยบขาวในแต่ละแปลง | 123 |
| รูปที่ 4-31 | แปลงเพาะปลูกทั้ง 3 แปลง หลังการเพาะปลูกประมาณ 15 วัน | 125 |
| รูปที่ 4-32 | แปลงเพาะปลูกทั้ง 3 แปลง หลังการเพาะปลูกประมาณ 25 วัน | 125 |
| รูปที่ 4-33 | แปลงเพาะปลูกทั้ง 3 แปลง หลังการเพาะปลูกประมาณ 35 วัน | 126 |
| รูปที่ 4-34 | แปลงเพาะปลูกทั้ง 3 แปลง หลังการเพาะปลูกประมาณ 50 วัน | 126 |
| รูปที่ 4-35 | แปลงเพาะปลูกทั้ง 3 แปลง หลังการเพาะปลูกประมาณ 60 วัน | 127 |
| รูปที่ 6-1 | ขั้นตอนการประเมินความเสี่ยงในการศึกษาวิจัย | 155 |
| รูปที่ ผ-1 | เครื่องมือที่ใช้ในการหาค่าของแข็ง | 268 |
| รูปที่ ผ-2 | การวิเคราะห์หาค่าของแข็งละลายโดยใช้เครื่องอังน้ำ | 268 |
| รูปที่ ผ-3 | เตาเผาอุณหภูมิสูง | 269 |
| รูปที่ ผ-4 | ตัวอย่างพืชหลังจากการเผาที่ 550 $^{O}$C | 269 |
| รูปที่ ผ-5 | การวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัสโดยใช้เตาย่อย | 270 |
| รูปที่ ผ-6 | การย่อยสลายตัวอย่างพืชโดยใช้เตาย่อย | 270 |
| รูปที่ ผ-7 | เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์โดยวิธี Hydride Atomic Absorption Spectrometric Method | 271 |
| รูปที่ ผ-8 | อุปกรณ์สำหรับดูดตัวอย่างเข้าเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ | 271 |
| รูปที่ ผ-9 | การวิเคราะห์หาค่าไขมันและน้ำมันโดยใช้เครื่องสกัดซอกฮ์เลต | 272 |
| รูปที่ ผ-10 | ชาวบ้านเยี่ยมชมแปลงเพาะปลูก | 272 |
| รูปที่ ผ-11 | ลงพื้นที่ให้ความรู้แก่ชุมชนบ้านละลมหม้อ | 273 |
| รูปที่ ผ-12 | ลงพื้นที่สำรวจข้อมูลชุมชนบ้านละลมหม้อ | 273 |
| รูปที่ ผ-13 | ลงพื้นที่ให้ความรู้แก่ชุมชนบ้านสำโรงเหนือ | 274 |
| รูปที่ ผ-14 | ลงพื้นที่สำรวจข้อมูลชุมชนบ้านสำโรงเหนือ | 274 |

# คำย่อที่ใช้ในการวิจัย

| | | |
|---|---|---|
| BOD | = | Biochemical oxygen demand |
| BSIRA | = | British Scientific Instrument Research Association |
| CFU/ml | = | Colony forming unit per milliliter |
| COD | = | Chemical oxygen demand |
| cm | = | Centimeter |
| °C | = | degree Celsius |
| DO | = | Dissolved oxygen |
| FAO | = | Food and Agriculture Organization |
| g | = | Gram |
| L | = | Liter |
| mg | = | Milligram |
| mg/L | = | Milligram per liter |
| mg/kg | = | Milligram per kilogram |
| ml | = | Milliliter |
| mm | = | Millimeter |
| MPN/ml | = | Most probable number per milliliter |
| nm | = | Nano meter |
| NSF | = | National Science Foundation |
| NTU | = | Nephelometric Turbidity Unit |
| ppb | = | Part per billion |
| ppm | = | Part per million |
| TDS | = | Total dissolved solids |
| TK | = | Total potassium |
| TKN | = | Total kjeldahl nitrogen |
| TP | = | Total phosphorus |
| TS | = | Total solids |
| TSS | = | Total suspended solids |
| USEPA | = | U.S. Environmental Protection Agency |
| WHO | = | World Health Organization |
| µg | = | Microgram |

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

# คำย่อที่ใช้ในการวิจัย (ต่อ)

| | | |
|---|---|---|
| µg/L | = | Microgram per liter |
| µg/kg | = | Microgram per kilogram |
| µS/cm | = | Microsiemems per centimeter |

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ