

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนากระบวนการผลิตและการจัดการ
ด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่น
ในการแปรรูปมะขามด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
จังหวัดเพชรบูรณ์

Process Development and Environmental Management for
Local Wisdom with Science and Technology in the
Processing of Tamarind, Phetchabun Province

พิณทิพย์ แก้วแกมทอง

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ทุนอุดหนุนโดยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2559

ชื่องานวิจัย	การพัฒนากระบวนการผลิตและการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นในการแปรรูปมะขามด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จังหวัดเพชรบูรณ์ Process development and environmental management for local wisdom with science and technology in the processing of tamarind, Phetchabun province
ผู้วิจัย	อาจารย์พิณทิพย์ แก้วแกมทอง
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสรีจวิจัย 2560

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการผลิตและการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นในการแปรรูปมะขามด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จังหวัดเพชรบูรณ์ มีวัตถุประสงค์ (1) พัฒนา ปรับปรุงกระบวนการผลิตที่เหมาะสม และ (2) พัฒนาระบบบำบัดน้ำในกระบวนการแปรรูปมะขาม ผลการวิจัยพบว่า กระบวนการแปรรูปมะขามเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่างๆ กระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่มนั้นมึน้ำเสียเกิดขึ้นในปริมาณมากส่งผลกระทบต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อมในบริเวณใกล้เคียง จึงต้องมีการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม ระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม คือ ระบบบ่อเกรอะ-บ่อซึม ซึ่งเป็นการบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพโดยใช้จุลินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจนในการบำบัด และในส่วนของการพัฒนาปรับปรุงกระบวนการผลิตให้เหมาะสมโดยการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ การวิเคราะห์กระบวนการผลิตและกำหนดแนวทางลดและป้องกันมลพิษจะทำให้ผู้ประกอบการสามารถลดต้นทุนการผลิตและลดค่าใช้จ่ายในการจัดการสิ่งแวดล้อมในสถานประกอบการได้

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนากระบวนการผลิตและการจัดการ
ด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่น
ในการแปรรูปมะขามด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
จังหวัดเพชรบูรณ์

Process Development and Environmental Management for
Local Wisdom with Science and Technology in the
Processing of Tamarind, Phetchabun Province

พิณทิพย์ แก้วแกมทอง

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ทุนอุดหนุนโดยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2559

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญรูป	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 นิยามศัพท์เฉพาะ	2
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ประเภทของน้ำเสียและแหล่งกำเนิดน้ำเสีย	4
2.2 คุณลักษณะของน้ำเสีย	4
2.3 การบำบัดน้ำเสีย	5
2.4 วิธีการบำบัดน้ำเสีย	7
2.5 การออกแบบและการดำเนินการทดลอง (Design of Experiment)	7
2.6 การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research)	8
2.7 การพัฒนากระบวนการผลิต	9
2.8 หลักการแปรรูปอาหาร	14
2.9 การจัดการสิ่งแวดล้อม	16
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	21
3.1 ขั้นตอนการศึกษา รวบรวมข้อมูลทั่วไป	21
3.2 ขั้นตอนดำเนินการศึกษาวิจัย	21
3.3 การวิเคราะห์แนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตและการบำบัดน้ำเสีย	21
3.4 การสร้างกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน	21
3.5 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	22
3.6 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	22
3.7 การรวบรวมข้อมูล	23
บทที่ 4 ผลการวิจัย	24
4.1 ข้อมูลผู้ประกอบการแปรรูปมะขามภายในจังหวัดเพชรบูรณ์	24
4.2 ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมะขาม	25

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	26
4.4 ผลการวิเคราะห์กระบวนการแปรรูปมะขามแช่ส้มและการสัมภาษณ์ ผู้ประกอบการ	26
4.5 ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมของผู้ประกอบการ	28
4.6 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากกระบวนการแปรรูปมะขามแช่ส้ม	35
4.7 การใช้ประโยชน์จากของเสียที่เกิดจากกระบวนการแปรรูปมะขามแช่ส้ม	35
4.8 การปรับปรุงพัฒนากระบวนการผลิต	35
4.9 ระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับกระบวนการแปรรูปมะขามแช่ส้ม	36
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	38
5.1 สรุปผลการทดลอง	38
5.2 ข้อเสนอแนะ	39
บรรณานุกรม	40
ประวัติคณะผู้วิจัย	41

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
4.1	การวิเคราะห์กระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่ม	27
4.2	พื้นที่สำหรับแปรรูปมะขามแช่อิ่มบ้านละมัยมะขามแช่อิ่ม	30
4.3	พื้นที่กำจัดน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่มบ้านละมัยแช่อิ่ม	31
4.4	บ่อเก็บน้ำเสียจากกระบวนการผลิต กลุ่มแปรรูปมะขามบ้านน้ำครั่ง	34
4.5	แนวทางลดและป้องกันมลพิษในสถานประกอบการ	35

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สืบเนื่องจากปัญหาสถานการณ์สิ่งแวดล้อมและภาวะโลกร้อนที่มีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งปัจจัยสำคัญของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพสิ่งแวดล้อมดังกล่าว เกิดขึ้นจากการขยายจำนวนประชากรควบคู่กับการขยายตัวของ การบริโภคและการผลิตที่ขาดการคำนึงผลกระทบต่อระบบนิเวศ ประกอบกับรัฐบาลได้กำหนดยุทธศาสตร์ประเทศที่สำคัญประการหนึ่ง คือ การเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Growth) รวมถึงนโยบายและยุทธศาสตร์งานวิจัยขนานชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2555-2559) เน้นการบูรณาการด้านการวิจัยที่สอดคล้องกับแนวนโยบายและยุทธศาสตร์ การพัฒนาประเทศสามารถเชื่อมโยงกับแนวทางของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559) และการปฏิรูประบบวิจัยของประเทศ โดยการวิจัยจะตอบสนองความต้องการของชุมชนและปัญหาที่สำคัญเร่งด่วนเพื่อการพัฒนาประเทศพร้อมกับดำเนินการควบคู่กับการวิจัยเพื่อความเป็นเลิศทางวิชาการ อันเป็นรากฐานอันสำคัญของการพัฒนาประเทศ

จังหวัดเพชรบูรณ์เป็นจังหวัดที่มีการปลูกมะขามหวานแหล่งใหญ่ของประเทศ เนื่องจากมีความเหมาะสมในเรื่องสภาพอากาศและพื้นที่ปลูกทำให้มะขามมีรสชาติหวานอร่อย ไม่เหมือนกับปลูกที่อื่นๆ มะขามหวานจึงได้กลายเป็นเอกลักษณ์ประจำจังหวัดเพชรบูรณ์จนได้ขึ้นทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์หรือ GI (Thai Geographical Indication) จากกรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์ ซึ่งในปัจจุบันจังหวัดเพชรบูรณ์มีเนื้อที่ปลูกมะขามทั้งสิ้น 66,146 ไร่ แหล่งผลิตที่สำคัญได้แก่ อำเภอหล่มเก่า อำเภอเมืองเพชรบูรณ์และอำเภอหล่มสัก ตามลำดับ มีพื้นที่เพาะปลูกมะขามหวานจำนวนกว่า 49,945 ไร่ ให้ผลผลิตราว 47,000 ตัน ปัจจุบันมีปัญหาหลังฤดูกาลที่ผ่านมา มีราคาผลผลิตตกต่ำทำให้เกษตรกรตัดต้นมะขามทิ้งและหันไปปลูกต้นยางพาราแทน ส่งผลให้ผลผลิตในปี 2557 ที่ออกสู่ตลาดในฤดูกาลนี้ ค่อนข้างน้อยประกอบกับต้นมะขามไม่ติดฝักทำให้ราคาผลผลิตค่อนข้างสูง ส่งผลให้เกษตรกรหันมาปลูกมะขามเปรี้ยวกันมากขึ้น และมีผู้ประกอบการรวมถึงกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดเพชรบูรณ์หันมาให้ความสนใจและแปรรูปมะขามเปรี้ยวเป็นจำนวนมากทั้งในรูปแบบของมะขามอ่อน มะขามดิบ และมะขามสุก เช่น มะขามแช่อิ่มสด มะขามแช่อิ่มแห้ง มะขามหยี ไวน์มะขาม น้ำมะขาม มะขามคลุก นอกจากนี้มะขามเปรี้ยวยังสามารถทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่อยอดได้อีกมาก เช่น ขนมคุกกี้มะขามเค็มมะขาม แยมมะขาม เป็นต้น

ในปัจจุบันมีน้ำทิ้งจากกระบวนการแปรรูปมะขามทั้งในขั้นตอนการทำความสะอาด ขั้นตอนการแช่น้ำร้อนเพื่อลอกเปลือก ขั้นตอนการแช่น้ำเกลือผสมน้ำปูน และกระบวนการผลิตอื่นๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของสินค้า ซึ่งน้ำทิ้งจากกระบวนการแปรรูปมะขาม ก่อให้เกิดผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมต่อชุมชน จากการลงพื้นที่รับฟังความต้องการและปัญหาของผู้ประกอบการ พบว่าผู้ประกอบการหรือวิสาหกิจชุมชนยังต้องการรับการสนับสนุนองค์ความรู้ทางด้านการพัฒนา

กระบวนการผลิตและการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อที่จะสามารถต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นในการแปรรูปมะขามซึ่งถือว่าเป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งของจังหวัดเพชรบูรณ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เป็นสถาบันการศึกษาในพื้นที่ที่มีบทบาทหน้าที่ในการสร้างองค์ความรู้และส่งเสริมให้ภาคประชาชน ภาคธุรกิจเอกชน และภาคีเครือข่ายต่างๆ มีส่วนร่วมในการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น รวมทั้งให้การสนับสนุนการใช้เทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม จากปัญหาสถานการณ์สิ่งแวดล้อมดังกล่าว คณะผู้วิจัยได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาส่งเสริมการแปรรูปมะขามที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อผลักดันให้กลุ่มผู้ประกอบการผลิตผลิตภัณฑ์ชุมชนขนาดเล็กซึ่งยังขาดความพร้อมในด้านระบบข้อมูลกระบวนการผลิตสมควรได้รับการส่งเสริมและสนับสนุน ในการได้รับองค์ความรู้ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดี แสดงเจตนาสมัครใจในการรับผิดชอบต่อสังคมมีจิตสำนึกในเรื่องรักษาสีเขียวสิ่งแวดล้อมและสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้แก่ผลิตภัณฑ์ชุมชน ลดการกีดกันทางการค้าเป็นการยกระดับมาตรฐานการผลิตเพื่อการส่งออก และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในตลาดโลก

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 พัฒนาปรับปรุงกระบวนการผลิตที่เหมาะสม
- 1.2.2 พัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียในกระบวนการแปรรูปมะขาม

1.3 ขอบเขตการวิจัย

วิเคราะห์แนวทางในการปรับปรุง พัฒนาระบบการผลิตและออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับสถานประกอบการ โดยออกแบบตามทฤษฎีด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย ด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรมเกี่ยวกับกระบวนการผลิต การออกแบบและการดำเนินการทดลองโดยแบบจำลอง พื้นที่เป้าหมายได้แก่ สถานประกอบการแปรรูปมะขาม ในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่เข้าร่วมโครงการ โดยเน้นสร้างกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน โดยใช้หลักการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม ร่วมกันเรียนรู้ร่วมกันแสวงหาปัญหา และคิดค้นแนวทางออกเพื่อแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาที่เป็นเรื่องอันเป็นฉันทามติของชุมชน

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

การแปรรูปมะขาม หมายถึง การแปรรูปมะขามเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ของท้องถิ่น ได้แก่ มะขามแช่อิ่มสด มะขามแช่อิ่มแห้ง มะขามหยี ไวน์มะขาม น้ำมะขาม มะขามคลุก ขนมคุกกี้ มะขาม เค้กมะขาม แยมมะขาม

บำบัดน้ำเสีย หมายถึง การบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการแปรรูปมะขาม

การถ่ายทอดเทคโนโลยี หมายถึง การนำความรู้ด้านเทคโนโลยีในการบำบัดน้ำเสีย และการปรับปรุงกระบวนการผลิตถ่ายทอดแก่ชุมชนท้องถิ่น

1.5 ประโยชน์ของการวิจัย

1.5.1 เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยให้แก่ชุมชนและขยายผลสู่การพัฒนาผลิตผลของท้องถิ่นในเชิงปริมาณและคุณภาพ

1.5.2 เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตด้านสังคมและเศรษฐกิจผ่านกลไกการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับภาคประชาชนอย่างเป็นระบบ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประเภทของน้ำเสียและแหล่งกำเนิดน้ำเสีย

น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่มีสารใดๆ หรือสิ่งปฏิกูลที่ไม่พึงปรารถนาปนอยู่ การปนเปื้อนของสิ่งสกปรกเหล่านี้ จะทำให้คุณสมบัติของน้ำเปลี่ยนแปลงไปจนอยู่ในสภาพที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ สิ่งปนเปื้อนที่อยู่ในน้ำเสีย ได้แก่ น้ำมัน ไขมัน ผงซักฟอก สบู่ ยาฆ่าแมลง สารอินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเหม็นและเชื้อโรคต่างๆ สำหรับแหล่งที่มาของน้ำเสียพอจะแบ่งได้เป็น 2 แหล่งใหญ่ๆ ดังนี้

2.1.1 น้ำเสียจากแหล่งชุมชน มาจากกิจกรรมสำหรับการดำรงชีวิตของคนเรา เช่น อาคาร บ้านเรือน หมู่บ้านจัดสรร คอนโดมิเนียม โรงแรม ตลาดสด โรงพยาบาล เป็นต้น จากการศึกษาพบว่าความเน่าเสียของคุณคลองเกิดจากน้ำเสียประเภทนี้ ถึงประมาณ 75%

2.1.2 น้ำเสียจากกิจกรรมอุตสาหกรรม ได้แก่ น้ำเสียจากขบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมรวมทั้งน้ำหล่อเย็นที่มีความร้อนสูง และน้ำเสียจากห้องน้ำห้องส้วมของคนงานด้วยความเน่าเสียของคุณคลองเกิดจากน้ำเสียประเภทนี้ประมาณ 25% แม้จะมีปริมาณไม่มากนัก แต่สิ่งสกปรกในน้ำเสียจะเป็นพวกสารเคมีที่เป็นพิษและพวกโลหะหนักต่างๆ รวมทั้งพวกสารอินทรีย์ต่างๆ ที่มีความเข้มข้นสูงด้วย

2.2 คุณลักษณะของน้ำเสีย

ในการออกแบบและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย มีความจำเป็นต้องทราบข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของน้ำเสีย เพื่อให้ได้ระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพที่สูง สามารถบำบัดน้ำเสียได้ตามวัตถุประสงค์ คุณลักษณะของน้ำเสียมีคุณสมบัติที่แตกต่างไปขึ้นอยู่กับชนิด ปริมาณ จำนวนและรูปแบบของของเสียที่ผลิตต่อออกมาจากแหล่งน้ำนั้นๆ สามารถแบ่งคุณลักษณะของน้ำเสียเป็น 3 ประเภท ได้แก่ คุณลักษณะของน้ำเสียทางกายภาพ คุณลักษณะของน้ำเสียทางเคมีและคุณลักษณะของน้ำเสียทางชีววิทยา ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ คือ

2.2.1 คุณลักษณะของน้ำเสียทางกายภาพ (Physical characteristics of wastewater)

คุณลักษณะของน้ำเสียทางกายภาพประกอบด้วยปริมาณของแข็งทั้งหมด กลิ่น สี อุณหภูมิ ความขุ่น

2.2.2 คุณลักษณะของน้ำเสียทางเคมี (Chemical characteristics of wastewater)

คุณลักษณะของน้ำเสียด้านเคมีค่อนข้างมีความซับซ้อน เนื่องจากน้ำเสียที่ปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดที่แตกต่างกัน ดังนั้นองค์ประกอบทางเคมีของน้ำเสียจึงมีความแตกต่างกันไป ด้วย คุณลักษณะน้ำเสียที่มีองค์ประกอบของสารต่างๆ ประกอบด้วย สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ โดยน้ำเสียที่มาจากบ้านเรือนต่างๆ จะประกอบด้วย สารอินทรีย์ 50% และสารอนินทรีย์ 50%

2.2.3 คุณลักษณะของน้ำเสียทางชีววิทยา (Biological characteristics of wastewater)

น้ำเสียทางชีววิทยาประกอบด้วยพวกจุลินทรีย์ ไวรัส แบคทีเรีย โปรโตซัว พบได้ในน้ำเสียทั่วไป แม่น้ำลำคลอง และในระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ ก่อให้เกิดโรคในน้ำเสียเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีในน้ำเสียและวิธีการที่ใช้ในการประเมินความเป็นพิษของระบบบำบัดน้ำเสียเชื้อจุลินทรีย์สำคัญที่พบในน้ำผิวดินและน้ำเสียแบ่งเป็น Protista พืชและสัตว์ กลุ่ม Protista ประกอบด้วย แบคทีเรีย รา โปรโตซัว และสาหร่าย กลุ่มพืชประกอบด้วย เฟิร์น มอส และ Liverworts ส่วนพวกสัตว์แบ่งเป็นสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังและไม่มีกระดูกสันหลัง

2.3 การบำบัดน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสีย หมายถึง การกำจัดหรือทำลายสิ่งปนเปื้อนในน้ำเสียให้หมดไป หรือเหลือน้อยที่สุดให้ได้มาตรฐานที่กำหนดและไม่ทำให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม น้ำเสียจากแหล่งต่างกันจะมีคุณสมบัติไม่เหมือนกันดังนั้นกระบวนการบำบัดน้ำจึงมีหลายวิธี โดยระบบบำบัดน้ำเสียทั่วไปมี 3 วิธีคือ

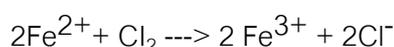
2.3.1 กระบวนการทางเคมี (chemical process)

เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยการแยกสารต่างๆ หรือสิ่งปนเปื้อนในน้ำเสียที่บำบัด เช่น โลหะหนัก สารพิษ สภาพความเป็นกรด ต่างๆ ที่ปนเปื้อนอยู่ด้วยการเติมสารเคมีต่างๆ ลงไปเพื่อให้เข้าไปทำปฏิกิริยาซึ่งจะมีประโยชน์ในการแยกสาร แต่วิธีนี้มีข้อเสีย คือ เมื่อเติมสารเคมีลงในน้ำเสียแล้ว ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและวิธีนี้จะมีค่าใช้จ่ายสำหรับสารเคมีค่อนข้างสูง ดังนั้นกระบวนการทางเคมีจะเลือกใช้ใช้ก็ต่อเมื่อน้ำเสียไม่สามารถบำบัดได้ด้วยกระบวนการทางกายภาพหรือชีวภาพ

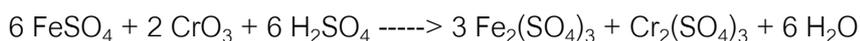
การทำให้เกิดตะกอน (precipitation) อาศัยหลักการเติมสารเคมีลงไปทำปฏิกิริยาทำให้เกิดกลุ่มตะกอนตกลงมา โดยทั่วไปสารแขวนจะมีประจุลบ ดังนั้นสารเคมีที่เติมลงไปจึงเป็นประจุบวกเพื่อทำให้เป็นกลาง การแยกด้วยวิธีนี้มีค่าใช้จ่ายสูงแต่ก็มีประสิทธิภาพสูงเช่นกัน ดังนั้นวิธีนี้จะเลือกใช้ใช้ต่อเมื่อไม่สามารถ แยกได้โดยกระบวนการทางชีวภาพหรือกายภาพ

โดยส่วนมากสารเคมีที่ทำให้เกิดตะกอนจะละลายน้ำ เช่น เกลือของสารประกอบต่างๆ เช่น เกลืออะลูมิเนียมซัลเฟต หรือสารส้ม ($Al_2(SO_4)_3$) เกลือเหล็ก ($FeCl_3$, $FeSO_4$) และเกลือของแคลเซียม ($Ca(OH)_2$) ส่วนเกลือที่นำมาช่วยในการเกิดตะกอนได้ดียิ่งขึ้นนี้เป็นสารประกอบของกลุ่ม Activated ของ Silica และ Polyelectrolytes โดยกระบวนการทางเคมีมีหลายวิธี

การเกิดออกซิเดชันทางเคมี (chemical oxidation) อาศัยหลักการเสียอิเล็กตรอนของอะตอมให้แก่สารเคมีที่เติมลงไป ในน้ำเสียโดยสารเคมีนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวออกซิไดซ์ (oxidizing agent) ส่วนมากวิธีนี้จะนิยมใช้เปลี่ยนโมเลกุลของโลหะที่เป็นพิษ เช่น การเปลี่ยน Fe^{2+} ซึ่งมีพิษมากไปเป็นสาร Fe^{3+} ซึ่งมีพิษน้อย ด้วยคลอรีน ดังแสดงในสมการต่อไปนี้



การเกิดรีดักชันทางเคมี(chemical reduction) เป็นปฏิกิริยาที่มีการรับอิเล็กตรอน วิธีการนี้เป็นการเปลี่ยนสภาพของสารพิษไปเป็นสารที่มีอันตรายน้อยลง อะตอมหรืออิออนของสารพิษจะรับอิเล็กตรอนจากสารเคมีที่เติมลงไปซึ่งมีสมบัติเป็นตัวรีดิวซ์ (reducing agent) เช่น การเปลี่ยน Cr^{6+} ซึ่งมีพิษมากไปเป็น Cr^{3+} ด้วย เฟอร์รัสซัลเฟต (FeSO_4) ในสภาพที่เป็นกรด ดังแสดงในสมการต่อไปนี้



การสะเทิน (neutralization) เป็นการเปลี่ยนค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำเสียให้มีฤทธิ์เป็นกลาง (pH = 7) ถ้าต้องการปรับค่าน้ำเสียที่มีฤทธิ์เป็นกรด (pH < 7) ในน้ำเสียให้สูงขึ้นต้องเติมสารที่มีฤทธิ์เป็นด่าง เช่น แคลเซียมคาร์บอเนตหรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ ส่วนกรณีถ้าต้องการปรับน้ำเสียที่มีฤทธิ์เป็นด่าง (pH > 7) ให้มีค่า pH ต่ำลงจะต้องเติมกรด เช่น กรดซัลฟิวริก กรดไนตริก กรดเกลือและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น

2.3.2 กระบวนการทางชีววิทยา (Biological Process)

กระบวนการทางชีววิทยา (biological process) เป็นการอาศัยหลักการใช้จุลินทรีย์ต่างๆ มาทำการย่อยสลายเปลี่ยนอินทรีย์สารไปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และแอมโมเนีย เป็นการบำบัดน้ำเสียที่ดีที่สุดในแง่ของการลดปริมาณสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำ แต่หลักการนี้เลือกสภาวะแวดล้อมให้เหมาะกับการทำงานของจุลินทรีย์ โดยสัมพันธ์กับปริมาณของจุลินทรีย์ และเวลาที่ใช้ในการย่อยสลายแบคทีเรียที่เลือกใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์แยกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ แบคทีเรียที่ต้องใช้ออกซิเจน (aerobic bacteria) ส่วนกลุ่มที่ 2 เป็นพวกไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic bacteria)

2.3.3 กระบวนการทางกายภาพ (physical process)

กระบวนการทางกายภาพ (physical process) เป็นการบำบัดน้ำเสียอย่างง่ายซึ่งจะแยกของแข็งที่ไม่ละลายน้ำออก วิธีนี้จะแยกตะกอนได้ประมาณ 50-65% ส่วนเรื่องการแยกความสกปรกในรูปของสารอินทรีย์ (BOD_5) ประมาณ 20-30% เท่านั้น วิธีการต่างๆ ในกระบวนการนี้มีหลายวิธี เช่น การดักด้วยตะแกรง (screening) เป็นการแยกเศษขยะต่างๆ ที่มากับน้ำเสีย เช่น เศษไม้ ถูพลาสติค กระดาษ ตะแกรงมีหลายขนาด การดักด้วยตะแกรงจึงเป็นการแยกขั้นตอนแรกในการบำบัดน้ำเสีย การตัดย่อย (combination) คือ การใช้เครื่องตัดทำลายเศษขยะขนาดใหญ่ให้มีขนาดเล็กลง การกวาด (skimming) เป็นการกำจัดน้ำมันและไขมัน โดยทำการดักหรือกวาดออกจากน้ำเสีย การทำให้ลอย (floating) จะใช้กับตะกอนที่มีความถ่วงจำเพาะน้อยกว่าน้ำ การตกตะกอน (sedimentation) เป็นการแยกตะกอนออกจากน้ำเสียโดยอาศัยหลักการเรื่องแรงโน้มถ่วง ซึ่งจะใช้กับตะกอนที่มีความถ่วงจำเพาะมากกว่าน้ำ

2.3.4 กระบวนการทางกายภาพ-เคมี (physical-chemical process)

เป็นกระบวนการที่ต้องมีอุปกรณ์ช่วยมากกว่ากระบวนการที่กล่าวมา ซึ่งกระบวนการนี้จะใช้ขั้นตอนนี้สุดท้ายในการบำบัดน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการในขั้นตอนอื่นแล้ว เช่น กระบวนการดังต่อไปนี้

1) การดูดซับด้วยถ่าน (carbon adsorption) วิธีการนี้ใช้ผงถ่านหรือคาร์บอนเป็นตัวดูดซับสารเจือปนที่ละลายอยู่ในน้ำทิ้ง

2) การแลกเปลี่ยนประจุ วิธีการนี้อาศัยหลักการแลกเปลี่ยนประจุระหว่างสารปนเปื้อนในน้ำเสียกับตัวกลางที่บรรจุซึ่งมีทั้งประจุบวกและประจุลบ โดยจะมีการลำเลียงน้ำภายใน

2.4 วิธีการบำบัดน้ำเสีย

ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย โดยทั่วไปการบำบัดน้ำทิ้งแบ่งออกได้เป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

2.4.1 การบำบัดขั้นเตรียมการ (preliminary treatment) เป็นขั้นตอนการแยกสิ่งสกปรกที่มีขนาดใหญ่ ไม่ละลายน้ำออกจากน้ำ โดยการใช้ตะแกรง (Screens)

2.4.2 การบำบัดขั้นต้น (primary treatment) น้ำเสียที่ผ่านขั้นตอนจากข้อที่ 1 แล้ว จะถูกนำมาตกตะกอนในถังตกตะกอน ซึ่งเรียกว่า primary sludge การบำบัดในขั้นนี้จะลดค่า BOD ได้ประมาณ 25-40% แล้วแต่คุณลักษณะของน้ำทิ้งและประสิทธิภาพของถังตกตะกอน

2.4.3 การบำบัดขั้นที่สอง (secondary treatment) น้ำเสียจากข้อ 2 จะถูกนำเข้าไปสู่ถังเติมอากาศซึ่งจะมีการเติมอากาศให้แก่แบคทีเรียโดยใช้เครื่องเติมอากาศ แบคทีเรียช่วยย่อยสลายและกำจัดสารอินทรีย์หรือ BOD ซึ่งอยู่ในรูปของสารละลายหรืออนุภาคคอลลอยด์ ออกไปจากน้ำกลายเป็นตะกอน ตกกลงไปที่ก้นถังตกตะกอนในขั้นตอนนี้จะถูกนำไปกำจัดต่อไป น้ำในส่วนบนของถังตกตะกอนจะใสขึ้น ในขั้นตอนนี้จะช่วยลดค่า BOD ลงได้ประมาณ 75-95% ซึ่งค่า BOD ของน้ำส่วนนี้จะต่ำกว่า 20 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถปล่อยทิ้งลงสู่แม่น้ำได้แต่ถ้าต้องการความสะอาดเหมาะแก่การนำกลับมาใช้ใหม่เข้าสู่การบำบัดขั้นที่ 3 ต่อไป

2.4.4 การบำบัดขั้นที่สาม (Tertiary treatment) ต้องการความบริสุทธิ์สะอาดสามารถนำกลับมาใช้อุปโภคและบริโภคได้ กระบวนการบำบัดนี้จึงเป็นกระบวนการเคมีรวมกับฟิสิกส์ - เคมี น้ำทิ้งจากการบำบัดขั้นตอนที่สอง จะถูกนำมาตกตะกอนด้วยวิธีทางเคมีแยกสารประกอบฟอสเฟตออกด้วยปูนขาว จากนั้นจึงนำมากำจัดสารอินทรีย์ที่เหลืออยู่ด้วยกระบวนการทางฟิสิกส์-เคมีด้วยวิธีการ ion exchange ซึ่งจะได้น้ำที่สะอาดเมื่อผ่านการฆ่าเชื้อโรคแล้วจะได้น้ำที่สะอาด

2.5 การออกแบบและการดำเนินการทดลอง (Design of Experiment)

การออกแบบและการดำเนินการทดลอง (Design of Experiment) และการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดลองเพื่อที่จะหาข้อสรุปที่มีเหตุผล การทดลองทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ ฟิสิกส์ และเคมีสำหรับทางด้านวิศวกรรมศาสตร์นั้นการทดลองจะมีบทบาทที่สำคัญในการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ การพัฒนากระบวนการผลิต และการปรับปรุงกระบวนการผลิตวัตถุประสงค์หลักก็เพื่อที่จะพัฒนากระบวนการที่มีความเข้มแข็ง (Robust process) ซึ่งความแปรผันภายนอกจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการได้น้อยมาก ประไพพรศรี สุทัศน์ (2551) ให้นิยามเกี่ยวกับทฤษฎีพื้นฐานสถิติไว้ว่า สถิติเป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการเก็บข้อมูล (Data Collection) การนำเสนอ (Data Presentation) และการวิเคราะห์ผลข้อมูล (Data Analysis) อย่างเป็นระบบ โดยทั่วไปทฤษฎีทาง

สถิติจะนิยมใช้เป็นเครื่องมือช่วยอธิบายลักษณะต่างๆ อาทิเช่น การประมาณลักษณะที่แท้จริง หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าพารามิเตอร์ (Parameter) ของระบบที่ผู้วิจัยสนใจ โดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ค่าแนวโน้มสู่ศูนย์กลางของข้อมูล (Central Tendency) กลุ่มที่ 2 ค่าการกระจาย (Dispersion)

2.6 การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research)

คุณลักษณะสำคัญของงานวิจัยรูปแบบดังกล่าวเมื่อเทียบกับงานวิจัยแบบดั้งเดิม สามารถสรุปได้จากผลงานความคิดของพันทิพย์ รามสูตร (2540) ได้ดังนี้

ประเด็นเปรียบเทียบ	การวิจัยแบบดั้งเดิม	การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม
รูปแบบ	เป็นพิมพ์เขียวที่กำหนดให้	เน้นกระบวนการที่ปรับเปลี่ยนได้ตามสถานการณ์
อุดมการณ์/ปรัชญา	เน้นกลุ่มคนชั้นสูง	เน้นกลุ่มคนที่ด้อยโอกาสในสังคม คนชายขอบ
จุดมุ่งหมาย	ไม่ผูกพัน ทำให้ได้ข้อมูลเพื่อตอบปัญหาการวิจัย	มีพันธกรณีระหว่างนักวิจัยกับชาวบ้านที่จะร่วมกันเพื่อสิทธิของมนุษย์
กรอบการวิจัย	กำหนดโดยนักวิจัยองค์กร	กำหนดโดยประชาชนในพื้นที่
จุดเน้น	วัตถุ เน้นการสร้างสิ่งของ	คน เริ่มที่คนเป็นหลัก ทำให้คนมีคุณค่า สร้างความภาคภูมิใจและกำลังใจ
เป้าหมาย	กำหนดไว้ล่วงหน้า	ปรับเปลี่ยนตามความต้องการของท้องถิ่นตามเงื่อนไขความเหมาะสม
ยุทธวิธี	เน้นการวางแผนที่อ้างว่าชาวบ้าน	
ไม่สามารถวางแผนเองได้	เน้นการมีส่วนร่วม เชื่อมั่นในความสามารถในการเรียนรู้ของคน	
วิธีการ	เข้มงวดรัดกุม เน้นหลักการวิจัยเชิงปริมาณ มองมิติชุมชนที่ศึกษา และใช้เทคโนโลยีหรือระเบียบวิธีการขั้นสูง	เรียบง่าย ใช้วิธีการที่ชาวบ้านรู้จักและถนัดมองชุมชนอย่างเป็นองค์รวม และใช้เทคโนโลยีชาวบ้าน
การวิเคราะห์สถานการณ์	เน้นการย่อส่วน (Reductionism)	การมององค์รวม (Holistic Approach)
รูปแบบการพัฒนา	ควบคุม ชี้แนะและให้แรงจูงใจ เป็นวัตถุ เน้นการทำงานตามแผน และส่งเสริมวัฒนธรรมการพึ่งพา	ปลดปล่อย สร้างกำลังอำนาจในการคิดและต่อรองให้สำเร็จในสิ่งที่ได้กระทำ โดยมีแรงจูงใจคือความภูมิใจในศักดิ์ศรีของตน และเป็นการส่งเสริมวัฒนธรรมการพึ่งพาตนเอง
มองชาวบ้าน	เป็นผู้รับประโยชน์จากความสำเร็จของโครงการวิจัย	เป็นผู้ทำประโยชน์ เป็นผู้ลงมือกระทำโครงการสำเร็จ และมีส่วนร่วม

ปัญหาสำคัญของการวิจัยเพื่อการพัฒนา ได้แก่ การวิจัยเพื่อแสวงหารูปแบบเพื่อการพัฒนาการวิจัย เพื่อการวางแผนหรือการวิจัยเพื่อนำเอาวิทยาการสมัยใหม่ไปปรับใช้ในชนบทต่างก็มีได้ช่วยให้กระบวนการพัฒนา และผลพวงของการศึกษาดึงกลุ่มคนที่ควรจะเป็นเป้าหมายที่แท้จริงอย่างเต็มเม็ดเต็มหน่วยแต่อย่างไร ทั้งนี้ก็อาจเป็นเพราะว่างานวิจัยแบบดั้งเดิมเพื่อการพัฒนาชุมชนนั้นจะให้ความสำคัญกับชาวบ้านในฐานะที่เป็น “ผู้ถูกวิจัย” และมักจะกันผู้ถูกวิจัยออกไปหรือปฏิบัติต่อเขาในฐานะที่เป็นเพียงแหล่งข้อมูลดิบ วิธีการวิจัยต่างๆ แบบแผนการวิจัย ระเบียบวิธี การรวบรวม ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนกรอบแนวคิดทางทฤษฎีต่างๆ จะถูกกำหนดไว้ล่วงหน้าแล้ว และนักวิชาการหรือนักวิจัย ซึ่งเป็นบุคคลภายนอกชุมชนมักจะเป็นผู้กำหนดหรือผู้วิเคราะห์และสรุปว่าปัญหาในชุมชนหนึ่งๆ นั้นได้แก่อะไรบ้างซึ่งถ้าโครงการวิจัยนั้นทำโดยนักวิชาการหรือนักวิจัยสาขาใด การกำหนดปัญหาของชุมชนมักขึ้นอยู่กับศาสตร์ (Discipline) หรือความสนใจของนักวิชาการหรือนักวิจัยสาขานั้นๆ และหากการวิจัยนั้นๆ ได้รับการมอบหมายให้หน่วยงานหนึ่งที่เกี่ยวข้องรับผิดชอบหน่วยงานนั้นๆ ก็มักจะทำการศึกษาริวิจัยเพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายสำหรับหน่วยงานของตน การกำหนดปัญหาเพื่อการตอบสนองต่อความต้องการของประชาชนจึงเป็นไปเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของหน่วยงานนั้นๆ มากกว่าเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของประชาชน

ต่อมาแทนที่จะเป็นการศึกษาโดยนักวิจัยฝ่ายเดียว จึงได้มีการปรับใช้วิธีการศึกษาเป็นแบบสองทาง คือ ผู้ถูกศึกษา หรือ สมาชิกของชุมชนได้มีโอกาสรับรู้ด้วยว่านักวิจัยกำลังศึกษาเรื่องอะไร เพื่ออะไร เป็นต้น และจะได้มีส่วนร่วมในการศึกษานั้น เมื่อสมาชิกในชุมชนเข้าใจในโครงการวิจัยมีส่วนร่วมในการวิจัย และผู้วิจัยยอมรับการมีส่วนร่วมของชุมชนหรือประชาชนโดยการเชื่อมโยงระหว่างการมีส่วนร่วมของชุมชนในการตัดสินใจกับวิธีการศึกษาสภาพปัญหา ซึ่งใช้ความพยายามทุกวิถีทางที่จะพัฒนาแนวทางการวิจัยให้รวมเอาผู้ที่คาดว่าจะเป็นที่ได้รับประโยชน์จากการวิจัยเอาไว้ด้วย และให้เข้ามามีบทบาทตั้งแต่เริ่มวางแผนโครงการวิจัย เก็บรวบรวมข้อมูล การตีความของข้อมูล การเชื่อมโยงดังกล่าวนี้ เป็นวิธีการวิจัยที่เรียกว่า การวิจัยแบบมีส่วนร่วม (Participatory Research) ซึ่งการวิจัยแบบนี้เข้ามามีบทบาทในฐานะที่เป็นทางเลือกและนวัตกรรมเพื่อใช้ในการพัฒนาชุมชนตั้งแต่ช่วงทศวรรษ 1960 เป็นต้นมา การวิจัยแบบมีส่วนร่วมได้รับการพัฒนาเป็นระยะๆ

2.7 การพัฒนาระบบการผลิต

ระบบการผลิต

ระบบการผลิต (Production System) หมายถึง การนำทรัพยากรที่เป็นปัจจัยนำเข้า (Input Resource) มาทำการเปลี่ยนแปลงสภาพ (Transform) ให้กลายเป็นผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้น โดยสามารถนำมาใช้ได้กับผลผลิตสินค้าและบริการต่างๆ ระบบการผลิตโดยทั่วไปประกอบด้วย 3 องค์ประกอบดังกล่าวมาแล้ว คือ ปัจจัยการผลิต (Input) กระบวนการผลิต (Process) ก่อนที่จะออกมาเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ถือว่าเป็นกระบวนการผลิตทั้งหมดและ

ผลผลิต (Output) ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการผลิตขั้นสุดท้ายและออกมาเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป เมื่อมีจะการผลิตองค์การผู้ผลิตก็จะนำองค์ประกอบของระบบการผลิตมาเข้าสู่ระบบการผลิต ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ระบบ คือ

2.7.1 ระบบการผลิตแบบช่วงตอน (Intermittent Production System)

เป็นการผลิตที่ไม่เป็นไปตามสายการผลิต เมื่อการผลิตชิ้นส่วนก็จะนำชิ้นส่วนเหล่านั้นมาประกอบเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป การผลิตแบบช่วงตอนมีลักษณะดังนี้

- 1) มีอุปกรณ์และกระบวนการผลิตที่ยืดหยุ่น สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้หลายรูปแบบ
- 2) ปัจจัยการผลิตและเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะงาน
- 3) การผลิตและเปลี่ยนแปลงตามลักษณะงานแต่ละชิ้น
- 4) การไหลหรือการเคลื่อนย้ายของงานจะไม่ติดต่อกัน มักจะมีการพักรอคอยหรือรอคอยวัตถุดิบการผลิต ณ จุดปฏิบัติงาน

- 5) พนักงานที่ปฏิบัติงานมักจะมีความสามารถระดับปานกลางไปจนถึงระดับสูง

2.7.2 ระบบการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous Production System) เป็นระบบการผลิตตามขั้นตอนการผลิต มีการจัดระบบการผลิตไว้เป็นลำดับตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดสำเร็จออกเป็นผลิตภัณฑ์ ในการดำเนินกิจกรรมการผลิตถือว่าเป็นระบบการแปรสภาพวัตถุดิบในกระบวนการผลิตให้ออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าการผลิตแบบต่อเนื่องมีลักษณะ ดังนี้

- 1) มีอุปกรณ์และกระบวนการผลิตที่ได้มาตรฐาน
- 2) ปัจจัยการผลิตจะมีมาตรฐานแน่นอนไม่เปลี่ยนแปลงชนิดหรือว่าส่วนประกอบ
- 3) ลำดับขั้นตอนการผลิตแน่นอน
- 4) การไหลหรือการเคลื่อนย้ายของงานมักใช้ระบบสายพาน
- 5) การป้อนงานเข้าหน่วยการผลิตแต่ละหน่วยจะใช้กฎตามลำดับ
- 6) ผลิตสินค้าได้มาตรฐานครั้งละมากๆ

ระบบการผลิตแบบต่อเนื่องแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1) การแปรสภาพการผลิตแบบต่อเนื่อง เป็นการผลิตที่มีสายการผลิตสายเดียวจากวัตถุดิบผ่านเข้าสู่กระบวนการผลิตขั้นที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ ไปจนถึงสิ้นสุดกระบวนการผลิต ออกมาเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

2) การแปรสภาพการผลิตแบบขนาน เป็นการผลิตแบบต่อเนื่องอย่างหนึ่งแต่มีสายการผลิตมากกว่า 1 สาย โดยก่อนที่สำเร็จออกมาเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปนั้นจะมีการนำวัตถุดิบของแต่ละสายการผลิตมาประกอบกันเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

3) การแปรสภาพการผลิตแบบผสม เป็นการผลิตที่ใช้ระบบการผลิตแบบผสมโดยบางตอนของการผลิตจะใช้การผลิตแบบต่อเนื่องกันไป และในบางตอนของการผลิตก็อาจจะผลิตแบบสายการผลิตหลายสายผลิตแล้ว จึงนำมาประกอบกันเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

การเพิ่มผลผลิตด้วยเทคโนโลยี

การเพิ่มผลผลิตด้วยเทคโนโลยี (Technological Productivity) หมายถึง การนำวิทยาการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติงานด้านอุตสาหกรรม เพื่อช่วยให้การดำเนินงานต่างๆ ขององค์กรเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นจากการปฏิวัติอุตสาหกรรมในประเทศอังกฤษ ศตวรรษที่ 18 เป็นต้นมา ได้มีการสร้างเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์การทำงานต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จะเห็นได้ว่าการพัฒนาทางเทคโนโลยีมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตเป็นอย่างมาก การเพิ่มผลผลิตด้วยเทคโนโลยีสามารถแบ่งออกได้ ดังนี้

1. การใช้เครื่องจักร เครื่องมือในกระบวนการผลิต

การเพิ่มผลผลิตโดยใช้เครื่องจักรเพื่อเพิ่มอัตราการผลิตให้สูงขึ้น โดยเฉพาะระบบเครื่องจักรอัตโนมัติ (Automation) ซึ่งเป็นความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว เครื่องจักรมีทั้งแบบอัตโนมัติและควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ เครื่องจักรเครื่องมือถูกนำมาใช้แทนมนุษย์เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะงานที่เสี่ยงอันตราย งานที่ต้องการทำซ้ำ หรืองานที่ต้องการความแม่นยำ เครื่องจักรจะปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประเทศอุตสาหกรรมชั้นนำทั้งหลายมักจะนำการเพิ่มผลผลิตของตนด้วยวิธีการดังกล่าว พนักงานจะมีหน้าที่เดินเครื่องจักร ป้อนวัตถุดิบในการผลิต กระบวนการผลิต เครื่องจักรจะเป็นผู้ดำเนินการโดยอัตโนมัติ

ปัจจุบันได้มีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการทำงาน คอมพิวเตอร์มีคุณสมบัติที่ดีในการเก็บข้อมูล การประมวลผลที่รวดเร็ว ทำให้องค์กรผู้ผลิตสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการ Integrated Manufacturing (CIM)

การผลิตโดยรวม คือ การรวมเอาระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการออกแบบการผลิตมาเชื่อมโยงเข้าเป็นระบบที่ต่อเนื่องกันเป็นระบบเดียวกันทั้งองค์กร เริ่มตั้งแต่งานด้านการตลาด การผลิตจนกระทั่งการนำสินค้าส่งถึงมือลูกค้า คอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้นี้จะมีทั้งระบบแยกออกเป็นส่วนของแต่ละงานและมีทั้งแบบที่มีระบบงานทั้งหมดครบทุกส่วนอยู่ในโปรแกรมเดียวกัน

ประเทศที่มีความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีหุ่นยนต์ (Robot) ได้ถูกนำเข้ามาในระบบการผลิตแทนมนุษย์ ในลักษณะที่เป็นแขนกลแทนซึ่งจะถูกออกแบบและควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ หุ่นยนต์มีราคาแพงการนำมาใช้ในการทำงานทำให้องค์กรต้องลงทุนเป็นจำนวนเงินที่สูง ไม่เหมาะสมต่อประเทศที่กำลังจะพัฒนา

2. การใช้เทคโนโลยีในรูปของวิทยาการความรู้ หรือวิธีการทำงาน

การเลือกใช้เทคนิควิธีการปฏิบัติงานที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ให้การปฏิบัติงานได้อย่างรวดเร็ว หรือประหยัดเวลามากขึ้น ซึ่งก็จะช่วยให้อัตราการผลิตขององค์กรเพิ่มสูงขึ้นได้เช่นกัน

เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม

เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม (Industrial Engineering Technique) หมายถึง กลุ่มของเทคนิคต่างๆ ที่ใช้ศึกษากระบวนการทำงานอย่างเป็นระบบเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการ

ทำงานโดยลดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นสามารถทำการขจัดของเสีย การปฏิบัติงานที่ไม่คงที่แน่นอน การทำงานที่ไม่ทำให้เกิดผลงาน รวมถึงการยกระดับคุณภาพของสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ให้สูงขึ้น รวมทั้งการขนส่งที่มีความรวดเร็วและประหยัด เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหกรรมจะใช้กันในระดับจัดการระดับหน่วยงานออกแบบ พนักงานทุกระดับที่อยู่ในองค์การและเจ้าหน้าที่ในสำนักงานสามารถเรียนรู้และนำไปปรับปรุงในการดำเนินงาน

เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหกรรมจึงเป็นเทคนิคที่ใช้ในการปรับปรุงการทำงานเป็นกระบวนการเพื่อการเพิ่มผลผลิตที่สำคัญได้แก่

1. การปรับปรุงงาน (work Improvement)
2. การศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study)
3. การวัดผลงาน (Work Measurement)

การปรับปรุงงาน

การปรับปรุงงาน (work Improvement) หมายถึง การพัฒนาหรือกำหนดหาวิธีการใหม่ๆ มีการดำเนินการ การปรับปรุงงานจึงรวมถึงสภาพการทำงานและกระบวนการทำงานเพื่อลดความผันแปรที่เกิดขึ้นจากสาเหตุต่างๆ ในกระบวนการผลิต โดยองค์การจัดเตรียมความพร้อมทั้งที่ใช้ในการปฏิบัติงานและใช้ในการป้องกันให้ได้มาตรฐานตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ การปรับปรุงจึงมีวัตถุประสงค์สำคัญคือ

1. เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพวิธีการทำงาน
2. เพื่อรักษาเป้าหมายและมาตรฐานของงานตามที่องค์การกำหนดไว้
3. เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงาน และปรับปรุงการดำเนินงานให้ได้ผลตามเป้าหมาย

4. เพื่อการพัฒนามาตรฐานหรือเป้าหมายของการดำเนินงานให้สูงขึ้น

การปรับปรุงจะเป็นการกำหนดว่า องค์การจะปรับปรุงแก้ไขหรือพัฒนาการดำเนินงานขั้นตอนใดและด้วยวิธีการใดตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ตามวิธีการที่เหมาะสม เช่น การปรับปรุงระบบงานหรือวิธีการดำเนินงาน การปรับปรุงทรัพยากรหรือการพัฒนาบุคลากร เป็นต้น ถ้าองค์การพบว่างานที่ทำนั้นสามารถตัดทอนลงได้ เพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการดำเนินงาน หรือขั้นตอนของงานที่ซับซ้อน ถ้าแยกงานนั้นออกจากกันจะทำให้การดำเนินงานได้เร็วขึ้นก็ควรจะแยกออกเพื่อให้การดำเนินงานขององค์การมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลเพิ่มมากขึ้น สรุปขั้นตอนการปรับปรุงงานได้ดังนี้

1. การปรับปรุงประสิทธิภาพด้านการผลิตขององค์การ ได้แก่
 - ลดต้นทุนของคงคลังสินค้า และต้นทุนต่อหัวผู้ปฏิบัติงาน
 - ลดชั่วโมงการทำงานในกระบวนการผลิต
 - ลดเวลากระบวนการผลิต และช่วงเวลาการจัดหาวัตถุดิบ
2. การปรับปรุงประสิทธิภาพ หน้าที่การทำงาน ได้แก่
 - ยกระดับการปฏิบัติงาน ด้วยการปรับปรุงคุณภาพและความเที่ยงตรง

- การปฏิบัติงานให้ราบรื่น โดยการแลกเปลี่ยนข่าวสารที่มีประโยชน์
 - บริหารการจัดงานที่ทันต่อเหตุการณ์
 - ยกระดับและสร้างมาตรฐานในการทำงาน
 - ปรับปรุงสัดส่วนของบุคลากรที่มีทักษะหลายอย่างให้สูงขึ้น
3. ปรับปรุงและสร้างสรรค์งานได้แก่
- ลดการปฏิบัติงานที่ซับซ้อน
 - ปรับเปลี่ยนการปฏิบัติงานให้ง่ายขึ้น
 - ปรับเปลี่ยนบรรยากาศการสร้างขวัญและกำลังใจในการทำงาน
 - ยกระดับความสนใจในการปฏิบัติงานที่ทำทลายต่อความสามารถของพนักงาน

การศึกษาวิธีการทำงาน

การศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study) หมายถึง การศึกษาวิธีการทำงานจากการบันทึกและวิเคราะห์วิธีการทำงานขององค์การที่กำลังทำอยู่ เพื่อเสนอวิธีการทำงานแบบใหม่อย่างมีระบบ และประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือในการทำงานให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลการศึกษาวิธีการทำงานจะช่วยให้เกิดการปรับปรุงกระบวนการในการทำงาน ให้มีความเหมาะสมกับการปฏิบัติงาน โดยยึดหลักการยศาสตร์ (Ergonomic) และสิ่งแวดล้อมในการทำงานเป็นสำคัญ

การยศาสตร์ (Ergonomic) เป็นเทคนิควิธีการ การนำปัจจัยเกี่ยวกับมนุษย์มาประกอบการออกแบบในการทำงาน ให้มีความสมดุลเหมาะสมกับสมรรถนะทางสรีรวิทยาโดยเฉพาะพนักงานที่จะต้องปฏิบัติงานนั้นๆ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิธีการทำงาน พอสรุปได้ดังนี้

1. เพื่อปรับปรุงกระบวนการและวิธีการทำงานขององค์การ
2. เพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการทำงานขององค์การให้เหมาะสม
3. เพื่อปรับปรุงการใช้เครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
4. เพื่อลดขั้นตอนการทำงานให้สะดวกต่อการทำงานของพนักงาน
5. เพื่อหาวิธีการหรือกระบวนการในการขนย้ายวัสดุให้มีความเหมาะสมในการทำงาน

ของพนักงาน

ขั้นตอนการศึกษาวิธีการทำงาน ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. เลือกงานที่จะทำการศึกษา (Select) การพิจารณาเลือกงานที่จะศึกษา องค์การจะต้องเลือกงานที่มีความจำเป็นเหมาะสม เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อองค์การ โดยมีหลักเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

- ความจำเป็นและความเร่งด่วนในการปรับปรุงหรือแก้ไข
- ความเป็นไปได้ที่จะปรับปรุงวิธีการทำงาน
- ความคุ้มค่าเป็นการเปรียบเทียบผลประโยชน์ที่ได้รับจากการปรับปรุง
- ปัญหาและอุปสรรคการนำวิธีการทำงานไปปฏิบัติ

2. การบันทึกข้อมูล (Record) เป็นการรวบรวมข้อมูล ขั้นตอนวิธีการทำงานขององค์การเพื่อนำมาวิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น ขั้นตอนการบันทึกข้อมูลในการทำงานสรุปได้ดังนี้

- การบันทึกตามลำดับขั้นตอนของกระบวนการผลิต
- การบันทึกข้อมูลที่บ่งบอกถึงการเคลื่อนไหว

การบันทึกข้อมูลนิยมใช้ในรูปแบบของแผนภูมิ โดยจะบันทึกขั้นตอนการทำงานทั้งก่อนและภายหลังจากที่ได้มีการปรับปรุงวิธีการทำงานนั้น การบันทึกในรูปแบบแผนภูมิจะใช้สัญลักษณ์เป็นมาตรฐานสากลแทนขั้นตอนต่างๆ ของการทำงาน เพื่อความสะดวกต่อการปรับปรุงและแก้ไขการปฏิบัติงาน

3. การตรวจวิเคราะห์อย่างละเอียด (Examine) เป็นการตรวจอย่างละเอียดของขั้นตอนการทำงานที่ต้องมีการปรับปรุงแก้ไข โดยทั่วไปจะใช้หลักเกณฑ์ที่เรียกว่า E-C-R-S คือ

E : Eliminate การจัดขั้นตอนส่วนที่ไม่จำเป็นในงานออก

C: Combine รวมขั้นตอนที่ก่อให้เกิดความล่าช้าในการทำงานเข้าด้วยกัน

R: Rearrange สลับขั้นตอนการทำงานใหม่เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน

S: Simplify ปรับปรุงการทำงานให้ง่ายขึ้น เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการทำงานขององค์การเพิ่มขึ้น

4. การวิเคราะห์พัฒนา (Analytical Development) เป็นการวิเคราะห์ทุกอย่างที่จะต้องมีการพัฒนาโดยเฉพาะองค์การผลิต เพื่อการตรวจสอบข้อบกพร่องและวิธีการปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมกับองค์การ

5. การนำวิธีการทำงานแบบใหม่ไปใช้และกำหนดเป็นมาตรฐานในการทำงาน ตลอดจนรักษาวีธีการทำงานให้คงสภาพอยู่ (Maintain)

2.8 หลักการแปรรูปอาหาร

การแปรรูปอาหารมีหลายวิธีโดยมีหลักการใหญ่ๆ ดังนี้

2.8.1 การใช้ความร้อนทำลายจุลินทรีย์และเอนไซม์ การใช้ความร้อนเพื่อทำลายเอนไซม์และจุลินทรีย์ในอาหาร สามารถแบ่งตามระดับความร้อนที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปได้ 2 วิธี คือ การใช้ความร้อนสูง เรียกว่า การสเตอริไลส์ (sterilization) ความร้อนที่ใช้สูงถึง 121 องศาเซลเซียส และมีระยะเวลาเพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ในอาหารได้หมด ตัวอย่างเช่น อาหารประเภทเนื้อสัตว์บรรจุกระป๋อง ผักในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง เป็นต้น ส่วนการใช้ความร้อนต่ำกว่าจุดเดือดของน้ำ เรียกว่า การพาสเจอร์ไรส์ (pasteurization) ซึ่งทำลายจุลินทรีย์ได้เพียงบางส่วน จึงต้องมีการใช้วิธีการอื่นๆ ร่วมด้วยเพื่อควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ที่เหลือรอดไม่ให้เพิ่มจำนวนขึ้น ได้แก่ การปรับให้อาหารมีพีเอช (pH) ต่ำกว่า 4.5 (เช่น การทำน้ำผลไม้บรรจุขวด การทำผลไม้กระป๋อง) หรือการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (เช่น นมพาสเจอร์ไรด์ ที่ต้องแช่เย็นตลอดเวลา)

2.8.2 การใช้ความเย็นเพื่อลดอุณหภูมิของอาหาร การลดอุณหภูมิของอาหาร มีจุดประสงค์เพื่อลดอัตราการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาทางชีวเคมีและจุลินทรีย์ ทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาของอาหารสด และอาหารแปรรูปให้นานขึ้น การแช่เย็นเป็นการลดอุณหภูมิของอาหารให้ต่ำลงอยู่ระหว่าง -1 ถึง 8 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่าอุณหภูมิจุดเยือกแข็งของอาหารนั้น ส่วนการแช่แข็งเป็นการลดอุณหภูมิของอาหารให้ต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของอาหารนั้น นิยมใช้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า

2.8.3 การลดปริมาณน้ำในอาหารหรือการอบแห้ง การอบแห้งเป็นวิธีการเก็บรักษาผักผลไม้ที่นิยมใช้กันมานานแล้ว โดยเฉพาะประเทศที่กำลังพัฒนา การอบแห้งเป็นการให้ความร้อนแก่อาหารระดับหนึ่ง เพื่อไล่เอาน้ำออกจากอาหารให้เหลืออยู่ปริมาณน้อยที่สุด การอบแห้งทำได้หลายวิธี เช่น การตากแดด (sun drying) การใช้ตู้อบแห้งแบบลมร้อน (hot air drier) การทำแห้งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (solar drying) ตู้อบแห้งแบบสุญญากาศ (vacuum shelf drier) การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze dry) การทำแห้งแบบพ่นฝอย (spray drying) การทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (drum drying) เป็นต้น อย่างไรก็ตามการเสื่อมของอาหารแห้งอาจเกิดขึ้นได้จากจุลินทรีย์ที่ทนต่อความแห้งได้ซึ่งส่วนใหญ่เป็นยีสต์และรา ปริมาณจุลินทรีย์ในอาหารอบแห้งขึ้นกับจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นในวัตถุดิบก่อนอบแห้ง การเตรียมวัตถุดิบก่อนอบแห้ง (เช่น การปอกเปลือก การลวก) อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง ปริมาณความชื้นสุดท้าย รวมทั้งความสะอาดและสุขอนามัยระหว่างและภายหลังการอบแห้ง

2.8.4 การใช้น้ำตาล การใช้น้ำตาลในการแปรรูปผักผลไม้ มีวัตถุประสงค์เพื่อปรุงแต่งให้อาหารมีรสหวานเป็นหลัก และถ้าใช้น้ำตาลในปริมาณสูง (ความเข้มข้นของของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่า 70%) จะทำให้เก็บได้นาน เนื่องจากทำให้สภาพของอาหารไม่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ทั่วไปได้ยกเว้นยีสต์บางชนิด ในบางกรณีที่อาหารมีความเข้มข้นของของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำกว่า 70% จึงจำเป็นต้องใช้วิธีการอื่นควบคู่ด้วย เช่น มีการเติมกรดลงไปในอาหาร การบรรจุขณะร้อน การฆ่าเชื้อบริเวณผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ รวมทั้งการใช้สารกันเสีย ผักผลไม้ที่ใช้น้ำตาลในการแปรรูป ได้แก่ น้ำผลไม้เข้มข้น แยม เยลลี่ ผลไม้แช่อิ่ม ผลไม้เชื่อม และผลไม้กวนต่างๆ

2.8.5 การหมักดอง การหมักดองเป็นกระบวนการแปรรูปอาหารที่สำคัญ การทำงานของจุลินทรีย์ ซึ่งสร้างเอนไซม์ออกมาเปลี่ยนสารอาหาร ที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบเริ่มต้นให้เป็นแอลกอฮอล์ กรดอินทรีย์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีลักษณะเนื้อสัมผัส ส่วนประกอบทางเคมีและรสชาติเปลี่ยนไปจากวัตถุดิบเริ่มต้น อาหารหมักจะมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น เนื่องจากปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้น เช่น ผักดองเปรี้ยว ผลไม้ดอง น้ำส้มสายชูหมัก หรือมีแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้น เช่น เบียร์ ข้าวหมาก ไวน์ รวมทั้งในกระบวนการหมัก อาจมีการใช้เกลือในปริมาณสูง ทำให้ยับยั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียได้ เช่น เต้าเจี้ยว น้ำปลา แดงกวาดองเค็ม

2.8.6 จุลินทรีย์ในกระบวนการหมักอาจเป็นจุลินทรีย์ในธรรมชาติ เช่น การทำผักดองเปรี้ยว แหนม ปลาต้ม ซึ่งในกระบวนการหมักแบบนี้ต้องควบคุมภาวะต่างๆ เพื่อยับยั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย แต่ส่งเสริมให้จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการหมักเจริญเติบโตได้ ได้แก่ ปริมาณเกลือที่ใช้ สารอาหารคาร์โบไฮเดรตที่ต้องเติมลงไป รวมทั้งความสะอาดในการผลิต การดองวัตถุดิบแต่ละชนิด ต้องการความเข้มข้นของเกลือแตกต่างกันไป การดองวัตถุดิบแต่ละชนิด ต้องการความเข้มข้นของเกลือแตกต่างกันไป การดองผักดองเปรี้ยว เช่น ผักกาดดองเปรี้ยว ใช้เกลือ 2.0-2.5% แดงกวาดองเค็ม (salt stock) ต้องการเกลือ 15-20% ในขณะที่การหมักปลาต้มจะใช้เกลือ 7% เมื่อเทียบกับน้ำหนักปลา ถ้าปริมาณเกลือไม่เหมาะสมจะทำให้เกิดความเสียหายได้ เช่น ถ้าเกลือน้อยไปจุลินทรีย์ที่ทำให้เน่าเสียจะเจริญได้ แต่ถ้าปริมาณเกลือมากไปก็จะทำให้จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการหมักเจริญไม่ได้ อาหารที่ต้องการดองให้เกิดรสเปรี้ยวต้องมีการเติมสารอาหารพวกคาร์โบไฮเดรตลงไปด้วย เช่น การทำผักกาดดองเปรี้ยวจะเติมน้ำซาวข้าว การทำปลาต้ม แหนม จะเติมข้าวเจ้า หรือข้าวเหนียว การทำกิมจิจะเติมน้ำตาลทราย เป็นต้น

2.8.7 การถนอมอาหารโดยใช้สารเคมี สารเคมีที่ใช้เพื่อการถนอมอาหาร ได้แก่ สารที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย สารป้องกันการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของอาหาร โดยชนิดและปริมาณที่ใช้ ต้องเป็นไปตามพระราชบัญญัติอาหารกระทรวงสาธารณสุข

2.9 การจัดการสิ่งแวดล้อม

ประโยชน์ของการจัดการสิ่งแวดล้อม

ประโยชน์ที่องค์กรจะได้รับจากระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมจำเป็นประโยชน์ทางตรงและทางอ้อม ดังนี้

2.9.1 ประโยชน์ทางตรง

- 1) องค์กรบริหารด้านสิ่งแวดล้อมได้ ลดการใช้ทรัพยากรด้านวัสดุอย่างมีระบบ
- 2) ลดค่าใช้จ่ายในการจัดการผลิต เนื่องจากการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า
- 3) มีการจัดการสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม เช่น การจัดการการทรัพยากร การจัดการของเสีย (waste management) ทำให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดเป็นผลให้ต้นทุนต่ำ
- 4) เกิดสภาพแวดล้อมการทำงานที่ดี พนักงานมีความปลอดภัยในการทำงาน ลดความเสี่ยงที่เกิดจากความผิดพลาดในการกำจัดขยะที่มีพิษ รวมถึงลดความเสี่ยงที่เกิดต่อชุมชนรอบๆ สถานประกอบการ

2.9.2 ประโยชน์ทางอ้อม

- 1) สร้างภาพพจน์ที่ดีให้กับองค์กรเป็นที่ยอมรับของสังคม เป็นผู้ผลิตที่มีจริยธรรม ไม่เป็นผู้ทำลายสิ่งแวดล้อม ทำให้เกิดสัมพันธภาพที่ดีต่อชุมชน
- 2) เพิ่มโอกาสทางธุรกิจซึ่งเป็นผลจากการคิดริเริ่มผลิตสินค้าที่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม ทำให้การเจรจาทางการค้าสะดวกยิ่งขึ้น เป็นผลให้สามารถรักษาส่วนแบ่งทางการตลาดและเพิ่มโอกาสในการขยายตลาดในอนาคตอีกด้วยนับว่าเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง
- 3) ช่วยในการอนุรักษ์ทรัพยากรของโลกซึ่งเหลืออยู่ไม่มากนัก

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วรวัฒน์ ทิพจ้อย (2551) ศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจน ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพของน้ำที่ผ่านการบำบัดมีค่าเฉลี่ยตามค่าพารามิเตอร์ที่ศึกษา คือ ความเป็นกรด-ด่าง บีโอดี ซีโอดี น้ำมันและไขมัน และของแข็งแขวนลอย เท่ากับ 7.34 มิลลิกรัมต่อลิตร 330.04 มิลลิกรัมต่อลิตร 575.00 มิลลิกรัมต่อลิตร 18.46 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 97.09 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าน้ำมันและไขมัน เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนค่าบีโอดี ค่าซีโอดี และค่าของแข็งแขวนลอย ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

ลดาวัลย์ ช่างชุบ และคณะ (2553) ศึกษาการพัฒนาเปลือกมะนาวแช่อิ่มอบแห้ง และศึกษากระบวนการอบแห้งเปลือกมะนาวที่เหมาะสม ในระหว่างการพัฒนาเปลือกมะนาวแช่อิ่มอบแห้งในสารละลายซูโครส ความเข้มข้นร้อยละ 70 พบว่า เมื่อเวลาการแช่อิ่มนานขึ้น ความชื้นจะลดลงจนถึงจุดสมดุล ปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้นและการสูญเสียน้ำเพิ่มขึ้นตามเวลาการแช่อิ่ม แบบจำลองในการทำนายของแข็งที่เพิ่มขึ้น (SG) ตามเวลาในการแช่อิ่ม (t) คือ $SG = 48.79 \exp(0.01525t) - 48.79 \exp(-1.277t)$ จากแบบจำลองที่ได้นำมาหาเวลาในการแช่อิ่มเปลือกมะนาวให้ได้ร้อยละของแข็งที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 60 65 และ 70 ตามลำดับ แล้วนำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 360 นาที เมื่อประเมินคุณภาพของเปลือกมะนาวแช่อิ่มอบแห้ง พบว่า ต้องใช้เวลาในการอบแห้ง 90-150 นาที เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 18 และมีค่า water activity ไม่เกิน 0.75 การทดสอบความชอบโดยใช้ 9 - point hedonic ของผลิตภัณฑ์ พบว่า เปลือกมะนาวแช่อิ่มอบแห้งที่มีของแข็งที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 70 และอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 90 นาที มีคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะสูงที่สุด

พิสิฐ ศรีสุริยจันทร์ (2553) ศึกษาเรื่องการประยุกต์ใช้แบคทีเรียแลคติกเพื่อการบำบัดน้ำเสียและใช้เพื่อนำสารที่มีประโยชน์กลับคืน ซึ่งเน้นการใช้เทคโนโลยีกระบวนการหมักกรดแลคติกเพื่อผลิตกรดแลคติกจากน้ำตาลแลคโตสในน้ำทิ้งโรงงาน และประยุกต์ใช้ในการบำบัดสารอินทรีย์ในขั้นต้น (pre-treatment) แล้วในขณะเดียวกันก็มีการตกตะกอนโปรตีนในน้ำทิ้งโรงงานในระบบเปิดที่ไม่ต้องมีการฆ่าเชื้อ แล้วได้ผลผลิตพลอยได้ คือ กรดแลคติกและตะกอนโปรตีนโดยใช้แบคทีเรียแลคติกสายพันธุ์ *Lactobacillus casei* TISTR 1500 ปัจจุบันได้มีการพัฒนาต่อยอดและถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับบริษัท แดรี่โฮม จำกัด 100/1 ตำบลพญาเย็น อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งทำการผลิตนมสดและผลิตภัณฑ์จากนมอินทรีย์ที่หลากหลายเนื่องจากทางบริษัทมีความสนใจที่จะนำเทคโนโลยีนี้ไปใช้ภายในโรงงาน ดังนั้นจึงได้ให้คำแนะนำในการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียแบบ micro-aerobic Sequencing Batch Reactor (micro-aerobic SBR) โดยระบบประกอบด้วยถังเก็บน้ำพลาสติกขนาด 2,500 ลิตร จำนวน 4 ถัง พร้อมทำการติดตั้ง

ใบพัดสำหรับกวนน้ำเสียให้ผสมเข้ากัน ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียโรงนมด้วยเครื่องควบคุมไฟฟ้าแบบอัตโนมัติเพื่อให้มีการกวนผสมน้ำเสียโรงนมให้เข้ากันนาน 5-15 นาทีทุกชั่วโมง ทำการหมักเป็นระยะเวลา 3-7 วัน แบคทีเรียแลคติกสามารถเจริญได้ดีกว่าแบคทีเรียชนิดอื่นๆ จนพีเอชของน้ำเสียน้ำตาลลดลงในช่วง 4-5 เพราะแบคทีเรียแลคติกจะเปลี่ยนน้ำตาลแลคโตสในน้ำเสียให้เป็นกรดแลคติก ดังนั้นน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการหมักนี้จะมีกลิ่นเปรี้ยวคล้ายโยเกิร์ตไม่เหม็นเน่าซึ่งอาจจะนำน้ำเสียนี้ไปประยุกต์ใช้ได้ต่อไป

บัณฑิต อินดวงศ์ และคณะ (2554) ศึกษาการพัฒนากระบวนการผลิตภัณฑกล้วยตากเป็นการแปรรูปกล้วยน้ำว้าที่มีมาช้านาน โดยเฉพาะที่อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งเป็นแหล่งแปรรูปที่มีชื่อเสียงและมีปริมาณสูงถึง 60-100 ตันต่อเดือน สามารถทำรายได้เข้าจังหวัดพิษณุโลกในแต่ละปีไม่ต่ำกว่า 100 ล้านบาท โดยมีปริมาณการส่งออกสูงถึง 1,370 ตัน รวมเป็นมูลค่า 163.36 ล้านบาท แต่อย่างไรก็ตามในกระบวนการผลิตกล้วยตากทำให้เกิดกล้วยตากตกเกรดที่เป็นผลผลิตด้อยคุณภาพจากกระบวนการแปรรูปกล้วยตาก ซึ่งมีสูงถึงร้อยละ 30 ของผลผลิต และหากในช่วงฤดูฝนจะก่อให้เกิดกล้วยตากตกเกรดสูงถึงร้อยละ 80 ของผลผลิตก่อให้เกิดปัญหาจากการต้องจำหน่ายในราคาต่ำกว่าต้นทุนการผลิต โดยสามารถขายได้เพียงกิโลกรัมละ 3-5 บาท จากราคาขายกล้วยตากปกติ 70 บาทต่อกิโลกรัม ทำให้เกิดการตกค้างของผลิตภัณฑกล้วยตากเป็นจำนวนมาก ส่งผลกระทบต่อการบริหารจัดการผลิตภัณฑดังกล่าว โดยกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกล้วยตากบุปผาผู้ผลิตกล้วยตากจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศภายใต้ตราสินค้า บานานาโซไซตี้ “Banana Society” ได้หาแนวทางในการสร้างระบบบริหารจัดการที่ดีแก่กล้วยตากที่ด้อยคุณภาพและรองรับปัญหาที่อาจจะทวีความรุนแรงขึ้นในอนาคต ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตโซรี่ปกล้วยตากให้ปริมาณผลผลิตสูง มีข้อมูลคุณภาพพื้นฐานเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑโซรี่ปกล้วยตากต้นแบบ ทั้งกระบวนการผลิตและการพัฒนาเทคโนโลยีโดยการพัฒนาเครื่องจักรต้นแบบสำหรับใช้ในการผลิตผลิตภัณฑโซรี่ปกล้วยตากที่พร้อมจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ต่อไป และศึกษาหาข้อมูลในการสำรวจตลาดของผลิตภัณฑโซรี่ปกล้วยตาก

บุญเรือง มะรังศร (2555) ศึกษาน้ำเสียจากโรงงานผลิตแ่งมันสำปะหลังมีค่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์ค่อนข้างสูง ซึ่งหากขาดการบำบัดที่ดีก็จะก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมได้ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตแ่งมันสำปะหลังด้วยเทคโนโลยีดีสซาร์จทางไฟฟ้า น้ำเสียจากมันสำปะหลังสำหรับทดสอบระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้ ในงานวิจัยนี้มี 2 ส่วน คือ น้ำเสียจากกระบวนการผลิตแ่งมันสำปะหลังที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียแล้วของโรงงานผลิตแ่งมันสำปะหลังในเขตจังหวัดนครราชสีมา 2 โรงงาน (บริษัทอุตสาหกรรมแ่งโคราช จำกัด และบริษัทเอี่ยมรุ่งเรืองอุตสาหกรรม จำกัด) และน้ำเสียจากมันสำปะหลังที่เตรียมขึ้นเอง การบำบัดมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ได้น้ำทิ้งผ่านมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม น้ำเสียที่ใช้ทดสอบมีค่า COD อยู่ใน

ช่วง 1339.53 - 1600.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนค่า BOD อยู่ในช่วง 565.23-1003.14 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการศึกษาพบว่า เมื่อน้ำเสียจากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังผ่านระบบบำบัดด้วยเทคโนโลยีดีเอสอาร์ทางไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยของ COD อยู่ในช่วง 63.18-105.96 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนค่าเฉลี่ยของ BOD อยู่ในช่วง 15.02-18.53 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้งของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ผลการวิจัยที่ได้ยืนยันประสิทธิผลของระบบที่ได้พัฒนาเป็นอย่างดี

ศิริวรรณ พงศ์วิริยะกาญจน์ และคณะ (2559) ทำการศึกษาการจัดการกากของเสียอุตสาหกรรมของโรงงานแปรรูปอาหารทะเลแช่แข็งในจังหวัดระนอง การวิจัยเชิงสำรวจครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) แหล่งกำเนิด ปริมาณและลักษณะทางกายภาพของกากของเสียอุตสาหกรรม 2) วิธีการเก็บรวบรวมและการขนส่งกากของเสียอุตสาหกรรม 3) วิธีการบำบัด และการกำจัดกากของเสียอุตสาหกรรม 4) ค่าใช้จ่ายในการจัดการกากของเสียอุตสาหกรรม และ 5) เสนอแนวทางการจัดการกากของเสียอุตสาหกรรมที่เหมาะสม

ประชากรที่ศึกษาคือ กากของเสียอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้นทั้งหมดในโรงงานแปรรูปอาหารทะเลแช่แข็งโดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงเป็นโรงงานแปรรูปอาหารทะเลแช่แข็ง จำนวน 1 แห่ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบสำรวจที่ 1 ใช้ในการสำรวจแหล่งกำเนิด และปริมาณกากของเสีย แบบสำรวจที่ 2 ใช้ในการสำรวจวิธีการเก็บรวบรวม และการขนส่งกากของเสีย แบบสำรวจที่ 3 ใช้ในการสำรวจวิธีการบำบัดและการจัดการกากของเสีย แบบสำรวจที่ 4 ใช้ในการสำรวจค่าใช้จ่ายในการจัดการกากของเสีย และเครื่องมือในการหาปริมาณกากของเสีย ทั้งหมดและลักษณะทางกายภาพของกากของเสีย วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา คือ ร้อยละ และค่าเฉลี่ย เลขคณิต

ผลการศึกษา พบว่า 1) กากของเสียอุตสาหกรรมเกิดจากทุกหน่วยงานในโรงงาน แบ่งเป็น 17 ชนิด เกิดขึ้นเฉลี่ย 81.06 กิโลกรัมต่อวัน ความหนาแน่นมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.12 กิโลกรัมต่อลิตร และมีองค์ประกอบทางกายภาพ ได้แก่ เศษอาหารมากที่สุด ร้อยละ 47.84 รองลงมา คือ พลาสติก แก้ว ยาง กระดาษ โลหะ และ อื่นๆ ตามลำดับ 2) โรงงานมีการคัดแยกกากของเสียอุตสาหกรรมที่แหล่งกำเนิด มีภาชนะเก็บรวบรวม แต่ไม่มีการติดฉลากที่ภาชนะ สถานที่เก็บรวบรวมมี 2 จุดหลัก ได้แก่ ห้องเก็บขยะรีไซเคิล และพื้นที่บริเวณด้านหลังโรงงาน กากของเสียส่วนใหญ่มีผู้มารับซื้อที่โรงงาน ซึ่งการขนส่งออกนอกโรงงานไม่ได้มีการขออนุญาตนำสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วออกนอกโรงงานอย่างถูกต้องตามกฎหมาย 3) โรงงานมีวิธีการบำบัดและการกำจัด ได้แก่ การขาย การส่งกลับผู้ขาย การฝังกลบในพื้นที่โรงงาน การให้เทศบาลนำไปกำจัด และการให้แม่ค้าและ ประชาชนนำไปใช้ประโยชน์ โดยกากของเสียที่นำไปใช้ประโยชน์ไม่ได้จะถูกทิ้งรวมกับกากของเสียทั่วไป 4) โรงงานมีรายได้จากการขายกากของเสียเฉลี่ยเดือนละ 67,678 บาท และมีค่าใช้จ่ายในการกำจัดเฉลี่ยเดือนละ 2,000 บาท และ 5) แนวทางการจัดการกากของ

เสียอุตสาหกรรมมีวิธีการและขั้นตอนที่แตกต่างกันตามชนิดของกากของเสียอุตสาหกรรมแต่ละชนิด

ประกาศรี เทพรักษา และคณะ (2560) ศึกษาการพัฒนากระบวนการผลิตและยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์เนื้ออบแห้งปรุงรสงานวิจัยนี้ได้พัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากเนื้อสัตว์ที่เรียกว่า เนื้อเจอร์กี้ โดยใช้เนื้อโคขุนส่วนสะโพกตัดแต่งฟังกี๊และไขมันที่มองเห็นด้วยตาเปล่าออก หั่นตามขวางแนวเส้นใยกล้ามเนื้อขนาด กว้าง × ยาว × หนา เป็น $2 \times 8 \times 0.6$ ลูกบาศก์เซนติเมตร แช่กรดอะซิติกเข้มข้น 5% โดยปริมาตร เป็นเวลา 10 นาที หมักในน้ำหมักที่อุณหภูมิ -4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ผลการศึกษาพบว่าการใช้เกลือ 30% โดยน้ำหนักเนื้อในส่วนผสมน้ำหมักจะช่วยลดระยะเวลาอบแห้งได้ โดยการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่า $a_w = 0.66$ เป็นไปตามข้อกำหนดของการผลิตอาหารแห้งให้ปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์ ผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้สูตรเทอริยากิมีคะแนนความชอบและจำนวนผู้ทดสอบที่ตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์สูงกว่าสูตรบาร์บีคิว ($p < 0.05$) สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อมากที่สุด คือ ความชอบด้านรสชาติ นอกจากนี้ยังพบว่า ผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้มีปริมาณไขมัน 12.65% มีค่าสัดส่วนความชื้นต่อโปรตีน (Moisture -to-Protein ratio; MPR) 0.48 และสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ในภาชนะบรรจุชนิด PA/PE ที่สภาวะความดันบรรยากาศปกติหรือสุญญากาศเป็นเวลานานกว่า 4 สัปดาห์

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการผลิตและการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อต่อ ยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นในการแปรรูปมะขามด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จังหวัด เพชรบูรณ์ มีลักษณะการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย ดังนี้

3.1 ขั้นตอนการศึกษา รวบรวมข้อมูลทั่วไป

ผู้วิจัยได้ศึกษา รวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนากระบวนการผลิตและการจัดการ ด้านสิ่งแวดล้อม การแปรรูปมะขามเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อเป็นกรอบในการพัฒนา กระบวนการผลิตและการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วย

- 3.1.1 ข้อมูลผู้ประกอบการแปรรูปมะขามภายในจังหวัดเพชรบูรณ์
- 3.1.2 ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมะขาม
- 3.1.3 กระบวนการแปรรูปมะขาม
- 3.1.4 ปริมาณน้ำทิ้งและคุณภาพน้ำทิ้งจากการแปรรูปมะขาม

3.2 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

เน้นการปรับปรุงพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อลดปริมาณของเสียที่เกิดจากกระบวนการ และ การบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการแปรรูปมะขามที่เหมาะสมกับสถานประกอบการแปรรูป มะขาม ผ่านกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนโดยการจัดประชุม (Focus group) เพื่อแนะนำ โครงการ สร้างความรู้ความเข้าใจเบื้องต้น แลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการผลิตที่ดี และ การบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากการแปรรูปมะขาม คัดเลือกผู้ประกอบการเพื่อเข้าร่วมโครงการวิจัย เพื่อให้ทราบถึงสภาพปัจจุบันในกระบวนการผลิต ดำเนินการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง ปริมาณน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ที่เหมาะสม

3.3 การวิเคราะห์แนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตและการบำบัดน้ำเสีย

การวิเคราะห์แนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตและการบำบัดน้ำเสีย จากการแปรรูป มะขามที่เหมาะสมกับสถานประกอบการ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในด้านการผลิต การบำบัดน้ำ เสียของระบบบำบัด โดยการลงพื้นที่ให้คำปรึกษาและแนะนำ

3.4 การสร้างกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน

ในการสร้างกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนจะดำเนินการตามระเบียบวิธีวิจัย การวิจัยเชิง ปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเพื่อสร้างกระบวนการเรียนรู้ให้กับชุมชนไปพร้อมกับการถ่ายทอด

เทคโนโลยีที่ได้พัฒนาขึ้น เน้นการสร้างต้นแบบกระบวนการมีส่วนร่วมที่เหมาะสม เพื่อตอบสนองความต้องการของชุมชนให้ผู้สนใจได้เรียนรู้และนำไปปฏิบัติได้จริง โดยเน้นสร้างความเข้าใจในกระบวนการวิจัยแบบมีส่วนร่วมของผู้ประกอบการ การมีส่วนร่วมในกระบวนการวางแผนการวิจัย การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำผลของการวิจัยไปสู่การปฏิบัติ

3.5 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยกำหนดประชากรในการศึกษาค้างนี้ คือ ผู้ประกอบการที่เป็นเจ้าของกิจการผลิตผลิตภัณฑ์แปรรูปมะขามที่อยู่ในเขตพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ขึ้นบัญชีรายชื่อผู้ผลิต ผู้ประกอบการ OTOP จำนวน 27 ราย และกลุ่มตัวอย่างทำการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Positive Random Sampling) คือ ผู้ประกอบการที่อยู่ในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์และในชุมชน โดยวิธีส่งหนังสือเชิญขอความร่วมมือ ขออนุญาตเข้าสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ จำนวน 3 ราย

3.6 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.6.1 การสังเกต หรือร่วมสังเกต

3.6.2 การใช้ข้อมูลจากเอกสารหรือหลักฐาน

3.6.3 การสัมภาษณ์แบบเจาะลึก โดยการสัมภาษณ์ในครั้งนี้ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากผลการศึกษาทฤษฎีและแนวคิดต่างๆ ตลอดจนผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งคำถามออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป

ส่วนนี้ประกอบด้วย ชื่อกิจการ ชื่อกลุ่ม/ชุมชน/ผู้ประกอบการ สถานที่ผลิต

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามข้อมูลด้านการผลิต

ส่วนนี้จะประกอบด้วย ข้อมูลรายละเอียดของสถานประกอบการเพื่อสอบถามแหล่งกำเนิดของเสีย ได้แก่ ชนิดสินค้า ผลิตภัณฑ์แปรรูป ปริมาณที่ผลิตในแต่ละครั้ง ความถี่ในการผลิต ปริมาณวัตถุดิบหลัก และวัตถุดิบรอง เป็นต้น

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามข้อมูลด้านการใช้น้ำ พลังงานและการจัดการของเสีย

ส่วนนี้ประกอบด้วยคำถาม ได้แก่ แหล่งน้ำใช้ ปริมาณการใช้น้ำโดยเฉลี่ย ปริมาณเชื้อเพลิง แหล่งพลังงาน ปริมาณการใช้น้ำพลังงานต่อการผลิต ระบบบำบัดน้ำเสีย การระบายน้ำทิ้ง และวิธีการกำจัดของเสีย

ส่วนที่ 4 แบบสอบถามข้อมูลด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม

ส่วนนี้ประกอบด้วยคำถามปลายเปิด เพื่อประเมินเรื่องการป้องกัน/ลดมลพิษ/ของเสีย

ส่วนที่ 5 แบบสอบถามข้อมูลด้านความคิดเห็นต่อการดำเนินกิจกรรมป้องกันมลพิษ

ส่วนนี้ประกอบด้วยแบบสอบถามเพื่อประเมินแนวคิดของผู้ประกอบการในความรับผิดชอบต่อกรดอันตราย ความเสี่ยง ต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ถามความสนใจในการดำเนินกิจกรรมป้องกันมลพิษมากขึ้นน้อยเพียงใด และให้ผู้ประกอบการให้ข้อเสนอแนะอื่นๆ

3.7 การรวบรวมข้อมูล

- 3.7.1 รวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์และจากแบบสอบถาม
- 3.7.2 จากการลงพื้นที่สำรวจจากสถานประกอบการจริง
- 3.7.3 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากห้องปฏิบัติการ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การพัฒนากระบวนการผลิตและการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นในการแปรรูปมะขามด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จังหวัดเพชรบูรณ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาปรับปรุงกระบวนการผลิตที่เหมาะสม และพัฒนาระบบบำบัดน้ำในกระบวนการแปรรูปมะขาม มีผลการวิจัย ดังนี้

4.1 ข้อมูลผู้ประกอบการแปรรูปมะขามภายในจังหวัดเพชรบูรณ์

ผู้วิจัยกำหนดประชากรในการศึกษาครั้งนี้ คือ ผู้ประกอบการที่เป็นเจ้าของกิจการผลิตผลิตภัณฑ์แปรรูปมะขามที่อยู่ในเขตพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ขึ้นบัญชีรายชื่อผู้ผลิต ผู้ประกอบการ OTOP จำนวน 27 ราย และกลุ่มตัวอย่างทำการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Positive Random Sampling) คือ ผู้ประกอบการที่อยู่ในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์และในชุมชน โดยวิธีส่งหนังสือเชิญขอความร่วมมือ ขออนุญาตเข้าสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ จำนวน 3 ราย

1. ไนน์แทมมารีน
2. วิสาหกิจกลุ่มผลิตอาหารเครื่องดื่มนายม
3. กลุ่มไส้เมี่ยงสมุนไพร
4. กลุ่มแปรรูปผลไม้บ้านยาวิ
5. กลุ่มมะขามหวานแปรรูปบ้านยาวิ
6. บ้านนาร่วมใจ
7. สุชิน บุญคง (ซินมะขามหวาน)
8. กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรคลองศาลาพัฒนา
9. กลุ่มแม่บ้านยาวิร่วมใจพัฒนา
10. กลุ่มสตรีสหกรณ์เมืองมะขาม
11. กลุ่มแปรรูปมะขามหวาน
12. นางคณินิจ สมิตี
13. วิสาหกิจชุมชนลีลามะขามยิ้ม
14. กลุ่มภูมิไทร่วมใจ
15. วิสาหกิจชุมชนกลุ่มผลิตกิ่งไม้
16. บริษัทปิ่นเพชร จำกัด
17. กลุ่มเอสเคสตาร์ฟรุ๊ต จำกัด
18. กลุ่มนาแคพัฒนา
19. สวนมะขามหวานอนุชา
20. มะขามสุจีรา

21. กลุ่มแปรรูปอาหารปลอดสารพิษ
22. วิสาหกิจชุมชนกลุ่มดวงทอง
23. ไร้ชนิกา
24. กลุ่มแม่บ้านมะขามทอง
25. บ้านละม้ายมะขามแช่อิ่ม
26. มะขามขิม-ขวัญ
27. กลุ่มแปรรูปมะขามบ้านน้ำครั่ง

4.2 ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมะขาม

จากข้อมูลผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์แปรรูปมะขามที่อยู่ในเขตพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ขึ้นบัญชีรายชื่อผู้ผลิต ผู้ประกอบการ OTOP จำนวน 27 ราย มีผลิตภัณฑ์แปรรูปมะขามเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ดังนี้

1. มะขามคลุกน้ำตาลแกะเมล็ด
2. มะขามคลุกไอซิ่งแกะเมล็ด
3. มะขามเปรี้ยวคลุกน้ำตาลแกะเมล็ด
4. กั๊วยไ้มะขาม
5. มะขามกวน
6. มะขามแช่อิ่ม
7. มะขามเปียก
8. กั๊วยกรอบไ้มะขาม
9. ข้าวแต่น้ำแดงโมไ้มะขาม
10. มะขามหวานฝัก
11. มะขามคลุกรสบ๊วย
12. มะขามคลุกไ้เมล็ด
13. มะขามคลุกจี๊ดจ๊าด
14. แยมมะขาม
15. มะขามแปรรูป
16. น้ำพริกมะขามสด
17. มะขามหวานคลุกสีรส
18. มะขามหวานแกะเมล็ด
19. มะขามคลุกรสดั้งเดิม
20. มะขามแช่อิ่มอบแห้ง
21. มะขามแก้วท็อฟฟี่มะขาม
22. มะขามไ้เมล็ดอบแห้ง

23. มะขามหวานพันธุ์สีทอง
24. มะขามเปรี้ยวแซ่บ
25. ซอสมะขามผสมพริก
26. มะขามยี่ม
27. มะขามหยีรสต้นตำหรับ
28. มะขามจี๊ดแซ่บรสบัว
29. มะขามจี๊ดแซ่บ
30. มะขามคูลุกรสหวาน
31. น้ำมะขามพร้อมดื่ม
32. น้ำพริกมะขามอ่อน
33. มะขามกวนมะพร้าวอ่อน

จากข้อมูลผลิตภัณฑ์แปรรูปมะขาม พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีของเสีย ได้แก่ น้ำเสียจากกระบวนการผลิตมากที่สุด คือ ผลิตภัณฑ์มะขามแช่อิ่ม ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกผู้ประกอบการที่ประกอบธุรกิจแปรรูปมะขามแช่อิ่ม

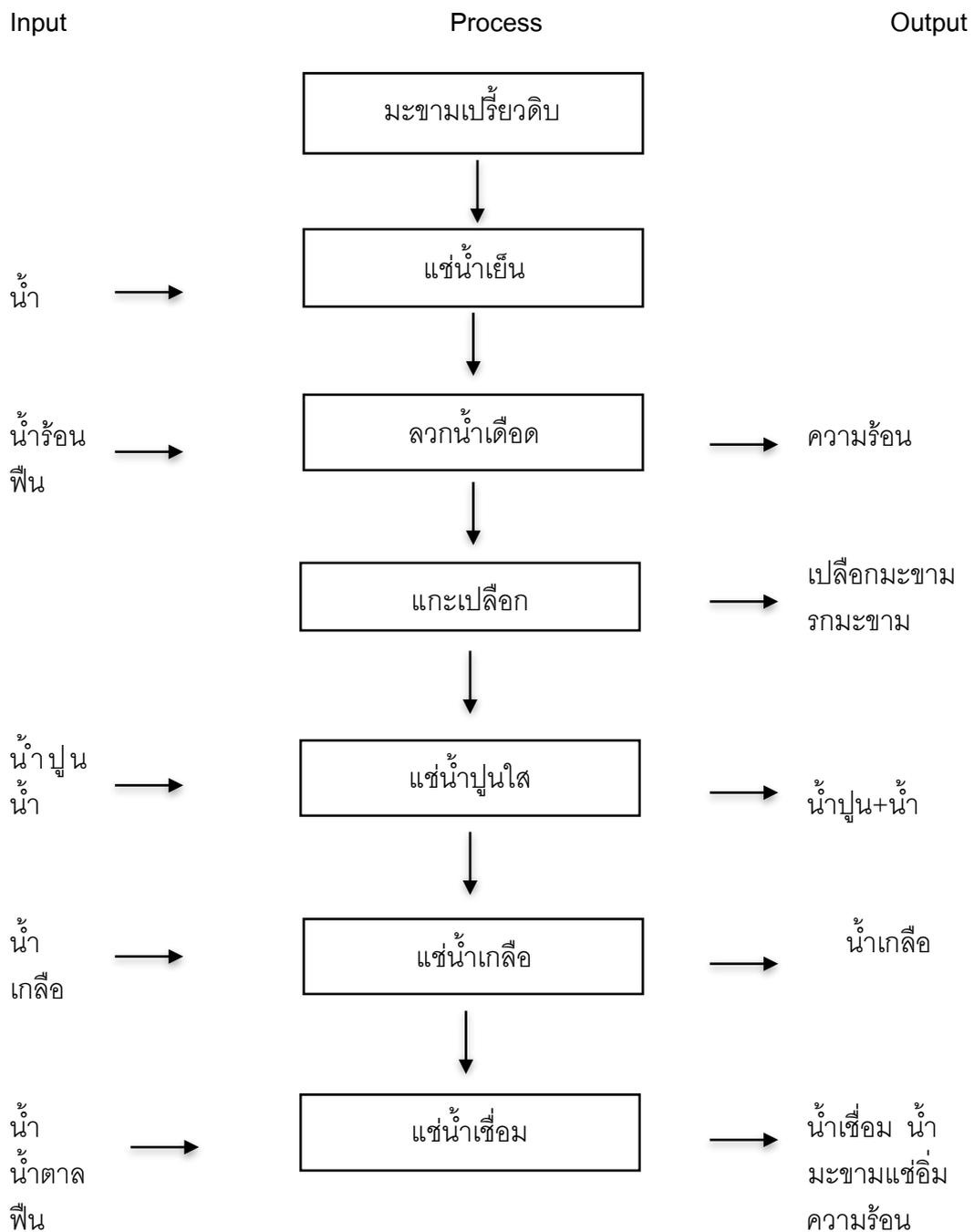
4.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์มะขามเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ และวิเคราะห์กระบวนการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์เพื่อให้ทราบถึงการใช้วัตถุดิบหลัก วัตถุดิบรอง พลังงาน ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ปริมาณการใช้น้ำ ในแต่ละขั้นตอนการผลิต และเพื่อให้ทราบถึงปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต ซึ่งผลจากการวิเคราะห์กระบวนการผลิตในแต่ละประเภทของผลิตภัณฑ์แปรรูป พบว่า ผลิตภัณฑ์แปรรูปมะขามแช่อิ่มมีกระบวนการผลิตที่ใช้วัตถุดิบหลักและวัตถุดิบรอง พลังงาน ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ปริมาณการใช้น้ำในปริมาณมาก และยังเกิดของเสียที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในปริมาณมากอีกด้วย ซึ่งหมายถึงน้ำเสียที่มาจากกระบวนการผลิตนั่นเอง

ผู้วิจัยได้คัดเลือกผู้ประกอบการเข้าร่วมโครงการวิจัย จำนวน 3 ราย และผู้ประกอบการมีความยินดีเข้าร่วมโครงการ ได้แก่ บ้านละมัยมะขามแช่อิ่ม มะขามชิม-ขวัญ และกลุ่มแปรรูปมะขามบ้านน้ำครั่ง โดยผู้ประกอบการทั้ง 3 รายนี้ มีที่ตั้งของสถานที่ผลิตที่แตกต่างกัน การจัดการด้านของเสียที่ต่างกัน

4.4 ผลการวิเคราะห์กระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่มและการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลการผลิต การใช้วัตถุดิบหลัก วัตถุดิบรอง พลังงาน ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ปริมาณการใช้น้ำ ในแต่ละขั้นตอนการผลิต และปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์จากผู้ประกอบการ ผู้ปฏิบัติงาน หรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต ผลการวิเคราะห์กระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่ม แสดงดังนี้



รูปที่ 4.1 การวิเคราะห์กระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่ม

จากการวิเคราะห์กระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่ม พบว่า วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการแปรรูปคือ มะขาม วัตถุดิบรองคือ น้ำ น้ำตาล น้ำปูน เกลือ ส่วนพลังงานที่ใช้ คือ ฟีนจากไม้ ซึ่งจัดอยู่ในส่วนของการป้อนเข้ากระบวนการ หรือเรียกว่า Input process ในส่วนของกระบวนการ คือ ชั้น

ตอนต่างๆ ซึ่งเรียกว่า Process และในส่วนของสิ่งส่งออก Output คือ ในส่วนของผลิตภัณฑ์ คือ มะขามแช่อิ่ม และส่วนของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต ในที่นี้ได้แก่ ความร้อน ถ้ำ ควัน น้ำ จากกระบวนการผลิต น้ำเกลือที่ผ่านการแช่มะขาม น้ำปุ๋นใส น้ำเชื่อม รกมะขามและเปลือกมะขาม ในขั้นตอนของการเติมน้ำเชื่อมผู้ผลิตไม่ได้มีการวัดความหวานของน้ำเชื่อมเมื่อมีการแช่มะขามทิ้งไว้ตามระยะเวลาที่กำหนด แต่ใช้วิธีการสังเกตสีของมะขามแช่อิ่มที่เปลี่ยนไปแทน หากสียังไม่เป็นสีน้ำตาลทอง ผู้ประกอบการจะเติมน้ำเชื่อมเพิ่มไปในภาชนะที่แช่มะขามเพื่อให้มะขามแช่อิ่มมีสีที่เข้มข้น ในขั้นตอนนี้ส่งผลให้ผู้ประกอบการมีต้นทุนการผลิตเพิ่ม ได้แก่ น้ำตาล น้ำ และฟีน และยังเป็นการเพิ่มของเสียจากกระบวนการผลิตอีกด้วย

4.5 ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมของผู้ประกอบการ

ผลการสัมภาษณ์แบบเจาะลึกในการวิจัยครั้งนี้ จากการลงพื้นที่ปฏิบัติงานจริง การใช้ข้อมูลเอกสารหรือหลักฐานและแบบสอบถามเป็นเครื่องมือซึ่งสร้างขึ้นจากผลการศึกษาทางทฤษฎีและแนวคิดต่าง ๆ ตลอดทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แบ่งคำถามเป็น 5 ส่วน เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ เพื่อศึกษารูปแบบการจัดการสิ่งแวดล้อมในการแปรรูปมะขามแช่อิ่ม

ผู้วิจัยหากกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง คือ ผู้ประกอบการที่อยู่ในชุมชน ขอนนุญาติเข้าสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ จำนวน 3 ราย ผลการสัมภาษณ์ เป็นดังนี้

1. บ้านละมัยมะขามแช่อิ่ม

ข้อมูลทั่วไป	พนักงานส่วนผลิต 15 คน
ข้อมูลด้านการผลิต	
ชนิดของสินค้า	มะขามแช่อิ่ม
วัตถุดิบหลัก	มะขามสด
วัตถุดิบรอง	น้ำตาล
	เกลือ
	น้ำปุ๋นใส
ลักษณะการผลิต	ผลิตเดือนตุลาคม-ธันวาคม ของทุกปี
แหล่งน้ำและปริมาณการใช้น้ำ	4,000 ลิตรต่อรอบการผลิต
เชื้อเพลิง	ใช้เศษไม้ ถ่าน

ข้อมูลด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม

ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย การระบายน้ำทิ้งระบายในทุ่งนาของผู้ประกอบการเองโดยการใช้สายยางแล้วปล่อยให้แห้งโดยธรรมชาติ

การกำจัดของเสีย นำไปใช้ประโยชน์ เช่น รกมะขาม เปลือกมะขาม ใช้วิธีการเผา

น้ำแช่อิ่ม (น้ำเชื่อม) ที่ผ่านการแช่อิ่มแล้วจะเก็บไว้ใช้ในรอบฤดูกาลผลิตในปีต่อไป โดยใช้น้ำเชื่อมสด 2 วันแรก แล้วจึงเปลี่ยนเป็นน้ำเชื่อมใหม่

ความคิดเห็นต่อการดำเนินกิจกรรมป้องกันมลพิษ

มีความสนใจในกิจกรรมป้องกันมลพิษ

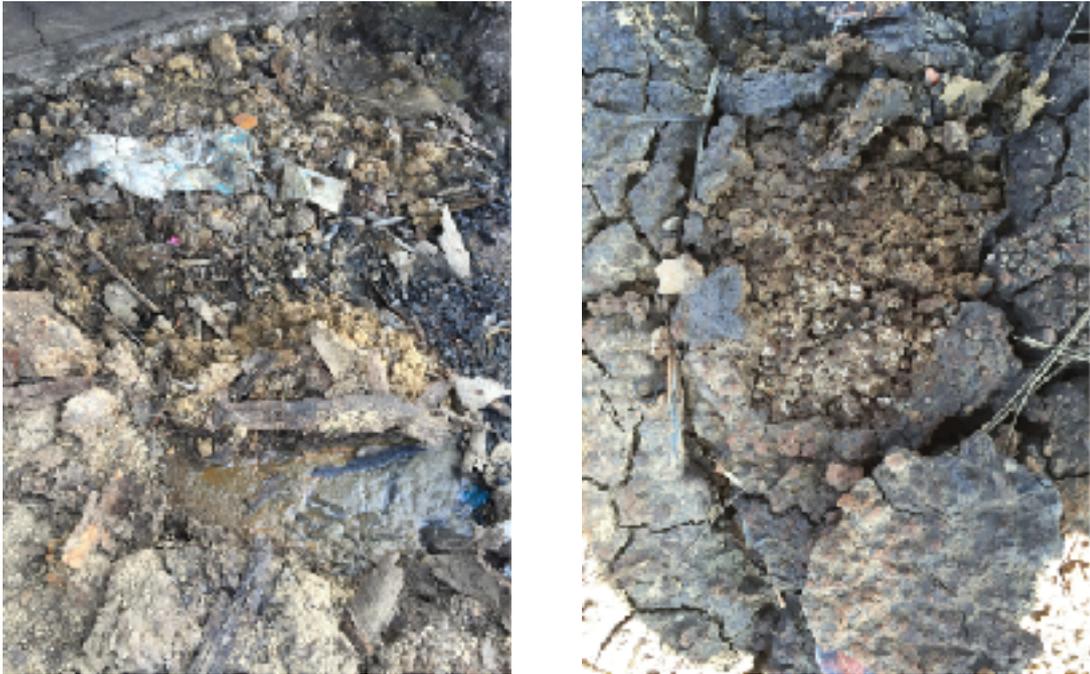
ปัจจัยที่เป็นสิ่งกระตุ้นให้ผู้ประกอบการสนใจในการดำเนินกิจกรรม

ป้องกันมลพิษ

- ถ้าสามารถลดต้นทุนในการผลิตได้
- ถ้าสามารถเพิ่มมูลค่าของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตได้



รูปที่ 4.2 พื้นที่สำหรับแปรรูปหมูมะขามแช่อิ่มบ้านละมัยมะขามแช่อิ่ม



รูปที่ 4.3 พื้นที่กำจัดน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่มบ้านละมัยแช่อิ่ม

2. มะขามขิม-ขวัญ

ข้อมูลทั่วไป

ที่ตั้ง 20 หมู่ 11 ตำบลวังบาล อำเภอหล่มเก่า
จังหวัดเพชรบูรณ์ 67120

ข้อมูลด้านการผลิต

ชนิดของสินค้า	มะขามแช่อิ่มแห้ง มะขามคลูก
วัตถุดิบหลัก	มะขามสด
วัตถุดิบรอง	น้ำตาล
	เกลือ
	น้ำปูนใส
ลักษณะการผลิต	ผลิตเดือนตุลาคม-ธันวาคม ของทุกปี สำหรับมะขามแช่อิ่มแห้ง มะขามคลูก ผลิตทั้งปี
แหล่งน้ำและปริมาณการใช้น้ำ	4,000-6,000 ลิตรต่อรอบการผลิต
เชื้อเพลิง	ใช้แก๊ส

ข้อมูลด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม

ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย มีการระบายน้ำทิ้งเก็บไว้ในบ่อเกรอะที่ผู้ประกอบการสร้างไว้เพื่อเก็บน้ำที่ผ่านกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่มโดยเฉพาะ เพื่อป้องกันการส่งกลิ่นเหม็นรบกวนชุมชนข้างเคียง และจ้างบริษัทรับกำจัดสิ่งปฏิกูลมาสูบไปกำจัด

การกำจัดของเสีย นำไปใช้ประโยชน์ ไม่มีของเสียประเภทกาก รกเปลือกมะขาม เนื่องจากรับซื้อวัตถุดิบที่พร้อมสำหรับการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ

น้ำแช่อิ่ม (น้ำเชื่อม) ที่ผ่านการแช่อิ่มแล้ว ระบายไว้ในบ่อเกรอะที่ผู้ประกอบการสร้างไว้เพื่อเก็บน้ำที่ผ่านกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่มโดยเฉพาะ เพื่อป้องกันการส่งกลิ่นเหม็นรบกวนชุมชนข้างเคียง และจ้างบริษัทรับกำจัดสิ่งปฏิกูลมาสูบไปกำจัด

ความคิดเห็นต่อการดำเนินกิจกรรมป้องกันมลพิษ

ไม่มีความสนใจในกิจกรรมป้องกันมลพิษเนื่องจากพื้นที่การผลิตมีการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดี ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน

3. กลุ่มแปรรูปมะขามบ้านน้ำครั่ง

ข้อมูลทั่วไป

บ้านน้ำครั่ง หมู่ที่ 4 ตำบลวังบาล
อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์

ข้อมูลด้านการผลิต

ชนิดของสินค้า	มะขามแช่อิ่ม มะขามหยีและมะขามคลูก
วัตถุดิบหลัก	มะขามสด
วัตถุดิบรอง	น้ำตาล
	เกลือ
	น้ำปูนใส
ลักษณะการผลิต	ผลิตเดือนตุลาคม-ธันวาคม ของทุกปี
แหล่งน้ำและปริมาณการใช้น้ำ	6,000 ลิตรต่อรอบการผลิต
เชื้อเพลิง	ซังข้าวโพด

ข้อมูลด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม

ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย การระบายน้ำทิ้งบางส่วนระบายในแหล่งน้ำธรรมชาติ (คลอง) น้ำที่ผ่านกระบวนการแช่อิ่มมะขามจะสูบน้ำเก็บไว้ในบ่อธรรมชาติมีบางส่วนซึมลงสู่คลองสาธารณะบริเวณใกล้เคียง ส่วนที่เหลือจ้างบริษัทเอกชนรับกำจัดสิ่งปฏิกูลมาสูบ มีค่าใช้จ่ายครั้งละ 500 บาท

การกำจัดของเสีย นำไปใช้ประโยชน์ เช่น รกมะขาม เปลือกมะขาม ใช้วิธี

การเผา

น้ำแช่อิ่ม (น้ำเชื่อม) ที่ผ่านการแช่อิ่มแล้วจะเก็บไว้ในรอบฤดูกาลผลิตในปีต่อไป โดยใช้แช่มะขามสด 2 วันแรก แล้วจึงเปลี่ยนเป็นน้ำเชื่อมใหม่

ความคิดเห็นต่อการดำเนินกิจกรรมป้องกันมลพิษ

มีความสนใจในกิจกรรมป้องกันมลพิษ

ปัจจัยที่เป็นสิ่งกระตุ้นให้ผู้ประกอบการสนใจในการดำเนินกิจกรรม

ป้องกันมลพิษ

- ถ้าสามารถลดต้นทุนในการผลิตได้
- ถ้าสามารถเพิ่มมูลค่าของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตได้



รูปที่ 4.4 ป่อเก็บน้ำเสียจากกระบวนการผลิต กลุ่มแปรรูปมะขามบ้านน้ำครั่ง

4.6 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่ม

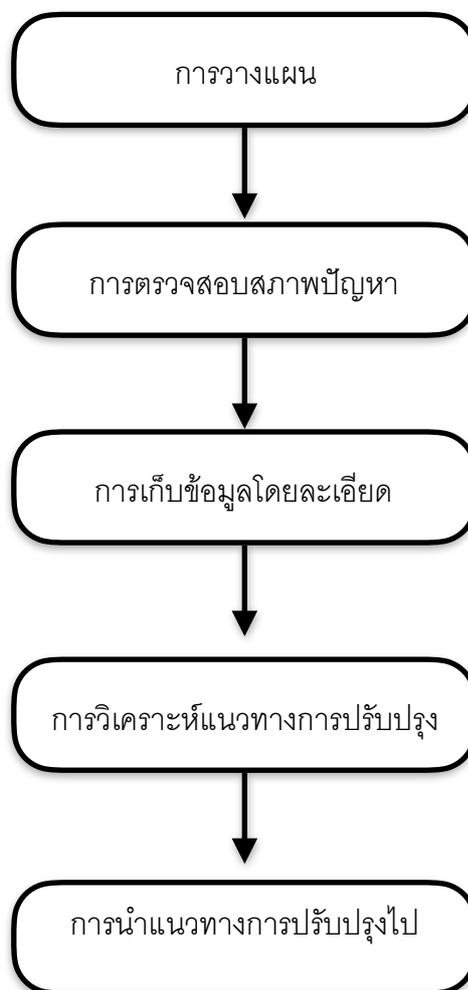
คุณภาพน้ำที่ผ่านจากกระบวนการผลิตการแปรรูปมะขามแช่อิ่มมีลักษณะคล้ายกับน้ำเสียที่เกิดจากบ้านเรือน ซึ่งมีความสกปรกอยู่ในรูปสารอินทรีย์เป็นหลัก โดยวิเคราะห์จากค่า COD (Chemical Oxygen Demand) คือ ปริมาณ O_2 ที่ใช้ในการออกซิไดซ์ในการสลายสารอินทรีย์ด้วยสารเคมีโดยใช้สารละลายที่มากเกินพอ ค่า COD ที่วัดได้อยู่ในปริมาณที่ค่อนข้างสูง และมีค่า pH ค่อนข้างต่ำ กล่าวคือ ค่อนข้างเป็นกรด (3.0-5.0) มีความเค็ม และน้ำมีกลิ่นเหม็นที่รุนแรง ดังนั้นจึงต้องมีการบำบัดน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการผลิตก่อนปล่อยออกสู่ธรรมชาติ และหากมีระบบบำบัดน้ำเสียของตนเอง ยังช่วยลดค่าใช้จ่ายจากการว่าจ้างบริษัทเอกชนมากำจัดอีกด้วย

4.7 การใช้ประโยชน์จากของเสียที่เกิดจากกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่ม

ของเสียที่เกิดจากกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่ม ได้แก่ รกมะขาม เปลือกมะขาม น้ำเชื่อมที่ผ่านการแช่อิ่มแล้ว รกและเปลือกมะขามสามารถนำไปทำเป็นปุ๋ย เชื้อเพลิง หรือเพิ่มมูลค่าได้โดยทำเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ เช่น สบู่ที่มีส่วนผสมของรกมะขาม เปลือกมะขามสามารถทำเป็นกระดาษชีวภาพ กายาน ฐูป หรือเป็นเชื้อเพลิงร่วมกับถ่านไม้ใช้ในกระบวนการต้มน้ำเชื่อมได้ ในส่วนของน้ำเชื่อมที่ผ่านการแช่อิ่มแล้วนั้นสามารถนำไปผสมกับวัสดุอื่นจากการเกษตรเพื่อทำปุ๋ยหมักได้เนื่องจากในน้ำเชื่อมที่ผ่านการแช่อิ่มมาแล้วนั้นยังคงมีความหวานจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ดีและเกิดกระบวนการหมักได้ โดยการเติมสารเร่งเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาการย่อยได้เร็วขึ้นหรืออีกแนวทางหนึ่งผู้ประกอบการสามารถจัดทำสำหรับเก็บน้ำเชื่อมนี้ไว้ในแทงค์หรือภาชนะปิดสนิทเพื่อรอการจำหน่ายจากผู้มารับซื้อนำไปแปรรูปเป็นปุ๋ยน้ำต่อไป

4.8 การปรับปรุงพัฒนากระบวนการผลิต

นอกจากการคัดเลือกแนวทางการลดและป้องกันมลพิษจากการแปรรูปมะขามแช่อิ่มแล้วผู้ประกอบการสามารถนำแนวทางลดและป้องกันมลพิษมาใช้ในกิจกรรมการผลิตในสถานประกอบการของตนได้ ดังนี้



รูปที่ 4.5 แนวทางลดและป้องกันมลพิษในสถานประกอบการ

4.9 ระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่ม

ระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่มนั้น แนวทางในการบำบัดน้ำเสียที่แนะนำให้กับผู้ประกอบการ กลุ่มแปรรูปมะขามแช่อิ่มพิจารณาเลือกใช้เพื่อทำการบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตการแปรรูปมะขามแช่อิ่ม คือ ระบบบ่อเกรอะ-บ่อซึม ซึ่งเป็นระบบที่มีข้อดี คือ ราคาประหยัดและมีประสิทธิภาพในการบำบัดเบื้องต้นได้ดีพอสมควร รายละเอียดดังนี้

4.9.1 บ่อเกรอะ-บ่อซึมสำหรับพื้นที่ทั่วไป

เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีการระบายน้ำดี มีระดับน้ำใต้ดินในฤดูฝนอยู่ลึกจากผิวดินพอสมควร คืออย่างน้อยให้อยู่ต่ำกว่าความลึกที่ขุดสำหรับวางบ่อซึม ซึ่งมีความลึกสำหรับวางถังประมาณ 1.60 เมตร เนื่องจากน้ำเสียที่ผ่านบ่อเกรอะแล้วจะถูกระบายไปยังบ่อซึมและซึมลงดิน

สำหรับรูปแบบของบ่อเกรอะประยุกต์ใช้เป็นวงคอนกรีต โดยขนาดถังจะพิจารณาจากปริมาณน้ำเสียในแต่ละวันซึ่งคิดเทียบจากปริมาณน้ำใช้ในแต่ละวัน บ่อซีมเป็นวงคอนกรีตขนาดมาตรฐาน 1.0 เมตร จำนวน 4 วงซ้อนกัน สำหรับจำนวนบ่อจะพิจารณาจากปริมาณน้ำเสียและสภาพพื้นดินว่าน้ำสามารถซึมผ่านได้ดีเพียงลงใด โดยเบื้องต้นประมาณว่าปริมาณน้ำเสีย 0-0.5 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ใช้บ่อซีมชนิดวงคอนกรีตตามจำนวน 1 บ่อ สำหรับปริมาณน้ำเสีย 0.5-10.0 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ใช้บ่อซีมจำนวน 2 บ่อ

ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย

น้ำเสียจากกระบวนการผลิตควรมีการแยกกากของเสียที่มีขนาดใหญ่ออกก่อนเพื่อยืดอายุการใช้งานของบ่อเกรอะ เมื่อน้ำเสียไหลเข้าสู่บ่อเกรอะกากตะกอนจะถูกบำบัดขั้นต้นด้วยการตกตะกอนและจะมีจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้ออกซิเจนบางส่วนช่วยทำหน้าที่บำบัดความสกปรกในบ่อนี้ บ่อเกรอะสามารถเก็บกักน้ำได้ประมาณ 1 วัน จากนั้นน้ำส่วนบนจะไหลไปยังบ่อซีม ซึ่งออกแบบเป็นวงคอนกรีตเจาะรูและมีอิฐหักอยู่ด้านล่างให้น้ำซึมผ่าน

การดูแลและบำรุงรักษา

เมื่อใช้บ่อเกรอะได้ในระยะเวลาหนึ่งแล้วควรเปิดดูปริมาณตะกอน หากมีการสะสมของตะกอนอยู่มากควรสูบตะกอนออกไปกำจัดเพื่อเพิ่มปริมาตรบ่อเกรอะให้มีความใกล้เคียงกับปริมาตรเดิม สำหรับบ่อซีมควรต้องมีการตรวจสอบการอุดตันของท่อและภายในบ่อบ้าง

4.9.2 บ่อเกรอะสำหรับพื้นที่ที่ระบายน้ำยาก

สำหรับพื้นที่ที่มีการระบายน้ำยาก หรือมีระดับน้ำใต้ดินสูง อาจพิจารณาเลือกแนวทางในการจัดสร้างบ่อเกรอะ โดยเลือกการระบายน้ำทิ้งที่ผ่านบ่อเกรอะลงแหล่งน้ำใกล้เคียงหรือท่อระบายน้ำสาธารณะ ระบบนี้ไม่ต้องมีบ่อซีม สำหรับการระบายน้ำทิ้งลงแหล่งน้ำสาธารณะควรเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียโดยการใส่ตัวกลาง (media) เพื่อให้จุลินทรีย์สามารถยึดเกาะได้ในถังกรองไร้อากาศ ช่วยบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น ตัวกลางที่เลือกใส่อาจใช้เป็นหิน กรวด หรือตัวกลางพลาสติก หากใช้ตัวกลางพลาสติกที่มีน้ำหนักเบาจะช่วยให้ประหยัดเรื่องของโครงสร้างที่รับแรง แต่มีราคาแพงกว่า จำนวนถังกรองไร้อากาศที่เลือกใช้จะพิจารณาจากปริมาณน้ำเสียคล้ายกับบ่อเกรอะ

การดูแลและบำรุงรักษา

การบำรุงรักษาถังกรองไร้อากาศมีขั้นตอนไม่ยุ่งยาก คือ การตรวจสอบการอุดตันของท่อและตะกอนในถัง หากพบว่ามี การสะสมของตะกอนมากจะต้องขูดลอกทำความสะอาด แต่ไม่ต้องทำความสะอาดบ่อย เพราะจะทำให้จุลินทรีย์เกาะอยู่ที่ตัวกลางหลุดทิ้งไปด้วย การทำความสะอาดทำเพียงเพื่อป้องกันการอุดตันในท่อน้ำเข้า-ออก จึงทำความสะอาดเป็นระยะก็เพียงพอ

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการผลิตและการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อ
ต่อ ยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นในการแปรรูปมะขามด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จังหวัด
เพชรบูรณ์ มีรายละเอียดของผลการทดลองโดยสรุปรวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ จากการศึกษา ดังนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การพัฒนาปรับปรุงกระบวนการผลิตที่เหมาะสม

จากการวิเคราะห์กระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่ม แสดงให้เห็นว่า ผู้ประกอบการ
แปรรูปมะขามแช่อิ่มในจังหวัดเพชรบูรณ์นั้น มีกรรมวิธีหรือกระบวนการผลิตที่ไม่ต่างกันแต่จะต่าง
กันตรงที่มีสูตรเฉพาะตัวของแต่ละคนที่สืบทอดกันมาจากบรรพบุรุษจากรุ่นสู่รุ่น ทำให้ผลิตภัณฑ์
มะขามแช่อิ่มของแต่ละที่มีรสชาติและสีของผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันไป จากการวิเคราะห์
กระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่ม พบว่า ผู้ประกอบการมีต้นทุนวัตถุดิบรอง ได้แก่ น้ำตาล ที่ต่าง
กันและใช้ในปริมาณที่สูงมากเกินความจำเป็น เนื่องจากมีความเชื่อว่าการเพิ่มปริมาณน้ำตาลจะ
ทำให้สีของผลิตภัณฑ์สวยขึ้นทำให้น่ารับประทาน ผู้วิจัยได้เสนอแนวทางการการรับซื้อวัตถุดิบ
หลัก (มะขามเปรี้ยวยักษ์) ที่มีการปรับแต่งวัตถุดิบมาแล้วเพื่อลดปริมาณกากของเสีย เสนอปรับ
ลดปริมาณวัตถุดิบรอง (น้ำตาล เกลือ) ตลอดจนเชื้อเพลิงที่ใช้ในกระบวนการผลิต อีกทั้งเสนอ
แนวทางลดและป้องกันมลพิษจะทำให้ผู้ประกอบการสามารถลดต้นทุนวัตถุดิบและลดค่าใช้จ่าย
ในการจัดการสิ่งแวดล้อมในสถานประกอบการของตนได้

5.1.2 พัฒนาระบบบำบัดน้ำในกระบวนการแปรรูปมะขาม

จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการแปรรูปมะขามแช่อิ่มและการลงพื้นที่ ณ สถานที่
ผลิตจริง พบว่า ในกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่มมีปริมาณน้ำเสียค่อนข้างมาก และผู้ประกอบ
การไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียในสถานที่ผลิต การปล่อยน้ำเสียออกสู่สิ่งแวดล้อมส่งผลกระทบต่อ
กลิ่น คุณภาพดินที่ลดลง คือ ดินมีสภาพที่มีความเป็นกรดสูง การปล่อยสู่แหล่งน้ำธรรมชาติทำ
ให้น้ำเน่าเสีย ดังนั้นผู้ประกอบการจึงต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อบำบัดน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการ
ผลิตก่อนการปล่อยทิ้งออกสู่ธรรมชาติ ซึ่งได้เสนอแนวทางในการบำบัดน้ำเสียที่แนะนำให้กับผู้
ประกอบการกลุ่มแปรรูปมะขามแช่อิ่มพิจารณาเลือกใช้เพื่อทำการบำบัดน้ำเสียที่เกิดจาก
กระบวนการผลิตการแปรรูปมะขามแช่อิ่ม คือ ระบบบ่อเกรอะ-บ่อซึม ซึ่งเป็นระบบที่มีราคา
ประหยัดและมีประสิทธิภาพในการบำบัดเบื้องต้นได้ดีพอสมควร แนวทางการเลือกระบบบำบัดจะ
เลือกจากสภาพพื้นที่ของสถานที่ผลิต กล่าวคือ พื้นที่ที่มีการระบายน้ำดี มีระดับน้ำใต้ดินในฤดูฝน
อยู่ลึกจากผิวดินพอสมควรควรเลือกระบบบำบัดแบบบ่อเกรอะ-บ่อซึมสำหรับพื้นที่ทั่วไป แต่
สำหรับพื้นที่ที่มีการระบายน้ำยากหรือมีระดับน้ำใต้ดินสูง ควรเลือกบ่อเกรอะสำหรับพื้นที่ที่ระบาย

น้ำยากซึ่งในระบบจะมีตัวกลาง (media) อยู่ภายในระบบ ซึ่งระบบบำบัดทั้งสองนี้จัดเป็นการบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพใช้จุลินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจนในการบำบัด

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินโครงการวิจัยนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. จากการลงพื้นที่ดำเนินงานวิจัยในขั้นตอนการสำรวจพื้นที่ พบว่า ยังมีผู้ประกอบการรายย่อยที่ดำเนินกิจกรรมการผลิตมะขามแช่อิ่มอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งในช่วงของฤดูกาลการผลิต จะมีการปล่อยน้ำเสียออกสู่สิ่งแวดล้อมในปริมาณมาก ทำให้เกิดน้ำเน่าเสียและส่งกลิ่นเหม็น จนมีการร้องเรียนจากผู้อยู่อาศัยในชุมชน ดังนั้น ผู้บริหารท้องถิ่นควรนำแนวทางการจัดการน้ำเสียจากกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่มถ่ายทอดสู่ชุมชน เพื่อสร้างความตระหนักในการจัดการสิ่งแวดล้อมและลดผลกระทบต่อด้านน้ำเสียภายในชุมชน

2. ผู้บริหารระดับท้องถิ่นควรผลักดันให้เกิดเป็นนโยบาย หรือกำหนดมาตรการ เพื่อการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืนในท้องถิ่นของตนเอง

บรรณานุกรม

- เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. (2542). การบำบัดน้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สยามสเตชันเนอรีซ์พลาเยสส์.
- ควบคุมมลพิษ, กรม. (2546). คู่มือวิชาการระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ เล่มที่ 1. กรุงเทพฯ : กรมควบคุมมลพิษ.
- ประไพศรี สุทัศน์. (2551). การออกแบบการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ท็อป จำกัด.
- พันธ์ทิพย์ รามสูตร. (2540). การวิจัยเชิงปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วม. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาการสาธารณสุขอาเซียน มหาวิทยาลัยมหิดล
- มันสิน ตันฑุลเวศม์. (2542). เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม เล่ม 1. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มันสิน ตันฑุลเวศม์. (2542). เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม เล่ม 2. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุภัณฑิต นิมรัตน์. (2548). จุลชีววิทยาของน้ำเสีย. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.