

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยและพัฒนากระบวนการผลิตและแปรรูปผลิตภัณฑ์ชาเมี่ยงโดยใช้เทคโนโลยีสะอาดบนฐานแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียง มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างต้นแบบกระบวนการผลิตและแปรรูปผลิตภัณฑ์ชาเมี่ยงโดยใช้เทคโนโลยีสะอาด โดยอาศัยเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับสภาพด้านสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมของชุมชน ที่สามารถตอบสนองความต้องการของชุมชนได้ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ได้เลือก กลุ่มผู้ประกอบการแปรรูปชาเมี่ยง เป็นกลุ่มต้นแบบในการดำเนินการวิจัย โดยใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเป็นเทคนิคหลักในการดำเนินการวิจัย ซึ่งในส่วนของบทที่ 4 จะกล่าวถึงผลการดำเนินโครงการวิจัย ประกอบด้วย การบริบทของพื้นที่ศึกษาในด้านต่างๆ และรูปแบบการผลิตและแปรรูปผลิตภัณฑ์ชาเมี่ยงโดยใช้เทคโนโลยีสะอาดบนฐานแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียง ที่เหมาะสม โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

กระบวนการผลิตและมลพิษสิ่งแวดล้อมจากการแปรรูปชาเมี่ยง

1. ผู้ประกอบการแห่งที่ 1

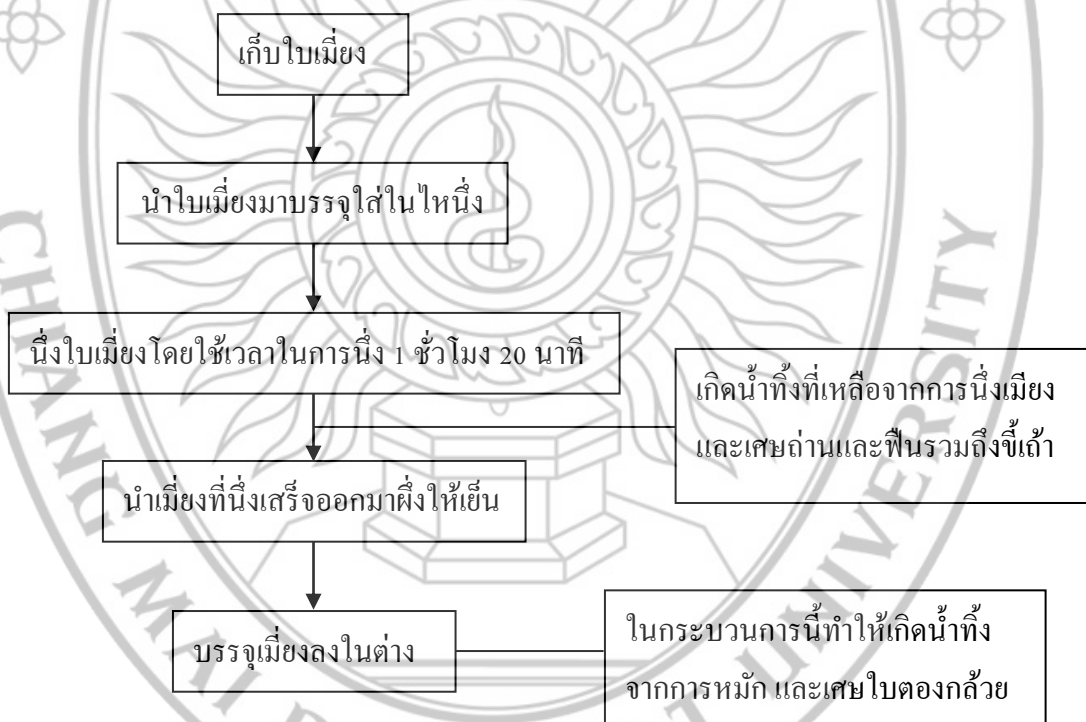
ผู้ประกอบการ นาย สุทัศน์ ปินตาจันทร์ มีคนงานทั้งหมด 1 คน ผลิตเมี่ยงจำนวน 136,000 ก้อนต่อปี หรือประมาณ 800 ต่อกต่อปีโดยนำวัตถุดิบใบเมี่ยงมาจากสวนของตนเองคิดเป็น 40 เปอร์เซ็นต์และรับซื้อจากชาวบ้านในพื้นที่อีก 60 เปอร์เซ็นต์ มีรายได้จากการขายเมี่ยงเป็นเงิน 272,000 บาทต่อปี

1.1 แผนผังและขั้นตอนการผลิต

มีแผนผังของการผลิตดังภาพที่ 4.1 กระบวนการผลิตเมี่ยงในสถานประกอบการแห่งนี้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 2-3 วัน ในการดำเนินการผลิตตั้งแต่ขั้นที่ 1 ถึง 5 ดังแสดงภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.1 แสดงแผนผังของสถานประกอบการแห่งที่ 1



ภาพที่ 4.2 กระบวนการผลิตเมียงของสถานประกอบการแห่งที่ 1

ขั้นแรกเริ่มจากการเก็บใบเมี่ยง โดยเมี่ยงที่จะเก็บมาใช้ประโยชน์ได้ต้องมีอายุตั้งแต่ 3 ปีขึ้นไป การเก็บใบเมี่ยงจะเลือกเก็บใบลำดับที่ 3-5 จากยอด เมื่อเก็บใบเมี่ยงได้จำนวนหนึ่งกำมือใช้ดอกมัด เมื่อได้ใบเมี่ยงตามที่ต้องการแล้วนำใบเมี่ยงมาบรรจุใส่ในไหหนึ่ง นำไหที่บรรจุใบเมี่ยงไปตั้งบนเตาแล้วจุดไฟให้ความร้อนโดยจะใช้เวลาในการนึ่งประมาณ 1 ชั่วโมง 20 นาที เมื่อนึ่งเสร็จแล้วนำเมี่ยงออกจากไหผึ่งให้เย็น พอเมี่ยงเย็นแล้วก็นำเมี่ยงบรรจุลงในถังโดยใช้ใบตองกล้วยรองข้างในถัง 1 ถังจะบรรจุเมี่ยงได้ 170 กิโลกรัม ดังภาพที่ 4.3 สำหรับการบริโภคเมี่ยงถ้าใครชอบเมี่ยงที่มีรสฝาดสามารถบริโภคหลังจากการบรรจุลงถังได้ทันที แต่ใครที่ชอบเมี่ยงที่มีรสเปรี้ยวต้องรอให้ครบ 1 เดือนหลังจากการบรรจุลงถังถึงจะบริโภคได้



ก) แสดงการเก็บใบเมี่ยงและทำเป็นกำมือแล้วมัดด้วยดอก



ข) แสดงการนำเมี่ยงที่บรรจุในไหไปนึ่ง

ภาพที่ 4.3 แสดงขั้นตอนการผลิตเมี่ยงหมักผู้ประกอบการรายที่ 1



ค) แสดงเมี่ยงที่นึ่งเสร็จแล้วบรรจุลงในต่าง

ภาพที่ 4.3 แสดงขั้นตอนการผลิตเมี่ยงหมักผู้ประกอบการรายที่ 1 (ต่อ)

1.2 สมดุลมวลสาร

คณะผู้วิจัยได้ทำการสำรวจปริมาณสารเข้าและออกในแต่ละกระบวนการผลิตของสถานประกอบการแห่งที่ 1 จำนวน 3 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งใช้เวลาสำรวจประมาณ 2-3 วัน โดยแบ่งชนิดของสมดุลมวลสารเป็น 2 ชนิดคือสมดุลของน้ำและสมดุลของสารอื่นๆ นอกเหนือจากน้ำ อนึ่งเนื่องจากผู้ประกอบการปล่อยน้ำทิ้งจากระบวนการนึ่ง และกระบวนการหมัก ด้วยความถี่ที่ไม่แน่นอน อนึ่งคณะผู้วิจัยได้คำนวณปริมาณน้ำที่ติดอยู่ในเมี่ยงทั้งขาเข้าและขาออกด้วยเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง

ตารางที่ 4.1 สมดุลมวลน้ำสำหรับสถานประกอบการแห่งที่ 1

กระบวนการ	น้ำเข้า (L/ก้อน)	น้ำออก (L/ก้อน)
เก็บเมี่ยง	0	0
นึ่งเมี่ยง	1.2	0.8
บรรจุ/หมัก	0.4	0.3
รวม	1.6	1.1

เมื่อพิจารณาผลต่างระหว่างน้ำเข้าและน้ำออกแต่ละกระบวนการพบว่ากระบวนการนึ่งมีการสูญเสียน้ำออกนอกกระบวนการในรูปแบบที่วัดไม่ได้ (ไอน้ำ) ในปริมาณมากกว่ากระบวนการอื่นๆ กล่าวคือผลต่างอยู่ในช่วง 0.4 ลิตรต่อก้อน สาเหตุของการสูญเสียนี้ น่าจะมาจากการใช้หม้อต้มโดยปิดฝาไม่สนิท

ในกรณีของสมดุลมวลสารชนิดอื่นนอกเหนือจากน้ำ คณะผู้วิจัยได้คำนวณภายใต้เงื่อนไขเดียวคือเงื่อนไขที่ไม่มีการนำน้ำในกระบวนการใดกลับมาใช้ใหม่เลย เนื่องจากถือว่าผู้ประกอบการไม่ได้เปลี่ยนปริมาณสารเข้าในแต่ละกระบวนการ อนึ่ง ในการคำนวณคณะผู้วิจัยได้รวมปริมาณสาร

ที่ออกไปพร้อมกับน้ำที่ตกลงในปริมาณสารออกด้วย ผลที่ได้จากการคำนวณได้นำมาแสดงคู่กับมวลของเมียงไว้ในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 สมดุลมวลสารเปรียบเทียบกับมวลของเมียงสถานประกอบการแห่งที่ 1

กระบวนการ	ปริมาณ (kg/ก้อน)			
	สารเข้า	สารออก	เมียงเข้า	เมียงออก
เก็บเมียง	0	0	0.5	0.5
นึ่งเมียง	0.224	0.118	0.5	0.7
บรรจุ/หมัก	0.164	0.148	0.7	0.7
รวม	0.388	0.266	1.7	1.9

จากข้อมูลในตารางข้างต้นสรุปได้ว่า ในการผลิตเมียงของสถานประกอบการแห่งที่ 1 ใช้วัตถุดิบในส่วนที่ไม่ใช่เข้าไปทั้งหมด 0.388 กิโลกรัมต่อก้อน เมื่อพิจารณาผลต่างของปริมาณสารเข้าและออกจากระบบทั้งหมดพบว่าอยู่ที่ 0.12 กิโลกรัมต่อก้อน

1.3 สมดุลพลังงาน

เตานึ่งเมียงที่ทำการตรวจวัดมีลักษณะเป็นเตาอิฐฉาบปูน ซึ่งทำหน้าที่เป็นทั้งเตาและโครงสร้างรองรับหม้อต้มไอน้ำนึ่งเมียง ลักษณะของเตาที่ทำการตรวจวัดแสดงดังภาพที่ 4.4 ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่เป็นห้องเผาไหม้สำหรับใส่เชื้อเพลิง ที่อยู่ด้านล่างสุดและส่วนที่เป็นหม้อต้มทำมาจากกระทะซึ่งจะบรรจุน้ำได้ประมาณ 50 ลิตรตามความต้องการของผู้ใช้งาน และปล่องควันสำหรับทิ้งแก๊สไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ เตาที่ใช้ส่วนใหญ่จะมีส่วนประกอบหลักๆ ในลักษณะเดียวกัน แตกต่างกันเพียงขนาดและลักษณะของปล่องควัน เนื่องจากการสร้างเป็นไปตามความต้องการและการออกแบบของผู้ใช้แต่ละราย ซึ่งไม่มีหลักเกณฑ์ที่แน่นอน



ภาพที่ 4.4 แสดงเตานึ่งเมียง

2. สถานประกอบการแห่งที่ 2

ผู้ประกอบการสมพงษ์ ชนก มีคนงานทั้งหมด 1 คน ผลิตเมี่ยงจำนวน 34,000 ก้อนต่อปี หรือประมาณ 200 ต่างต่อปีโดยนำวัตถุดิบใบเมี่ยงมาจากสวนของตนเองคิดเป็น 30 เปอร์เซ็นต์และรับซื้อจากชาวบ้านในพื้นที่อีก 70 เปอร์เซ็นต์ มีรายได้จากการขายเมี่ยงเป็นเงิน 68,000 บาทต่อปี

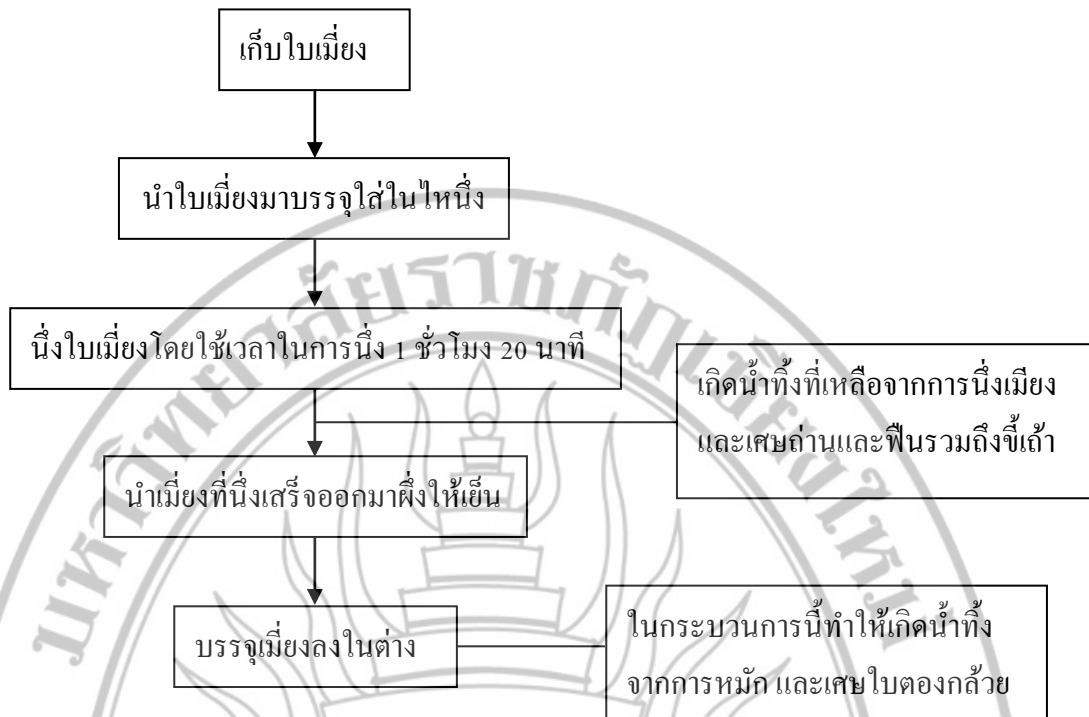
2.1 แผนผังและขั้นตอนการผลิต

มีแผนผังของโรงงานดังในภาพที่ 4.5 กระบวนการผลิตเมี่ยงในสถานประกอบการแห่งนี้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 2-3 วัน ในการดำเนินการผลิตตั้งแต่ขั้นที่ 1 ถึง 5 ดังแสดงไว้ในภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.5 แผนผังของสถานประกอบการแห่งที่ 2

ขั้นแรกเริ่มจากการเก็บใบเมี่ยง โดยเมี่ยงที่จะเก็บมาใช้ประโยชน์ได้ต้องมีอายุตั้งแต่ 3 ปีขึ้นไป การเก็บใบเมี่ยงจะเลือกเก็บใบลำดับที่ 3-5 จากยอด เมื่อเก็บใบเมี่ยงได้จำนวนหนึ่งกำมือให้ดอกมัดคั้ง เมื่อได้ใบเมี่ยงตามที่ต้องการแล้วนำใบเมี่ยงมาบรรจุใส่ในไหหนึ่ง นำไหที่บรรจุใบเมี่ยงไปตั้งบนเตาแล้วจุดไฟให้ความร้อนโดยจะใช้เวลาในการนึ่งประมาณ 1 ชั่วโมง 20 นาที เมื่อนึ่งเสร็จแล้วนำเมี่ยงออกจากไหตั้งให้เย็น พอเมี่ยงเย็นแล้วก็นำเมี่ยงบรรจุลงในต่างโดยใช้ใบตองกล้วยรองข้างในต่าง 1 ต่างจะบรรจุเมี่ยงได้ 170 ก้อน ดังภาพที่ 4.7 สำหรับการบริโภคเมี่ยงถ้าใครชอบเมี่ยงที่มีรสเผ็ดสามารถบริโภคหลังจากการบรรจุลงต่างได้ทันที แต่ใครที่ชอบเมี่ยงที่มีรสเปรี้ยวต้องรอให้ครบ 1 เดือนหลังจากการบรรจุลงต่างถึงจะบริโภคได้



ภาพที่ 4.6 กระบวนการผลิตเมี่ยงของสถานประกอบการแห่งที่ 2



ก) เก็บใบเมี่ยง ใบที่ 3-5 จากยอด



ข) เก็บใบเมี่ยงได้กำมือแล้วมัดด้วยตอก

ภาพที่ 4.7 แสดงขั้นตอนการผลิตเมี่ยงหมักผู้ประกอบการรายที่ 2



ค) นำเมี่ยงที่บรรจุในถังนี้



ง) น้ำทิ้งจากการหมักเมี่ยง



จ) เมี่ยงที่นึ่งเสร็จแล้วบรรจุลงในถัง

ภาพที่ 4.7 แสดงขั้นตอนการผลิตเมี่ยงหมักผู้ประกอบการรายที่ 2 (ต่อ)

2.2 สมดุลมวลสารของสถานประกอบการแห่งที่ 2

คณะผู้วิจัยได้ทำการสำรวจปริมาณสารเข้าและออกในแต่ละกระบวนการผลิตของสถานประกอบการแห่งที่ 1 จำนวน 3 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งใช้เวลาสำรวจประมาณ 2-3 วัน โดยแบ่งชนิดของสมดุลมวลสารเป็น 2 ชนิดคือสมดุลของน้ำและสมดุลของสารอินทรีย์นอกเหนือจากน้ำ อนึ่งเนื่องจากผู้ประกอบการปล่อยน้ำทิ้งจากกระบวนการนี้ และกระบวนการหมัก ด้วยความถี่ที่ไม่แน่นอน อนึ่งคณะผู้วิจัยได้คำนวณปริมาณน้ำที่ติดอยู่ในเมี่ยงทั้งขาเข้าและขาออกด้วยเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงสมดุลมวลน้ำสำหรับสถานประกอบการแห่งที่2

กระบวนการ	น้ำเข้า(L/ก้อน)	น้ำออก (L/ก้อน)
เก็บเมียง	0	0
นั่งเมียง	1.2	0.8
บรรจุ/หมัก	0.4	0.3
รวม	1.6	1.1

เมื่อพิจารณาผลต่างระหว่างน้ำเข้าและน้ำออกแต่ละกระบวนการพบว่ากระบวนการหนึ่งมีการสูญเสียน้ำออกนอกกระบวนการในรูปแบบที่วัดไม่ได้ (ไอน้ำ) ในปริมาณมากกว่ากระบวนการอื่นๆ กล่าวคือผลต่างอยู่ในช่วง 0.4 ลิตรต่อก้อน สาเหตุของการสูญเสียนี้ น่าจะมาจากการใช้หม้อต้มโดยปิดฝาไม่สนิท

ในกรณีของสมดุลมวลสารชนิดอื่นนอกเหนือจากน้ำ คณะผู้วิจัยได้คำนวณภายใต้เงื่อนไขเดียวคือเงื่อนไขที่ไม่มีการนำน้ำในกระบวนการใดกลับมาใช้ใหม่เลย เนื่องจากถือว่าผู้ประกอบการไม่ได้เปลี่ยนปริมาณสารเข้าในแต่ละกระบวนการ อนึ่ง ในการคำนวณคณะผู้วิจัยได้รวมปริมาณสารที่ออกไปพร้อมกับน้ำทิ้งลงในปริมาณสารออกด้วย ผลที่ได้จากการคำนวณได้นำมาแสดงคู่กับมวลของเมียงไว้ในตารางที่ 4.4

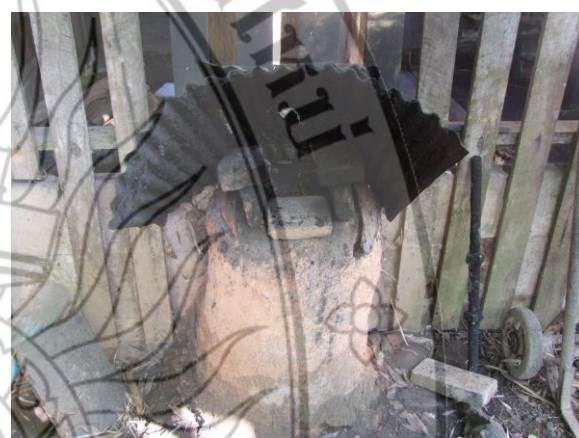
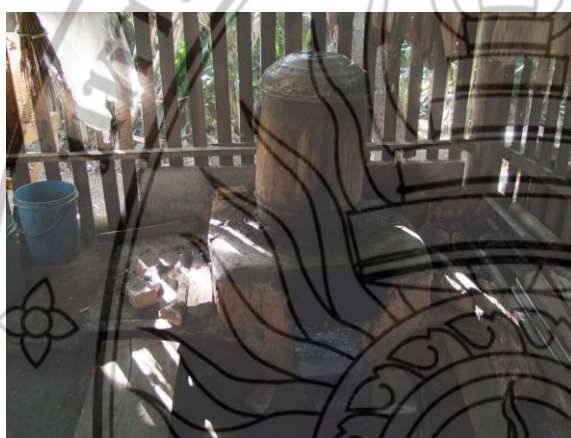
ตารางที่ 4.4 แสดงสมดุลมวลสารเปรียบเทียบกับมวลของเมียง

กระบวนการ	ปริมาณ (กก./ก้อน)			
	สารเข้า	สารออก	เมียงเข้า	เมียงออก
เก็บเมียง	0	0	0.5	0.5
นั่งเมียง	0.224	0.118	0.5	0.7
บรรจุ/หมัก	0.164	0.148	0.7	0.7
รวม	0.388	0.266	1.7	1.9

จากข้อมูลในตารางข้างต้นสรุปได้ว่า ในการผลิตเมียงของสถานประกอบการแห่งที่2ใช้วัตถุดิบในส่วนที่ไม่ใช่น้ำไปทั้งหมด 0.388 กิโลกรัมต่อก้อน เมื่อพิจารณาผลต่างของปริมาณสารเข้าและออกจากระบบทั้งหมดพบว่าอยู่ที่ 0.12 กิโลกรัมต่อก้อน

2.3 สมดุลพลังงานของสถานประกอบการแห่งที่ 2

เตาหนึ่งเมี่ยงที่ทำการตรวจวัดมีลักษณะเป็นเตาอิฐฉาบปูน ซึ่งทำหน้าที่เป็นทั้งเตาและโครงสร้างรองรับหม้อต้มไอน้ำหนึ่งเมี่ยง ลักษณะของเตาที่ทำการตรวจวัดแสดงดังภาพที่ 4.8 ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่เป็นห้องเผาไหม้สำหรับใส่เชื้อเพลิง ที่อยู่ด้านล่างสุดและส่วนที่เป็นหม้อต้มทำมาจากกระทะซึ่งจะบรรจุน้ำได้ประมาณ 50 ลิตรตามความต้องการของผู้ใช้งาน และปล่องควันสำหรับทิ้งแก๊สไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้เตาที่ใช้ส่วนใหญ่จะมีส่วนประกอบหลักๆ ในลักษณะเดียวกัน แตกต่างกันเพียงขนาดและลักษณะของปล่องควัน เนื่องจากการสร้างเป็นไปตามความต้องการและการออกแบบของผู้ใช้แต่ละราย ซึ่งไม่มีหลักเกณฑ์ที่แน่นอน



ภาพที่ 4.8 แสดงเตาหนึ่งเมี่ยงสถานประกอบการแห่งที่ 2

ในการตรวจวัดเตาหนึ่งเมี่ยงได้ทำการคัดเลือกเตาที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในกลุ่มผู้ผลิตเมี่ยง โดยข้อมูลจากการตรวจวัดจะนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของเตา ซึ่งจะทำให้สามารถประเมินศักยภาพของเตาในการใช้พลังงานเพื่อหาต้นทุนการผลิตเมี่ยงด้านพลังงาน รวมถึงการหาแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของเตาให้เหมาะสมซึ่งจะทำให้สามารถกำหนดต้นทุนด้านพลังงานของการผลิตเมี่ยงให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมด้วย

ในการตรวจวัดเตาหนึ่งเมี่ยงได้ทำการคัดเลือกเตาที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในกลุ่มผู้ผลิตเมี่ยง โดยข้อมูลจากการตรวจวัดจะนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของเตา ซึ่งจะทำให้สามารถประเมินศักยภาพของเตาในการใช้พลังงานเพื่อหาต้นทุนการผลิตเมี่ยงด้านพลังงาน รวมถึงการหาแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของเตาให้เหมาะสมซึ่งจะทำให้สามารถกำหนดต้นทุนด้านพลังงานของการผลิตเมี่ยงให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมด้วย

ในการสำรวจและเก็บข้อมูลเตาหนึ่งเมี่ยงจากผู้ผลิตเมี่ยงในหมู่บ้านป่าแป๋ ต.ป่าแป๋ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ จำนวน 2 แห่ง โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.9

ตารางที่ 4.5 แสดงข้อมูลสมดุลพลังงานของสถานประกอบการแห่งที่ 2

ข้อมูล	แห่งที่ 1	แห่งที่ 2
1. ชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้	ฟืน	ฟืน
2. ปริมาณที่ใช้ (กิโลกรัม)	67	65
3. ปริมาณเถ้า (กิโลกรัม)	35	35
4. ปริมาณน้ำเริ่มต้น (ลิตร)	50	50
5. ปริมาณน้ำสุดท้าย (ลิตร)	21	20
5. อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น (°C)	32	32
6. อุณหภูมิเถ้าเริ่มต้น (°C)	27	27
7. อุณหภูมิน้ำสุดท้าย (°C)	100	100
8. อุณหภูมิเถ้าสุดท้าย (°C)	100	100
9. อุณหภูมิแก๊สไอเสีย (°C)	650	650
10. ความเร็วของแก๊สไอเสีย (m/s)	3.5	3.5
11. อุณหภูมิผนังเตา (°C)	60	60
12. ขนาดพื้นที่หน้าตัดปล่องไอเสีย (m ²)	0.04	0.04

- ความร้อนที่ให้แก่วัสดุจากสมการ

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{เชื้อ}} &= (m \times H_u)_{\text{ฟืน}}, \text{ kJ} \\
 &= 67 \text{ kg} \times 15,990 \text{ kJ/kg} \\
 &= 1,071,330 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

- ความร้อนที่ทำให้น้ำเดือด สามารถหาได้จากสมการ

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{น้ำ}} &= (MC_p)_{\text{น้ำ}} (T_2 - T_1), \text{ kJ} \\
 &= 50 \text{ kg} \times 4.18 \text{ kJ/kg K} \times (100 - 32) \text{ K} \\
 &= 14,212 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

- ความร้อนที่ใช้ในการระเหยน้ำออกจากหม้อต้ม หาได้จากสมการ

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{ระเหยน้ำ}} &= \Delta M_{\text{น้ำ}} \times L, \text{ kJ} \\
 &= (50 - 21) \text{ kg} \times 2250 \text{ kJ/kg} \\
 &= 65,250 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

- ความร้อนที่ให้แก่วัสดุ

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{เถ้า}} &= (MC_p)_{\text{เถ้า}} (T_2 - T_1), \text{ kJ} \\
 &= 35 \text{ kg} \times 2.5 \text{ kJ/kg K} \times (100 - 32) \text{ K} \\
 &= 5,950 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

- ความร้อนสูญเสียทางปล่อง หาได้จากสมการ

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{สูญเสียทางปล่อง}} &= (m' C_p)_{\text{แก๊สร้อน}} (T_{\text{แก๊สร้อน}} - T_{\text{สิ่งแวดล้อม}}) t, \text{ kJ} \\
 &= (0.38 \text{ kg/m}^3 \times 3.5 \text{ m} \times 0.032 \text{ m}^2) \times 1.1 \text{ kJ/kg K} \times (100 - 32) \text{ K} \times \\
 &\quad (3600 \times 60) \text{ s} \\
 &= 687,633 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

เมื่อ m' คือ อัตราการไหลของแก๊สร้อน หาได้จาก $m' = \rho VA$

ρ คือ ความหนาแน่นของแก๊สร้อนที่อุณหภูมิ 650°C มีค่า 0.38 kg/m^3

V คือ ความเร็วของแก๊สร้อนที่ออกจากปล่อง จากการตรวจวัดมีค่า 3.5 m/s

A คือ พื้นที่หน้าตัดของปล่องกว้าง 0.04 m . ยาว 0.80 m . $= 0.032 \text{ m}^2$

t . คือ เวลา, s

- ความร้อนสูญเสียทางผนังและอื่นๆ $= 298,285 \text{ kJ}$

ปริมาณความร้อนที่ใช้ประโยชน์และความร้อนที่สูญเสียออกจากเตาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับปริมาณความร้อนที่ใส่ให้ทั้งหมด ได้ดังนี้

ความร้อนที่ให้ทั้งหมด	1,071,330	kJ = 100 %
ความร้อนที่ให้น้ำจนเดือด	14,212	kJ = 1.33 %
ความร้อนที่ให้เมียง	5,950	kJ = 0.56 %
ความร้อนที่ระเหยน้ำ	65,250	kJ = 6.09 %
ความร้อนที่สูญเสียทางปล่อง	687,633	kJ = 64.18 %
ความร้อนสูญเสียทางผนังและอื่นๆ	298,285	kJ = 27.82 %



ภาพที่ 4.9 แชนจ์ไดอะแกรมการใช้พลังงานในเตาต้มปอสาแห่งที่ 2

จากเชิงกลไกดะแกรมจะเห็นได้ว่าความร้อนสูญเสียออกทางปล่องไอเสียมีค่าสูงมากในในขณะที่ความร้อนที่น้ำและเมียงได้รับมีค่าค่อนข้างต่ำ ประมาณ 7 % ของพลังงานที่ใส่เข้าไปทั้งหมดเท่านั้น ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากลักษณะของเตาของแท่งที่ 1 มีปล่องควันทันขนาดใหญ่และปากปล่องอยู่ไม่สูงขึ้นไปในอากาศ ทำให้อุณหภูมิแก๊สไอเสียที่ออกจากปล่องมีค่าสูงมากถึง 650 °C การปรับปรุงในเบื้องต้นสำหรับเตาในแท่งที่ 1 ควรทำปล่องควันให้มีขนาดเล็กลงและให้สูงขึ้นไปในอากาศ

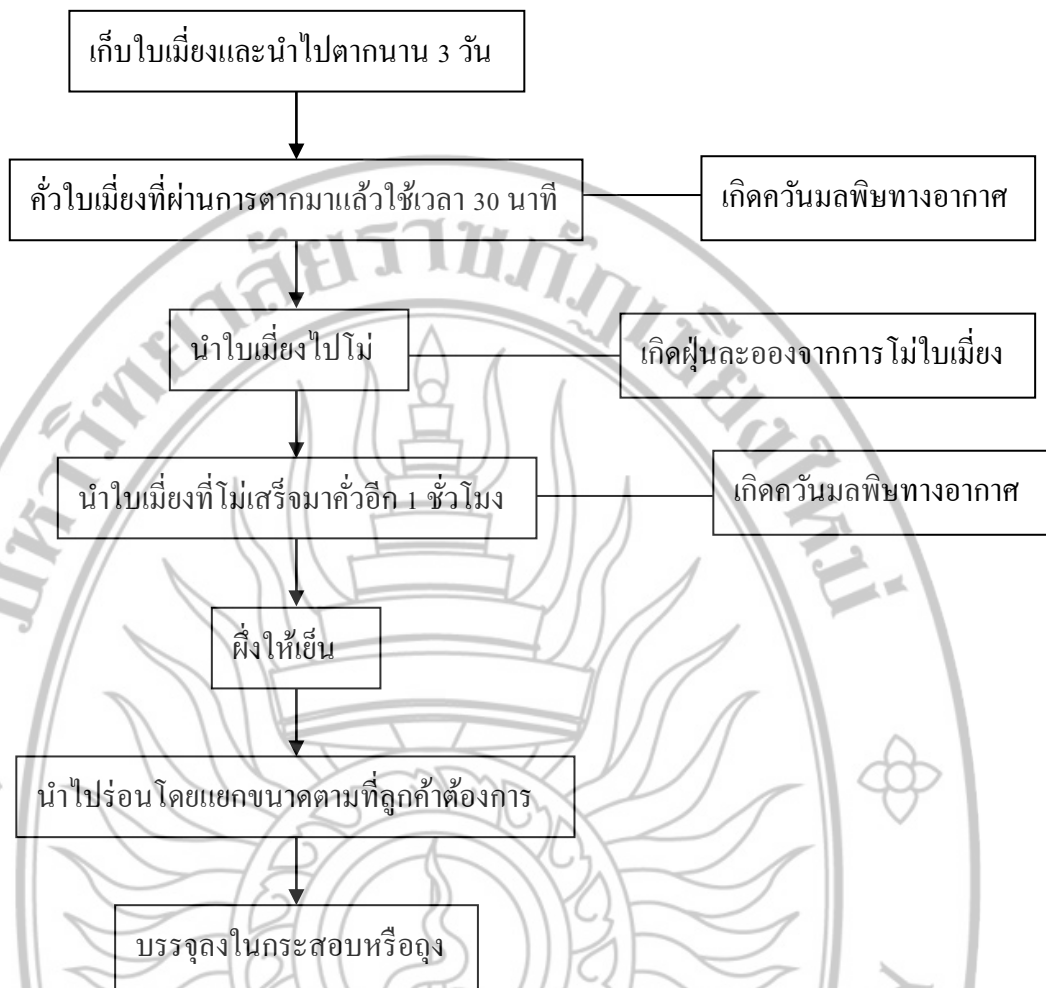
3. สถานประกอบการแห่งที่ 3

ผู้ประกอบการรุ่งโรจน์ กำแดง มีคนงานทั้งหมด 3 คน ผลิตขี้เมียงโดยนำวัตถุดิบขี้เมียงมาจากสวนของตนเองคิดเป็น 30 เปอร์เซ็นต์และรับซื้อจากชาวบ้านในพื้นที่อีก 70 เปอร์เซ็นต์ มีรายได้จากการขายเมียงเป็นเงินประมาณ 350,000 บาทต่อปี มีแผนผังของโรงงานดังภาพที่ 4.10 กระบวนการผลิตเมียงในสถานประกอบการแห่งนี้ประกอบด้วย 7 ขั้นตอนใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 2-3 วัน ในการดำเนินการผลิตตั้งแต่ขั้นที่ 1 ถึง 7 ดังแสดงไว้ในภาพที่ 4.11

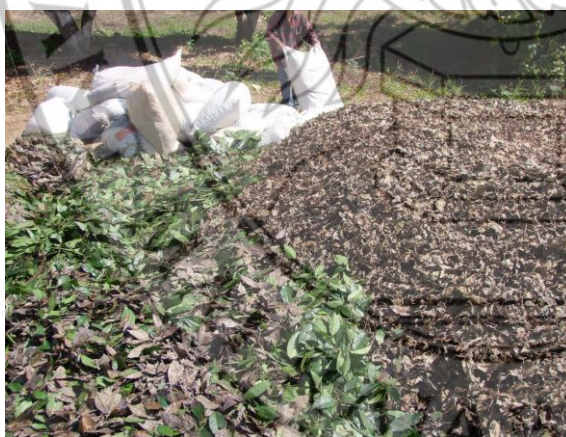


ภาพที่ 4.10 แผนผังของสถานประกอบการแห่งที่ 3

ขั้นแรกเริ่มจากการเก็บขี้เมียง โดยเมียงที่จะเก็บมาใช้ประโยชน์ได้ต้องมีอายุตั้งแต่ 3 ปีขึ้นไป การเก็บขี้เมียงจะเลือกเก็บขี้เมียงที่แก่แล้วนำมาตากแดดเป็นเวลา 3 วัน นำขี้เมียงที่ตากเสร็จมาคั่วโดยใช้เวลาประมาณ 30 นาที จากนั้นนำขี้เมียงไปโม่ นำขี้เมียงที่ผ่านการโม่มาคั่วอีกประมาณ 1 ชั่วโมง จากนั้นนำมาผึ่งให้เย็น แล้วร่อนโดยใช้ตะแกรงร่อนที่ขนาดต่างกันตามที่ถูกคัดต้องการ บรรจุในกระสอบ ดังภาพที่ 4.12



ภาพที่ 4.11 กระบวนการผลิตขี้เถ้าของสถานประกอบการแห่งที่ 3



ก) เก็บใบกล้วยแล้วนำไปตากนาน 3 วัน

ข) นำใบกล้วยไปคั่วนาน 30 นาที

ภาพที่ 4.12 แสดงขั้นตอนการผลิตขี้เถ้าจากผู้ประกอบการรายที่ 3



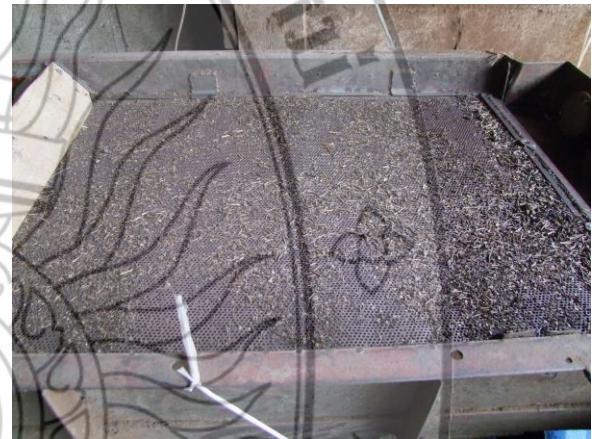
ค) นำใบเมี่ยงไปโม่



ง) นำใบเมี่ยงที่ไม่เสร็จมาคั่วอีก 1 ชั่วโมง



จ) คั่วใบเมี่ยงให้เย็น



ฉ) ร่อนโดยใช้ตะแกรงร่อน



ช) นำบรรจุลงในกระสอบ

ภาพที่ 4.12 แสดงขั้นตอนการผลิตเมี่ยงหมักผู้ประกอบการรายที่ 3 (ต่อ)

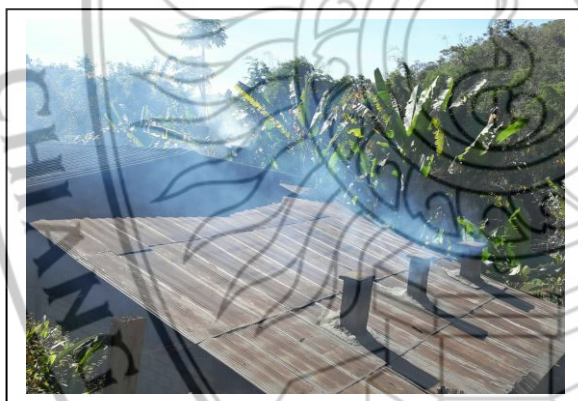
4. ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการแปรรูปชาเมือง

จากการสำรวจขั้นตอนการผลิตและพูดคุยกับผู้ประกอบการต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมด้านต่างๆ จากการแปรรูปชาเมือง ที่เกิดในพื้นที่ ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดจากผู้ประกอบการธุรกิจชุมชน ซึ่งจะทำให้การผลิตสินค้า/ผลิตภัณฑ์จากชาเมือง ซึ่งมีมลพิษสิ่งแวดล้อมตามประเภทของผลิตภัณฑ์ซึ่งผู้วิจัยสามารถนำมาสรุปได้ตามระดับความรุนแรงของปัญหาในระดับปานกลางและสูงได้ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงการประเมินปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการแปรรูปชาเมือง

ประเภทของสินค้า / ผลิตภัณฑ์	ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น			
	มลพิษทางน้ำ	ขยะมูลฝอย	มลพิษทางเสียง	มลพิษทางอากาศ
1. ผลิตเมืองหมัก	✓	✓	-	✓
2. ผลิตชาเมืองผง	-	✓	-	✓
3. ผลิตภัณฑ์สุขภาพจากชาเมือง เช่น เครื่องดื่ม สบู่ เจลลี่ เป็นต้น	✓	-	-	-

จากตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่าจากการประเมินปัญหาสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการแปรรูปชาเมือง มากที่สุด ได้แก่ ปัญหาทางด้านขยะมูลฝอย ปัญหาทางน้ำ ปัญหามลพิษทางอากาศ ดังภาพที่ 4.13



ภาพที่ 4.13 ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการแปรรูปเมือง

รูปแบบของเทคโนโลยีสะอาดบนฐานแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียง

จากการจัดเวทีเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้และร่วมกันเพื่อกำหนดแนวทางของเทคโนโลยีสะอาดที่จะนำมาใช้ในกระบวนการแปรรูปเมี่ยง ผู้ประกอบการต้องการแนวทางในการดำเนิน จากการดำเนินตามการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมผ่านกิจกรรมต่างๆ บนฐานแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียง โดยการระดมความคิดเห็น เพื่อให้ได้ความคิดเห็นร่วมกันในที่ประชุม โดยต้องนำประเด็นอื่นๆ ที่สำคัญเข้ามาพิจารณาด้วย ได้แก่ มีความพร้อมด้านงบประมาณ อุปกรณ์ เครื่องมือ รวมทั้ง มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวิถีชีวิต การประกอบอาชีพ วัฒนธรรมและประเพณีของท้องถิ่น และที่สำคัญผลประโยชน์ที่ได้ต้องสอดคล้องกับความต้องการของประชาชนในพื้นที่ และสามารถดำเนินกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน ประกอบด้วย

1) ความมีเหตุผล การใช้เทคโนโลยีสะอาดจะต้องมีความสอดคล้องกับการดำเนินชีวิตทำให้เกิดรายได้เสริมหรือเป็นการลดค่าใช้จ่าย รวมทั้งสามารถ นำความรู้ที่ได้ไปเผยแพร่ในพื้นที่โดยต้องใช้เทคโนโลยีที่ไม่ซับซ้อนซึ่งจะทำให้ชุมชนสามารถศึกษาและทำความเข้าใจได้ง่าย นอกเหนือจะช่วยปัญหาสิ่งแวดล้อมแล้วแล้วยังต้องเกิดประโยชน์อื่น สามารถจำหน่าย และสร้างรายได้ให้กับชุมชนได้

2) ความพอประมาณ เทคโนโลยีสะอาดที่จะนำมาใช้ ต้องสามารถทำได้เองในครัวเรือนหรือทำในกลุ่มเกษตรกรในชุมชนเองได้ เพราะวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สามารถหาได้ง่ายในชุมชนรวมทั้งเทคโนโลยีที่ใช้ก็ไม่ซับซ้อน

3) การมีภูมิคุ้มกัน เทคโนโลยีสะอาดที่จะนำมาใช้ในชุมชนต้องต้องไม่เป็นการเพิ่มภาระให้กับชุมชนในด้านรายจ่ายมากเกินไปจนชุมชนไม่สามารถยอมรับแนวทางการแก้ปัญหาได้ รวมทั้งหากจะเป็นแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีอาจจะเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับชุมชน โดยสามารถนำใช้ประโยชน์หรือเพิ่มมูลค่าก็จะเป็นแนวทางที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดหรือแนวทางในการแก้ปัญหาจะเป็นการลดค่าใช้จ่ายก็จะทำให้ชุมชนยอมรับมีสุขภาพดีขึ้นจนนำไปสู่การมีภูมิคุ้มกันในการดำเนินชีวิต ไม่เป็นการเพิ่มภาระของเกษตรกร รวมทั้งครอบครัวมีสุขภาพดี

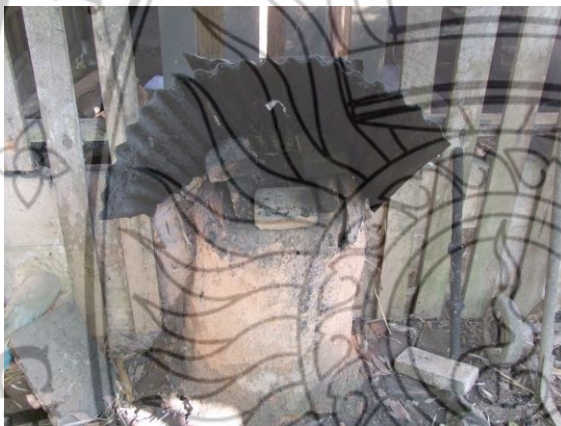
4) การมีความรู้ เทคโนโลยีสะอาดที่จะนำมาใช้ในชุมชน ต้องได้องค์ความรู้มีการเรียนรู้ในกระบวนการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม เริ่มจากความรู้ของชุมชน ซึ่งจะทำให้ชุมชนอยากให้งานนำไปสู่การเกิดเป็นองค์ความรู้และเป็นต้นแบบหรือมีการทำเอกสารหรือแนวทางรวมถึงคู่มือในการศึกษาและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงและต่อเนื่องเมื่อกระบวนการวิจัยเสร็จสิ้น

5) การมีคุณธรรม เทคโนโลยีสะอาดที่จะนำมาใช้จะต้องไม่ทำให้เกิดผลกระทบหรือเกิดปัญหาที่มีต่อชุมชนโดยรอบ ซึ่งอาจจะทำให้ปัญหาทางด้านความขัดแย้งในชุมชนลดลงและชุมชนมีความรักสามัคคีกันมากขึ้นและสามารถแบ่งปันแนวทางการแก้ปัญหาหรือวัสดุอุปกรณ์กันภายในชุมชนได้

จากข้อมูลสภาพปัญหาของการแปรรูปชาเหมี้ยงในชุมชน ศักยภาพของชุมชนในการแก้ปัญหา เติบโตขึ้นในการประยุกต์ใช้เศรษฐกิจพอเพียงที่จะนำมาประยุกต์ใช้ คณะผู้วิจัยและชุมชนได้ร่วมกันวิเคราะห์จนนำไปสู่รูปแบบการสร้างเสริมเข้มแข็งของชุมชนบนฐานเศรษฐกิจพอเพียงประกอบด้วย

4.1 ปรับปรุงเตาสำหรับนึ่งเหมี้ยง

จากการศึกษากระบวนการผลิตเหมี้ยงของทั้ง 2 สถานประกอบการ ทำให้ได้รู้ถึงสภาพปัญหาที่ตามมาในกระบวนการผลิตดังกล่าว คือ ปัญหาน้ำเสียจากกระบวนการผลิตซึ่งเป็นปัญหาเล็กน้อยสำหรับสถานประกอบการทั้ง 2 แห่ง แต่ปัญหาสำคัญที่พบก็คือ ปัญหาเรื่องของเตาที่ใช้ต้มไอน้ำเพื่อนึ่งเหมี้ยง ซึ่งปัญหาที่พบเป็นหลัก ได้แก่ การสูญเสียพลังงานความร้อนไปทางผนังเตาและอื่นๆ กับการสูญเสียพลังงานความร้อนไปทางปล่องระบาย อาจเกิดจากการสร้างเตาและปล่องระบายที่ไม่ถูกต้องตามหลัก และการใช้เชื้อเพลิงจำนวนมากในการนึ่งเหมี้ยงแต่ละครั้ง ภาพที่ 4.14



ภาพที่ 4.14 ลักษณะปล่องระบายของเตานึ่งและเชื้อเพลิงจำนวนมากที่ใช้ของสถานประกอบการ

จากปัญหาดังกล่าวทางคณะผู้ศึกษาจึงได้หาแนวทางในการแก้ปัญหา โดยสร้างนวัตกรรมใหม่ขึ้นมาเป็น เป็นเตาผลิตไอน้ำ ดังภาพที่ 4.15 ซึ่งเตาผลิตไอน้ำนี้จะมาใช้ทดแทนเตานึ่งเหมี้ยงของสถานประกอบการที่มีอยู่เดิม เตาผลิตไอน้ำนี้สามารถได้ผ่านการทดสอบการใช้งานแล้ว ปรากฏว่าสามารถลดจำนวนเชื้อเพลิงในการใช้นึ่งแต่ละครั้งได้เกือบถึงประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลานับตั้งแต่ให้ความร้อนจนถึงน้ำเดือดแค่ประมาณ 15-20 นาที และที่สำคัญการใช้เตาผลิตไอน้ำในหนึ่งครั้ง สามารถนำไอน้ำไปนึ่งเหมี้ยงได้จำนวนเพิ่มขึ้นที่ละ 2-3 ไห ซึ่งจะทำให้ได้เหมี้ยงจำนวนมากขึ้น ในการสร้างเตาผลิตไอน้ำมีค่าใช้จ่ายดังนี้ ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าใช้จ่ายในการสร้างเตาผลิตไอน้ำ

รายการ	ขนาด	จำนวน	ราคา/หน่วย	ราคารวม
เหล็กแผ่น	2.0 มม.	2 แผ่น	1,050	2,100
เหล็กกล่อง	1x1.5 นิ้ว	1 เส้น	190	190
เหล็กท่อน้ำ	1¼ นิ้ว หนา 1.2 มม.	2 เส้น	380	760
เหล็กท่อน้ำ	1½ นิ้ว หนา 1.2 มม.	1 เส้น	450	450
เหล็กท่อน้ำ	¾ นิ้ว หนา 1.2 มม.	1 เส้น	150	150
บานพับ	2 นิ้ว	2 อัน	30	60
กลอนประตู		2 อัน	20	40
ใบตัด	14 นิ้ว	1 ใบ	160	160
ใบตัด	4 นิ้ว	10 ใบ	25	250
ใบเจียร์		1 ใบ	85	85
ลวดเชื่อม	1.2 มม.	1 กล่อง	150	150
สีกัด้าน		1 กป.	120	120
ลูกลอย		1 ตัว	150	150
ค่าแรงช่างวันละ 500 บาท 2 คน จำนวน 2 วัน				2,000
รวม				6,665



ภาพที่ 4.15 การทดสอบเตาผลิตไอน้ำ

4.2 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางความร้อนของเตาผลิตไอน้ำ

ความร้อนที่ให้แก่เตาทั้งหมดสามารถหาได้โดยคำนวณจากปริมาณพื้นที่ใช้ตลอดกระบวนการต้ม จากความร้อนที่ให้ทั้งหมดส่วนหนึ่งจะถูกนำไปใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ น้ำ ส่วนหนึ่งจะสูญเสียไปทางปล่องและผนังของเตา และยังมีความร้อนอีกบางส่วนที่สูญเสียไปโดยการพาความร้อนออกจากทางปากเตา ตามรอยต่อ รอยรั่วต่างๆ ซึ่งไม่สามารถตรวจวัดได้ การสมดุลความร้อนที่เข้าและออกจากเตา สามารถหาได้โดยสมการ

ความร้อนที่ให้แก่เตา = ความร้อนที่ทำให้ น้ำอุณหภูมิสูงขึ้นจนเดือด + ความร้อนที่ใช้ในการระเหยน้ำออกจากหม้อต้ม + ความร้อนที่ให้แก่ผนัง + ความร้อนสูญเสียทางปล่อง + ความร้อนที่สูญเสียทางผนังและอื่นๆ

- ความร้อนที่ให้แก่เตา สามารถหาได้จากสมการ

$$Q_{\text{เข้า}} = (m \times H_u)_{\text{ไอน้ำ}}, \text{ kJ}$$

- ความร้อนที่ทำให้ น้ำเดือด สามารถหาได้จากสมการ

$$Q_{\text{น้ำ}} = (MC_p)_{\text{น้ำ}} (T_2 - T_1), \text{ kJ}$$

- ความร้อนที่ใช้ในการระเหยน้ำออกจากหม้อต้ม หาได้จากสมการ

$$Q_{\text{ระเหยน้ำ}} = \Delta M_{\text{น้ำ}} \times L, \text{ kJ}$$

- ความร้อนที่ให้แก่ผนัง

$$Q_{\text{ผนัง}} = (MC_p)_{\text{ผนัง}} (T_2 - T_1), \text{ kJ}$$

- ความร้อนสูญเสียทางปล่อง หาได้จากสมการ

$$Q_{\text{สูญเสียทางปล่อง}} = (m \cdot C_p)_{\text{แก๊สร้อน}} (T_{\text{แก๊สร้อน}} - T_{\text{สิ่งแวดล้อม}})t, \text{ kJ}$$

เมื่อ

Q คือ ความร้อน, kJ

M คือ มวล, kg

L คือ ค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำ 2,250 kJ/kg

Hu คือ ค่าความร้อนของฟืน 15,990 kJ/kg

T คือ อุณหภูมิ, °C

t คือ เวลา, s

Cp คือ ค่าความจุความร้อนจำเพาะ,

$Cp_{\text{น้ำ}} = 4.18 \text{ kJ/kg K}$

$Cp_{\text{แก๊สร้อน}} = 1 \text{ kJ/kg K}$

$Cp_{\text{ผนัง}} = 2.5 \text{ kJ/kg K}$

ผลการตรวจวัดข้อมูลในการสำรวจและเก็บข้อมูลเตาหนึ่งเมื่องจากผู้ผลิตเมื่องในหมู่บ้านป่าแป๋ ต.ป่าแป๋ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ จำนวน 2 แห่ง เปรียบเทียบกับเตาผลิตไอน้ำ โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.8 และภาพที่ 4.16

ตารางที่ 4.8 แสดงผลจากการตรวจวัดข้อมูลเชื้อเพลิง

ข้อมูล	แห่งที่ 1	แห่งที่ 2	เตาผลิตไอน้ำ
1. ชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้	ฟืน	ฟืน	ฟืน
2. ปริมาณที่ใช้ (กิโลกรัม)	67	65	35
3. ปริมาณเมื่อง (กิโลกรัม)	35	35	70
4. ปริมาณน้ำเริ่มต้น (ลิตร)	50	50	45
5. ปริมาณน้ำสุดท้าย (ลิตร)	21	20	10
5. อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น (°C)	32	32	32
6. อุณหภูมิเมื่องเริ่มต้น (°C)	27	27	27
7. อุณหภูมิน้ำสุดท้าย (°C)	100	100	100
8. อุณหภูมิเมื่องสุดท้าย (°C)	100	100	100
9. อุณหภูมิแก๊สไอเสีย (°C)	650	650	650
10. ความเร็วของแก๊สไอเสีย (m/s)	3.5	3.5	
11. อุณหภูมิผนังเตา (°C)	60	60	50
12. ขนาดพื้นที่หน้าตัดปล่องไอเสีย (m ²)	0.04	0.04	0.01

- ความร้อนที่ให้แก่เตา จากสมการ

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{เข้า}} &= (m \times H_u)_{\text{ฟืน}}, \text{ kJ} \\
 &= 35 \text{ kg} \times 15,990 \text{ kJ/kg} \\
 &= 559,650 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

- ความร้อนที่ทำให้น้ำเดือด สามารถหาได้จากสมการ

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{น้ำ}} &= (MC_p)_{\text{น้ำ}} (T_2 - T_1), \text{ kJ} \\
 &= 45 \text{ kg} \times 4.18 \text{ kJ/kg K} \times (100 - 32) \text{ K} \\
 &= 12,790 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

- ความร้อนที่ใช้ในการระเหยน้ำออกจากหม้อต้ม หาได้จากสมการ

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{ระเหยน้ำ}} &= \Delta M_{\text{น้ำ}} \times L, \text{ kJ} \\
 &= (45-10) \text{ kg} \times 2250 \text{ kJ/kg} \\
 &= 78,750 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

- ความร้อนที่ให้แก่มะเขือ

$$Q_{\text{มะเขือ}} = (MC_p)_{\text{มะเขือ}} (T_2 - T_1), \text{ kJ}$$

$$= 70 \text{ kg} \times 2.5 \text{ kJ/kg K} \times (100 - 32) \text{ K}$$

$$= 11,900 \text{ kJ}$$

- ความร้อนสูญเสียทางปล่อง หาได้จากสมการ

$$Q_{\text{สูญเสียทางปล่อง}} = (m \cdot C_p)_{\text{แก๊สร้อน}} (T_{\text{แก๊สร้อน}} - T_{\text{สิ่งแวดล้อม}})t, \text{ kJ}$$

$$= (0.38 \text{ kg/m}^3 \times 3.5 \text{ m} \times 0.003 \text{ m}^2) \times 1.1 \text{ kJ/kg K} \times (100 - 32) \text{ K} \times$$

$$(3600 \times 60) \text{ s}$$

$$= 64,465 \text{ kJ}$$

เมื่อ m คือ อัตราการไหลของแก๊สร้อน หาได้จาก $m = \rho VA$

ρ คือ ความหนาแน่นของแก๊สร้อนที่อุณหภูมิ 650°C มีค่า 0.38 kg/m^3

V คือ ความเร็วของแก๊สร้อนที่ออกจากปล่อง จากการตรวจวัดมีค่า 3.5 m/s

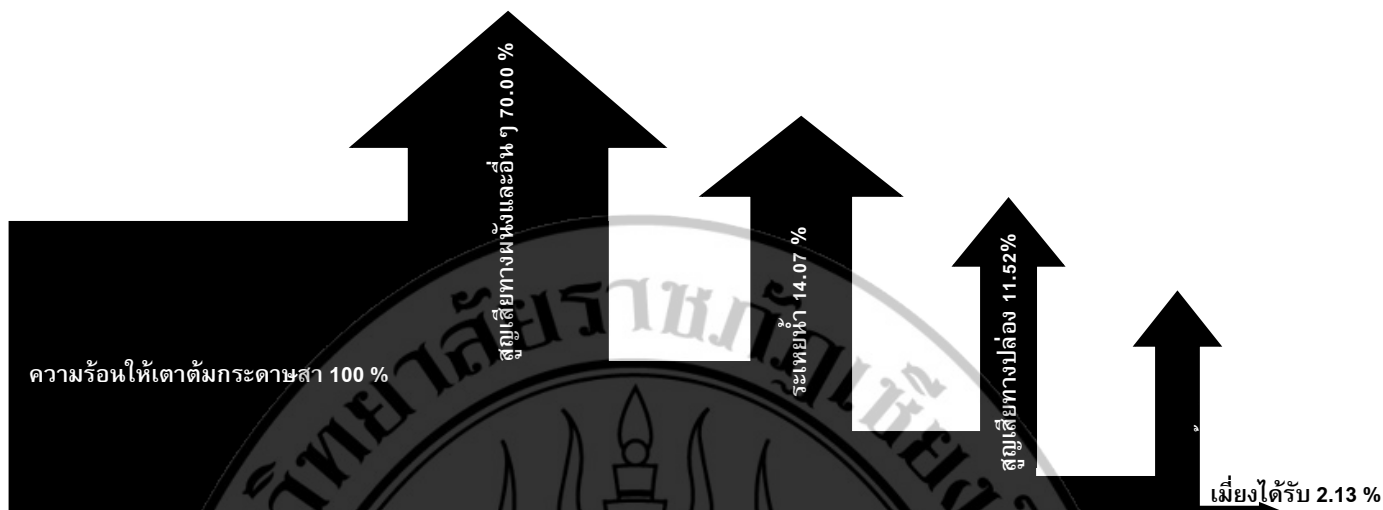
A คือ พื้นที่หน้าตัดของปล่องกว้าง 0.01 m . ยาว 0.30 m . $= 0.003 \text{ m}^2$

t . คือ เวลา, s

- ความร้อนสูญเสียทางผนังและอื่นๆ $= 556,148 \text{ kJ}$

ปริมาณความร้อนที่ใช้ประโยชน์และความร้อนที่สูญเสียออกจากเตาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์
เทียบกับปริมาณความร้อนที่ใส่ให้ทั้งหมด ได้ดังนี้

ความร้อนที่ให้ทั้งหมด	559,650 kJ	= 100 %
ความร้อนที่ให้น้ำจืดเดือด	12,790	kJ = 2.28 %
ความร้อนที่ให้มะเขือ	11,900	kJ = 2.13 %
ความร้อนที่ระเหยน้ำ	78,750	kJ = 14.07%
ความร้อนที่สูญเสียทางปล่อง	64,465	kJ = 11.52 %
ความร้อนสูญเสียทางผนังและอื่นๆ	391,745	kJ = 70.00 %



ภาพที่ 4.16 แสดงแรงกิโละแกรมการใช้พลังงานในเตาผลิตไอน้ำ

จากแรงกิโละแกรมของเตาผลิตไอน้ำเมื่อเปรียบเทียบกับเตาหนึ่งเมียงของทั้งสองสถานประกอบการ จะเห็นได้ว่า ความร้อนที่เมียงได้รับอยู่ที่ 2.13 เปอร์เซนต์ เทียบกับเตาหนึ่งเดิมของสถานประกอบการเมียงจะได้รับความร้อนอยู่ที่ 0.56 เปอร์เซนต์ จะเห็นได้ว่าเมียงได้รับความร้อนเพิ่มเติมเกือบ 4 เท่า ความร้อนที่ทำให้น้ำเดือดอยู่ที่ 2.28 เปอร์เซนต์ เทียบกับเตาหนึ่งเดิมของสถานประกอบการซึ่งอยู่ที่ 1.33 เปอร์เซนต์ คิดเป็นความร้อนที่ได้รับเพิ่มขึ้นเกือบ 2 เท่า ความร้อนที่ใช้ในการระเหยน้ำก็เช่นกันอยู่ที่ 14.07 เปอร์เซนต์ เทียบกับเตาหนึ่งเดิมอยู่ที่ 6.09 เปอร์เซนต์ ทำให้ความร้อนที่ใช้ในการระเหยน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่า 2 เท่า แต่ความร้อนก็ยังมีสูญเสียไปในทางอื่นคือ สูญเสียไปทางผนังเตาและอื่นๆ กับสูญเสียจากปล่องระบายที่ 70.00 และ 11.52 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ และเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของเตาผลิตไอน้ำให้ดียิ่งขึ้น ทางคณะผู้ศึกษาจึงได้นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาไปปรับปรุง และสร้างเตาผลิตไอน้ำขึ้นมาอีกรุ่นหนึ่งดังภาพที่ 4.17 เพื่อใช้ในการกระบวนการผลิตเมียงให้มีประสิทธิภาพต่อไป



ภาพที่ 4.17 เตาผลิตไอน้ำสำหรับนึ่งเมียงรุ่นที่ปรับปรุงใหม่

ผลการศึกษาระยะเวลาคู่มือของเตาในการซื้อเชื้อเพลิงนิยมนี้อยู่กันเป็นคันรถกระบะ น้ำหนักประมาณ 600 กิโลกรัม ราคา ประมาณ 1500 บาทต่อหนึ่งคันรถ แล้วแต่ระยะทาง ในหนึ่ง คันรถชาวบ้านสามารถต้มได้ 15 ครั้ง /เตา หากเฉลี่ยที่ค่ากลางจะมีราคากิโลกรัมละประมาณ 2 หาก ต้มทุกๆ เดือนเป็นเวลา 1 อย่างต่อเนื่องโดยส่วนใหญ่ทำกันครั้งละสองเตาจะสามารถประหยัด ปริมาณฟืนได้ดังตารางที่ 4.9 และมีรายละเอียดดังนี้

เตาหนึ่งเมียงแบบเดิมใช้ฟืน	=	4,000 กิโลกรัม/ปี
เตาหนึ่งเมียงที่ทำการปรับปรุงใช้ฟืน	=	2,000 กิโลกรัม/ปี
สามารถลดการใช้ฟืนได้	=	2,000 กิโลกรัม/ปี
ต้นทุนในการสร้างเตาแบบใหม่	=	7,000 บาท
ต้นทุนในการสร้างเตาแบบเดิม	=	3,500 บาท
ต้นทุนที่เพิ่มขึ้น	=	3,500 บาท

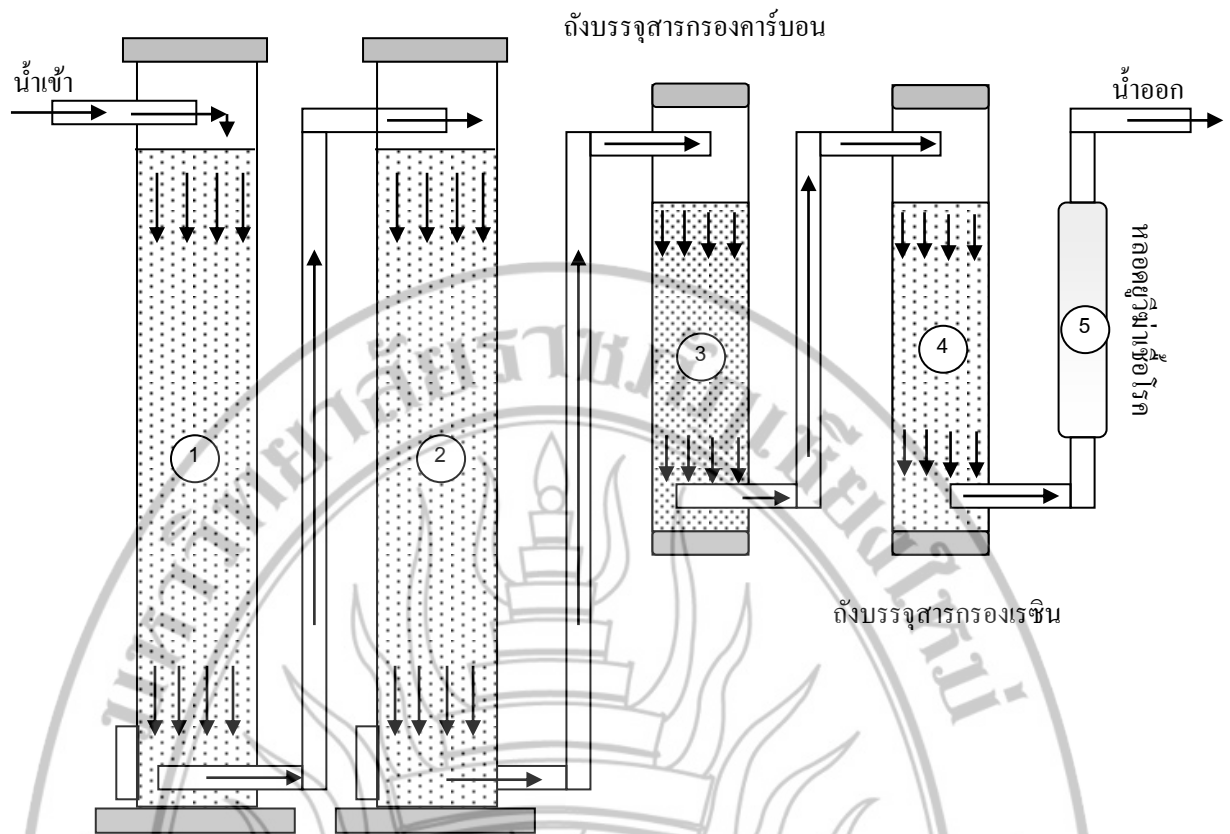
ตารางที่ 4.9 ปริมาณเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้และระยะคืนทุน

เตาหนึ่งเมียง	ปริมาณเชื้อเพลิงที่ ประหยัดได้ต่อปี (kg/ปี)	เงินที่ประหยัดได้ (บาท/ปี)	เงินลงทุนเพิ่มจากเดิม (บาท)	ระยะคืนทุน (เดือน)
เตาใหม่	2,000	4,000	3,500	10

จากตารางที่ 4.8 แสดงให้เห็นว่าหากนำรูปแบบของเตาหนึ่งเมียงแบบใหม่มาใช้จะทำให้ สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 4,000 บาทต่อปี แต่ต้องมีต้นทุนในการปรับปรุงอยู่ที่ 3,500 บาทซึ่งจะ ทำให้มีระยะเวลาคืนทุนในการปรับปรุงอยู่ที่ 10 เดือน

4.2 ปรับปรุงระบบผลิตน้ำสะอาดสำหรับการใช้ในการแปรรูปเมี่ยง

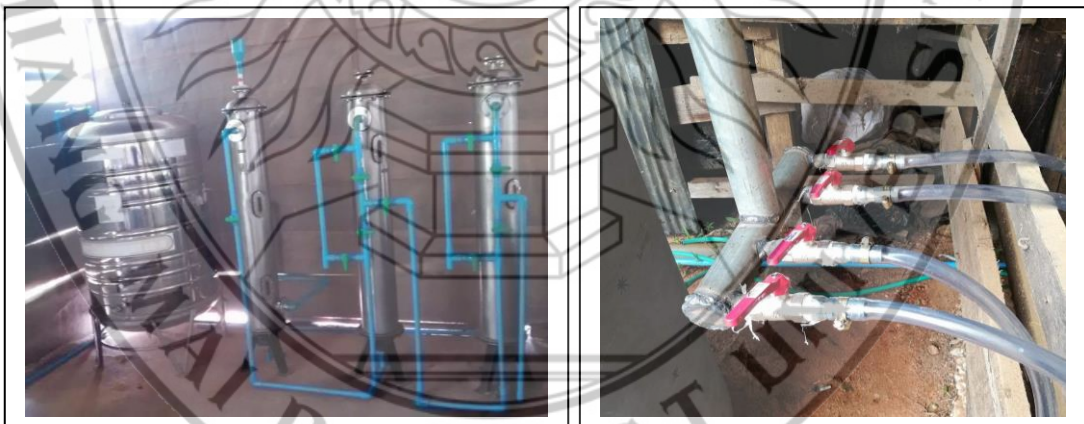
จากการที่กระบวนการหนึ่งเมียงในปัจจุบันมีการใช้น้ำประปาและน้ำประปาภูเขาใน กระบวนการผลิตเป็นหลัก ซึ่งจากการจัดเวทีเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้และร่วมกันกำหนดแนวทางของ เทคโนโลยีสะอาดที่จะนำมาใช้ ซึ่งการเริ่มต้นการดำเนินกิจกรรมปรับปรุงคุณภาพน้ำ โดยมีการ ร่วมกันเขียนแผนภาพขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพน้ำดังภาพที่ 4.18



ถังบรรจุสารกรองสนิมเหล็ก
และแมงกานีส

ภาพที่ 4.18 แสดงชุดปรับปรุงคุณภาพน้ำเพื่อใช้ในการแปรรูปเมี่ยง

หลังจากได้ขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับ แล้วที่ประชุมได้ทำการเลือก
ต้นแบบในการจัดทำเนื่องจากมีความเหมาะสมทั้งทางด้านขนาดและราคาวัสดุ ดังภาพที่ 4.19



ภาพที่ 4.19 ระบบผลิตน้ำเพื่อการแปรรูปชาเมี่ยง

เพื่อให้เกิดความมั่นใจกับชาวบ้านทางคณะผู้วิจัยจึงได้มีการตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ เพื่อเป็นการยืนยันว่าระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำที่สร้างขึ้นสามารถปรับปรุงคุณภาพน้ำจนสามารถนำมาใช้ในการบริโภคได้ ซึ่งจากการเก็บข้อมูลในระยะเวลา 1 เดือน พบว่าได้น้ำสำหรับการแปรรูปเมี่ยงที่สะอาดประมาณ 400 ลิตรต่อวันต่อเครื่อง และผลการตรวจวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเพื่อการบริโภคในครัวเรือนแสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากชุดปรับปรุงคุณภาพน้ำ

ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ	จุดเก็บ	พีเอช	ความขุ่น (NTU)	ของแข็งละลายน้ำ (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	เหล็ก (mg/l)	แมงกานีส (mg/l)
ชุดที่ 1	เข้า	7.2	7.97	521.26	199.11	0.45	0.47
	ออก	7.0	3.12	288.77	77.27	0.27	0.13
มาตรฐานน้ำบริโภค		6.5-8.5	5 NTU	500 mg/l	100 mg/l	0.5mg/l	0.3 mg/l

จากตารางที่ 4.9 พบว่า ประสิทธิภาพของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเพื่อการบริโภค พบว่าคุณภาพน้ำที่ผ่านระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับการแปรรูปเมี่ยง ผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำสำหรับบริโภคได้ของกรมอนามัย และมาตรฐานน้ำในภาชนะที่บรรจุปิดสนิททุกตัว และจะเห็นได้ว่าระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำมีประสิทธิภาพในการกำจัดปริมาณแมงกานีส ความกระด้าง และเหล็กได้ดีที่สุดตามลำดับ

หลังจากดำเนินกิจกรรมแล้วทางคณะผู้วิจัยได้การประเมินผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ เป็นการความสามารถในการทำกำไรของโครงการเพื่อวิเคราะห์ว่ารูปแบบกิจกรรมที่ใช้ในการดำเนินงานจะก่อให้เกิดรายได้ที่คุ้มค่างบค่าใช้จ่ายต่างๆ และมีอัตราผลตอบแทนที่ดีหรือไม่ ซึ่งจะสามารถใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจสำหรับ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่จะดำเนินโครงการ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ผลประโยชน์ที่ได้รับ (Benefit)

- ลดค่าใช้จ่ายค่าน้ำสะอาดสำหรับการอุปโภคจำนวนวันละ 400 ลิตร ค่าใช้จ่ายลิตรละ 0.25 บาท คิดเป็นเงิน 100 บาทต่อวัน

รวมมูลค่าผลประโยชน์ 36,500 บาทต่อวัน

2) ต้นทุน (Cost)

- ค่าราคาค่าวัสดุอุปกรณ์ในการทำชุดระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ เป็นเงิน 37,500 บาท คิดอายุการใช้งาน 10 ปี ต้นทุนปีละ 3,750 บาท/วัน

- ค่าสารกรองที่ใช้ในระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับบริโภคในครัวเรือนต้องเปลี่ยนทุก 6 เดือน คิดเป็นเงิน 2,000บาท/ปี

รวมมูลค่าต้นทุน $3,750 + 2,000 = 5,750$ บาทต่อวัน

3) B/C Ratio เท่ากับ $36,500 / 5,750 = 6.00$ แสดงว่ากิจกรรมการทำให้ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับการแปรรูปชาเมืองเป็นโครงการที่ดำเนินการแล้วเป็นมีผลประโยชน์ที่ได้รับมากกว่าต้นทุนจึงเป็นโครงการที่จะทำให้เกิดความยั่งยืนได้ในชุมชน

สรุปข้อค้นพบจากการดำเนินกิจกรรมการผลิตชุดปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับการแปรรูปชาเมืองนั้น ในช่วงเริ่มโครงการประชาชนยังขาดความเข้าใจในขั้นตอนการทำความสะอาดสารกรองในระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ ซึ่งคณะผู้วิจัย ต้องให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด ทำให้ชุมชนสามารถนำไปใช้ปฏิบัติได้อย่างถูกต้องมากขึ้นในเวลาต่อมา ซึ่งต้องอาศัยเวลาและการศึกษาประมาณ 1-2 เดือน ร่วมกับการศึกษาผ่านคู่มือที่จัดทำขึ้นรวมทั้งการแลกเปลี่ยนความรู้กันเองส่งผลให้ประชาชนจึงมีความเข้าใจมากขึ้น เมื่อกิจกรรมการใช้ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับการแปรรูปชาเมือง ดำเนินกิจกรรมมาได้ระยะเวลานานหนึ่ง ทางคณะผู้วิจัย ได้จัดเวทีเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งพบว่า ชาวบ้านที่เข้าร่วมกิจกรรมสามารถใช้ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับการแปรรูปชาเมือง และดูแลระบบได้อย่างถูกต้อง แต่ยังพบปัญหาเรื่องการรั่วซึมของระบบท่อที่ใช้ซึ่งก็สามารถแก้ไขได้ด้วยตนเอง คณะผู้วิจัย ได้พัฒนาคู่มือในการทำชุดปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับการแปรรูปชาเมืองซึ่งมีรายละเอียดทั้งวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้และขั้นตอนการทำไว้ทุกขั้นตอนรวมทั้งง่ายต่อการเข้าใจ เพื่อส่งเสริมให้เกิดการนำไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง