

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินการวิจัย

การจัดการและการใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือทิ้งในกระบวนการแปรรูปมะพร้าวขาว ในอำเภอทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ แบ่งการศึกษาเป็น 3 ส่วน หลัก คือ (1) การใช้เทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการแปรรูปมะพร้าวขาว (2) การพัฒนาการผลิตเครื่องดื่มน้ำมะพร้าวเพื่อสุขภาพจากน้ำมะพร้าว และ (3) การทำปุ๋ยน้ำสกัด (Compost tea) จากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว ผลการศึกษาสรุปได้ดังต่อไปนี้

(1) กระบวนการแปรรูปมะพร้าวขาวของโรงงานระดับชุมชน (ก) และระดับอุตสาหกรรม(ข) กำลังผลิต 10 ตัน ต่อวันมะพร้าวขาว เริ่มจากการนำวัตถุดิบ คือ มะพร้าวผลทั้งลูก (สำหรับโรงงาน ก) และมะพร้าวอ่อนหรือมะพร้าวปอกเปลือกแล้ว(สำหรับโรงงาน ข) มาผ่านขั้นตอนต่างๆ ประกอบด้วย ปอกเปลือก กะเทาะกะลา ขูดผิว เฉาะ ล้างทำความสะอาด และแช่เย็นเพื่อส่งไปยังโรงงานผลิตกะทิต่อไป จากการใช้หลักของเทคโนโลยีสะอาด (CT) เพื่อนำมาใช้ปรับปรุงกระบวนการแปรรูปมะพร้าวขาวในทั้ง 2 โรงงานพบว่าปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญของทั้ง 2 โรงงาน คือ (1) น้ำทิ้งมีปริมาณคลอรีนสูงเกินมาตรฐาน จากขั้นตอนการล้างมะพร้าวขาวด้วยน้ำผสมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อก่อนเข้าสู่แช่เย็นเพื่อส่งไปยังโรงงานผลิตกะทิต่อไป (2) ปริมาณการใช้น้ำสูง จากขั้นตอนการล้างมะพร้าวขาวโดยเครื่องล้างที่ปล่อยน้ำทิ้งตลอดเวลาของโรงงาน ก และขั้นตอนการล้างทำความสะอาดเครื่องจักรและพื้นโรงงานโดยใช้สายยางฉีดน้ำของโรงงาน ข และ (3) เนื้อมะพร้าวขาวเกิดสีเหลือง สาเหตุจากการแช่นานเกินไปและเกิดออกซิเดชันของเนื้อมะพร้าวส่วนที่แช่พื้นน้ำ สำหรับโรงงาน ก ยังตรวจพบปัญหาการเน่าเสียของมะพร้าวอ่อนเนื่องจากการขาดการจัดการวัตถุดิบที่เหมาะสม

ข้อเสนอการจัดการทำเทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิตมะพร้าวขาว และผลตอบแทนทางการเงิน ตลอดจนผลการลดของเสียที่คาดว่าจะได้รับจากการปรับปรุงกระบวนการผลิต ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงข้อเสนอการจัดการทำเทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิตมะพร้าวขาว ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ และผลการลดการใช้ทรัพยากรและของเสีย

ข้อเสนอการจัดการทำเทคโนโลยีสะอาด	เศรษฐศาสตร์	ผลการลดลงของการใช้ทรัพยากรและของเสีย
1. การจัดการวัตถุดิบ ระบบ “First in – First out”	S=1,500,000 บาท/ปี I=0	ลดมะพร้าวเสีย 200-400 กก./10 ตันของมะพร้าวขาว หรือ 2-4%
2. การแช่เนื้อมะพร้าวขาวในน้ำที่ท่วมถึง	S=225,000 บาท/ปี I=0	ลดมะพร้าวขาวมีสีเหลืองหรือเขียวคล้ำลง 30-50 กก./10 ตันของมะพร้าวขาว หรือ 0.3-0.5%

ตารางที่ 5.1 แสดงข้อเสนอการจัดทำเทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิตมะพร้าวขาว ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ และผลการลดการใช้ทรัพยากรและของเสีย (ต่อ)

ข้อเสนอการจัดทำเทคโนโลยีสะอาด	เศรษฐศาสตร์	ผลการลดลงของการใช้ทรัพยากรและของเสีย
3. การล้างเนื้อมะพร้าวขาวในน้ำผสมคลอรีนที่ลดความเข้มข้นของคลอรีนลง 20%	S=24,000 บาท/ปี I=0	ลดปริมาณคลอรีน 16 กก./10 ตันของมะพร้าวขาว หรือ 20%
4. การใช้หัวฉีดน้ำแรงดันสูงแทนสายยางฉีดน้ำ	S= 93,783 บาท/ปี I= 4,500 บาท P= 1 เดือน	ลดปริมาณน้ำใช้ 29,915 ลิตร/10 ตันของมะพร้าวขาว หรือ 95%

หมายเหตุ S = saving (เงินที่ประหยัดได้), I = investment (เงินลงทุน), P = payback period (ระยะเวลาคืนทุน)

(2) ในการผลิตเครื่องดื่มน้ำเพื่อสุขภาพจากน้ำมะพร้าวแก่ โดยนำน้ำมะพร้าวแก่เติมน้ำตาลซูโครส 5% และหัวเชื้อจุลินทรีย์ที่แตกต่างกัน 4 ชนิดคือ *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus delbrueckii* และหัวเชื้อที่ได้จากนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม พบว่าหัวเชื้อจากนมเปรี้ยว, *L. acidophilus* และ *L. casei* เป็นหัวเชื้อที่มีศักยภาพในการนำมาใช้ในการผลิตเครื่องดื่มน้ำเพื่อสุขภาพจากน้ำมะพร้าวแก่ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพทั้งในด้านจำนวนโพรไบโอติกแบคทีเรีย, ความเป็นกรด-ด่างและปริมาณกรดแลคติกตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำหมักพืชของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2547) และมาตรฐานนมเปรี้ยวของกระทรวงสาธารณสุข (2548) อย่างไรก็ตามในการผลิตเครื่องดื่มน้ำเพื่อสุขภาพจากน้ำมะพร้าวแก่พบว่าวิธีการเตรียมหัวเชื้อเป็นปัจจัยจำกัดต่อระยะเวลาที่ใช้ในการหมักเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เข้าสู่มาตรฐานเร็วที่สุด การคัดแยกอาหารเลี้ยงเชื้อที่ปนเปื้อนเข้ามาออกก่อนที่จะใส่หัวเชื้อลงในน้ำมะพร้าวแก่ ส่งผลให้ *L. acidophilus* และ *L. casei* มีการเจริญเติบโตช้า และใช้ระยะเวลาประมาณ 3 วันเพื่อให้ผลิตภัณฑ์เข้าสู่เกณฑ์มาตรฐานน้ำหมักพืชของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2547) และมาตรฐานนมเปรี้ยวของกระทรวงสาธารณสุข (2548)

(3) การทำปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว พบว่า ขุยมะพร้าวที่ผ่านการหมักเพื่อเป็นปุ๋ยหมักนั้นสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการทำปุ๋ยน้ำสกัด กระบวนการผลิตเริ่มจากการนำปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวมาหมักกับกากน้ำตาลและน้ำ มีการให้อากาศในระหว่างการหมัก บ่มทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 12 ชั่วโมง ปุ๋ยน้ำสกัดที่ได้มีธาตุอาหารต่างๆ (N, P และ K) และกรดอินทรีย์หลายชนิด (เช่น แอลกอฮอล์ กรดอะซิติก กรดบิวทริก และ กรดโพิอินิก) เป็นองค์ประกอบ นอกจากนี้ยังตรวจพบจุลินทรีย์ทั้งในกลุ่มแบคทีเรียทั้งหมด (Total bacteria) แลคติกแอซิกแบคทีเรีย (Lactic acid bacteria) เชื้อรา (Fungi) และ แอคติโนมัยซีต (Actinomycetes) จากการทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำสกัดในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค พบว่าปุ๋ยน้ำสกัดสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราก่อโรคในกลุ่ม *Colletotrichum capsici* และ *Colletotrichum gloeosporioides* ได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาการจัดการและการใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือทิ้งในกระบวนการแปรรูปมะพร้าวขาว ในอำเภอทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์มีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. จากการศึกษากระบวนการผลิตมะพร้าวขาวในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาด มีข้อจำกัดในหลายๆ ด้าน ได้แก่ ความพร้อมของผู้ประกอบการต่อการยอมรับเทคโนโลยีและแนวทางการแก้ไขปรับปรุงตามหลัก CT การยอมรับของคณาการต่อการเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานที่มีกฎระเบียบที่เข้มงวดตามหลัก CT งบประมาณการลงทุนในการปรับปรุงกระบวนการผลิตมะพร้าวขาวตามหลัก CT และข้อจำกัดด้านสถานที่ของโรงงานต่อการปรับปรุงกระบวนการผลิตมะพร้าวขาวตามหลัก CT ดังนั้น เพื่อให้การดำเนินการพัฒนากระบวนการผลิตมะพร้าวขาวร่วมกับผู้ประกอบการในพื้นที่อำเภอทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยใช้หลักของเทคโนโลยีสะอาด (CT) สำเร็จได้ ได้ จึงจำเป็นต้องมีการติดตามผลการดำเนินการของผู้ประกอบการผลิตมะพร้าวขาวหลังจากการนำข้อเสนอ CT ไปปรับใช้ รวมทั้งการติดตามปัญหา/อุปสรรค ที่เกิดขึ้น เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการวิจัยและพัฒนากระบวนการผลิตมะพร้าวขาวต่อไป

2. ในการผลิตเครื่องดื่มสุขภาพจากน้ำมะพร้าวแก่ พบว่าวิธีการเตรียมหัวเชื้อเป็นปัจจัยจำกัดต่อระยะเวลาที่ใช้ในการหมักเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เข้าสู่มาตรฐานเร็วที่สุด การเตรียมหัวเชื้อโดยการแยกอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีการปนเปื้อนออกก่อนนำไปใช้ ส่งผลให้เชื้อ *L. acidophilus* และ *L. casei* มีการเจริญเติบโตได้ช้า ควรมีการปรับคุณภาพของวัตถุดิบตั้งต้นคือน้ำมะพร้าวแก่ให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ได้คุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน และใช้ระยะเวลาในการผลิตสั้น ในการศึกษาต่อไปอาจต้องเติมสารอาหารพวกไนโตรเจนหรือใช้น้ำผลไม้ชนิดอื่นที่มีปริมาณไนโตรเจนสูงเพิ่มลงในน้ำมะพร้าวแก่ก่อนนำไปผลิตเพื่อช่วยเพิ่มสารอาหารที่จำเป็นแก่จุลินทรีย์โพรไบโอติกและช่วยให้ได้กลิ่นและรสชาติที่ดียิ่งขึ้น

3. คุณภาพของปุ๋ยน้ำสกัดขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ชนิดของวัสดุหมัก, รูปแบบการให้อากาศ, การเติมสารอาหาร, ระยะเวลาการหมัก และ ลักษณะการใช้กับพืช ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาผลของปัจจัยต่างๆ ต่อคุณภาพปุ๋ยน้ำสกัดจากขุยมะพร้าวเพิ่มเติม นอกจากนี้จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเส้นใยของเชื้อราก่อโรคในกลุ่ม *Colletotrichum capsici* และ *Colletotrichum gloeosporioides* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ก่อโรคแอนแทรคโนสในผักและผลไม้ อย่างไรก็ตามปุ๋ยน้ำสกัดอาจมีความสามารถในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคลักษณะอื่นๆ อีก ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาต่อยอดในการทดสอบกับจุลินทรีย์ก่อโรคในกลุ่มอื่นอีกต่อไปในอนาคต รวมทั้งควรมีการนำปุ๋ยน้ำสกัดที่ผลิตได้ไปทดสอบสมบัติในการยับยั้งโรคพืชกับพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในระดับภาคสนามต่อไป