



บทที่ 4

ผลการดำเนินการวิจัย

4.1 กลุ่มเป้าหมายและพื้นที่ศึกษา

การตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิตมะพร้าวขาว คณะวิจัยเลือกดำเนินการกับโรงงาน 2 ประเภท คือ 1) โรงงานผลิตมะพร้าวขาวระดับชุมชน (โรงงาน ก) กำลังการผลิต 10 ตันต่อวัน และ 2) โรงงานผลิตมะพร้าวขาวระดับอุตสาหกรรม (โรงงาน ข) กำลังการผลิต 10 ตันต่อวัน ทั้ง 2 โรงงาน ตั้งอยู่ในพื้นที่ตำบลทับสะแก อำเภอสนามชัยเขต จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

4.2 ผลการตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิตมะพร้าวขาว

4.2.1 การตรวจประเมินเบื้องต้น (Pre assessment)

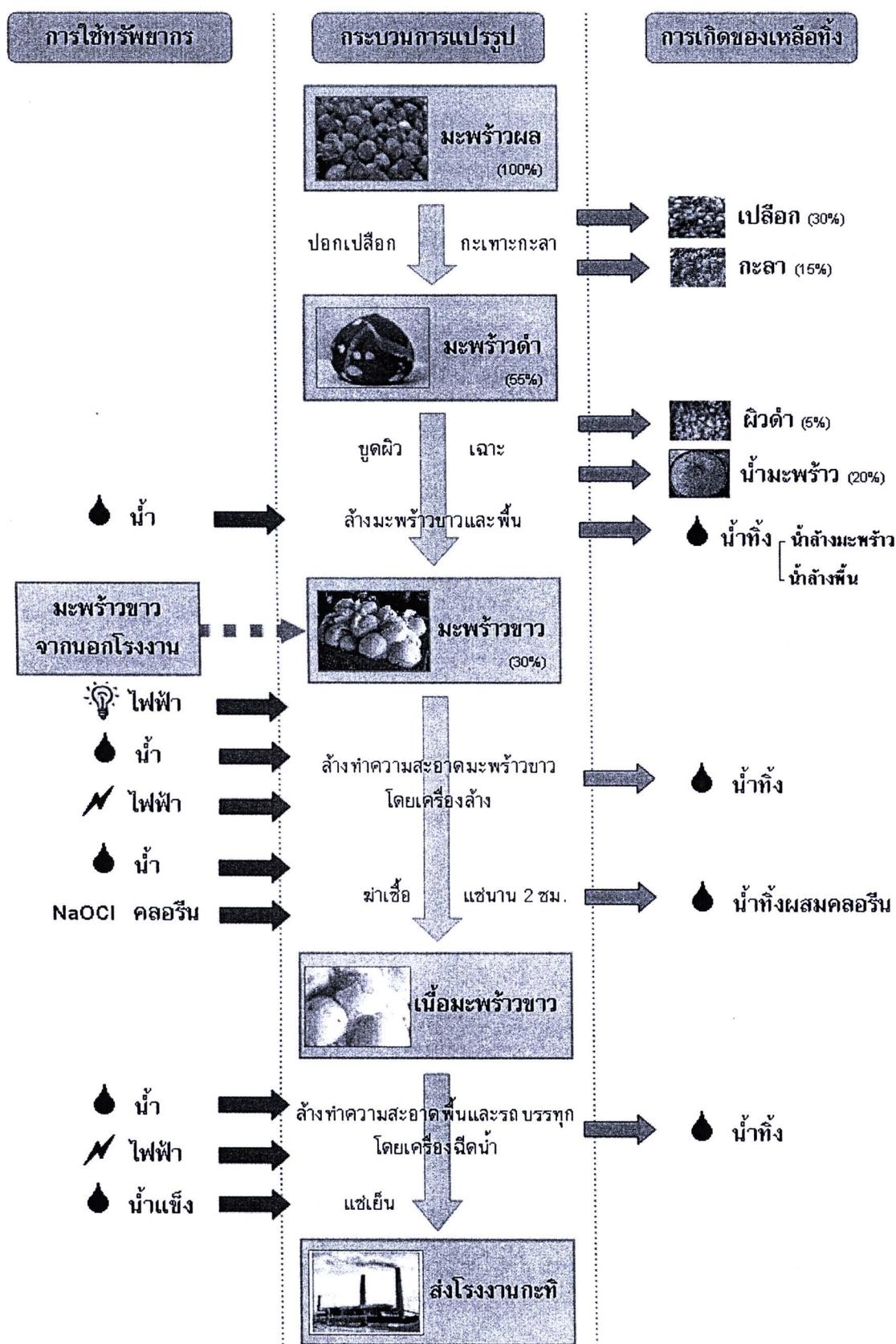
4.2.1.1 การจัดทำแผนภาพกระบวนการผลิตมะพร้าวขาว

ในกระบวนการผลิตมะพร้าวขาว วัตถุดิบที่นำเข้ามาโดยทั่วไปมี 2 ชนิด คือ มะพร้าวผลทั้งลูก และมะพร้าวล่อน (ปอกเปลือกแล้ว) จากนั้นถูกนำมาผ่านขั้นตอนปอกเปลือก กะเทาะกะลา ขูดผิว เฉาะล้างทำความสะอาด และแช่เย็น เพื่อขนส่งไปยังโรงงานผลิตกะทิต่อไป สำหรับกระบวนการผลิตมะพร้าวขาวในโรงงานผลิตมะพร้าวขาวระดับชุมชน (โรงงาน ก) และ โรงงานผลิตมะพร้าวขาวระดับอุตสาหกรรม (โรงงาน ข) มีความแตกต่างกันในส่วนของวัตถุดิบที่ใช้เริ่มต้น ขั้นตอนการล้างทำความสะอาด และการแช่น้ำผสมคลอรีน (รูปที่ 4.1 (ก) และ (ข))

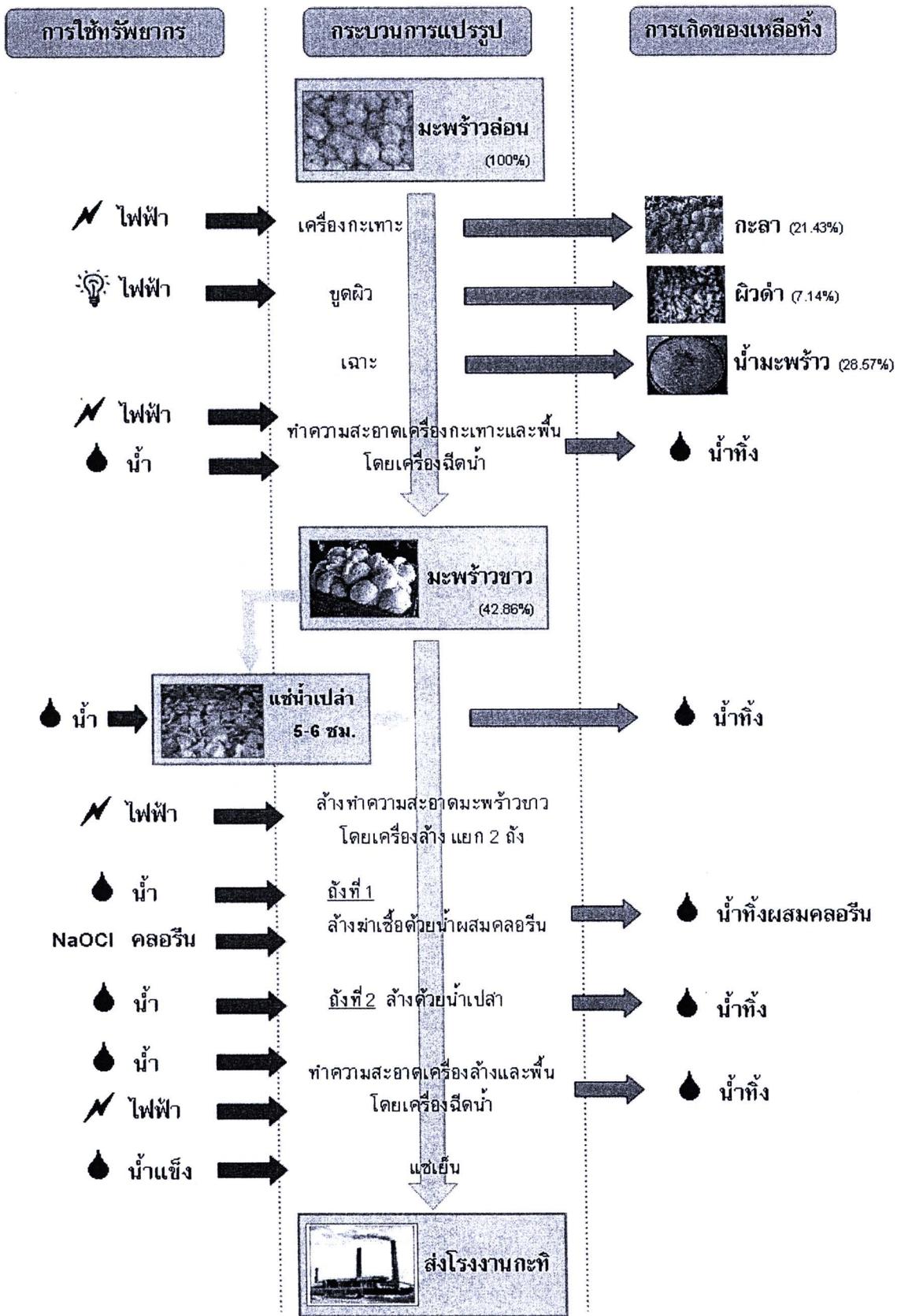
กระบวนการผลิตมะพร้าวขาวสำหรับโรงงาน ก ซึ่งเป็นโรงงานระดับชุมชน ดังแสดงในรูปที่ 4.1 (ก) วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตเป็นมะพร้าวผลทั้งลูก เมื่อเข้าสู่ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดโดยใช้เครื่องล้าง มะพร้าวขาวเข้ามาจาก 2 เส้นทาง คือ 1) ร้อยละ 60 ของมะพร้าวขาวที่ใช้ในกระบวนการผลิตได้จากการผลิตภายในโรงงานเอง มะพร้าวขาวส่วนนี้ก่อนนำมาล้างน้ำทำความสะอาด เนื้อมะพร้าวขาวถูกแช่น้ำเปล่าทิ้งไว้วันาน 4-6 ชม. และ 2) ร้อยละ 40 ของมะพร้าวขาวที่ใช้ในกระบวนการผลิตโรงงานรับซื้อจากผู้ผลิตรายย่อยในพื้นที่ เพื่อให้ได้ปริมาณเพียงพอกับลูกค้า

ส่วนกระบวนการผลิตมะพร้าวขาวในระดับอุตสาหกรรมของโรงงาน ข (รูปที่ 4.1 (ข)) วัตถุดิบที่เข้ามาเป็นมะพร้าวล่อน (ปอกเปลือกแล้ว) และถูกนำมาแปรรูปเป็นมะพร้าวขาวโดยโรงงานเองทั้งหมด เมื่อเข้าสู่ขั้นตอนการล้างทำความสะอาด เนื้อมะพร้าวขาว ถูกแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) เนื้อมะพร้าวขาวที่ถูกแช่น้ำเปล่าทิ้งไว้วันาน 5-6 ชม. ก่อนล้าง และ 2) เนื้อมะพร้าวขาวสดใหม่ที่เข้าสู่ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดเลยทันที





รูปที่ 4.1 (ก) แผนผังกระบวนการผลิตมะพร้าวขาวของโรงงาน ก (ระดับชุมชน)



รูปที่ 4.1 (ข) แผนผังกระบวนการผลิตมะพร้าวขาวของโรงงาน ข (ระดับอุตสาหกรรม)

รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตมะพร้าวขาวของโรงงาน ก (ระดับชุมชน) และ โรงงาน ข (ระดับอุตสาหกรรม) ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงรายละเอียดของกระบวนการผลิตมะพร้าวขาวของโรงงาน ก และ โรงงาน ข

ขั้นตอน	รายละเอียด	
	โรงงาน ก (ระดับชุมชน) *	โรงงาน ข (ระดับอุตสาหกรรม) *
1. การรับซื้อและการจัดการวัตถุดิบ	รับซื้อมะพร้าวผลทั้งลูกจากชาวสวนมะพร้าวในพื้นที่ โดยซื้อแบบคละขนาด เก็บรวมกันเป็นกองทิ้งไว้บนลานดิน	รับซื้อมะพร้าวล่อนจากชาวสวนมะพร้าวในพื้นที่ โดยซื้อแบบคละขนาด มีการจัดการและจัดเก็บวัตถุดิบ (ช่องรับมะพร้าวล่อน)
2. การปอกเปลือก	การปอกเปลือกมะพร้าวผล ใช้แรงงานคนและมีดสำหรับปอกเปลือกมะพร้าวโดยเฉพาะ และเกลาเส้นใยที่ติดกะลาออกจนเกลี้ยง ได้มะพร้าวล่อน	-
3. การกะเทาะ	นำมะพร้าวล่อนมากะเทาะเอาส่วนกะลาออกโดยใช้แรงงานคนและขวาน ได้มะพร้าวดำ	นำมะพร้าวล่อนมากะเทาะเอาส่วนกะลาออกโดยใช้เครื่องกะเทาะ ได้มะพร้าวดำ
4. ขูดผิว	นำมะพร้าวดำมาขูดเอาส่วนผิวดำออก ใช้แรงงานคนและมีดขูดผิว จะได้มะพร้าวขาว	นำมะพร้าวดำมาขูดเอาส่วนผิวดำออก ใช้แรงงานคนและมีดขูดผิว จะได้มะพร้าวขาว
5. การเฉาะ	- นำลูกมะพร้าวขาวมาเฉาะเอาส่วนน้ำมะพร้าวออก ได้ส่วนเนื้อมะพร้าวขาว	- นำลูกมะพร้าวขาวมาเฉาะเอาส่วนน้ำมะพร้าวออก ได้ส่วนเนื้อมะพร้าวขาว
6. การล้างทำความสะอาดมะพร้าวขาวด้วยน้ำผสมคลอรีนและแช่เย็นส่งโรงงานกะทิ	- การล้างทำความสะอาดมะพร้าวขาวโดยใช้เครื่องล้าง มี 2 แบบ คือ 1) กรณีโรงงานผลิตมะพร้าวขาวเอง เนื้อมะพร้าวขาวถูกแช่ในน้ำเปล่าทิ้งไว้วัน 4-6 ชม. ก่อนนำมาล้างน้ำทำความสะอาด 2) กรณีโรงงานรับซื้อเนื้อมะพร้าวขาวจากผู้ผลิตรายย่อยในพื้นที่ - การเตรียมน้ำผสมคลอรีน โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ (NaOCl 10%) 20 กิโลกรัม ต่อน้ำ 3.2 คิว (3,200 ลิตร) พร้อมกับปรับสภาพน้ำให้เป็นกลางโดยใช้แคลเซียมออกไซด์ (CaO) - เนื้อมะพร้าวขาวถูกนำมาล้างทำความสะอาดในน้ำ แล้วจึงถูกนำมาแช่ในน้ำผสมคลอรีน (NaOCl 10%) นาน 20-30 นาที ก่อนขนขึ้นตู้แช่เย็นและส่งไปยังโรงงานกะทิ	- เนื้อมะพร้าวขาวส่วนที่เตรียมเสร็จก่อนในแต่ละวัน จะถูกแช่น้ำเปล่านาน 5-6 ชม. ก่อนนำไปล้างด้วยน้ำผสมสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ (NaOCl 10%) ในอัตราส่วน 6 กิโลกรัม ต่อน้ำ 1 คิว (1,000 ลิตร) หลังจากนั้น ถูกนำมาผ่านการล้างด้วยน้ำเปล่าในขั้นตอนสุดท้ายก่อนเข้าสู่ตู้แช่เย็นและส่งไปยังโรงงานกะทิ ส่วนเนื้อมะพร้าวขาวที่เตรียมเสร็จในช่วงหลัง (ช่วงบ่าย) จะถูกนำมาล้างด้วยน้ำผสม NaOCl 10% ทันทีโดยไม่ผ่านการแช่น้ำเปล่านาน 5-6 ชม.

หมายเหตุ * โรงงานผลิตมะพร้าวขาว กำลังการผลิต 10 ตันต่อวัน

4.2.1.2 วัตถุดิบที่ป้อนเข้าและสารออกทั้งหมด

จากกระบวนการผลิตมะพร้าวขาว วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการ ได้แก่ มะพร้าวผลทั้งลูกและมะพร้าวล่อน (ปอกเปลือกแล้ว) และสารเคมี ได้แก่ คลอรีนในรูปสารละลาย NaOCl 10% นอกจากนี้ยังมีการใช้น้ำ ไฟฟ้า และน้ำแข็งในกระบวนการผลิต ทำให้เกิดของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตทั้งในรูปแบบของแข็งและของเหลว ได้แก่ เปลือก กะลา ผิวมะพร้าว น้ำมะพร้าว น้ำทิ้งทั้งส่วนที่มีการปนเปื้อนคลอรีนและไม่ปนเปื้อนคลอรีน (รูปที่ 4.1 (ก) และ (ข)) รายละเอียดวัตถุดิบที่ป้อนเข้า ผลผลิตภัณฑ์ พลังงาน และของเหลือทิ้งที่ออกจากระบบทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 4.2 (ก) และ (ข)

ตารางที่ 4.2 (ก) แสดงประเภทวัตถุดิบที่ป้อนเข้า ผลผลิตภัณฑ์ พลังงาน และของเหลือทิ้งจากระบบของโรงงาน ก

ขั้นตอน	วัตถุดิบที่ป้อนเข้า	ผลผลิตภัณฑ์	พลังงานและทรัพยากรที่ใช้	ของเหลือทิ้งออกจากระบบ
1. การปอกเปลือก	มะพร้าวผล	มะพร้าวล่อน	-	เปลือก
2. การกะเทาะ	มะพร้าวล่อน	มะพร้าวดำ	-	กะลา
3. ชูดผิว	มะพร้าวดำ	มะพร้าวขาว	น้ำ	ผิวดำ, น้ำทิ้ง
4. การเฉาะ	มะพร้าวขาว	เนื้อมะพร้าวขาว	น้ำ	น้ำมะพร้าว, น้ำทิ้ง
5. การล้างทำความสะอาด สะอาดมะพร้าวขาว	เนื้อมะพร้าวขาว	เนื้อมะพร้าวขาว	ไฟฟ้า, น้ำ	น้ำทิ้ง
6. แช่น้ำผสมคลอรีน	เนื้อมะพร้าวขาว	เนื้อมะพร้าวขาว	ไฟฟ้า, น้ำ, คลอรีน	น้ำทิ้งผสมคลอรีน
7. การแช่เย็น	เนื้อมะพร้าวขาว	เนื้อมะพร้าวขาว	ไฟฟ้า, น้ำ, น้ำแข็ง	น้ำทิ้ง

ตารางที่ 4.2 (ข) แสดงประเภทวัตถุดิบที่ป้อนเข้า ผลผลิตภัณฑ์ พลังงาน และของเหลือทิ้งจากระบบของโรงงาน ข

ขั้นตอน	วัตถุดิบที่ป้อนเข้า	ผลผลิตภัณฑ์	พลังงานและทรัพยากรที่ใช้	ของเหลือทิ้งออกจากระบบ
1. การกะเทาะ	มะพร้าวล่อน	มะพร้าวดำ	ไฟฟ้า	กะลา
2. ชูดผิว	มะพร้าวดำ	มะพร้าวขาว	ไฟฟ้า	ผิวดำ, น้ำทิ้ง
3. การเฉาะ	มะพร้าวขาว	เนื้อมะพร้าวขาว	ไฟฟ้า	น้ำมะพร้าว, น้ำทิ้ง
4. ล้างน้ำผสมคลอรีน	เนื้อมะพร้าวขาว	เนื้อมะพร้าวขาว	ไฟฟ้า, น้ำ, คลอรีน	น้ำทิ้งผสมคลอรีน
5. ล้างทำความสะอาด มะพร้าวขาว	เนื้อมะพร้าวขาว	เนื้อมะพร้าวขาว	ไฟฟ้า, น้ำ	น้ำทิ้ง
6. การแช่เย็น	เนื้อมะพร้าวขาว	เนื้อมะพร้าวขาว	ไฟฟ้า, น้ำ, น้ำแข็ง	น้ำทิ้ง

ปริมาณการใช้วัตถุดิบ สารเคมี น้ำ และพลังงานสำหรับกระบวนการผลิตมะพร้าวขาว ทั้ง 2 โรงงาน ดังตารางที่ 4.3

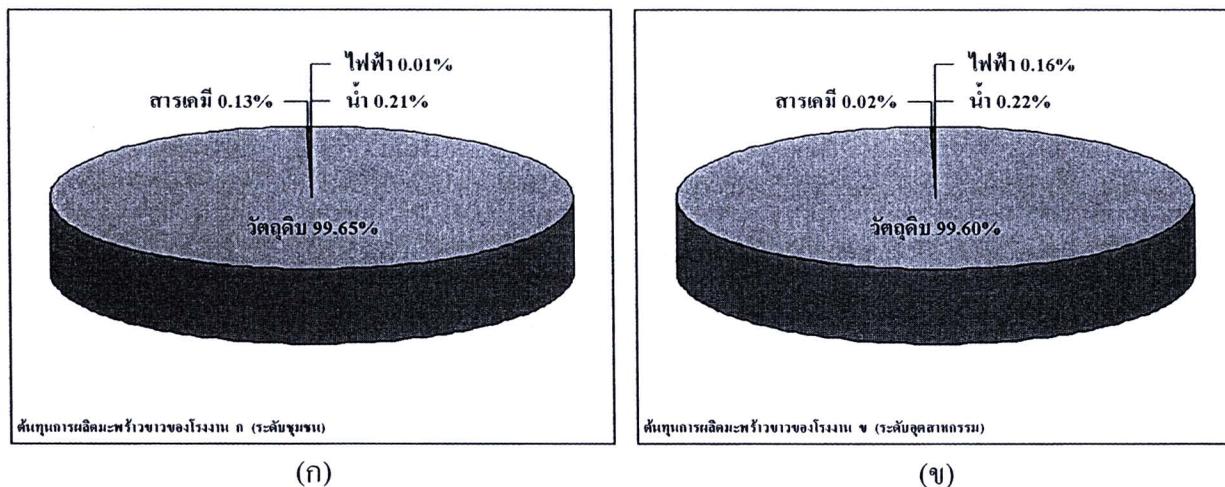
ตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณการใช้วัตถุดิบ สารเคมี น้ำ และพลังงานจากการผลิตมะพร้าวขาว

รายการ	โรงงาน ก *		โรงงาน ข *	
	ปริมาณการใช้ (หน่วย)	ราคา (บาท)	ปริมาณการใช้ (หน่วย)	ราคา (บาท)
1. วัตถุดิบ		310,000		264,000
- มะพร้าวผลทั้งลูก (ราคา 10 บาท/กก.)	21 ตัน	210,000	-	-
- มะพร้าวล่อน (ราคา 11 บาท/กก.)	-	-	24 ตัน	264,000
- มะพร้าวขาว (ราคา 25 บาท/กก.)	4	100,000	-	-
2. สารเคมี				
- คลอรีน (10% NaOCl) (ราคา 5 บาท/กก.)	80 กิโลกรัม	400	12 กิโลกรัม	60
3. น้ำ		650		585
- น้ำใช้ (น้ำดี)	58,000 ลิตร	150	35,000 ลิตร	85
- น้ำแข็ง	1 ตัน	500	1 ตัน	500
4. พลังงาน				
- ไฟฟ้า	12.91 กิโลวัตต์ชั่วโมง	31.50	180 กิโลวัตต์ชั่วโมง	430
รวม **		311,081.50		265,075

หมายเหตุ * โรงงานผลิตมะพร้าวขาว กำลังการผลิต 10 ตันต่อวัน

** ค่าใช้จ่ายสำหรับการผลิตมะพร้าวขาว 10 ตัน ที่ไม่รวมค่าแรงคนงาน

สัดส่วนค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตมะพร้าวขาว แสดงดังรูปที่ 4.2 (ก) และ (ข) จะเห็นได้ว่า ค่าใช้จ่ายหลักในกระบวนการผลิตมะพร้าวขาวของโรงงาน ก และ โรงงาน ข คือ ค่าวัตถุดิบ คิดเป็น 99.65% และ 99.60% ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด ตามลำดับ ดังนั้นในกระบวนการผลิตมะพร้าวขาวทั้ง 2 โรงงานต้องให้ความสำคัญกับการจัดการวัตถุดิบและลดการสูญเสียในกระบวนการผลิต เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์สูงสุด



รูปที่ 4.2 สัดส่วนค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตมะพร้าวขาว (ก) โรงงาน ก และ (ข) โรงงาน ข

จากกระบวนการผลิตมะพร้าวขาวทั้ง 2 โรงงาน ก่อให้เกิดของเหลือทิ้งออกจากระบบ แยกออกเป็น 2 ประเภท คือ ของแข็ง (เปลือกมะพร้าว กะลามะพร้าว ผิวดำ มะพร้าวเสียและจาวมะพร้าว) และของเหลว (น้ำมะพร้าว น้ำทิ้ง และน้ำทิ้งผสมคลอรีน) ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงชนิดและปริมาณของเหลือทิ้งจากการผลิตมะพร้าวขาวของ โรงงาน ก และ โรงงาน ข

ประเภท/ชนิดของเหลือทิ้ง	ปริมาณ (หน่วย)		การใช้ประโยชน์
	โรงงาน ก *	โรงงาน ข *	
1. ของแข็ง			
1.1 เปลือกมะพร้าว (ตัน/10 ตันมะพร้าวขาว)	6.3	-	ขาย
1.2 กะลามะพร้าว (ตัน/10 ตันมะพร้าวขาว)	3.15	5.14	ขาย
1.3 ผิวดำ (ตัน/10 ตันมะพร้าวขาว)	1.05	1.71	ขาย
1.4 มะพร้าวเสียและจาวมะพร้าว (ตัน/10 ตันมะพร้าวขาว)	0.27	0.24	ขาย
1.5 มะพร้าวขาวสีเหลือง/เขียว (ตัน/10 ตันมะพร้าวขาว)	0.03	0.05	ขาย
2. ของเหลว			
2.1 น้ำมะพร้าว (ลิตร/10 ตันมะพร้าวขาว)	4,200	6,860	ขาย
2.2 น้ำทิ้ง (ลิตร/10 ตันมะพร้าวขาว)	45,120	32,990	ทิ้ง
2.3 น้ำทิ้งผสมคลอรีน (ลิตร/10 ตันมะพร้าวขาว)	12,880	2,010	ทิ้ง

หมายเหตุ * โรงงานผลิตมะพร้าวขาว กำลังการผลิต 10 ตันต่อวัน



4.2.1.3 การเลือกหัวข้อเน้นสำหรับการตรวจประเมินละเอียด

การกำหนดรายละเอียดของเป้าหมาย CT ในกระบวนการผลิตมะพร้าวขาว ผลจากการตรวจประเมินเบื้องต้นจะถูกนำมาใช้ในการเลือกหัวข้อเน้นสำหรับการตรวจประเมินละเอียดต่อไป โดยการเลือกหัวข้อเน้นจะพิจารณาจากประเด็นปัญหาของวัตถุดิบ ประสิทธิภาพการผลิตเบื้องต้นทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ปริมาณของเสียที่ออกจากระบบ ปริมาณการใช้พลังงานและทรัพยากร และค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น เป็นต้น และทำการจัดเรียงลำดับความสำคัญของปัญหาสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตมะพร้าวขาวทั้ง 2 โรงงาน ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 การจัดลำดับความสำคัญของปัญหาสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตมะพร้าวขาวของโรงงาน ก และโรงงาน ข

ปัญหาสิ่งแวดล้อม	ปริมาณ (หน่วย)		การจัดลำดับความสำคัญของปัญหาสิ่งแวดล้อม**												
	โรงงาน ก		โรงงาน ก					โรงงาน ข							
	โรงงาน ก	โรงงาน ข	Q	E	D	รวม	ความสำคัญ	Q	E	D	รวม	ความสำคัญ			
1. ของเหลือทิ้งของแข็ง															
1.1 เปลือกมะพร้าว (ตัน)	6.3	-	1	1	1	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-
1.2 กะลามะพร้าว (ตัน)	3.15	5.14	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	4
1.3 ฝักดำ (ตัน)	1.05	1.71	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	4
1.4 มะพร้าวเสียและจาวมะพร้าว (วัตถุคิบ), (ตัน)	0.27	0.24	1	2	1	2	3	1	2	1	2	3	1	2	3
1.5 มะพร้าวขาวสีเหลือง/เขียว (ผลิตภัณฑ์), (ตัน)	0.03	0.05	1	2	1	2	3	1	2	1	2	3	1	2	3
2. ของเหลือทิ้งของเหลว															
2.1 น้ำมะพร้าว (ลิตร)	4,200	6,860	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	4
2.2 น้ำทิ้ง (ลิตร)	45,120	32,990	3	2	2	12	2	3	2	2	2	2	3	2	2
2.3 น้ำทิ้งผสมคลอรีน (ลิตร)	12,880	2,010	2	3	3	18	1	2	3	3	3	1	2	3	18
3. น้ำใช้ (น้ำดี) (ลิตร)	58,000	35,000	3	2	2	12	2	3	2	2	2	2	2	3	2
4. พลังงาน															
4.1 ไฟฟ้า (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	12.91	180	1	1	1	1	4	2	1	1	1	2	2	1	2

หมายเหตุ * โรงงานผลิตมะพร้าวขาว กำลังการผลิต 10 ตันต่อวัน

** การจัดลำดับความสำคัญโดยใช้ QED (Quantity, Effect, Distribution)

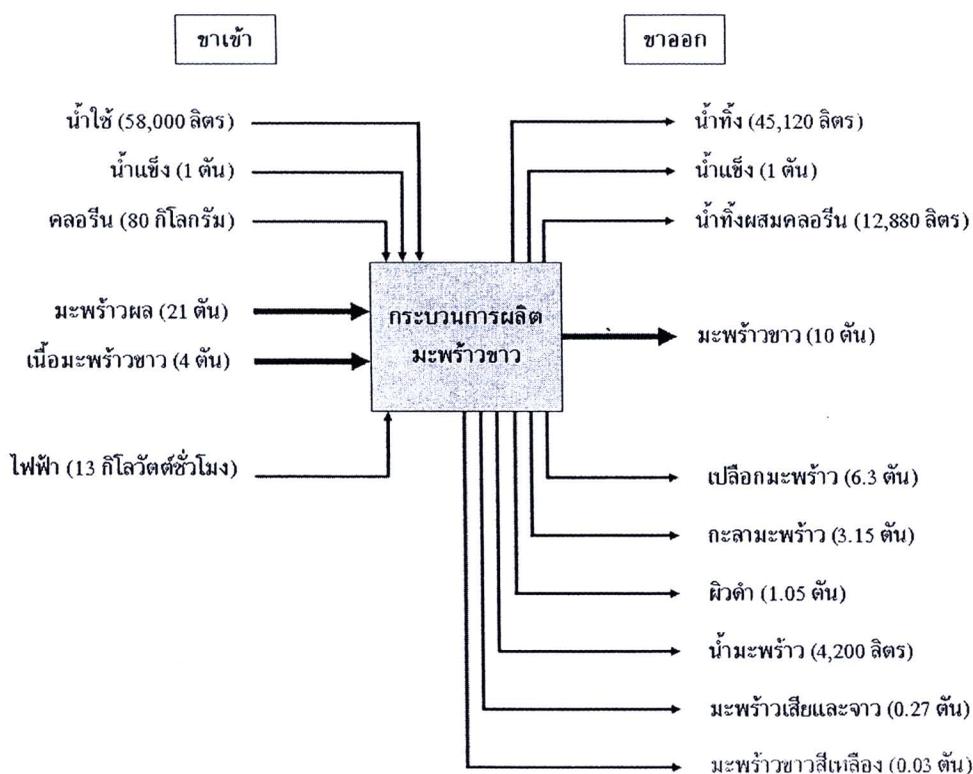
จากการจัดเรียงลำดับความสำคัญของปัญหาสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตมะพร้าวขาว ทั้ง 2 โรงงาน พบว่า ลำดับความสำคัญของปัญหาสิ่งแวดล้อมทั้ง 2 โรงงาน เหมือนกัน คือ ปัญหาคุณภาพน้ำทิ้ง (จากขั้นตอนการล้างและน้ำทิ้งผสมคลอรีน) ปริมาณน้ำใช้ (น้ำดี) ปริมาณมะพร้าวเสีย คุณภาพของมะพร้าวขาว และวัสดุเหลือทิ้ง (เปลือกมะพร้าว กะลามะพร้าว ผิวดำ และน้ำมะพร้าว) ตามลำดับ ดังนั้นประเด็นหัวข้อเน้นสำหรับการตรวจประเมินละเอียด ได้แก่ วัตถุประสงค์ คุณภาพมะพร้าวขาว และน้ำทิ้ง (ขั้นตอนการล้างและน้ำทิ้งผสมคลอรีน) ทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ

4.2.2 ผลการตรวจประเมินละเอียด (Detail assessment)

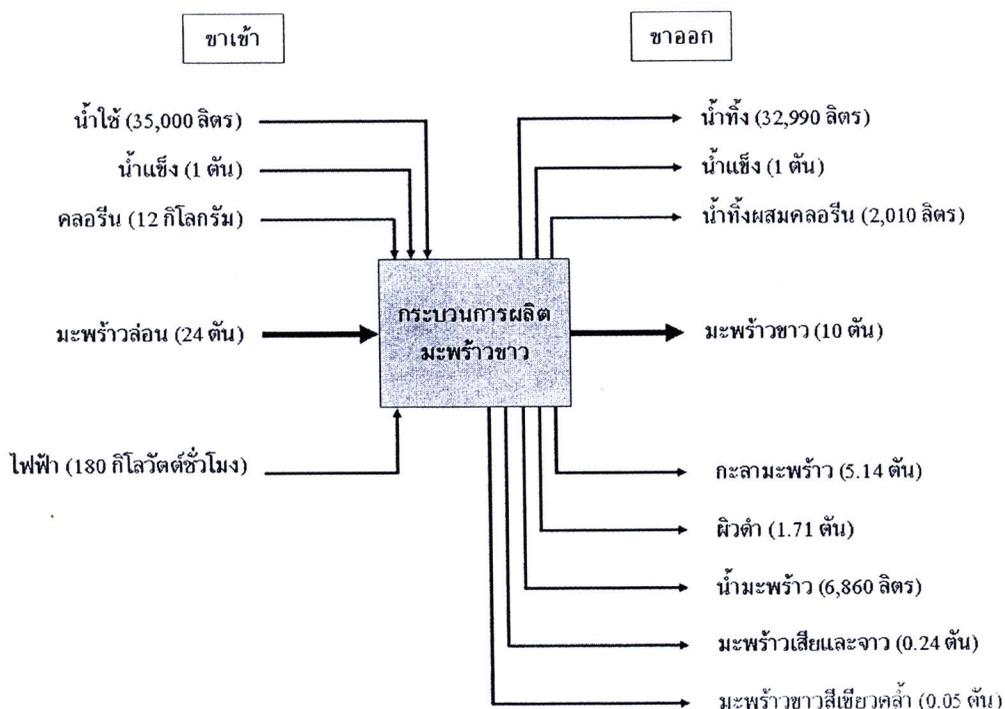
การนำผลจากการตรวจประเมินเบื้องต้นมาทำการตรวจประเมินละเอียด เพื่อสร้างชุดข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด (CT-options) โดยมีผลการดำเนินการ ดังนี้

4.2.2.1 การจัดทำดุลมวลสาร

การนำข้อมูลและแผนภาพของกระบวนการผลิตมะพร้าวขาวทั้ง 2 โรงงาน จากการตรวจประเมินเบื้องต้น มาจัดทำสมดุลมวลสาร เพื่อให้ทราบปริมาณสารเข้าและออก ได้แก่ วัตถุประสงค์ น้ำ ไฟฟ้า ผลิตภัณฑ์ และของเหลือทิ้ง เป็นต้น (รูปที่ 4.3 (ก) และ (ข))



(ก) โรงงาน ก (ระดับชุมชน)



(ข) โรงงาน ข (ระดับอุตสาหกรรม)

รูปที่ 4.3 แสดงสมดุลมวลสารของกระบวนการผลิตมะพร้าวขาวของโรงงาน ก (ก) และโรงงาน ข (ข)

4.2.2.2 การตรวจประเมินหาสาเหตุ

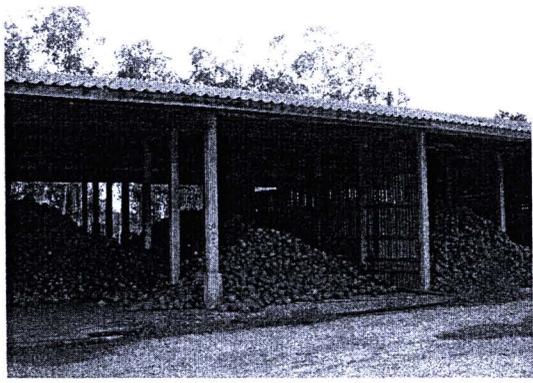
จากการตรวจประเมินหาสาเหตุของกระบวนการผลิตมะพร้าวขาวทั้ง 2 โรงงาน โดยพิจารณาจากวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ ของเหลือทิ้ง วิธีการปฏิบัติงาน และเทคโนโลยี โดยอาศัยข้อมูลจากการทำสมดุลสาร นำมาช่วยในการวิเคราะห์หาสาเหตุ มีรายละเอียดดังนี้

1) การรับซื้อและการจัดการวัตถุดิบ

การรับซื้อวัตถุดิบของโรงงาน ข (ระดับอุตสาหกรรม) จะรับซื้อในรูปของมะพร้าวอ่อนจากเกษตรกรสวนมะพร้าวในพื้นที่ โดยซื้อแบบคละขนาด มีการจัดการและจัดเก็บมะพร้าวขาเข้า (ช่องรับมะพร้าวอ่อน) ดังรูปที่ 4.4 (ข) มีมะพร้าวเสียหาย เช่น การงอก เกิดจาวมะพร้าว และการเน่าเสีย (รูปที่ 4.5) อยู่ประมาณ 1-3% ของปริมาณการผลิตมะพร้าวขาวต่อวัน สำหรับโรงงาน ก (ระดับชุมชน) รับซื้อมะพร้าวผลทั้งลูก เก็บรวมกัน และกองบนลานดินกลางแจ้ง ดังรูปที่ 4.4 (ก) เกิดมะพร้าวเสียหายสูงกว่าคือ ประมาณ 5% ของปริมาณการผลิตมะพร้าวขาวต่อวัน



(ก) โรงงาน ก (ระดับชุมชน)



(ข) โรงงาน ข (ระดับอุตสาหกรรม)

รูปที่ 4.4 การรับซื้อและการจัดการวัตถุดิบของโรงงานผลิตมะพร้าวขาว โรงงาน ก (ก) และ โรงงาน ข (ข)



ขาวมะพร้าว



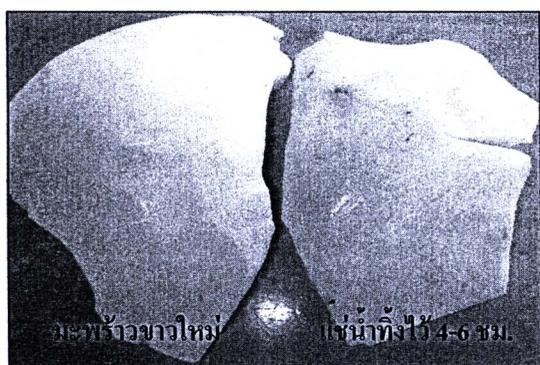
มะพร้าวเน่าเสีย

รูปที่ 4.5 ลักษณะการเสียหายของมะพร้าว

2) คุณภาพของผลิตภัณฑ์มะพร้าวขาว

2.1) เนื้อมะพร้าวขาวมีสีเหลือง

ปัญหาหลักในด้านคุณภาพของมะพร้าวขาวที่ผลิตได้ คือ เนื้อมะพร้าวขาวมีสีเหลือง จากการสำรวจ พบว่า ทั้ง โรงงาน ก และ ข มีการเตรียมเนื้อมะพร้าวขาวก่อนสู่ขั้นตอนล้างทำความสะอาดและแช่น้ำผสมคลอรีน โดยนำมะพร้าวขาวไปแช่น้ำ ทิ้งไว้นาน 4-6 ชม. เกิดปัญหาเนื้อมะพร้าวขาวมีสีเหลือง (รูปที่ 4.6 (ก)) จากการวิเคราะห์เนื้อมะพร้าวขาวโดยดูจากค่าสี พบว่า เนื้อมะพร้าวขาวที่ถูกแช่น้ำ ทิ้งไว้นาน 4-6 ชม. มีค่าความสว่างหรือสีขาว (L) น้อยกว่าเนื้อมะพร้าวขาวสดใหม่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และมีค่าสีเหลือง (b) มากกว่าเนื้อมะพร้าวสดใหม่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 4.6) นอกจากนี้ พบว่า เนื้อมะพร้าวขาวที่ถูกแช่น้ำ ทิ้งไว้นาน 5-6 ชม. นั้น ส่วนที่อยู่เหนือน้ำจะมีสีเขียวกว่า (รูปที่ 4.6 (ข)) จากการวิเคราะห์วัดค่าสี พบว่า เนื้อมะพร้าวขาวส่วนที่อยู่เหนือน้ำ มีค่าความสว่างหรือสีขาว (L) ต่ำกว่าเนื้อมะพร้าวขาวที่อยู่ใต้น้ำ และเนื้อมะพร้าวขาวสดใหม่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ตามลำดับ รวมทั้งมีค่าสีเขียว (a) มากกว่าเนื้อมะพร้าวขาวที่อยู่ใต้น้ำ และเนื้อมะพร้าวขาวสดใหม่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6)



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.6 แสดงลักษณะสีของเนื้อมะพร้าวขาว (ก) มะพร้าวขาวของโรงงาน ก ที่แช่น้ำ นาน 4-6 ชม. และ (ข) มะพร้าวขาวของโรงงาน ข ที่แช่น้ำ นาน 5-6 ชม.

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าสีของตัวอย่างเนื้อมะพร้าวขาวสดใหม่และที่แช่น้ำก่อนนำไปแช่น้ำผสมคลอรีน

ตัวอย่าง	ค่าสี		
	L	a	b
โรงงาน ก			
1. เนื้อมะพร้าวขาวสดใหม่	86.15 ^a	-	6.63 ^a
2. เนื้อมะพร้าวขาวแช่น้ำ นาน 4-6 ชม.	80.57 ^b	-	7.12 ^b
โรงงาน ข			
1. เนื้อมะพร้าวขาวสดใหม่	84.12 ^a	-0.75 ^b	6.50 ^a
2. เนื้อมะพร้าวขาวแช่น้ำ นาน 5-6 ชม.			
2.1 ส่วนได้น้ำ	86.15 ^a	-0.37 ^b	6.02 ^a
2.2 ส่วนเหนือน้ำ	58.06 ^b	0.54 ^a	3.66 ^b

หมายเหตุ L คือ ค่าความสว่างของตัวอย่าง มีค่าอยู่ในช่วง 0-100, 0 (สว่างน้อย-คล้ำ) → 100 (สว่างมาก-ขาว)

a คือ ค่าสีเขียวของตัวอย่าง มีค่าอยู่ในช่วง 0-100, 0 (เขียวอ่อน) → 100 (เขียวเข้ม)

b คือ ค่าสีเหลืองของตัวอย่าง มีค่าอยู่ในช่วง 0-100, 0 (เหลืองอ่อน) → 100 (เหลืองเข้ม)

ปัญหาเนื้อมะพร้าวขาวมีสีเหลืองหรือสีคล้ำ อาจเกิดจากการที่เนื้อมะพร้าวขาวส่วนที่ไม่แช่น้ำมีการสัมผัสอากาศในสภาพที่มีแสงประกอบด้วย ทำให้ช่วยเร่งการเกิดปฏิกิริยา lipid oxidation นอกจากนี้ อาจเกิดจากเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase) ในเซลล์ย่อยสลายประกอบพวกฟีนอลิก (phenolic compound) เกิดเป็นสารประกอบพวกเมลานิน (melanin) ซึ่งเป็นสารประกอบสีน้ำตาล [Marshall, M. *et al.*, 2000 และ พิสมัย ศรีชาเยช และคณะ, 2551]

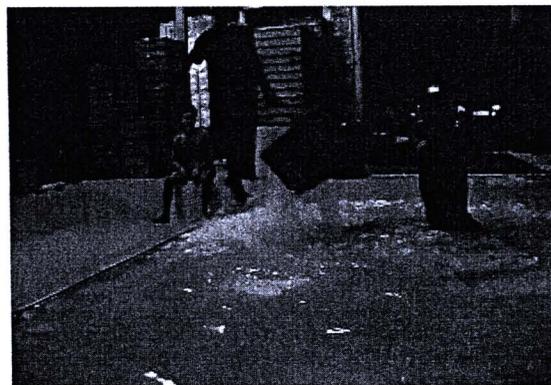
2.2) ความเป็นกรด-ด่างของเนื้อมะพร้าวขาว

ในขั้นตอนการนำมะพร้าวขาวมาแช่หรือล้างด้วยน้ำผสมคลอรีน สำหรับโรงงาน ก มีการเตรียมน้ำผสมคลอรีน โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ (NaOCl 10%) 20 กิโลกรัม ต่อน้ำ 3,200 ลิตร พร้อมกับปรับสภาพน้ำให้เป็นกลางโดยใช้แคลเซียมออกไซด์ (CaO) จากนั้นนำเนื้อมะพร้าวขาวมาแช่ในน้ำผสมคลอรีน นาน 20-30 นาที ก่อนขนขึ้นตู้แช่เย็น ปรากฏว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อมะพร้าวขาวในบางครั้งเมื่อถึงโรงงานไม่ผ่านมาตรฐานที่กำหนดไว้ (pH ไม่ต่ำกว่า 5.5) (ตารางที่ 4.7) สาเหตุอาจเกิดจากวิธีการเตรียมน้ำผสมคลอรีนไม่ถูกต้องทั้งด้านปริมาณความเข้มข้นและวิธีการผสม เนื่องจากคนงานขาดระเบียบวินัย การใช้สัดส่วนของคลอรีนและน้ำไม่แน่นอน อาศัยประสบการณ์ การผสมน้ำกับคลอรีนไม่ทั่วถึงก่อนแช่เนื้อมะพร้าวขาว (รูปที่ 4.7 (ก))

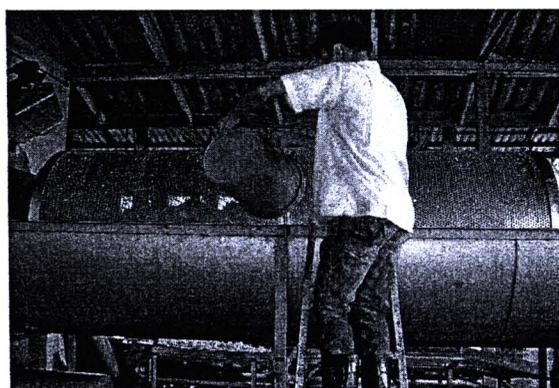
สำหรับโรงงาน ข เตรียมน้ำผสมสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ (NaOCl 10%) ในอัตราส่วน 6 กิโลกรัม ต่อน้ำ 1 คิว (1,000 ลิตร) แต่ไม่มีปัญหาเรื่องคุณภาพมะพร้าวขาวด้านค่าความเป็นกรด-ด่าง (ตารางที่ 4.7) เนื่องจากวิธีการเตรียมน้ำผสมคลอรีนที่มีการชั่งตวงปริมาณสัดส่วนที่แน่นอน และผสมน้ำกับคลอรีนได้ทั่วถึงโดยใช้เครื่องผสม และการล้างมะพร้าวขาวผ่านเครื่องล้าง ทำให้เนื้อมะพร้าวขาวสัมผัสน้ำผสมคลอรีนทุกชิ้น (รูปที่ 4.7 (ข))



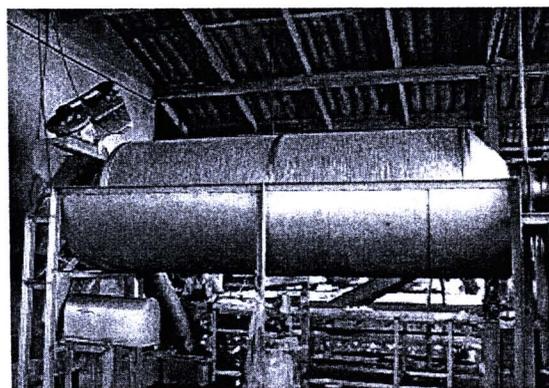
(ก1)



(ก2)



(ข1)



(ข2)

รูปที่ 4.7 ลักษณะการเตรียมน้ำผสมคลอรีนและการล้างมะพร้าวขาวของโรงงาน ก (ก) และโรงงาน ข (ข)



ตารางที่ 4.7 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณคลอรีนในเนื้อมะพร้าวขาวของโรงงาน ก และ โรงงาน ข

พารามิเตอร์	คุณภาพมะพร้าวขาว		มาตรฐานเนื้อมะพร้าวขาว
	โรงงาน ก	โรงงาน ข	
1. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	5.7 ± 0.01	6.3 ± 0.02	ไม่ต่ำกว่า 5.5 *
2. ปริมาณคลอรีน (mg/L)	13	20-25	ไม่เกิน 250 mg/L **

หมายเหตุ * กำหนดมาตรฐานค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อมะพร้าวขาวโดย บริษัท เทพคุณพระมะพร้าว จำกัด

** กำหนดมาตรฐานปริมาณคลอรีนในอาหารโดย สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก., 2521)

3) ปริมาณน้ำใช้

ในกระบวนการผลิตมะพร้าวขาวทั้งโรงงาน ก และ โรงงาน ข มีการใช้น้ำในขั้นตอนต่างๆ 4 ขั้นตอน (รูปที่ 4.1 (ก) และ (ข)) คือ 1) การล้างทำความสะอาดเครื่องมือและพื้นในบริเวณการกะเทาะและขูดผิวมะพร้าว 2) การล้างทำความสะอาดเนื้อมะพร้าวขาว 3) การแช่หรือล้างน้ำผสมคลอรีน และ 4) การล้างทำความสะอาดเครื่องล้าง พื้นหรือแทงค์ และรถบรรทุกขนผลผลิตมะพร้าวขาว ปริมาณการใช้น้ำรวมต่อการผลิตมะพร้าวขาว 10 ตัน ของโรงงาน ก และ โรงงาน ข ประมาณ 58,000 ลิตร และ 35,000 ลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.8) เมื่อพิจารณาปริมาณการใช้น้ำในแต่ละขั้นตอนของการผลิตมะพร้าวขาวพบว่า โรงงาน ก มีปริมาณการใช้น้ำสูงในขั้นตอนการล้างมะพร้าวขาว และการแช่/ล้างน้ำผสมคลอรีนประมาณร้อยละ 72.27 และ 22.21 ของปริมาณน้ำใช้ทั้งหมด ตามลำดับ สำหรับโรงงาน ข มีปริมาณการใช้น้ำสูงในขั้นตอนการล้างทำความสะอาดเครื่องมือและพื้นในบริเวณกะเทาะและขูดผิวมะพร้าว และการทำความสะอาดเครื่องล้างมะพร้าวขาว ประมาณร้อยละ 59.03 และ 29.51 ของปริมาณน้ำใช้ทั้งหมดตามลำดับ (ตารางที่ 4.8)

ตารางที่ 4.8 แสดงปริมาณน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตมะพร้าวขาวของโรงงาน ก และ โรงงาน ข

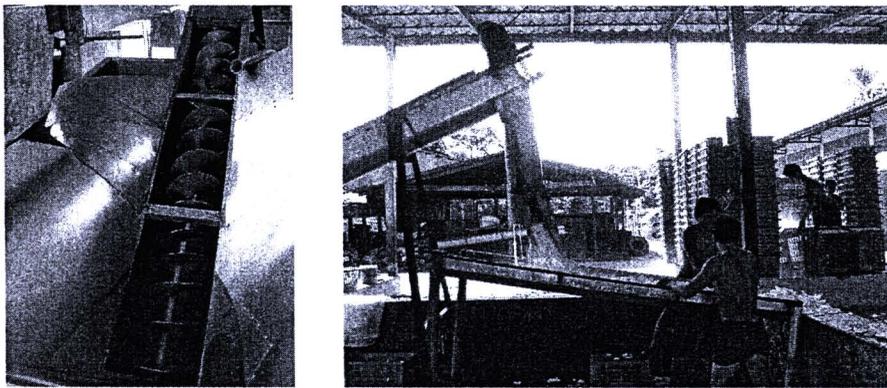
ขั้นตอน	ปริมาณน้ำที่ใช้ (หน่วย ; ลิตร)	
	โรงงาน ก *	โรงงาน ข *
1. การล้างทำความสะอาดเครื่องมือและพื้นในขั้นตอนการกะเทาะ/ขูดผิว	2,700 ± 200 (4.66%)	20,660 ± 500 (59.03%)
2. การล้างทำความสะอาดเนื้อมะพร้าวขาว	41,920 ± 1,000 (72.27%)	2,000 ± 200 (5.72%)
3. การแช่หรือล้างน้ำผสมคลอรีน	12,880 ± 500 (22.21%)	2,010 ± 200 (5.74%)
4. การล้างทำความสะอาดเครื่องล้าง พื้น/แทงค์ และรถบรรทุก	500 ± 100 (0.86%)	10,330 ± 500 (29.51%)
รวม	58,000	35,000

หมายเหตุ * โรงงานผลิตมะพร้าวขาว กำลังการผลิต 10 ตันต่อวัน

(%) คิดเป็นร้อยละของปริมาณน้ำที่ใช้รวมทั้งหมด

4) คุณภาพน้ำทิ้ง

จากการพิจารณาทั้งด้านปริมาณและคุณภาพของน้ำทิ้งที่เกิดจากกระบวนการผลิตมะพร้าวขาว พบว่า น้ำทิ้งจากขั้นตอนการล้างมะพร้าวขาวและน้ำผสมคลอรีนเป็นประเด็นปัญหาสำคัญของการผลิตมะพร้าวขาว โดยโรงงาน ก การนำมะพร้าวขาวเข้าสู่ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดโดยใช้เครื่องล้างก่อนแช่น้ำผสมคลอรีน การทำงานของเครื่องล้างทำงานในลักษณะปั่นเหวี่ยงด้วยความรุนแรง (รูปที่ 4.8) และเกิดแรงกระแทกต่อเนื้อมะพร้าวขาวทำให้น้ำทิ้งจากขั้นตอนการล้างมีไขมันปนเปื้อนสูง ประมาณ 5,600 mg/L (ตารางที่ 4.9)



รูปที่ 4.8 ลักษณะการทำงานของเครื่องล้างมะพร้าวขาว

ตารางที่ 4.9 แสดงคุณภาพน้ำทิ้งจากขั้นตอนการล้างและการแช่น้ำผสมคลอรีนในการผลิตมะพร้าวขาว

พารามิเตอร์	คุณภาพน้ำทิ้ง			มาตรฐาน คุณภาพน้ำทิ้ง **
	น้ำจากการล้าง เนื้อมะพร้าวขาว *	น้ำผสมคลอรีนที่ผ่านการแช่เนื้อมะพร้าวขาว		
		โรงงาน ก	โรงงาน ข	
1. ค่าความเป็นกรด-ด่าง	5.0	7.0 – 8.0	6.8 – 7.6	5.0 – 9.0
2. ปริมาณของแข็งทั้งหมด (mg/L)	5,100	1,500 – 2,200	4,000	ไม่เกิน 250 mg/L
3. ปริมาณคลอรีน (mg/L)	190	250 - 288	220 – 275	ไม่เกิน 1 mg/L
4. ปริมาณไขมัน (mg/L)	5,600	1,000 - 2,700	11,230	ไม่เกิน 50 mg/L
5. ค่า COD (mg/L)	127.26	127 - 128	140-150	ไม่เกิน 400 mg/L

หมายเหตุ * โรงงาน ก

** มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม (กรมควบคุมมลพิษ)

สำหรับคุณภาพน้ำทิ้งที่เกิดจากระบวนการผลิตมะพร้าวขาวในขั้นตอนการล้างเนื้อมะพร้าวขาวด้วยน้ำผสมคลอรีน พบว่า คุณภาพน้ำทิ้งที่ผสมคลอรีน ทั้ง 2 โรงงาน มีค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่า COD ไม่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง แต่สำหรับปริมาณของแข็ง คลอรีน และ ไขมัน สูงเกินมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งกำหนด จำเป็นต้องผ่านกระบวนการบำบัดก่อนปล่อยทิ้งลงสู่สิ่งแวดล้อม ดังตารางที่ 4.9

4.2.2.3 การสร้างข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด (CT-options)

จากการควบคุมมลสาร และการทราบแหล่งกำเนิด/สาเหตุของการเกิดของเหลือทิ้ง สามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในขั้นตอนการสร้างข้อเสนอ CT เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดการสูญเสียของผลผลิต และลดการปลดปล่อยของเหลือทิ้ง ได้ข้อเสนอ CT สำหรับการผลิตมะพร้าวขาวทั้ง 2 โรงงาน ประกอบด้วย ประเด็นปัญหาด้านคุณภาพผลิตภัณฑ์และด้านสิ่งแวดล้อม สาเหตุและแนวทางแก้ไข สำหรับการผลิตมะพร้าวขาวของโรงงาน ก และ โรงงาน ข ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 แสดงประเด็นปัญหาด้านคุณภาพผลิตภัณฑ์และน้ำทิ้งจากการกระบวนการผลิต รวมทั้งสาเหตุและแนวทางแก้ไขสำหรับการผลิตมะพร้าวขาวของโรงงาน ก และโรงงาน ข

ประเด็นปัญหา	โรงงาน ก (ระดับชุมชน)				โรงงาน ข (ระดับอุตสาหกรรม)			
	ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข	ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข	แนวทางแก้ไข	
1. วัตถุดิบ	เกิดมะพร้าวเสีย 5%	ขาดการจัดการและการจัดลำดับการรับซื้อ มะพร้าวสด	เพิ่มการจัดการและการจัดลำดับการรับซื้อ โดย “First in – First out”	มะพร้าวเสีย 1-3%	-	-	-	
2. คุณภาพมะพร้าวขาว 2.1 ด้านสี	เนื้อมะพร้าวขาวมีสีเหลือง	- เวลาที่ใช้ในการแช่น้ำ นานเกินไป เกิด Oxidation ของ เนื้อ มะพร้าวขาวในส่วนที่แช่พื้นน้ำ	- แช่น้ำ ให้ท่วมเนื้อ มะพร้าวขาว โดยปรับสัดส่วนน้ำต่อเนื้อมะพร้าว ขาวให้เหมาะสม	เนื้อมะพร้าวขาวมีสี เขียวคล้ำ	- เวลาที่ใช้ในการแช่น้ำ นานเกินไป เกิด Oxidation ของ เนื้อ มะพร้าวขาวในส่วนที่แช่ พื้นน้ำ	- แช่น้ำ ให้ท่วมเนื้อ มะพร้าวขาว โดยปรับ สัดส่วนน้ำต่อเนื้อมะพร้าว ขาวให้เหมาะสม	-	
3. น้ำทิ้งจากการผลิต 3.1 ปริมาณน้ำทิ้ง	ปริมาณน้ำทิ้งสูง	- การล้างมะพร้าวขาวโดย เครื่องล้าง ซึ่งน้ำจะถูก ปลดทิ้งตลอดเวลา - การแช่/ล้างน้ำผสม คลอรีน ซึ่งไม่มีการ ควบคุมปริมาณสัดส่วน ระหว่างน้ำผสมคลอรีน กับมะพร้าวขาวที่แน่นอน	- ทำระบบนำวน เพื่อนำ น้ำกลับมาใช้ล้างมะพร้าว ขาวใหม่ - ติดตั้ง วาล์วควบคุม ปริมาณน้ำ	ปริมาณน้ำทิ้งสูง	- การล้างทำความสะอาด เครื่องจักรและพื้นห้อง กะเทาะและชุดผิว เครื่อง ล้างเนื้อมะพร้าวขาว และ รอยรกรกบนมะพร้าวขาว โดยให้สายยางฉีดน้ำ	- ปรับเปลี่ยนหัวฉีดทำ ความสะอาดเป็นหัวฉีด แรงดัน เพื่อประหยัดน้ำ	-	

ตารางที่ 4.10 แสดงประเด็นปัญหาด้านคุณภาพผลิตภัณฑ์และน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต รวมทั้งสาเหตุและแนวทางแก้ไขสำหรับการผลิตมะพร้าวขาวของโรงงาน ก และ โรงงาน ข (ต่อ)

ประเด็นปัญหา	โรงงาน ก (ระดับชุมชน)			โรงงาน ข (ระดับอุตสาหกรรม)		
	ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข	ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข
3.2 คุณภาพน้ำทิ้ง	น้ำทิ้งมีปริมาณไขมันปนเป็นสูงเกินมาตรฐานน้ำทิ้ง	แรงกระแทกจากเครื่องล้างต่อมะพร้าวขาวในขั้นตอนการล้างมะพร้าวขาวโดยเครื่องล้าง	- ปรับลดความเร็วรอบของการหมุนของเครื่องล้าง และลดระดับความสูงของการตกจากเครื่องล้างของมะพร้าวขาว - มีปัดกั๊ไขมันก่อนทิ้งลงบ่อรวม	น้ำทิ้งมีปริมาณไขมันปนเป็นสูงเกินมาตรฐานน้ำทิ้ง	การล้างเนื้อมะพร้าวขาวโดยเครื่องล้าง ปริมาณน้ำน้อยต่อการล้างมะพร้าวขาวปริมาณมากๆ	- ควรแยกน้ำทิ้งส่วนนี้ออกจากท่อน้ำทิ้งรวม เนื่องจากมีปริมาณไม่มาก ง่ายต่อการจัดการ - ควรมีปัดกั๊ไขมันก่อนทิ้งลงบ่อรวม
	น้ำทิ้งมีปริมาณคลอรีนสูงเกินมาตรฐานน้ำทิ้ง	การใช้คลอรีนที่ความเข้มข้นสูงในขั้นตอนการล้างมะพร้าวขาว	ลดปริมาณของคลอรีนลงร้อยละ 20 ของปริมาณที่ใช้เดิม	น้ำทิ้งมีปริมาณคลอรีนสูงเกินมาตรฐานน้ำทิ้ง	การใช้คลอรีนที่ความเข้มข้นสูงในขั้นตอนการล้างมะพร้าวขาว	ลดปริมาณของคลอรีนลงร้อยละ 20 ของปริมาณที่ใช้เดิม
	น้ำทิ้งมีปริมาณของแข็งสูงเกินมาตรฐานน้ำทิ้ง	แรงกระแทกของเครื่องล้างมะพร้าวขาว ทำให้มีกากตะกอนของเนื้อมะพร้าวขาวปนเป็น	- ควรแยกน้ำทิ้งส่วนนี้ออกจากท่อน้ำทิ้งรวม และมีปัดกั๊ตะกอนแยกก่อนทิ้งลงบ่อรวม	น้ำทิ้งมีปริมาณของแข็งสูงเกินมาตรฐานน้ำทิ้ง	การล้างเนื้อมะพร้าวขาวโดยเครื่องล้าง ปริมาณน้ำน้อยต่อการล้างมะพร้าวขาวปริมาณมากๆ	- ควรแยกน้ำทิ้งส่วนนี้ออกจากท่อน้ำทิ้งรวม เนื่องจากมีปริมาณไม่มาก ง่ายต่อการจัดการ - ควรมีปัดกั๊ตะกอนแยกก่อนทิ้งลงบ่อรวม

4.2.2.4 การคัดเลือกข้อเสนอ CT

การคัดเลือกข้อเสนอสำหรับนำไปใช้ และการนำข้อเสนอ CT ถ่ายทอดให้กับผู้ประกอบการเพื่อนำไปปฏิบัติ โดยมีหลักการพิจารณา 3 ประการ ได้แก่ ความเป็นไปได้ทางเทคนิคหรือความเหมาะสมในการนำไปปฏิบัติ ความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์ และความเหมาะสมด้านสิ่งแวดล้อม

การคัดเลือกข้อเสนอการจัดทำเทคโนโลยีสะอาดสำหรับใช้ในการศึกษาความเป็นไปได้ต่อไป ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 แสดงข้อเสนอการจัดทำเทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิตมะพร้าวขาวของโรงงาน ก และโรงงาน ข

ข้อเสนอ การจัดทำเทคโนโลยีสะอาด	โรงงาน ก (ระดับชุมชน)	โรงงาน ข (ระดับอุตสาหกรรม)
1. การจัดการวัตถุดิบและสารเคมี	<ul style="list-style-type: none"> การจัดการและการจัดลำดับการรับซื้อวัตถุดิบ โดยระบบ “First in – First out” 	-
	<ul style="list-style-type: none"> การลดปริมาณการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรด์ (NaOCl) ในขั้นตอนการแช่หรือล้างเนื้อมะพร้าวขาวในน้ำผสมคลอรีน 	<ul style="list-style-type: none"> การลดปริมาณการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรด์ (NaOCl) ในขั้นตอนการแช่หรือล้างเนื้อมะพร้าวขาวในน้ำผสมคลอรีน
2. การปรับเปลี่ยนเทคโนโลยี	<ul style="list-style-type: none"> การปรับลดความเร็วรอบของการหมุนของเครื่องล้างมะพร้าวขาว 	<ul style="list-style-type: none"> การใช้หัวฉีดน้ำแรงดันสูงแทนสายยาง
	<ul style="list-style-type: none"> การติดตั้งวาล์วควบคุมปริมาณน้ำในบ่อสำหรับแช่มะพร้าวขาว 	-
3. วิธีการผลิต/การจัดการ	<ul style="list-style-type: none"> การแช่เนื้อมะพร้าวขาว โดยแช่ในน้ำไม่เกิน 1 ชม. และแช่ให้น้ำท่วมเนื้อมะพร้าวขาว 	<ul style="list-style-type: none"> การแช่เนื้อมะพร้าวขาว โดยแช่ในน้ำไม่เกิน 1 ชม. และแช่ให้น้ำท่วมเนื้อมะพร้าวขาว
	<ul style="list-style-type: none"> การแยกท่อน้ำทิ้งระหว่างขั้นตอนการล้างทำความสะอาดเครื่องมือ/พื้น กับขั้นตอนการล้างทำความสะอาดมะพร้าวขาว และขั้นตอนการแช่หรือล้างเนื้อมะพร้าวขาวในน้ำผสมคลอรีน 	<ul style="list-style-type: none"> การแยกท่อน้ำทิ้งระหว่างขั้นตอนการล้างทำความสะอาดเครื่องมือ/พื้น กับขั้นตอนการล้างทำความสะอาดมะพร้าวขาว และขั้นตอนการแช่หรือล้างเนื้อมะพร้าวขาวในน้ำผสมคลอรีน

ตารางที่ 4.11 แสดงข้อเสนอการจัดทำเทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิตมะพร้าวขาวของโรงงาน ก และโรงงาน ข (ต่อ)

ข้อเสนอ การจัดทำเทคโนโลยีสะอาด	โรงงาน ก (ระดับชุมชน)	โรงงาน ข (ระดับอุตสาหกรรม)
3. วิธีการผลิต/การจัดการ	<ul style="list-style-type: none"> การติดตั้งบ่อดักตะกอนและไขมันของน้ำทิ้งจากขั้นตอนการแช่และล้างเนื้อมะพร้าวขาวก่อนปล่อยทิ้งลงบ่อรวม 	<ul style="list-style-type: none"> การติดตั้งบ่อดักตะกอนและไขมันของน้ำทิ้งจากขั้นตอนการแช่และล้างเนื้อมะพร้าวขาวก่อนปล่อยทิ้งลงบ่อรวม
4. การใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ	<ul style="list-style-type: none"> มะพร้าวเสีย และเนื้อมะพร้าวขาวที่มีสีเหลืองหรือสีเขียวคล้ำ นำไปผลิตเป็นมะพร้าวแห้ง 	<ul style="list-style-type: none"> มะพร้าวเสีย และเนื้อมะพร้าวขาวที่มีสีเหลืองหรือสีเขียวคล้ำ นำไปผลิตเป็นมะพร้าวแห้ง

การศึกษาความเป็นไปได้เบื้องต้น มีดังนี้

- 1) ทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดในการจัดการวัตถุดิบ ได้เลือกข้อเสนอการปรับเปลี่ยนเทคนิคการจัดลำดับการรับซื้อวัตถุดิบ โดยอาศัยระบบ “First in – First out” ในการปรับปรุง
- 2) ทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดในการแช่เนื้อมะพร้าวขาว ได้เลือกข้อเสนอการปรับเปลี่ยนเทคนิคการปรับปริมาณน้ำที่ใช้แช่ให้น้ำท่วมเนื้อมะพร้าวขาวในการปรับปรุง
- 3) ทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดในการล้างเนื้อมะพร้าวขาว ได้เลือกข้อเสนอการปรับเปลี่ยนเทคนิคการลดปริมาณการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรด์ (NaOCl 10%) ลงร้อยละ 20 ของปริมาณที่ใช้เดิมในการปรับปรุง
- 4) ทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดในการล้างทำความสะอาดเครื่องจักร อุปกรณ์ พื้นโรงงาน และรถบรรทุกมะพร้าวขาว ได้เลือกข้อเสนอการปรับเปลี่ยนเทคนิคการใช้หัวฉีดน้ำแรงดันสูงแทนสายยางในการปรับปรุง

การประเมินละเอียดถึงการศึกษาความเป็นไปได้ โดยมีหลักการพิจารณา 3 ประการ ได้แก่ ความเป็นไปได้ทางเทคนิคหรือความเหมาะสมในการนำไปปฏิบัติ ความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์ และความเหมาะสมด้านสิ่งแวดล้อม ตามรายละเอียดดังนี้



1) การประเมินความเป็นไปได้ทางเทคนิค

ข้อเสนอการจัดทำเทคโนโลยีสะอาด	ผลที่คาดว่าจะได้รับ
1. การจัดการวัตถุดิบ ระบบ “First in – First out”	ลดปริมาณมะพร้าวเสียลง 2-4%
2. การแช่เนื้อมะพร้าวขาวในน้ำที่ท่วมถึง	ลดปริมาณมะพร้าวขาวมีสีเหลืองหรือเขียว 0.3-0.5%
3. การล้างเนื้อมะพร้าวขาวในน้ำผสมคลอรีนที่ลดปริมาณการใช้คลอรีนลง 20%	ลดปริมาณการใช้คลอรีนลง 20% โดยคุณภาพมะพร้าวขาวไม่เปลี่ยนแปลง
4. การใช้หัวฉีดน้ำแรงดันสูงแทนสายยางฉีดน้ำ	ลดปริมาณการใช้น้ำในการล้างทำความสะอาด 95%

หมายเหตุ โรงงานผลิตมะพร้าวขาว กำลังการผลิต 10 ตันต่อวัน

2) การประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ (วิธีการคำนวณ แสดงในภาคผนวก ก)

ข้อเสนอการจัดทำเทคโนโลยีสะอาด	เงินลงทุน (บาท)	ประหยัด (บาท/ปี)	ระยะเวลากินทุน
1. การจัดการวัตถุดิบ ระบบ “First in – First out”	0	1,500,000	0
2. การแช่เนื้อมะพร้าวขาวในน้ำที่ท่วมถึง	0	225,000	0
3. การล้างเนื้อมะพร้าวขาวในน้ำผสมคลอรีนที่ลดปริมาณการใช้คลอรีนลง 20%	0	24,000	0
4. การใช้หัวฉีดน้ำแรงดันสูงแทนสายยางฉีดน้ำ	4,500	93,783	1 เดือน

หมายเหตุ โรงงานผลิตมะพร้าวขาว กำลังการผลิต 10 ตันต่อวัน

3) การประเมินความเป็นไปได้ทางด้านสิ่งแวดล้อม

ข้อเสนอการจัดทำเทคโนโลยีสะอาด	ผลหลังการปรับปรุง			
	การใช้สารเคมี (กิโลกรัม)	การใช้น้ำ (ลิตร)	น้ำเสีย (ลิตร)	มะพร้าวเสีย (กิโลกรัม)
1. การจัดการวัตถุดิบ ระบบ “First in – First out”	0	0	0	- 200-400
2. การแช่เนื้อมะพร้าวขาวในน้ำที่ท่วมถึง	0	0	0	- 30-50
3. การล้างเนื้อมะพร้าวขาวในน้ำผสมคลอรีนที่ลดปริมาณการใช้คลอรีนลง 20%	- 16	0	0	0
4. การใช้หัวฉีดน้ำแรงดันสูงแทนสายยางฉีดน้ำ	0	- 29,915	- 29,915	0

หมายเหตุ โรงงานผลิตมะพร้าวขาว กำลังการผลิต 10 ตันต่อวัน

สรุปผลการตรวจประเมินข้อเสนอการจัดทำเทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิตมะพร้าวขาว และผลตอบแทนทางการเงิน ตลอดจนผลการลดของเสียที่คาดว่าจะได้รับจากการปรับปรุง ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 แสดงข้อเสนอการจัดทำเทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิตมะพร้าวขาว และผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ ตลอดจนผลการลดการใช้ทรัพยากรและของเสีย

ข้อเสนอการจัดทำเทคโนโลยีสะอาด	เศรษฐศาสตร์	ผลการลดลงของการใช้ทรัพยากรและของเสีย
1. การจัดการวัตถุดิบ ระบบ “First in – First out”	S=1,500,000 บาท/ปี I=0	ลดมะพร้าวเสีย 200-400 กก./10 ต้นของมะพร้าวขาว หรือ 2-4%
2. การแช่เนื้อมะพร้าวขาวในน้ำที่ท่วมถึง	S=225,000 บาท/ปี I=0	ลดมะพร้าวขาวมีสีเหลืองหรือเขียวคล้ำลง 30-50 กก./10 ต้นของมะพร้าวขาว หรือ 0.3-0.5%
3. การล้างเนื้อมะพร้าวขาวในน้ำผสมคลอรีนที่ลดปริมาณการใช้คลอรีนลง 20%	S=24,000 บาท/ปี I=0	ลดปริมาณคลอรีน 16 กก./10 ต้นของมะพร้าวขาว หรือ 20%
4. การใช้หัวฉีดน้ำแรงดันสูงแทนสายยางฉีดน้ำ	S= 93,783 บาท/ปี I= 4,500 บาท P= 1 เดือน	ลดปริมาณน้ำใช้ 29,915 ลิตร/10 ต้นของมะพร้าวขาว หรือ 95%

หมายเหตุ S = saving (เงินที่ประหยัดได้)

I = investment (เงินลงทุน)

P = pay back period (ระยะเวลาคืนทุน)

4.2.3 การนำเสนอ CT ผู้ประกอบการ

โดยการนำเสนอการจัดทำเทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิตมะพร้าวขาวถ่ายทอดให้กับผู้ประกอบการเพื่อนำไปปฏิบัติและปรับใช้กับโรงงานต่อไป