

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



245852



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก ปีงบประมาณ 2553

การจัดการและการใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือทิ้งในกระบวนการแปรรูปมะพร้าวขาว จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

Management and utilization of wastes from white flesh coconut processing in Prachuap Khirikhan province

เสนอ

เครือข่ายวิจัยอุดมศึกษาภาคกลางตอนล่าง

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา



คณะวิจัย

ผศ.ดร.สุดาร์ตน์ ตรีเพชรกุล (ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย)

ดร.แสงชัย เอกประทุมชัย

นายทรงพล คุณศรีสุข

นางสาวกนกวรรณ พันธุ์ดี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ดร.ศิริวรรณ แดงฉ่ำ

นางสาวศศิธร ภูสุวรรณวิจิตร

นายธีรวุฒิ ลาภตระกุล

กันยายน 2554

๖๐๐๒๖๑๕๕๗

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



245852



บทคัดย่อ

245852

จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เป็นแหล่งผลิตมะพร้าวมากที่สุดของประเทศไทย ประมาณ 0.53 ล้านตันต่อปี หรือ ร้อยละ 35 ของผลผลิตมะพร้าวทั้งประเทศ จากวิฤตลาดมะพร้าวของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งมีทั้งการจำหน่ายมะพร้าวผลทั้งลูก การผลิตน้ำมันมะพร้าว และการแปรรูปต่างๆ พบว่า สัดส่วนของการแปรรูปมะพร้าวขาวมีมากที่สุด ร้อยละ 36 ของปริมาณมะพร้าวทั้งหมดของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ในการดำเนินการของผู้ประกอบการมะพร้าวขาวประสบปัญหา 2 ด้านหลัก คือ การควบคุมคุณภาพเนื้อมะพร้าวขาวให้ได้มาตรฐานก่อนส่งถึงผู้รับซื้อผลผลิต และการจัดการวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปมะพร้าวขาวในส่วนที่ยังไม่ถูกนำไปใช้ประโยชน์ ได้แก่ ขุยมะพร้าว และ น้ำมะพร้าว เป็นต้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการจัดการการแปรรูปมะพร้าวขาวเพื่อลดการสูญเสียของผลผลิต และลดการปลดปล่อยของเสียจากกระบวนการแปรรูปมะพร้าวขาว ของโรงงานแปรรูปมะพร้าวขาว อำเภอทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และการใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปมะพร้าวขาว เพื่อการทำเครื่องคั่มเพื่อสุขภาพจากน้ำมะพร้าวแก่ และปุยน้ำสกัดจากปุยหมักขุยมะพร้าว

จากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาด (Cleaner Technology; CT) ในกระบวนการผลิตมะพร้าวขาวของโรงงานแปรรูปมะพร้าวขาวระดับชุมชน (ก) และ ระดับอุตสาหกรรม (ข) กำลังการผลิต 10 ตันต่อวัน พบว่า ค่าใช้จ่ายหลักในกระบวนการ คือ วัตถุดิบ (มะพร้าว) คิดเป็นร้อยละ 99 ของค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตทั้งหมด ส่วนของเหลือทิ้งหลักประเภทของแข็งได้แก่ เปลือกมะพร้าวประมาณ 6.3 ตันต่อ 10 ตันมะพร้าวขาว และ กะลามะพร้าว ประมาณ 5.14 ตันต่อ 10 ตันมะพร้าวขาว และของเหลว ได้แก่ น้ำทิ้งประมาณ 45,120 และ 32,990 ลิตรต่อ 10 ตันมะพร้าวขาว และน้ำทิ้งปนเปื้อนคลอรีน ประมาณ 12,880 และ 2,010 ลิตรต่อ 10 ตันมะพร้าวขาว สำหรับโรงงาน ก และ ข ตามลำดับ สำหรับของเหลือทิ้งจากเนื้อมะพร้าวเสียและการเกิดสีเหลืองของเนื้อมะพร้าวขาวแม้จะมีปริมาณน้อยแต่ก็เป็นปัญหาด้านคุณภาพของผลผลิตที่ทางโรงงานยังให้ความสนใจ ข้อเสนอแนะการจัดการจัดทำเทคโนโลยีสะอาด คือ (1) การจัดลำดับการรับซื้อวัตถุดิบโดยระบบ “First in – First out” สามารถลดปริมาณการเกิดมะพร้าวเสียลงได้ ร้อยละ 4 ของปริมาณการผลิตมะพร้าวขาวต่อวัน หรือคิดเป็นเงิน 1,500,000 บาทต่อปี (2) การแช่เนื้อมะพร้าวขาวในสภาพที่น้ำท่วมเนื้อมะพร้าวขาว สามารถลดปริมาณการเกิดสีเหลืองในเนื้อมะพร้าวขาวได้ ร้อยละ 0.5 ของปริมาณการผลิตมะพร้าวขาวต่อวัน หรือคิดเป็นเงิน 225,000 บาทต่อปี (3) การลดปริมาณการใช้คลอรีนในขั้นตอนการล้างเนื้อมะพร้าวขาวด้วยน้ำผสมคลอรีนลง ประมาณร้อยละ 20 ของปริมาณที่ใช้เดิม หรือคิดเป็นเงิน 24,000 บาทต่อปี และ (4) การใช้หัวฉีดน้ำแรงดันสูงแทนสายยางฉีดน้ำในขั้นตอนการล้างทำความสะอาดเครื่องจักรและพื้น โรงงาน สามารถลดปริมาณการใช้น้ำได้ ประมาณร้อยละ 95 ของปริมาณการใช้น้ำทั้งหมดต่อวัน หรือคิดเป็นเงิน 93,783 บาทต่อปี

น้ำมะพร้าวแก่มีสารอาหารพวกน้ำตาลและธาตุอาหารต่างๆ อยู่มาก โดยเฉพาะโพแทสเซียม ในกระบวนการแปรรูปมะพร้าวขาวมีน้ำมะพร้าวแก่เหลือทิ้ง ประมาณ 4,200-6,860 ลิตรต่อ 10 ตันมะพร้าวขาว การศึกษานี้จึงได้นำน้ำมะพร้าวแก่มาใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่าด้วยการพัฒนาการผลิตเครื่องดื่มน้ำเพื่อสุขภาพจากน้ำมะพร้าว จากการคัดเลือกหัวเชื้อจุลินทรีย์เพื่อใช้ในการผลิตเครื่องดื่มน้ำเพื่อสุขภาพ 4 ชนิด ได้แก่ *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus delbrueckii* และหัวเชื้อจากนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม พบว่า *L. acidophilus* และ *L. casei* มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นหัวเชื้อในการผลิต เนื่องจากหัวเชื้อทั้ง 2 ชนิดมีการเจริญเติบโตและการอยู่รอดสูงกว่า *L. delbrueckii* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตามหัวเชื้อจุลินทรีย์ *L. acidophilus* และ *L. casei* ที่เตรียมในสภาพที่แยกอาหารเลี้ยงเชื้อออกก่อนเติมลงในน้ำมะพร้าวแก่ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการศึกษามีค่าความเป็นกรด-ด่างและปริมาณกรดแลคติกเข้าสู่เกณฑ์มาตรฐานน้ำหมักพืชของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2547) และมาตรฐานนมเปรี้ยวของกระทรวงสาธารณสุข (2548) นาน 3 วัน ซึ่งใช้เวลาก่อนข้างนานไม่เหมาะแก่การนำไปผลิตเพื่อจำหน่าย เพื่อที่จะลดระยะเวลาในการหมักควรมีการเติมสารอาหารอื่นเพิ่มลงในวัตถุดิบตั้งต้นให้มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ต่อไป

นอกจากนี้ในการศึกษานี้สนใจเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวในด้านการป้องกันโรคพืช โดยการนำไปทำปุ๋ยน้ำสกัดแบบให้อากาศ ชุดควบคุมไม่มีการเติมกากน้ำตาล (ชุดทดลองที่ 1) และชุดทดลองมีการเติมกากน้ำตาล (ชุดทดลองที่ 2) หมักเป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง ผลการศึกษา พบว่า การนำปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวมาหมักร่วมกับกากน้ำตาล ที่ระยะเวลาการบ่มอย่างน้อย 12-48 ชั่วโมง ช่วยเพิ่มปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด แลคติกแอซิดแบคทีเรีย รา และ แอคติโนมัยซีส นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มปริมาณกรดอินทรีย์ในปุ๋ยน้ำสกัด ปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว ทั้งในชุดควบคุม (ชุดทดลองที่ 1) และชุดทดลองที่ 2 สามารถยับยั้งการเจริญเส้นใยของเชื้อราก่อโรคในกลุ่ม *Colletotrichum capsici* และ *Colletotrichum gloeosporioides* ได้ ปุ๋ยน้ำสกัดที่ 24 ชั่วโมงของการหมักของชุดทดลองที่ 2 มีประสิทธิภาพการยับยั้ง *C. capsici* และ *C. gloeosporioides* สูงสุดคือ ร้อยละ 98 ซึ่งสูงกว่าชุดทดลองที่ 1 (ร้อยละ 39) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

กล่าวโดยสรุป ในการจัดการกระบวนการแปรรูปมะพร้าวขาวโดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดช่วยลดการสูญเสียของผลผลิต ลดการปลดปล่อยของเหลือทิ้ง และลดปริมาณการใช้ทรัพยากรในกระบวนการผลิตมะพร้าวขาว นอกจากนี้ของเหลือใช้กระบวนการผลิต ได้แก่ น้ำมะพร้าวแก่มีศักยภาพในการนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำเพื่อสุขภาพ แต่จำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตในเชิงการค้าต่อไป ส่วนการผลิตปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวนับได้ว่าเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชีวอินทรีย์ อย่างไรก็ตามควรมีการทดสอบการใช้กับพืชในระดับภาคสนามต่อไป

คำสำคัญ กระบวนการแปรรูปมะพร้าวขาว/เทคโนโลยีสะอาด (CT) /น้ำมะพร้าวแก่/ขุยมะพร้าว/เครื่องดื่มน้ำเพื่อสุขภาพ /ปุ๋ยน้ำสกัด

Abstract

245852

Prachuap Khirikhan province is the largest coconut producer in Thailand, approximately 0.53 million tons per year or 35 percent of coconut produced nationwide. Studies on coconut market chain including whole coconut sale, virgin coconut oil production and others indicated that the white flesh coconut processing accounts for 36% of total coconut produced in Prachuap Khirikhan province. White flesh coconut manufacturers encountered 2 main problems which are quality control of coconut white produced and management of by-product derived from the manufacturing process. Objectives of this study are management of white flesh coconut production process to reduce yield losses and amount of waste discharged and utilization of by-product to produce health drink and compost tea from mature coconut water and coir pith compost, respectively.

Results on CT implementation to the white flesh coconut manufacturing of two producers, community (A) and industrial (B) scale, with the production capacity of 10 tons per day, indicated that the major expense of the process is raw materials (coconut), 99 % of total costs of the manufacturing process. The principal solid by-product are coconut peel and coconut shell, approximately 6.3 and 5.14 tons a day whereas the major liquid by-product is wastewater, 45,120 and 32,990 liters, and chlorine contaminated wastewater, e.g., 12,880 and 2,010 liters, for the community and industrial scale factories, respectively. Even though the quantity of wastes, rotten white flesh coconut meat and yellowing of white flesh coconut meat is small, the factory owners are attentive in solving these problems. Results on CT implementation suggested that (i) an application of the “first in-first out” concept to raw material management led to a reduction of coconut losses by 4% of the white flesh coconut produced per day, in other words, 1.5 million baht per year, (ii) complete submersion of the white flesh coconut resulted in a decrease in yellowing of white flesh coconut of approximately 0.5% of the white flesh coconut produced a day, or 225,000 baht per year, (iii) Reduction of chlorine employed in the white flesh coconut cleaning process by approximately 20% of the amount originally used led to a saving of 24,000 baht per year and (iv) utilization of high pressure water nozzle instead of hose nozzle for cleaning the machines and factory floor lowered water consumption by 95% of the total water normally employed per day, or 93,783 baht saving per year.

Mature coconut juice, the waste from the coconut processing industries containing high sugar trace elements, potassium in particular, is generally discarded into the nearby area causing environmental pollution. Large amount of mature coconut water produced approximately 4,200-6860 liters daily was utilized as raw material for producing health drink. Results indicated that among 4

inocula adopted, namely, *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. delbreueckii* and ready-made drinking yogurt, *L. acidophilus* and *L. casei* yielded better growth as well as higher survivability than those obtained with *L. delbreueckii* statistically significant ($p < 0.05$). Mature coconut juice qualities, fermented with *L. acidophilus* and *L. casei* by removal of cultivating medium prior to inoculation, expressed in terms of pH and lactic acid conformed well with fermented milk and plant bioextract standard specified by the Ministry of Public Health of Thailand (2005) and Thai Industrial Standards Institute (2004) within 3 days of fermentation. This long fermentation time is nonetheless not suitable for commercial production of the health drink therefore the raw material should be supplemented appropriate nutrients to ensure higher growth of probiotics and, at the same time, better qualities.

Additionally, this study aimed at improving the anti-plant pathogenic quality of coir pith compost by producing aerobically the coir pith compost tea with molasses addition (Treatment 1, control) and without molasses addition (Treatment 2) for a period of 72 hours. Result revealed that fermentation of coir pith compost together with molasses for 12-48 hours enhanced the total counts of total bacteria, lactic acid bacteria, mold and actinomycetes and led to an increase in the concentration of organic acids present in the achieved compost tea. At 24 hours post fermentation, compost tea prepared yielded higher inhibitory activity expressed as inhibitory zone against *Colletotrichum capsici* and *C. gloeosporioides* than that obtained with control, approximately 98 and 39 %, respectively.

In conclusion, CT implementation on white flesh coconut manufacturing process led to reduction of (i) product yield losses, (ii) uneconomical resource utilization and (iii) amount of waste discharged from the process as well as alleviating the yellowing of white flesh coconut. In addition, this study proposed to add value to the both mature coconut water and coir pith compost by producing health drink and coir pith compost tea. However, in order for both products to be commercially realized, further studies on optimization and field trial must be conducted.

Keywords: White Flesh Coconut Manufacturing Process/Cleaner Technology (CT)/Mature coconut juice/Coir pith/ Health drink / Compost tea

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ นายโชติ เงินแท่ง และ บริษัท เทพผดุงพรอุตสาหกรรมเกษตร จำกัด ผู้ประกอบการผลิตมะพร้าวขาว ในพื้นที่ตำบลทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ที่ให้ข้อมูล สนับสนุน ด้านวัตถุดิบ และอำนวยความสะดวกด้านสถานที่สำหรับการสำรวจกระบวนการผลิตมะพร้าวขาวทุก ขั้นตอนอย่างละเอียด

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์วิเคราะห์ของตัวอย่างมะพร้าวขาว

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่หน่วยงานในสังกัดของคณะผู้วิจัยทุกคน ประกอบด้วย คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี และสถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่อำนวยความสะดวกและสนับสนุนให้การดำเนินงานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) ภายใต้การบริหารของเครือข่ายวิจัยอุดมศึกษาภาคกลางตอนล่าง ที่ได้จัดสรรทุนอุดหนุนการวิจัย “โครงการวิจัยและนวัตกรรม เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก ประจำปีงบประมาณ 2553” และที่ช่วยประสานงานตลอดการดำเนินงานวิจัย

สารบัญเรื่อง

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญเรื่อง	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญรูป	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ความคาดหวังหรือผลประโยชน์ที่จะได้รับเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ	2
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร	3
2.1 กระบวนการแปรรูปมะพร้าวขาว	3
2.2 การใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปมะพร้าวขาว	4
2.3 การทำปุ๋ยน้ำสกัด (Compost teas)	8
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	14
3.1 การใช้เทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการแปรรูปมะพร้าวขาว	14
3.1.1 การตรวจประเมินเบื้องต้น (Pre assessment)	14
3.1.2 การตรวจประเมินละเอียด (Detail assessment)	14
3.1.3 การนำข้อเสนอ CT ผู้ประกอบการ	15
3.2 การพัฒนาการผลิตเครื่องคั้นเพื่อสุขภาพจากน้ำมะพร้าว	15
3.2.1 วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการศึกษา	15
3.2.2 การเตรียมวัตถุดิบ	15
3.2.3 การศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำมะพร้าวแก่	16
3.2.4 การศึกษาผลของชนิดหัวเชื้อจุลินทรีย์ต่อระยะเวลาในการหมักและคุณภาพของเครื่องคั้นเพื่อสุขภาพจากน้ำมะพร้าวแก่	16
3.2.5 การศึกษาผลของวิธีการเตรียมหัวเชื้อต่อคุณภาพของเครื่องคั้นเพื่อสุขภาพจากน้ำมะพร้าวแก่	16
3.2.6 วิธีวิเคราะห์	17
3.2.7 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ	17

สารบัญเรื่อง (ต่อ)

	หน้า
3.3 การทำปุ๋ยน้ำสกัด (Compost tea) จากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว	17
3.3.1 การเตรียมปุ๋ยหมักจากขุยมะพร้าว	17
3.3.2 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพของปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว	18
3.3.3 การศึกษาผลของการเติมกากน้ำตาลต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของ ปุ๋ยน้ำสกัด (Compost teas)	18
บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัย	20
4.1 การใช้เทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการแปรรูปมะพร้าวขาว	20
4.1.1 กลุ่มเป้าหมายและพื้นที่ศึกษา	20
4.1.2 ผลการตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิตมะพร้าวขาว	20
4.1.2.1 การตรวจประเมินเบื้องต้น (Pre assessment)	20
4.1.2.2 ผลการตรวจประเมินละเอียด (Detail assessment)	29
4.1.2.3 การนำข้อเสนอ CT สู่ผู้ประกอบการ	42
4.2 การพัฒนาการผลิตเครื่องคั้มเพื่อสุขภาพจากน้ำมะพร้าว	43
4.2.1 สมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำมะพร้าวแก่	43
4.2.2 ผลของชนิดหัวเชื้อจุลินทรีย์ต่อระยะเวลาในการหมักและคุณภาพของเครื่องคั้มเพื่อสุขภาพจากน้ำมะพร้าวแก่	43
4.2.3 การศึกษาผลของวิธีการเตรียมหัวเชื้อต่อคุณภาพของเครื่องคั้มเพื่อสุขภาพจากน้ำมะพร้าวแก่	48
4.2.4 การเผยแพร่ผลงานวิจัย	51
4.3 การทำปุ๋ยน้ำสกัด (Compost tea) จากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว	52
4.3.1 สมบัติของปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว	52
4.3.2 การศึกษาความเป็นไปได้ในการทำปุ๋ยน้ำสกัด (Compost tea) จากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว	53
4.3.3 อิทธิพลของกากน้ำตาลต่อคุณภาพของปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว	54
4.3.4 คุณภาพของปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว	63
4.3.5 การยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค	65
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินการวิจัยและข้อเสนอแนะ	66
5.1 สรุปผลการดำเนินการวิจัย	66
5.2 ข้อเสนอแนะ	68

สารบัญเรื่อง (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม	69
ภาคผนวก	76
ภาคผนวก ก วิธีการคำนวณ	77
ภาคผนวก ข การลงพื้นที่ดำเนินการ ณ โรงงานผลิตมะพร้าวขาว จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	79
ภาคผนวก ค การเผยแพร่ผลงานวิจัย เรื่อง Preliminary screening of appropriate probiotic bacteria for producing Health drink from mature coconut juice	80

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบของน้ำมะพร้าวแก่และน้ำมะพร้าวอ่อน	5
ตารางที่ 2.2 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของขุยมะพร้าว	7
ตารางที่ 4.1 แสดงรายละเอียดของกระบวนการผลิตมะพร้าวขาวของโรงงาน ก และ โรงงาน ข	23
ตารางที่ 4.2 (ก) แสดงประเภทวัตถุดิบที่ป้อนเข้า ผลิตภัณฑ์ พลังงาน และของเหลือทิ้งจากระบบของ โรงงาน ก	23
ตารางที่ 4.2 (ข) แสดงประเภทวัตถุดิบที่ป้อนเข้า ผลิตภัณฑ์ พลังงาน และของเหลือทิ้งจากระบบของ โรงงาน ข	23
ตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณการใช้วัตถุดิบ สารเคมี น้ำ และพลังงานจากการผลิตมะพร้าวขาว	25
ตารางที่ 4.4 แสดงชนิดและปริมาณของเหลือทิ้งจากการผลิตมะพร้าวขาวของโรงงาน ก และ โรงงาน ข	26
ตารางที่ 4.5 การจัดลำดับความสำคัญของปัญหาสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตมะพร้าวขาว ของโรงงาน ก และ โรงงาน ข	28
ตารางที่ 4.6 แสดงค่าสีของตัวอย่างเนื้อมะพร้าวขาวสดใหม่และที่แช่น้ำก่อนนำไปแช่น้ำผสม คลอรีน	32
ตารางที่ 4.7 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณคลอรีนในเนื้อมะพร้าวขาวของโรงงาน ก และ โรงงาน ข	34
ตารางที่ 4.8 แสดงปริมาณน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตมะพร้าวขาวของโรงงาน ก และ โรงงาน ข	34
ตารางที่ 4.9 แสดงคุณภาพน้ำที่จากขั้นตอนการล้างและการแช่น้ำผสมคลอรีนในการผลิต มะพร้าวขาว	35
ตารางที่ 4.10 แสดงประเด็นปัญหาด้านคุณภาพผลิตภัณฑ์และน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต รวมทั้ง สาเหตุและแนวทางแก้ไขสำหรับการผลิตมะพร้าวขาวของโรงงาน ก และ โรงงาน ข	37
ตารางที่ 4.11 แสดงข้อเสนอการจัดทำเทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิตมะพร้าวขาวของ โรงงาน ก และ โรงงาน ข	39
ตารางที่ 4.12 แสดงข้อเสนอการจัดทำเทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิตมะพร้าวขาว และ ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ ตลอดจนผลการลดการใช้ทรัพยากรและของเสีย	42
ตารางที่ 4.13 แสดงสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำมะพร้าว	43
ตารางที่ 4.14 การเปรียบเทียบคุณภาพของเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากน้ำมะพร้าวแก่ที่ใช้หัว เชื้อจุลินทรีย์ต่างชนิดกันกับมาตรฐาน	46

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4.15 อัตราการเหลือรอดของแบคทีเรียกรดแลคติกในน้ำมะพร้าวแก่เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 2 สัปดาห์	48
ตารางที่ 4.16 การเปรียบเทียบคุณภาพของเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากน้ำมะพร้าวแก่ที่ใช้หัวเชื้อ <i>L. acidophilus</i> และ <i>L. casei</i> เป็นหัวเชื้อกับมาตรฐาน	51
ตารางที่ 4.17 สมบัติของปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว	52
ตารางที่ 4.18 สมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว (ไม่เติมกากน้ำตาล)	54
ตารางที่ 4.19 สมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว (เปรียบเทียบผลของการเติมกากน้ำตาล)	64
ตารางที่ 5.1 แสดงข้อเสนอการจัดทำเทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิตมะพร้าวขาว ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ และผลการลดการใช้ทรัพยากรและของเสีย	66

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของมะพร้าวผล	3
รูปที่ 2.2 กระบวนการแปรรูปมะพร้าวขาวและการเกิดวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปมะพร้าวขาว	4
รูปที่ 4.1 (ก) แผนผังกระบวนการผลิตมะพร้าวขาวของโรงงาน ก (ระดับชุมชน)	21
รูปที่ 4.1 (ข) แผนผังกระบวนการผลิตมะพร้าวขาวของโรงงาน ข (ระดับอุตสาหกรรม)	22
รูปที่ 4.2 สัดส่วนค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตมะพร้าวขาว (ก) โรงงาน ก และ (ข) โรงงาน ข	26
รูปที่ 4.3 แสดงสมมูลมวลสารของกระบวนการผลิตมะพร้าวขาวของโรงงาน ก (ก) และ โรงงาน ข (ข)	30
รูปที่ 4.4 การรับซื้อและการจัดการวัตถุดิบของโรงงานผลิตมะพร้าวขาว โรงงาน ก (ก) และ โรงงาน ข (ข)	31
รูปที่ 4.5 ลักษณะการเสียหายของมะพร้าว	31
รูปที่ 4.6 แสดงลักษณะสีของเนื้อมะพร้าวขาว (ก) มะพร้าวขาวของโรงงาน ก แช่น้ำ นาน 4-6 ชม. และ (ข) มะพร้าวขาวของโรงงาน ข แช่น้ำ นาน 5-6 ชม.	32
รูปที่ 4.7 ลักษณะการเตรียมน้ำผสมคลอรีนและการล้างมะพร้าวขาวของโรงงาน ก (ก) และ โรงงาน ข (ข)	33
รูปที่ 4.8 ลักษณะการทำงานของเครื่องล้างมะพร้าวขาว	35
รูปที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-ด่างและปริมาณกรดแลคติกในระหว่างกระบวนการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากน้ำมะพร้าวแก่	45
รูปที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลงของแบคทีเรียกรดแลคติกในระหว่างการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากน้ำมะพร้าวแก่	45
รูปที่ 4.11 การอยู่รอดของแบคทีเรียกรดแลคติกในระหว่างการเก็บรักษาเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากน้ำมะพร้าวแก่ที่อุณหภูมิ 4°C	47
รูปที่ 4.12 การเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-ด่างและปริมาณกรดแลคติกในระหว่างกระบวนการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากน้ำมะพร้าวแก่	49
รูปที่ 4.13 การเปลี่ยนแปลงของแบคทีเรียกรดแลคติกในระหว่างการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากน้ำมะพร้าวแก่	50
รูปที่ 4.14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar) ในระหว่างการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากน้ำมะพร้าวแก่	50

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.15 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ในระหว่างการทำปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว	56
รูปที่ 4.16 การเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้า (EC) ในระหว่างการทำปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว	56
รูปที่ 4.17 การเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน (Nitrogen; A), ฟอสฟอรัส (Phosphorus; B) และ โพแทสเซียม (Potassium; C) ในระหว่างการทำปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว	58
รูปที่ 4.18 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าวที่มีการเติมกากน้ำตาลร้อยละ 10	59
รูปที่ 4.19 การเปลี่ยนแปลงดัชนีความเป็นพืชต่อพืช (Germination index) ในระหว่างการทำปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว	60
รูปที่ 4.20 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (Total bacteria; A), แลคติกแบคทีเรีย (Lactic acid bacteria; B), เชื้อรา (Fungi; C) และ แอคติโนมัยซีต (Actinomycetes; D) ในระหว่างการทำปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว	62
รูปที่ 4.21 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar) ในระหว่างการทำปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว	63
รูปที่ 4.22 ประสิทธิภาพการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคของปุ๋ยน้ำสกัดจากปุ๋ยหมักขุยมะพร้าว (A) เชื้อ <i>Colletotrichum capsici</i> และ (B) เชื้อ <i>Collectotrichum gloeosporioides</i>	65