รายงานการวิจัย
เรื่อง
แผนงานวิจัยเชิงนวัตกรรมเพื่อเพิ่มมูลค่ามะพร้าวเศรษฐกิจ
Research Program of Innovation for Industrial Coconut

ผศ.ดร.อุดมศักดิ์ กิจทวี
ผศ.ดร.ฐิตินาถ สุคนเขตร์
ผศ.ดร.ฐิตา ฟูเผ่า

มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
2560
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสวนดุสิต

รายงานการวิจัย
เรื่อง
แผนงานวิจัยเชิงนวัตกรรมเพื่อเพิ่มมูลค่ามะพร้าวเศรษฐกิจ
Research Program of Innovation for Industrial Coconut

ผศ.ดร.อุดมศักดิ์ กิจทวี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ผศ.ดร.ฐิตินาถ สุคนเขตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ผศ.ดร.ฐิตา ฟูเผ่า
โรงเรียนการเรือน

มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
2560
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสวนดุสิต
(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณแผ่นดินด้านการวิจัย ปีงบประมาณ 2559)

หัวข้อวิจัย	แผนงานวิจัยเชิงนวัตกรรมเพื่อเพิ่มมูลค่ามะพร้าวเศรษฐกิจ
ผู้ดำเนินการวิจัย	ผศ.ดร.อุดมศักดิ์ กิจทวี
	ผศ.ดร.ฐิตินาถ สุคนเขตร์
	ผศ.ดร.ฐิตา ฟูเผ่า
หน่วยงาน	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
	โรงเรียนการเรือน
	มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
ปี พ.ศ.	2560

แผนงานวิจัยเชิงนวัตกรรมเพื่อเพิ่มมูลค่ามะพร้าวเศรษฐกิจมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมนวัตกรรมมะพร้าวเป็นอาชีพประจำชุมชนอย่างยั่งยืนในสภาวะตลาดสากล มีแนวทางในการดำเนินงานวิจัยในการเพิ่มมูลค่าจากของเสียเหลือทิ้งของการผลิตมะพร้าวแบ่งเป็น 2 ส่วนหลักคือ แปรรูปวัสดุเหลือทิ้งและพัฒนานวัตกรรมจากส่วนเหลือทิ้งของมะพร้าว การแปรรูปวัสดุเหลือทิ้งจากมะพร้าว ในการสังเคราะห์ถ่านกัมมันต์จะเผากะลามะพร้าวที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นกระตุ้นทางเคมีด้วยโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 1 โมลาร์ อัตราส่วนถ่านต่อสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 1:3 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และเผากระตุ้นที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส ที่สภาวะนี้ให้ค่าไอโอดีนนัมเบอร์สูงสุดเท่ากับ 503.45 มิลลิกรัมต่อกรัม ในการนำเส้นใยมะพร้าวมาผลิตแผ่นเส้นใยอัดมะพร้าวผสมต้นธูปฤาษี จะศึกษากระบวนการผลิตแผ่นเส้นอัดและชนิดปริมาณของสารยึดติด อัตราส่วนผสมของแผ่นเส้นใยอัดจากเส้นใยมะพร้าวผสมเส้นใยต้นธูปฤาษีที่อัตราส่วน 50:50 โดยน้ำหนักของเส้นใยแห้ง ทดสอบสมบัติเชิงกายภาพและสมบัติเชิงกล พบว่าสามารถผ่านค่ามาตรฐานกำหนดและสมบัติเชิงความร้อน ค่าการนำความร้อนและความต้านทานความร้อน ตามมาตรฐาน ASTM C 177-2010 การพัฒนานวัตกรรมจากส่วนเหลือทิ้งของมะพร้าวสภาวะที่เหมาะสม คือ ใช้ตัวทำละลายเอทานอล ที่ 95% และตัวทำละลายเฮกเซน โดยใช้อุณหภูมิในการอบแห้งที่ 50 องศาเซลเซียส พบว่า ใยอาหารที่สกัดด้วยเอทานอล ที่ขนาด 500 ไมโครเมตร มีความสามารถในการอุ้มน้ำ และการพองตัวดีที่สุด มีปริมาณเส้นใยถึงร้อยละ 70.54 โดยมีปริมาณไขมันและคาร์โบไฮเดรตที่ลดลงอย่างชัดเจน วัสดุนาโนเซลลูโลสสามารถสกัดได้จากการบดย่อยเปลือกมะพร้าวให้มีลักษณะเป็นผง เทคนิคที่เหมาะสมในการแยกลิกนินออกจากเปลือกมะพร้าวคือการใช้กรดซัลฟิวริคในตัวทำละลายเอทานอลร้อยละ 50 การสกัดนาโนเซลลูโลสโดยใช้การเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสด้วยกรดซัลฟิวริค ซึ่งอนุภาคนาโนเซลลูโลสที่ได้มีทั้งลักษณะผลึกและอสัณฐานทั้งคู่ โดยที่จะมีความเป็นอสัณฐานเพิ่มขึ้นมากกว่าสารตั้งต้น อนุภาคนาโนเซลลูโลสที่ได้มีโครงสร้างอยู่ในช่วงประมาณ 50 นาโนเมตร

Research Title	Research Program of Innovation for Industrial Coconut
Researcher	Assit. Prof. Udomsak Kitthawee
	Assit. Prof. Thitinat Sukonket
	Assit. Prof. Tita Foophow
Organization	Faculty of Science and Technology
	School of Culinary Arts
	Suan Dusit University.
Year	2017

Research program of innovation for industrial coconut aim to promote coconut innovation as a sustainable community career in a global market. There was a guideline for conducting research on increasing the value of waste from coconut production, which was divided into two main categories that were valued waste processing and innovation from coconut residue. Processing of coconut waste was activated carbon synthesis from the coconut shell which heat at 400 ° C for one hour and then chemically activated with 1 molar sodium chloride (1: 3 sodium carbonate solution) for 24 hours and activate heat at 700 ° C. At this state, the maximum iodine number was 503.45 mg / g. Product of coconut fiber sheet mixed with cattail fiber (Typha angustifolia L.) was studied on the production process of compressed sheet and type of adhesive. Composition of mixed sheet was suitable on coconut fiber mixed with cattail fiber at 50:50 by weight of dry fiber. The physical and mechanical properties was found that it was in the standard values such as thermal properties, heat conductivity and heat resistance in accordance with ASTM C 177-2010. Development of innovative coconut residue innovations was used 95% of ethanol solvent and hexane solvents. By using a drying temperature of 50 ° C, it was found that the dietary fiber extracted with ethanol at 500 μm had the maximum both of water absorbtion and swelling. The fiber content was 70.54%, with significantly decreased fat and carbohydrate content. Nano cellulose material can be extracted from the coconut exocarp which was minimized to be powder. The optimum technique for separating lignin from coconut exocarp was to use 50% ethanol in sulfuric acid. The extraction of nano cellulose by hydrolysis was performed. Sulfuric acid Nano cellulose particles were both crystalline and amorphous. By the way, nano cellulose particles was structured in a range of about 50 nm.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ บุคลากรในหลายส่วนที่ให้ความกรุณาให้ความช่วยเหลือทั้งในด้านการให้ข้อมูล ข้อเสนอแนะ คำปรึกษาแนะนำ และความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อโครงการวิจัยทั้ง 2 โครงการและแผนงานวิจัย และขอขอบคุณทุกท่านและหน่วยงานทุกหน่วยงานที่ทางแผนงานวิจัยเข้าไปร่วมใช้พื้นที่และเครื่องมือวิจัยต่างๆ จนโครงงานวิจัยทั้ง 2 โครงงานวิจัย และแผนงานวิจัย เสร็จสิ้นสมบูรณ์ อีกทั้งคณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ทีมวิจัยทั้ง 2 ทีมที่มีความเข้มแข็งและให้ความร่วมมือด้วยดีเสมอมา โดยเฉพาะหัวหน้าโครงการย่อยทั้ง 2 โครงการที่เป็นกำลังสำคัญในการขับเคลื่อนแผนงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ ท้ายที่สุดนี้ แผนงานวิจัยขอขอบพระคุณคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิสำหรับการประเมินงานวิจัย และมหาวิทยาลัยสวนดุสิตที่ช่วยส่งเสริมสนับสนุนในการอุดหนุนการทำวิจัยด้วยดี

คณะผู้วิจัย
2560

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ข
กิตติกรรมประกาศ		ค
สารบัญ		ง
สารบัญตาราง		ฉ
สารบัญภาพ		ช
บทที่ 1	**บทนำ**	1
	ความเป็นมาและความสำคัญ	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
	ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2	**แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	4
	ลักษณะทางพฤกษศาสตร์	5
	ประเภทของมะพร้าว	6
	การเพาะปลูก	7
	การเก็บเกี่ยวมะพร้าว	10
	การเก็บรักษามะพร้าว	10
	การแปรรูปผลิตผลมะพร้าว	11
	ประโยชน์ของมะพร้าว	12
	มะพร้าวน้ำหอม	12
	การเก็บเกี่ยว	13
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
	กรอบแนวคิดในการวิจัย	19
บทที่ 3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	20
	ประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง	20
	วิธีการดำเนินการวิจัยการแปรรูปวัสดุเหลือทิ้งจากมะพร้าว	20
	วิธีการดำเนินการวิจัยการพัฒนานวัตกรรมจากส่วนเหลือทิ้งของมะพร้าว	21
บทที่ 4	**ผลดำเนินการวิจัย**	22
	4.1 การแปรรูปวัสดุเหลือทิ้งจากมะพร้าว	22

หน้า

4.1.1 ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว 22
4.1.2 แผ่นไม้อัดจากเส้นใยมะพร้าวผสมต้นธูปฤาษี 24
4.2 นวัตกรรมจากส่วนเหลือทิ้งของมะพร้าว 26
4.2.1 ใยอาหารผงจากกากเนื้อมะพร้าว 26
4.2.2 วัสดุนาโนเซลลูโลส 28

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 31
สรุปผลการวิจัย 31
อภิปรายผล 32
ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ 33
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป 34

บรรณานุกรม 35

ประวัติผู้วิจัย 38

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ส่วนประกอบต่างๆ ของเนื้อมะพร้าว	11
4.1	ผลของอุณหภูมิการเผาถ่านชาร์ที่มีผลต่อถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว	22
4.2	ผลของระยะเวลาการดูดซับที่มีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซับตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์โดยใช้ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวที่ปริมาณถ่านกัมมันต์ 10 กรัม	23
4.3	ผลของระยะเวลาการดูดซับที่มีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซับแคดเมียมในน้ำเสียสังเคราะห์โดยใช้ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวที่ปริมาณถ่านกัมมันต์ 10 กรัม	23
4.4	ผลการเปรียบเทียบสมบัติเชิงกายภาพกับมาตรฐานกำหนดเชิงพาณิชย์ของแผ่นเส้นใยอัดมะพร้าวผสมต้นธูปฤาษี	25
4.5	ผลการเปรียบเทียบสมบัติเชิงกลกับมาตรฐานกำหนดเชิงพาณิชย์ของแผ่นเส้นใยอัดมะพร้าวผสมต้นธูปฤาษี	25
4.6	การเปรียบเทียบสมบัติเชิงความร้อนของแผ่นเส้นใยอัดมะพร้าวผสมต้นธูปฤาษี	25
4.7	คุณค่าทางโภชนาการของกากเนื้อมะพร้าวจากอุตสาหกรรม	26
4.8	คุณสมบัติของใยอาหารที่สกัดโดยตัวทำละลายเฮกเซลและเอทานอล ที่อุณหภูมิในการอบแห้งที่แตกต่างกัน	27
4.9	คุณสมบัติเชิงหน้าที่ของใยอาหารที่สกัดโดยใช้เอทานอล ที่ขนาดของใยอาหารที่แตกต่างกัน	27

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แหล่งปลูกมะพร้าวในประเทศไทย	4
2.2	แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย	19
4.1	ลักษณะแผ่นเส้นใยอัด	24
4.2	ลักษณะผงเปลือกมะพร้าวเมื่อทำการลดขนาดแล้ว	28
4.3	กราฟ FTIR ATR ของเปลือกมะพร้าวที่ได้จากสกัดลิกนินออกแล้ว (บน) กราฟสารมาตรฐานเส้นใยไมโครเซลลูโลส (ล่าง)	29
4.4	ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลกตอนแบบส่องกราดของสารตัวอย่างนาโนเซลลูโลสที่ทำการสกัดได้ ที่กำลังขยายหนึ่งแสนเท่า	29
4.5	กราฟ FTIR ATR ของสารตัวอย่างนาโนเซลลูโลสที่สกัดได้ (บน) และกราฟสารมาตรฐานผงเซลลูโลส (ล่าง)	30

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

มะพร้าวถือเป็นพืชในวงศ์ปาล์ม มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Cocos nucifera* L. สถานการณ์มะพร้าวในประเทศไทย จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2559) พบว่ามีพื้นที่การผลิตมะพร้าว และผลผลิตมะพร้าวของประเทศไทยลดลงในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา โดยมีสาเหตุมาจากปัญหาภัยแล้ง แมลงศัตรูพืชระบาด รวมถึงผลตอบแทนที่เกษตรกรได้รับน้อยลง จึงไม่มีแรงจูงใจให้เกษตรกรขยายพื้นที่ปลูก หากพิจารณาแนวโน้มการบริโภคมะพร้าวผลและเนื้อมะพร้าวแห้งภายในประเทศพบว่ามีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ ขณะที่น้ำมันมะพร้าวมีแนวโน้มการบริโภคที่เพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากผู้บริโภคเริ่มให้ความสนใจต่อสุขภาพจึงนิยมสินค้าน้ำมันมะพร้าวเพิ่มมากขึ้น โดยการนำมารับประทานโดยตรงแบบผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร หรือนำมาผสมในอาหาร และใช้เพื่อทาผิวหรือผมสำหรับสถานการณ์ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) ในปี 2557 ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตมะพร้าวอันดับ 9 ของโลก คิดเป็นร้อยละ 1.63 ของผลผลิตมะพร้าวของโลก โดยอันดับหนึ่งคืออินโดนีเซีย คิดเป็นร้อยละ 31.09 ของผลผลิตมะพร้าวของโลก การบริโภคของไทยในภาพรวม ปี 2557 มีการบริโภคภายในประเทศเพียง 0.14 ล้านตันเท่านั้น จากผลผลิตรวม 1.05 ล้านตัน สะท้อนให้เห็นว่าประเทศไทยมีผลผลิตที่สามารถส่งออกได้เป็นจำนวนมาก นำไปใช้แทนนมเป็นอาหารเช้าหรือใช้เป็นส่วนผสม ในการทำเครื่องดื่ม และทำขนมแป้งอบเพิ่มมากขึ้น นอกจากการนำไปใช้ในการทำเครื่องแกง หรือการปรุงอาหารต่างๆ หรือรวมถึงการทำไบโอดีเซลเพื่อเป็นพลังงานทางเลือก ประเทศที่มีการนำเข้ามะพร้าวมากที่สุด คือ สหรัฐอเมริกา เนื่องจากสหรัฐอเมริกาไม่มีการปลูกมะพร้าวเพื่อนำมาผลิตน้ำมันมะพร้าว ทำให้ต้องพึ่งพาการนำเข้าจากต่างประเทศเพื่อนำไปแปรรูปเป็นน้ำมันมะพร้าวสำหรับส่งออก ส่งผลให้ปริมาณการนำเข้าเพิ่มสูงขึ้นมาโดยตลอด ในขณะที่ประเทศไทยก็เริ่มมีการนำเข้ามะพร้าวจากประเทศเพื่อนบ้านมากขึ้น โดยเฉพาะในปี 2554 ที่มีการนำเข้ามากที่สุดจากประเทศอินโดนีเซียเพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนมะพร้าวที่เกิดจากภัยแล้งและแมลงศัตรูพืช การนำเข้าที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้ราคามะพร้าวภายในประเทศตกต่ำลงในปี 2555 จากราคามะพร้าวผลแก่ที่เกษตรกรขายได้ในราคา เฉลี่ยปี 2554 เท่ากับ 13.25 บาทต่อผล เหลือเพียง 6.25 บาทต่อผล ในปี 2555 เนื่องจากโรงงานแปรรูปมะพร้าวทำการกักตุนมะพร้าว ทำให้ผลผลิตมะพร้าวในปี 2555 ล้นตลาด ส่งผลให้ราคามะพร้าวตกต่ำลงเป็นอย่างมากจนภาครัฐต้องออกนโยบายรักษาเสถียรภาพราคามะพร้าวปี 2555 เพื่อช่วยเหลือเกษตรกร

จากการวิเคราะห์สถานการณ์การผลิต พบว่า ประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะผลิตมะพร้าวลดลง ในขณะที่การบริโภค และการใช้มะพร้าวในภาคอุตสาหกรรมมีแนวโน้มที่จะขยายตัวเพิ่มขึ้นทั้งภายในประเทศและทั่วโลก เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตต่อไร่ (Yield) พบว่า ไทยมีสัดส่วนผลผลิตต่อไร่เท่ากับ 899.35 กก./ไร่ ซึ่งสูงกว่าฟิลิปปินส์ (717.61 กก./ไร่) และใกล้เคียงกับอินโดนีเซีย (966.44 กก./ไร่) ซึ่งเป็นผู้ผลิตที่สำคัญของโลก และมีผลผลิตต่อไร่สูงกว่าระดับผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของโลก (835.69 กก./ไร่) อีกด้วย จึงสะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพในการผลิตมะพร้าวของไทยที่มีความทัดเทียม

กับประเทศผู้ส่งออกอื่นๆ การบริโภคทั่วโลกมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะในกลุ่มสหภาพยุโรป 27 ประเทศ ที่มีการบริโภคมะพร้าวเพิ่มมากขึ้น เพื่อนำไปใช้ในการผลิตของภาคอุตสาหกรรมเบเกอรี่ ซึ่งมีสัดส่วนการผลิตมากที่สุดของโลก ในขณะเดียวกันการบริโภคภายในประเทศของไทย นอกจากในอดีตที่มีการใช้มะพร้าวเพื่อบริโภคในครัวเรือนแล้ว ปัจจุบันการใช้มะพร้าวในภาคอุตสาหกรรมมีแนวโน้มการขยายตัวเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะการใช้มะพร้าวในอุตสาหกรรมกะทิสำเร็จรูป ที่มีการใช้ปริมาณมากถึง 800,000 ผล/วัน

ประเด็นปัญหาของไทย คือขีดความสามารถในการแข่งขัน แรงจูงใจการผลิตและการแปรรูป ซึ่งพบว่าความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบของไทยมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากผลผลิตภายในประเทศที่มีจำนวนน้อยลงจนต้องมีการนำเข้ามะพร้าวมากขึ้นซึ่งไม่เป็นผลดีต่อเกษตรกรไทย ถึงแม้ว่าปริมาณการส่งออกของไทยจะเพิ่มสูงขึ้นทั้งในด้านปริมาณและมูลค่าก็ตาม แต่ในอนาคตต้นทุนการผลิตสินค้ามะพร้าวในภาคอุตสาหกรรมจะเพิ่มสูงขึ้น หากประเทศไทยต้องพึ่งพาการนำเข้ามะพร้าวจากต่างประเทศ ดังนั้นคณะผู้วิจัยเชื่อว่า การทำงานแบบบูรณาการนี้จะมีส่วนในการส่งเสริมการผลิต สร้างแรงจูงใจ รายได้ อาชีพ สังคม ให้กับชุมชนโดยนำทรัพยากรธรรมชาติภายในชุมชนมาสร้างอาชีพอย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์หลัก

1. เพื่อส่งเสริมนวัตกรรมมะพร้าวเป็นอาชีพประจำชุมชนอย่างยั่งยืนในสภาวะตลาดสากล

วัตถุประสงค์เฉพาะ

2. เพื่อศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์ถ่านกัมมันต์
3. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตแผ่นใยไม้อัดจากเส้นใยมะพร้าวผสมต้นธูปฤาษี
4. เพิ่มมูลค่าให้กับกากมะพร้าวโดยผลิตเป็นใยอาหาร
5. เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดนาโนเซลลูโลสจากเส้นใยมะพร้าวในส่วนที่เป็นขุยมะพร้าว

ขอบเขตของโครงการวิจัย

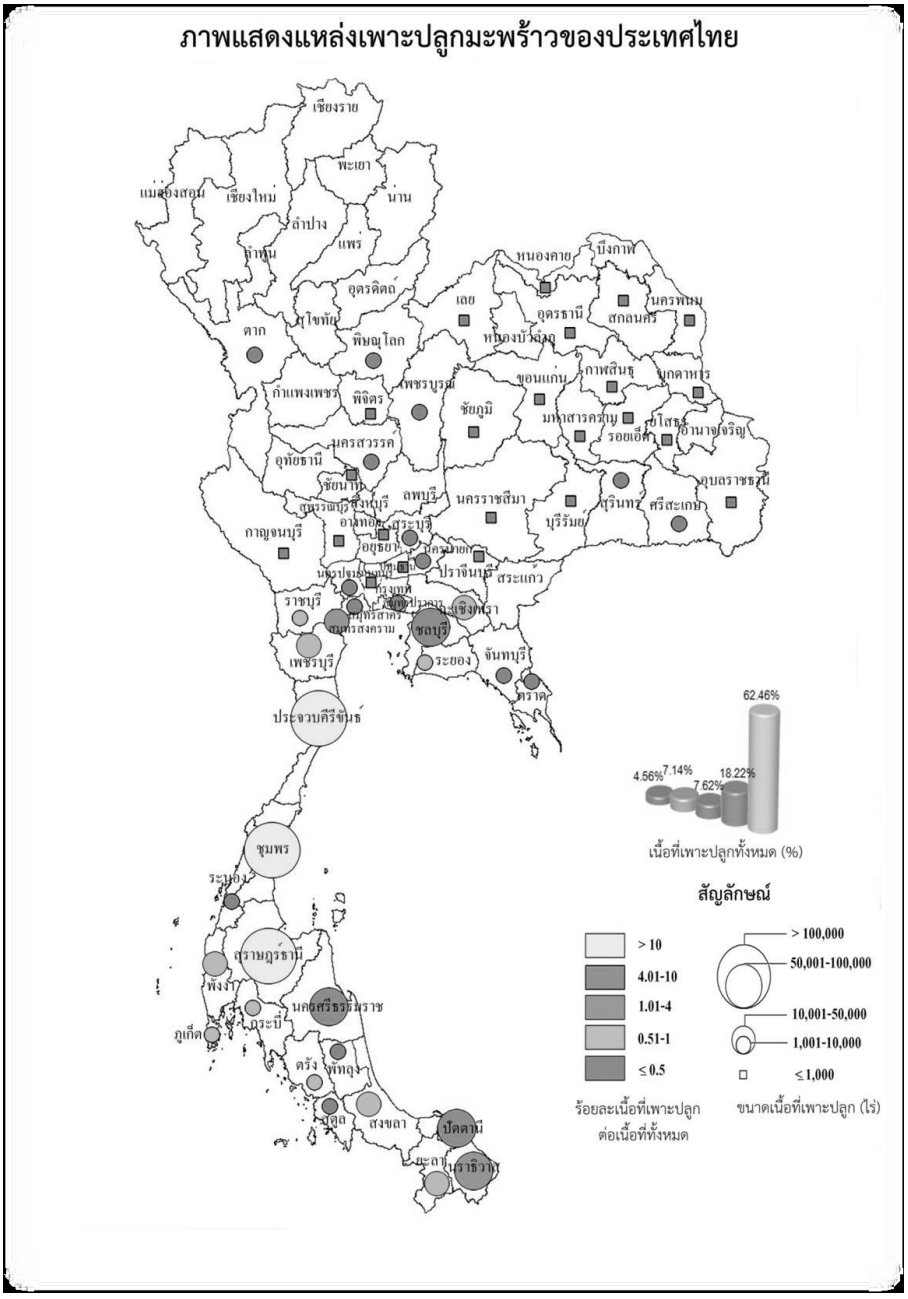
มะพร้าว กากมะพร้าว และเปลือกมะพร้าวที่หาได้ในพื้นที่ภาคกลางตอนล่าง ครอบคลุม 8 จังหวัด กาญจนบุรี นครปฐม ราชบุรี สุพรรณบุรี ประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี สมุทรสาคร และสมุทรสงคราม โดยนำวัสดุเหลือทิ้งมาพัฒนาให้เกิดประโยชน์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากของเสียจากกากมะพร้าวและเปลือกมะพร้าวได้รวมทั้งสร้างมูลค่าเพิ่มโดยเป็นการสร้างนวัตกรรมจากส่วนเหลือทิ้งจากมะพร้าว
2. สร้างนวัตกรรมที่เป็นประโยชน์จากของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตมะพร้าวเศรษฐกิจ

3. ร่วมนำเสนอผลงานทางวิชาการในระดับชาติของหน่วยงานภายนอกมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิตหรือเผยแพร่ข้อมูลงานวิจัยโดยการตีพิมพ์ลงในวารสารวิชาการระดับชาติและนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ โดยจัดส่งรายงานฉบับสมบูรณ์ให้กับห้องสมุดมหาวิทยาลัยต่างๆ เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอน

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง



ภาพที่ 2.1 แหล่งปลูกมะพร้าวในประเทศไทย
ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2559)

มะพร้าว (Coconut) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Cocos nucifera Linn. เป็นพืชยืนต้นใบเลี้ยงเดี่ยวชนิดหนึ่ง อยู่ในตระกูลปาล์ม นอกจากมะพร้าวแล้ว อินทผลัม ปาล์มน้ำมัน ตาลโตนด จาก

หมาก สาคู ลาน และหวาย ต่างก็เป็นพืชที่จัดอยู่ในตระกูลปาล์ม การจำแนกทางอนุกรมวิธานของมะพร้าว (Taxonomic classification) ดังนี้

Class : Angiospermae
Subclass : Monocotyledoneae
Order : Palmales
Family : Palmae
Subfamily : Cocoideae
Tribe : Cocoideae
Genus : Cocos
Species : Nucifera

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ (พร รุ่งแจ้ง, 2541)

มะพร้าวมีระบบรากเป็นรากฝอยแผ่กระจายออกรอบลำต้น มีลำต้นเดี่ยว ไม่แตกแขนง มีรอยแผลจากการหลุดร่วงของใบตลอดลำต้น (สามารถคำนวณอายุของต้นมะพร้าวได้จากรอยแผลนี้ คือ ในหนึ่งปีมะพร้าวจะสร้างใบประมาณ 12-14 ใบ ดังนั้นในหนึ่งปีจะมีรอยแผลที่ลำต้น 12-14 รอยแผล) ลักษณะของใบจะเป็นใบประกอบ ออกอยู่ตามส่วนต่างๆ ของลำต้น ประกอบด้วยก้านทาง มีขนาดใหญ่และยาว และมีใบย่อยบนก้านทางประมาณ 200-250 ใบ ดอกจะออกเป็นช่อ มีทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่ในช่อเดียวกัน ดอกมี 6 กลีบ สีครีมหรือสีเหลืองนวล ไม่มีก้านดอกย่อย สำหรับผลมะพร้าวจะมีขนาดโตเต็มที่หลังจากที่มีการผสมเกสรแล้ว 6 เดือน และหลังจากนั้นอีก 6 เดือน ผลก็จะสุกแก่พร้อมที่จะเก็บเกี่ยว ลักษณะของผลเป็นแบบไฟบรัส ดรูป (Fibrous drupe) เรียกว่า นัท (Nut) มีเปลือก 3 ชั้น คือ เปลือกชั้นนอก (Exocarp) เป็นเส้นใยที่เหนียวและแข็ง เมื่อแก่อาจมีสีเขียว แดง เหลืองหรือน้ำตาล เปลือกชั้นกลาง (Mesocarp) เป็นชั้นที่อยู่ถัดจากเปลือกนอก เข้ามา เป็นชั้นของเส้นใยที่เรียกว่า กาบมะพร้าวมีความหนาประมาณ 4-8 เซนติเมตร เปลือกชั้นใน (Endocarp) เป็นชั้นในสุดที่มีกาบมะพร้าวหุ้มล้อมรอบ เมื่อผลแก่จะมีลักษณะแข็ง สีน้ำตาลดำ ที่เรียกว่ากะลา (Husk or shell) ซึ่งภายในกะลามะพร้าวจะมีเมล็ดมะพร้าว หรือที่เรียกว่า เนื้อมะพร้าว (Endosperm) ประกอบด้วย Seed coat เป็นแผ่นบางๆ สีน้ำตาลคั่นอยู่ระหว่างกะลากับเนื้อมะพร้าว ซึ่ง Seed coat นี้จะติดแน่นกับเนื้อมะพร้าวเนื้อมะพร้าวโดยทั่วไปจะมีความหนาเฉลี่ยประมาณ 1-2 เซนติเมตร สีขาวและมีน้ำมันอยู่มาก

มะพร้าวเป็นพืชยืนต้น ใบมีลักษณะเป็นใบประกอบแบบขนนก ผลส่วนใน (Endocarp) หรือกะลามะพร้าวจะมีรูสีคล้ำอยู่ 3 รู สำหรับงอก ถัดจากผลส่วนในเข้าไปจะเป็นส่วนเนื้อมะพร้าว (Endosperm) ภายในมะพร้าวมีน้ำมะพร้าว ซึ่งเมื่อมะพร้าวแก่ เนื้อมะพร้าวจะดูดเอาน้ำมะพร้าวไปหมด เมื่อขณะที่มะพร้าวยังอ่อน ชั้นเนื้อมะพร้าวภายในผลมีลักษณะบางและอ่อนนุ่ม ภายในมีน้ำมะพร้าว ซึ่งในระยะนี้เรานิยมนำมะพร้าวมารับประทานน้ำและเนื้อ เมื่อมะพร้าวแก่ ซึ่งสังเกตได้จากการที่เปลือกนอกเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ชั้นมะพร้าวก็จะหนาและแข็งขึ้น จนในที่สุดมะพร้าวก็หล่นลงจากต้น

ประเภทของมะพร้าว

มะพร้าวเป็นพืชผสมข้ามพันธุ์ แต่ละต้นจึงไม่เป็นพันธุ์แท้ อาศัยหลักทางการผสมพันธุ์ ที่เป็นไปโดยธรรมชาติ ในเรื่องของการจำแนกพันธุ์มะพร้าวมีผู้จำแนกไว้หลายแบบซึ่งแตกต่างกันไป หลักที่ใช้ในการจำแนกพันธุ์มักจะเป็นขนาดของต้น อายุตกผล และขนาดผล (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547) จากหลักเกณฑ์ทั้ง 3 ประการนี้ ทำให้จำแนกพันธุ์มะพร้าวไทยออกเป็น 2 กลุ่มด้วยกันคือ มะพร้าวพันธุ์ต้นสูง และต้นเตี้ย

มะพร้าวพันธุ์ต้นสูง ลักษณะสำคัญคือ ต้นสูง ออกผลช้า มีสะโพกที่โคนต้น ส่วนมากมะพร้าวที่ปลูกเป็นการค้าในปัจจุบันนี้มักเป็นพันธุ์ต้นสูง พวกนี้มักมีอายุยืน (60-80 ปี หรือมากกว่านั้น) ขึ้นอยู่กับสภาพดิน มักจะต้านทานต่อโรคและแมลงยกเว้นพวกไวรัสที่ทำให้เกิดโรคบางชนิด จะเริ่มติดผลเมื่ออายุประมาณ 8-10 ปีหลังปลูก จัดเป็นพืชผสมข้าม โดยดอกตัวผู้จะเริ่มเปิดก่อนที่ดอกตัวเมียในช่อดอกจะบาน ดังนั้นการผสมเกสรจะเกิดขึ้นก็เมื่อได้รับละอองเกสรจากต้นอื่น ในกลุ่มนี้จะแยกพันธุ์ตามสถานที่ที่มันขึ้นอยู่ หรือลักษณะของผลที่เห็นเด่นชัด เช่น มะพร้าวหัวลิง ทะลายร้อย ปากจกเปลือกหวาน มะพร้าวใหญ่ และมะพร้าวกะโหลก

มะพร้าวพันธุ์ต้นเตี้ย เป็นพันธุ์ออกผลเร็ว ต้นเตี้ยไม่มีสะโพก พันธุ์พวกนี้มักจะติดดอกออกผลในช่วง 3-4 ปีหลังจากปลูก ผลผลิตจะออกเต็มที่ในช่วง 9-10 ปี อายุการให้ผลที่ระดับเศรษฐกิจ อยู่ประมาณ 30-40 ปี พันธุ์ต้นเตี้ยมีหลายพันธุ์ด้วยกัน และมีแนวโน้มว่าเมล็ดที่ได้จะตรงตามพันธุ์ เพราะการแตกของละอองเกสรตัวผู้บางช่วงจะพร้อมกัน การเปิดของดอกตัวเมียในช่อดอกเดียวกัน ดังนั้นจึงเกิดการผสมตัวเองของตัวผู้และตัวเมียในช่อดอกเดียวกัน สีของผลจะมีทั้งสีเหลืองทอง สีเหลืองงาช้าง สีเขียว สำหรับผลของพันธุ์ต้นเตี้ยจะมีทั้งขนาดผลเล็กและผลใหญ่ พันธุ์ผลเล็กที่สุดในกลุ่มนี้คือ Coco Nino ในฟิลิปปินส์ ซึ่งปัจจุบันมีการนำไปปลูกกระจายทั่วไปทุกส่วนของโลก มะพร้าวพันธุ์ต้นเตี้ยได้แก่ มะพร้าวหมูสี หมูสีเขียว ทุ่งเคล็ด หมูสีเหลือง มะพร้าวไฟ ปะทิว มะพร้าวน้ำหอม และนกคุ่ม

มะพร้าวพื้นเมืองที่เกษตรกรปลูกกันมาแต่ดั้งเดิม จะมีลักษณะดีหลายอย่าง เช่น มีขนาดผลค่อนข้างโต และทนทานต่อสภาพอากาศแล้งได้ดี แต่ในวงการอุตสาหกรรมมะพร้าวในปัจจุบันได้มีการพัฒนาทางด้านคุณภาพมะพร้าวเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณเปอร์เซ็นต์น้ำมัน ซึ่งศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร กรมวิชาการเกษตร มีหน้าที่รับผิดชอบด้านวิจัยและพัฒนามะพร้าวได้ผลิตมะพร้าวพันธุ์ลูกผสม ซึ่งได้ผ่านการรับรองพันธุ์ออกมาแล้ว 3 พันธุ์ ดังนี้

1. พันธุ์สวีลูกผสม 1 (Sawi Hybrid No.1) เป็นมะพร้าวพันธุ์ลูกผสมที่เกิดจากการผสมระหว่างมะพร้าวพันธุ์มลายูสีเหลืองต้นเตี้ย x เวสท์อัฟริกันต้นสูง (MYD x WAT) ลักษณะเด่นของมะพร้าวพันธุ์นี้คือมีอายุการตกผลเร็ว สามารถเก็บผลผลิตได้ในปีที่ 5 ผลผลิตเฉลี่ย 2,781 ผลต่อไร่ หรือคิดเป็นน้ำหนักแห้ง 566 กิโลกรัมต่อไร่ จากจำนวนมะพร้าว 22 ต้นต่อไร่ เนื้อมะพร้าวแห้งมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงถึง 64 เปอร์เซ็นต์ จึงเป็นมะพร้าวที่เหมาะสำหรับอุตสาหกรรมน้ำมันมะพร้าวมาก

2. พันธุ์ชุมพรลูกผสม 60-1 (Chumphon Hybrid 60-1) เป็นมะพร้าวลูกผสมที่เกิดจากการผสมระหว่างพันธุ์เวสท์อัฟริกันต้นสูง x ไทยต้นสูง สามารถเก็บผลผลิตได้ในปีที่ 5 หลังจากปลูก ขนาดผลมีตั้งแต่ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ผลผลิตเฉลี่ย 2,257 ผลต่อไร่ หรือคิดเป็นน้ำหนักมะพร้าวแห้งสูงถึง 628 กก.ต่อไร่ เนื้อมะพร้าวแห้งมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง 63 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากขนาดผลของ

มะพร้าวพันธุ์นี้ค่อนข้างโตกว่าพันธุ์สวีลูกผสม 1 จึงสามารถจำหน่ายได้ทั้งผลสดและในรูปมะพร้าวแห้งส่งโรงงานสกัดน้ำมัน มะพร้าวลูกผสมทั้ง 2 พันธุ์ ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์พื้นเมืองเกือบ 2 เท่า กล่าวคือ พันธุ์ไทยให้ผลผลิต 1,084 ผลต่อไร่ คิดเป็นผลผลิตเนื้อมะพร้าวแห้ง 374 กิโลกรัม/ไร่/ปี และมีปริมาณเปอร์เซ็นต์น้ำมัน 59-60 เปอร์เซ็นต์

3. พันธุ์ลูกผสมชุมพร 2 เป็นพันธุ์ลูกผสมระหว่างพันธุ์มลายูสีเหลืองต้นเตี้ย x พันธุ์ไทยต้นสูง ผลขนาดกลางถึงใหญ่ ทำให้สามารถจำหน่ายได้ทั้งรูปผลสดและแปรรูปในอุตสาหกรรมน้ำมัน ลักษณะเด่นคือ ให้ผลเร็ว เริ่มเก็บได้เมื่ออายุ 4 ปีครึ่ง ผลขนาดกลางถึงใหญ่ มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันประมาณ 66% ผลผลิตมะพร้าวแห้ง 207-208 กิโลกรัม/ไร่/ปี เนื้อมะพร้าวแห้งเฉลี่ย 261 กรัม/ผล

การเพาะปลูก

การเตรียมแปลงเพาะ แปลงเพาะควรอยู่กลางแจ้ง ใกล้แหล่งน้ำและมีการระบายน้ำดี ไม่เป็นแหล่งที่เคยมีโรคและแมลงระบาดมาก่อน พื้นแปลงควรเป็นทรายหยาบ เพื่อสะดวกในการเพาะและย้ายกล้า ปราบวัชพืชออกให้หมด ถ้าพื้นดินเป็นดินแข็งควรไถดินลึก 15-20 เซนติเมตร ถ้าแปลงกว้างมาก ควรแบ่งเป็นแปลงย่อย ขนาดกว้างประมาณ 2.50 เมตร ยาวตามความต้องการ เว้นทางเดินระหว่างแปลง 50 เซนติเมตร ในแต่ละแปลงย่อยขุดเป็นร่องลึกประมาณ 10 เซนติเมตร กว้างเท่าขนาดของผลมะพร้าว ยาวตลอด พื้นที่ แต่ละแปลงจะเพาะมะพร้าวได้ 10 แถว

วิธีการเพาะ วางผลมะพร้าวตามแนวนอนลงในร่องที่เตรียมไว้ หันด้านที่ปาดขึ้นข้างบนเรียงไปตามทิศ ทางเดียวกัน ให้แต่ละผลติดกันหรือห่างกันไม่เกิน 5 เซนติเมตร กลบทรายหรือดินให้ส่วนของผลมะพร้าวโผล่พ้นผิวดินประมาณ 1/3 ของผล ถ้าฝนไม่ตก รดน้ำให้ชุ่มอยู่เสมอ โดยสังเกตจากความชื้นตรงบริเวณรอยปาด คอยดูแลกำจัดวัชพืช โรค-แมลงต่าง ๆ หลังจากเพาะแล้วประมาณ 2-3 สัปดาห์หน่อจะเริ่มงอก ในระยะแรก ๆ จะงอกน้อย เมื่อเลย 4 สัปดาห์ไปแล้วหน่อจะงอกมากขึ้น มะพร้าวที่ไม่งอกภายใน 10 สัปดาห์ หรือ 70 วัน ควรคัดทิ้ง หรือนำไปทำมะพร้าวแห้ง เพราะถ้าปล่อยทิ้งไว้ให้งอกก็จะได้หน่อที่ไม่ดี ตามปกติมะพร้าวจะ งอกประมาณร้อยละ 60 ภายใน 10 สัปดาห์ เมื่อหน่อยาวประมาณ 1-3 นิ้ว ควรย้ายลงแปลงชำ ในการค้าจะไม่ย้ายลงแปลงชำทีละน้อย แต่จะรอย้ายพร้อมกันในคราวเดียว ในกรณีที่ทำการเพาะมะพร้าวเป็นจำนวนไม่มากนักอาจทำการเพาะโดยไม่ต้องนำลงแปลงชำ ก็ได้ แต่ในการเพาะจะต้องขยายระยะให้กว้างขึ้น โดยวางผลห่างกันประมาณ 45-50 เซนติเมตร เพื่อให้หน่อเจริญได้ดี จะได้หน่อที่อ้วนและแข็งแรง เมื่อหน่อมีใบประมาณ 4-6 ใบ ก็คัดไป ปลูกได้

วิธีการชำ เตรียมแปลงชำเช่นเดียวกับแปลงเพาะ แปลงชำควรอยู่ใกล้กับแปลงเพาะ เพื่อสะดวกในการขนย้ายหน่อ ถ้าดินไม่ดีให้ใส่ปุ๋ยคอกไร่ละ 24 ปี๊บ (240 กิโลกรัม) หว่านให้ทั่วแปลงแล้วไถกลบ ขุดหลุมขนาดเท่าผลมะพร้าว ระยะระหว่างหลุม 60 เซนติเมตร อาจวางผังการทำแบบสามเหลี่ยมด้านเท่า หรือแบบสี่เหลี่ยมจตุรัสก็ได้ ย้ายหน่อมะพร้าวจากแปลงเพาะลงชำในหลุมให้หน่อตั้งตรง กลบดินหนาประมาณ 2/3 ของผล เพื่อไม่ให้ดินทับส่วนคอของหน่อพันธุ์ ใช้ทางมะพร้าวหรือหญ้าแห้งคลุมแปลง (อาจใช้วัสดุอื่นก็ได้) เพื่อรักษาความชุ่มชื้น ถ้าฝนไม่ตก รดน้ำให้ชุ่มอยู่เสมอ

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม สภาพพื้นดิน พื้นที่ปลูกมะพร้าวในประเทศไทยไม่ควรสูงกว่าระดับน้ำทะเลเกิน 100 เมตร ปลูกได้ตั้งแต่ดินทรายจนถึงดินเหนียวจัด แต่ในดินร่วนจะมีการระบาย

น้ำดีทำให้รากเจริญเติบโตเร็ว หน้าดินควรลึกไม่น้อยกว่า 1 เมตร และน้ำใต้ดินไม่สูง เพราะอาจทำให้เหี่ยวเฉาและผลอ่อนร่วงหล่นได้ ความเป็นกรดเป็นด่างของดินควรอยู่ระหว่าง 6.4 – 7.0 และมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง

สภาพอากาศ ถึงแม้มะพร้าวจะสามารถเจริญเติบโตและให้ผลในสภาพลมฟ้าอากาศแทบทุกประเภท แต่หากจะปลูกเป็นการค้าก็ควรจะเลือกปลูกในสภาพที่มะพร้าวจะให้ผลผลิตสูง ซึ่งสภาพลมฟ้าอากาศที่เหมาะแก่การปลูกมะพร้าวเป็นดังนี้

ฝน มะพร้าวเจริญเติบโตให้ผลผลิตดีเมื่อได้รับน้ำฝนอย่างสม่ำเสมอ 1,500 – 2,000 มิลลิเมตรต่อปีและไม่ควรได้รับน้ำน้อยกว่า 50 มิลลิเมตรติดต่อกันนาน 3 เดือน ผู้ปลูกมะพร้าวในภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จึงนิยมขุดร่องสวนเพื่อให้มะพร้าวมีน้ำหล่อเลี้ยงเพียงพอตลอดปี ทั้งยังช่วยป้องกันน้ำท่วมรากหากฝนตกชุกเป็นเวลานาน

ลม ลมพัดอ่อนๆ จะช่วยให้มะพร้าวเติบโตได้ดีเพราะเพิ่มการคายน้ำและเร่งการดูดธาตุอาหารและน้ำจากดิน ทั้งยังช่วยในการผสมเกสร แต่ถ้าลมแรงเกินไปอาจทำให้ยอดบิดหักและตายได้ มะพร้าวที่ปลูกใหม่จะชะงักการเจริญเนื่องจากรากยังไม่ยึดดินแน่นเท่าที่ควร

แสง มะพร้าวต้องการแสงแดดสม่ำเสมอประมาณ 2,000 ชั่วโมงต่อปี หรือไม่น้อยกว่า 5 ชั่วโมงต่อวัน หากได้รับแสงแดดน้อยมะพร้าวจะไม่ค่อยออกดอกติดผล หรือติดผลแต่เนื้อบาง อุณหภูมิ มะพร้าวเจริญได้ดีในอุณหภูมิเฉลี่ย 27 องศาเซลเซียส จะสูงหรือต่ำกว่าก็ไม่ควรเกิน 7 – 8 องศา และอุณหภูมิไม่ควรเปลี่ยนแปลงอย่างกระทันหัน อุณหภูมิที่ต่ำมากจะกระทบกระเทือนการเจริญและผลผลิต

การเลือกที่ปลูกมะพร้าว หลักทั่วไปในการคัดเลือกที่ปลูกมะพร้าวควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ดินเป็นดินร่วน หรือร่วนปนทราย อุ้มน้ำได้ดี ถ้าเป็นดินเหนียวต้องมีการระบายน้ำดี สภาพดินเป็นกลางหรือเป็นกรดเพียงเล็กน้อย pH ระหว่าง 6-7 หน้าดินมีความลึกไม่น้อยกว่า 1 เมตร ระดับน้ำใต้ดินไม่ควรตื้นกว่า 2 เมตร

ปริมาณน้ำ ควรมีฝนตกไม่น้อยกว่า 1,300 มิลลิเมตร/ปี และตกกระจายสม่ำเสมอแทบทุกเดือน ถ้ามีฝนตกน้อยกว่า 50 มิลลิเมตร/เดือน เป็นเวลานานติดต่อกันเกินกว่า 3 เดือน ผลผลิตจะลดลง หรือไม่ให้ผลเลย

อุณหภูมิ ถ้ามีอุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส ติดต่อกันหลาย ๆ วัน มะพร้าวจะให้ผลน้อย อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ ระหว่าง 27 + 7 องศาเซลเซียส ระดับความสูงของพื้นที่ ถ้าปลูกมะพร้าวในที่ที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลมาก ๆ มะพร้าวจะไม่ค่อย ออกผล การทำสวนเพื่อการค้าควรเป็นที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลไม่เกิน 100 เมตร

แสงแดด มะพร้าวต้องการแสงแดดประมาณวันละ 7 ชั่วโมง ถ้าปลูกมะพร้าวในที่แสงแดดส่อง ไม่ถึง ต้นจะสูงเร็ว และไม่ค่อยออกผลเนื้อในผลก็จะบาง จึงไม่ควรปลูกมะพร้าวในที่ร่มหรือ ปลูกถี่เกินไป

ระยะปลูก ระยะปลูกเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อจำนวนผลผลิตที่จะได้รับถ้าปลูกถี่เกินไปต้นมะพร้าวจะบังร่มกัน ไม่สามารถจะปรุงอาหารได้อย่างเต็มที่ ต้นสูงชะลูด ออกผลไม่ดก แต่ถ้าปลูกห่างกันมาก จะได้จำนวนต้นน้อย ผลผลิตก็น้อย

การเตรียมหลุมปลูก ควรเตรียมหลุมในฤดูแล้ง ขุดหลุมขนาด 50 X 50 X 50 เซนติเมตร แยกดินส่วนบนไว้ต่างหาก ตากหลุมอย่างน้อย 1 สัปดาห์ ถ้ามีปลวกให้เผาเศษไม้ใบไม้แห้งหรือขยะในหลุม อาจจะใช้ยากันปลวกโรยก้นหลุมแทนการเผาก็ได้ ถ้าปลูกมะพร้าวในพื้นที่แห้งแล้ง หรือดินที่ปลูกเป็นทรายจัดให้ใช้กาบมะพร้าวรองก้นหลุมโดยวางกาบมะพร้าวให้ด้านที่มีเส้นใยหงายขึ้นด้านบน วางซ้อนกัน 2-3 ชั้น เพื่อช่วยเก็บความชื้นในดิน ถ้าไม่มีกาบมะพร้าวจะใช้วัสดุอื่นๆ เช่น ฟางข้าว ใบไม้แห้ง หญ้าแห้ง ฯลฯ แทนก็ได้ใส่ดินบนที่ผสมปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักในอัตรา 1:7 รองก้นหลุม ส่วนดินล่างผสมด้วยปุ๋ยร็อคฟอสเฟตหลุมละครึ่งกิโลกรัม (ประมาณ 2 กระป๋องนม) และใส่ฟูราดาน 1 กระป๋องนม เพื่อป้องกันปลวกกินผลพันธุ์มะพร้าว เอาดินใส่ลงในหลุมให้เต็ม ทิ้งไว้จนถึงฤดูปลูก

วิธีการปลูก ควรปลูกในฤดูฝน ขุดดินบนหลุมปลูกที่เตรียมไว้ ให้เป็นหลุมเล็กๆ ขนาดเท่าผลมะพร้าว เอาหน่อที่คัดเลือกแล้วมาตัดรากที่หักช้ำออก ใช้ปูนขาวหรือยากันราทาตรงรอยตัดวางหน่อลงในหลุม ให้หน่อตั้งตรง ตัดหน่อไปในทิศทางเดียวกัน เอาดินกลบอย่างน้อย 2/3 ของผล เพื่อให้พอดีมิดผลมะพร้าว แต่ระวังอย่าให้ดินทับโคนหน่อ เพราะจะทำให้หน่อถูกรัด ต้นจะโตช้า แต่เมื่อมะพร้าวโตขึ้นก็ควรจะกลบดินให้สูงขึ้นเพื่อป้องกันโคนลอย เอาไม้ปักเป็นหลักผูกยึดกับต้นให้แน่น เพื่อป้องกันลมโยก เหยียบดินรอบโคนหน่อให้แน่น ควรทำร่มให้ในระยะแรก เพื่อลดอัตราการตายเนื่องจากถูกแดดจัดเกินไป ในบริเวณที่ปลูกถ้ามีสัตว์เลี้ยง ให้ทำรั้วป้องกันสัตว์มาทำลาย ปลูกมะพร้าวให้ต้นตั้งตรง มัดหลักยึดต้นกันลมโยก ทำร่มบังแดดให้ในระยะแรกหลังปลูก

การใส่ปุ๋ย แม้ว่ามะพร้าวเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ในสภาพดินแทบทุกชนิด แต่ปริมาณผลผลิตนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุอาหารในดิน และสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดิน สภาพความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่เหมาะแก่การปลูกมะพร้าวควรอยู่ในช่วงระหว่าง pH 6-7 การใส่ปุ๋ยให้พอเหมาะแก่ความต้องการของมะพร้าวนั้น ควรได้นำตัวอย่างดินไปเข้าวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการด้วย พบว่าในปีหนึ่งๆ มะพร้าวจะดูดธาตุอาหารไปใช้ ดังนี้

ไนโตรเจน 9.44-14.56 กิโลกรัมต่อไร่

ฟอสฟอรัส 4.32-6.40 กิโลกรัมต่อไร่

โปแตสเซียม 13.60-20.96 กิโลกรัมต่อไร่

ในบรรดาธาตุดังกล่าว โปแตสเซียมมะพร้าวจะดูดไปใช้มากที่สุดประมาณร้อยละ 62 เพื่อนำไปใช้ในการเพิ่มจำนวนผลผลิตของมะพร้าว ชนิดของปุ๋ยที่ใช้ได้ผลและเพิ่มผลผลิตของมะพร้าวได้สูงสุด คือ ปุ๋ยเกรด 13-13-21 และปุ๋ยเกรด 12-12-17-2 แมกนีเซียมซัลเฟต และปุ๋ยหินปูนโดโลไมท์ ในการใช้ปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟต หรือ โดโลไมท์ นั้นให้พิจารณาถึงสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของดินด้วย กล่าวคือ ในสภาพดินที่มีแนวโน้มการเป็นกรดเป็นด่างสูงให้ใช้ปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟต และในสภาพดินที่มีความเป็นกรดเป็นด่างต่ำให้ใช้ปุ๋ยโดโลไมท์ ในการใช้ปุ๋ยโดโลไมท์นั้น ควรให้ก่อนหรือหลังใส่ปุ๋ยเคมี ประมาณ 1 เดือน เพื่อป้องกันการดูดตรึงธาตุอาหารไว้ในดินทำให้มะพร้าวไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ การใส่ปุ๋ยควรใส่ให้สัมพันธ์กับอายุมะพร้าว

วิธีการใส่ปุ๋ยฤดูที่เหมาะที่สุดที่จะใส่ปุ๋ยให้มะพร้าว คือ ในช่วงต้นและปลายฤดูฝน ในช่วงนี้มีความชื้นเพียงพอที่จะช่วยละลายปุ๋ย และรากของมะพร้าวกำลังเจริญเติบโตเต็มที่สามารถดูดปุ๋ยไปใช้ได้ดี การหว่านปุ๋ยจากการศึกษาพบว่า รากมะพร้าวที่สามารถดูดปุ๋ยได้ดีอยู่บริเวณติดกับลำต้นและอยู่ห่างจากลำต้นภายในรัศมี 2 เมตร ดังนั้นการใส่ปุ๋ยจึงควรโรยหรือหว่านปุ๋ยตั้งแต่โคนต้นไปจนถึง 2

เมตร โดยรอบแต่ถ้าเป็นมะพร้าวที่ยังเล็กอยู่ควรหว่านปุ๋ยใกล้โคนมะพร้าวเพราะรากยังน้อย หลังจากหว่านปุ๋ยแล้วควรพรวนดินตื้นๆ ลึกประมาณ 10-15 เซนติเมตร เพื่อให้ปุ๋ยได้คลุกเคล้ากับดินและป้องกันการชะล้างนั่นเอง

การเพิ่มปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยพืชสด ประเทศที่อยู่ในเขตร้อนเช่น ประเทศไทย อินทรียวัตถุในดินส่วนมากมีน้อยและมีการสลายตัวเร็ว เพราะมีฝนตกชุกและอุณหภูมิสูงพวกแบคทีเรียในดินจะเจริญเติบโตได้ดีคอยย่อยและทำลายพวกอินทรียวัตถุได้อย่างรวดเร็ว อินทรียวัตถุจะเป็นตัวช่วยให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์และสภาพทางฟิสิกส์ของดินดีขึ้น ทำให้ดินร่วนซุย การระบายน้ำ ระบายอากาศได้ดี รากของมะพร้าวสามารถชอนไชไปหาอาหารได้อย่างกว้างขวาง การเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดินสามารถกระทำได้หลายแบบ เช่น การใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก หรือปุ๋ยพืชสด เช่น ปอเทือง แล้วทำการไถกลบ หรือใช้วิธีการเลี้ยงสัตว์ในสวนมะพร้าวก็ได้

อายุต้น

มะพร้าวพันธุ์ต้นเตี้ย พันธุ์พวกนี้มักจะติดดอกออกผลในช่วง 3-4 ปีหลังจากปลูก ผลผลิตจะออกเต็มที่ในช่วง 9-10 ปี อายุการให้ผลที่ระดับเศรษฐกิจ อยู่ประมาณ 30-40 ปี

มะพร้าวพันธุ์ต้นสูง พวกนี้มักมีอายุยืน (60-80 ปี หรือมากกว่านั้น) ขึ้นอยู่กับสภาพดิน มักจะต้านทานต่อโรคและแมลงยกเว้นพวกไวรัสที่ทำให้เกิดโรคบางชนิด จะเริ่มติดผล เมื่ออายุประมาณ 8-10 ปีหลังปลูก

การเก็บเกี่ยวมะพร้าว (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547)

มะพร้าวออกดอกโดยเฉลี่ยปีละ 12 จั่น ถ้าได้รับการดูแลดีจะติดผลทุกจั่น ได้ผลผลิตเดือนละ 1 ครั้ง มะพร้าวให้ผลผลิตน้อยระหว่างเดือนธันวาคมถึงมีนาคม ต่อจากนั้นจะเก็บมะพร้าวได้มากขึ้นเรื่อยๆ ช่วงที่เก็บผลได้มากที่สุดช่วงเดือนสิงหาคมถึงกันยายน ผลมะพร้าวเริ่มแก่เมื่ออายุประมาณ 11-12 เดือน เกษตรกรนิยมสอยมะพร้าวทุกๆ 45-60 วัน โดยนิยมใช้ไม้ไผ่ลำยาวๆ ที่มีตะขอผูกติดปลายลำ ใช้ตะขอเกี่ยวทะลายที่มีผลแก่แล้วดึงกระตุกให้ผลหลุดลงมา แต่ถ้ามะพร้าวสูงมาก มักใช้ลิงในการเก็บแทน

อายุผลในการเก็บเกี่ยว

การพิจารณาอายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของมะพร้าว พิจารณาได้จากปัจจัยดังต่อไปนี้

1) อายุของผลมะพร้าวเริ่มแก่เมื่ออายุประมาณ 11 เดือน จนอายุ 12 เดือนหลังจากดอกเพศเมียพร้อมผสมพันธุ์ 50% ผลก็จะแก่เต็มที่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์

2) สีของผิวเปลือก เมื่อผลมะพร้าวเริ่มแก่สีของผิวเปลือกจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหรือสีก้ามปู

3) ปริมาณน้ำในผล เมื่อผลมะพร้าวเริ่มแก่ปริมาณน้ำในผลจะน้อยลง ดังนั้นเมื่อเขย่าผลจะได้ยินเสียงน้ำมะพร้าวคลอน

การเก็บรักษามะพร้าว

มะพร้าวที่ยังไม่ปอกเปลือกจะสามารถเก็บไว้ได้นาน 45 วัน โดยควรกองมะพร้าวไว้ในโรงเรือนที่มีหลังคากันแดดกันฝน

การแปรรูปผลิตผลมะพร้าว

เก็บรักษาผลิตผลมะพร้าวอีกรูปแบบหนึ่ง ได้แก่ การนำเนื้อมะพร้าวแก่มาแปรรูปเป็นเนื้อมะพร้าวแห้ง และกะทิ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การแปรรูปเนื้อมะพร้าวแห้งชาวสวนมะพร้าวมักจะนำมะพร้าวที่มีขนาดเล็กที่ขายไม่ได้ราคามาผ่าเป็น 2 ซีก นำไปตากแดดจนเนื้อหลุดออกจากกะลามะพร้าวจากนั้นจะนำเนื้อมะพร้าวตากแดดจนแห้งดีจึงเก็บบรรจุกระสอบ เก็บไว้ในโรงเก็บเพื่อรอจำหน่ายต่อไป ในช่วงที่ฝนตกไม่มีแดดชาวสวนจะนำมะพร้าวที่ผ่าซีกแล้วผิงไฟแทนการตากแดด จนเนื้อมะพร้าวแห้งดีจึงเก็บวางไว้ในที่ร่มที่ไม่ถูกแดดถูกฝนหรือรอจำหน่ายต่อไป เนื้อมะพร้าวแห้งจัดจะเก็บรักษาไว้ ได้นานยิ่งขึ้นถ้าหมั่นนำออกผึ่งแดด

2. การแปรรูปกะทิ คนไทยนำเนื้อมะพร้าวที่ขูดเป็นฝอยมาคั้นกะทินำไปปรุงอาหารคาวหวาน ปัจจุบันมี วิทยาการการเก็บรักษาน้ำกะทิได้รับการพัฒนาและสามารถเก็บรักษากะทิได้ 3 รูปแบบคือ

2.1 กะทิพาสเจอร์ไรส์ โดยนำกะทิผ่านความร้อนไม่ถึง 70 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที จากนั้นบรรจุลง ถุงปิดสนิท เก็บไว้ได้นาน 7 วัน

2.2 กะทิสะเตอริไรซ์ น้ำกะทิให้ได้รับความร้อน 155 องศาเซลเซียส นาน 45 นาที ความร้อนระดับนี้ สามารถทำลายเอ็นไซม์และจุลินทรีย์ได้ บรรจุในกระป๋องเก็บรักษาได้นาน 2 ปี แต่ความสดจะลดลง

2.3 กะทิยูเอชที เป็นการนำกะทิผ่านความร้อนสูงกว่า 140 องศาเซลเซียส ภายในเวลาเพียง 4 นาที เอ็นไซม์และจุลินทรีย์จะถูกทำลาย แต่ยังคงความสดได้ เพราะเวลาในการผ่านความร้อนสั้นมาก หลังจากนั้นจึงบรรจุ ในกล่องกระดาษเคลือบ ซึ่งผ่านระบบปลอดเชื้อ วิธีนี้สามารถเก็บกล่องกะทิไว้ในสภาพอุณหภูมิธรรมดาโดยไม่เสียเป็น เวลานาน 1 ปี

ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบต่างๆ ของเนื้อมะพร้าว

ส่วนประกอบของมะพร้าว	ความชื้น (%)	น้ำมัน (%)	โปรตีน (%)	เถ้า (%)	กาก (%)	คาร์โบไฮเดรต (%)
เนื้อมะพร้าว (fresh meat) ซึ่งปอกผิวดำออกแล้ว	52.2	31.5	3.2	1	2.9	9.2
กะทิ (milk) ซึ่งบีบด้วยเครื่อง Hydraulic press	60.1	29.7	3.2	1.1	-	5.9
หางกะทิ (skimmed milk) ซึ่งแยกออกจากกะทิ	82.8	0.3	1.7	1	-	14.1
กาก (cake) หลังจากบีบกะทิออกแล้ว	35.4	38.5	3.2	0.9	7.1	14.9
กากหลังทำแห้งแล้วสกัดด้วย petroleumether	-	4.2	11.1	2.8	24.8	57.1

ที่มา: มาลี ชิ้มศรีสกุล (2546)

ประโยชน์ของมะพร้าว

1. น้ำมะพร้าว ใช้เป็นเครื่องดื่มเกลือแร่ได้ เนื่องจากอุดมไปด้วยโพแทสเซียม นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติปลอดเชื้อโรค และเป็นสารละลายไอโซโทนิก ซึ่งด้วยเหตุนี้จึงสามารถนำน้ำมะพร้าวไปใช้ฉีดเข้าหลอดเลือดเวน ในผู้ป่วยที่มีอาการขาดน้ำหรือปริมาณเลือดลดผิดปกติได้ น้ำมะพร้าวสามารถนำไปทำ วุ้นมะพร้าว ได้โดยการเจือกรดอ่อนเล็กน้อยลงในน้ำมะพร้าว

2. เนื้อมะพร้าวแก่ นำไปทำกะทิได้ โดยการขูดเนื้อในเป็นเศษเล็ก ๆ แล้วบีบเอาน้ำกะทิออก โดยเนื้อมะพร้าวมีองค์ประกอบทางเคมีดังตารางที่ 2.1

3. กากมะพร้าว ที่เหลือจากการคั้นกะทิ ยังสามารถนำไปทำเป็นอาหารสัตว์ได้

4. ยอดอ่อนของมะพร้าว หรือเรียกอีกชื่อว่า หัวใจมะพร้าว (coconut's heart) สามารถนำไปใช้ทำอาหารได้ ซึ่งยอดอ่อนมีราคาแพงมาก เพราะการเก็บยอดอ่อนทำให้ต้นมะพร้าวตาย ด้วยเหตุนี้จึงมักเรียกยำยอดอ่อนมะพร้าวว่า "สลัดเจ้าสัว" (millionaire's salad)

5. ใยมะพร้าว นำไปใช้ยัดฟูก ทำเสื่อ หรือนำไปใช้ในการเกษตร

6. น้ำมันมะพร้าว ได้จากการบีบหรือต้มกากมะพร้าวบด นำไปใช้ในการปรุงอาหารหรือนำไปทำเครื่องสำอางก็ได้ และในปัจจุบันยังมีการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันมะพร้าวอีกด้วย

7. กะลามะพร้าว นำไปใช้ทำสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ เช่น กระบวย โคมไฟ กระดุม ซออู้ ฯลฯ

8. ก้านใบ หรือ ทางมะพร้าว ใช้ทำไม้กวาดทางมะพร้าว

9. จั่นมะพร้าว (ช่อดอกมะพร้าว) ให้น้ำตาล

10. จาวมะพร้าว ใช้นำมาเป็นอาหารได้ ในจาวมะพร้าวมีฮอร์โมนออกซิน และฮอร์โมนอื่นๆ แต่ มี ฮอร์โมนออกซินปริมาณมากที่สุด ซึ่งเมื่อนำไปคั้น และนำน้ำที่ได้จากจาวมะพร้าว ไปรดต้นพืช จะช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชได้

มะพร้าวน้ำหอม (กรมวิชาการเกษตร, 2552)

ชื่อท้องถิ่น: มะพร้าวน้ำหอม
ชื่อสามัญ: PALMAE
ชื่อวิทยาศาสตร์: Cocos nucifera Linn
ชื่อวงศ์: PALMAE

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นพืชยืนต้น ใบมีลักษณะเป็นใบประกอบแบบขนนก ผล จุดเด่น คือ น้ำมะพร้าวมีกลิ่นหอมและรสหวานจึงเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกเป็นการค้ามากที่สุด ในบรรดามะพร้าวที่ปลูกเพื่อขายผลอ่อน เป็นมะพร้าวที่ให้ผลเร็วติดผลดกและต้นเตี้ย การบานของดอกตัวผู้และดอกตัวเมียใกล้เคียงกัน จึงผสมตัวเอง แทนที่จะผสมข้ามต้นแบบมะพร้าวต้นสูง ทำให้มะพร้าวน้ำหอมไม่ค่อยกลายพันธุ์

ใบ มีทางใบสั้นแผ่กระจายรอบลำต้น เมื่อมองทรงพุ่ม จากภายนอก จะคล้ายรูปวงกลม

จั่น มีจั่นอยู่ทุกโคนทางและที่จั่นมีผลมะพร้าวทุกขนาดอายุติดอยู่มีผลโตสม่ำเสมอทั้งละลายน้ำหนักผลประมาณ ๙๐๐ กรัมต่อผล ผลยาวรีเล็กน้อย และตรงกันเป็นจีบเล็กน้อย น้ำมีรสหวานและกลิ่นหอมเนื้อนุ่มรสชาติกลมกล่อม

ลำต้น ลำต้นตั้งตรง แข็งแรง อวบ ปล้องถี่

มะพร้าวน้ำหอม มีอยู่ 3 ชนิด

1. พันธุ์ก้นจีบลูกใหญ่ เป็นที่นิยมและต้องการในตลาดบ้านเรา และตลาดต่างประเทศ พันธุ์ก้นจีบลูกใหญ่ส่วนมากจะปลูกในเขต อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร และที่อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี

2. พันธุ์ก้นจีบลูกเล็ก ค่อนข้างยาวจะปลูกกันมากในเขต อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ความต้องการของตลาดขายผลอ่อน น้อยมากส่วนใหญ่จะเป็นมะพร้าวเผาออกสู่ตลาดเพราะมีผลเล็ก

3. พันธุ์ลูกกลมน้ำหอม พันธุ์นี้ตลาดแทบไม่ต้องการเพราะเวลาปอกเปลือกขายที่ด้านก้นจะร้าวและแตกง่ายทำให้เสียหายในเวลาขนส่ง

การเก็บเกี่ยว (กรมวิชาการเกษตร, 2552)

เมื่อมะพร้าวอายุได้ 2 ปีครึ่ง ก็เริ่มตกจั่น ในช่วงแรกอาจจะไม่ค่อยติดลูก พอออกได้ประมาณ 5 - 6 จั่น/ต้น จะให้ผลเต็มที่หลังจาก 3 ปีครึ่งผ่านไป เมื่อมะพร้าวน้ำหอมออกจากจั่นประมาณ 2 เดือน ก็แตกดอกจั่นและอีกประมาณ 6 เดือนครึ่ง ก็จะตัดได้เนื้อประมาณ 1 ชั้นครึ่ง เป็นที่ต้องการของตลาดเมืองไทย หลังจากแตกยอดแล้วประมาณ 7 เดือน ได้เนื้อประมาณ 2 ชั้น เหมาะสำหรับนำไปเผาขายและเป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศ มะพร้าวอ่อนขายตลาดในเมืองไทยจะตัด 20 วัน / ครั้ง ส่วนตลาดต่างประเทศจะตัด 25 วัน / ครั้ง การตัดมะพร้าวอ่อนหรือแก่ดูที่ทะลายที่ 3 ข้างบน ถ้าทะลายที่ 3 ข้างบนสุดลูกเท่ามะนาว ทะลายที่ 2 รองลงมาลูกจะเท่ากำปั้นและทะลายล่าสุดก็จะตัดได้พอดีเนื้อ 1 ชั้นครึ่ง ส่วนการดีดผลแล้วฟังเสียงโดยใช้นิ้วดีดที่ผลก็จะรู้ว่าอ่อนหรือแก่ แต่ต้องมีความชำนาญพอสมควร

ข้อสังเกตก่อนเก็บมะพร้าว : สังเกตจากสีผลบริเวณรอยต่อผลกับขั้วผล ถ้าเห็นสีขาวเป็นวงกว้างแสดงว่ามะพร้าวอ่อนเกินไป แต่เมื่อส่วนสีขาวบริเวณรอยต่อเหลือเพียงเล็กน้อย แสดงว่าได้ระยะเก็บผลผลิตเมื่อปอกเปลือกสีกร้านขึ้น เปลือกด้านในจะมีเสี้ยนหยาบขึ้นแต่เปลือกในยัง ไม่ถึงกับเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ซึ่งเป็นมะพร้าวที่แก่เกินไป การเก็บมะพร้าวน้ำหอมเกษตรกรควรใช้เชือกผูกทะลายแล้วหย่อนลงพื้น ซึ่งจะทำให้มะพร้าวไม่ช้ำหรือแตกเสียหายสามารถเก็บได้นานขึ้น และเป็นผลดีต่อการจำหน่ายยังตลาดต่อไป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาบทความวิชาการ การพัฒนาการผลิต การตลาด และการรวมกลุ่มของผู้ปลูกมะพร้าว เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร ของ เบญจรัตน์ เทพณรงค์ (2556) ที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับบริบทของชุมชน ข้อมูลพื้นฐานทางด้านเศรษฐกิจ สังคมและวิถีชีวิตเกษตรกร สภาพการผลิต การแปรรูป การตลาดของมะพร้าว และแนวทางการพัฒนาการผลิต การตลาด และการรวมกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าว พบว่า เขตบางขุนเทียนเป็นพื้นที่ราบลุ่มมีพื้นที่ดินทะเล ดินมีความอุดมสมบูรณ์เหมาะแก่การเพาะปลูกมะพร้าว และไม้ผล โดยมีพื้นที่ปลูกมะพร้าวเฉลี่ย 7.58 ไร่/ราย มีสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 3.87 คน รายได้ของครัวเรือนจากภาคการเกษตรเฉลี่ย 72,491.34 บาท/ปี เกษตรกรมากกว่าครึ่งมีรายได้นอกภาคเกษตร เฉลี่ย34,017 บาท/ปี การรับรู้ข้อมูลข่าวสารพันธุ์ก้นจีบ ได้ผลผลิตเฉลี่ย1,365.97 ผล/ไร่/ปี ส่วนใหญ่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 ในอัตราเฉลี่ย 17.66

กิโลกรัม/ไร่ ส่วนปุ๋ยอินทรีย์ส่วนใหญ่ใช้มูลวัว ในอัตราเฉลี่ย 72.68 กิโลกรัม/ไร่ แมลงศัตรูมะพร้าวที่พบมากที่สุดคือแมลงดำหนาม เกษตรกรส่วนใหญ่จำหน่ายมะพร้าวทั้งผลผ่านทางพ่อค้าคนกลาง มีพ่อค้ามารับซื้อที่สวน ราคาเฉลี่ยลูกละ 7.27 บาท เกษตรกรรวมกลุ่มกันเพราะมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างมิตรภาพ ความสามัคคีและความสัมพันธ์อันดีงาม และเพื่อให้กลุ่มสามารถส่งเสริมการพัฒนาความรู้ ความสามารถแก่สมาชิก และเป็นแหล่งถ่ายทอดและกระจายความรู้ให้แก่ผู้ปลูกมะพร้าวในชุมชน รวมถึงแนวทางในการพัฒนามีการเสนอให้พัฒนาคุณภาพผลผลิต แปรรูปผลผลิต และพัฒนาความรู้ ความสามารถของสมาชิกกลุ่ม

จากการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระบบการทำฟาร์มที่มีมะพร้าวเป็นพืชหลักอย่างยั่งยืนของเกษตรกรรายย่อยในอำเภอกำพาล่า ประเทศศรีลังกา ของศรี ยัมบาลาปิติยะเกะ โดนา คามานิ ปริยาดารึเชอะนิ (2555) พบว่าเทคโนโลยีการเกษตรที่ยั่งยืน เช่น การผสมผสานการเลี้ยงปศุสัตว์ และการปลูกพืชแซมที่ได้แนะนำให้เกษตรกรปลูกร่วมกับมะพร้าว เพื่อปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตเกษตรกรรายย่อยได้ดำเนินการภายในฟาร์มที่มีขนาดแตกต่างกัน เกษตรกรรายย่อยส่วนใหญ่ที่ยังคงทำเกษตรเชิงเดี่ยว มีความลังเลในการปลูกมะพร้าวร่วมกับพืชอื่น เนื่องจากมีข้อจำกัดหลายด้าน ผลการศึกษายังชี้ชัดว่าขนาดการถือครองที่ดิน การจ้างแรงงาน รายได้ในฟาร์ม การส่งเสริม และสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดิน และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ให้ผลเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อระบบการทำฟาร์มมะพร้าวอย่างยั่งยืน ส่วนข้อจำกัดด้านพื้นที่ การขาดแคลนแรงงาน ต้นทุนแรงงาน และปัญหาด้านการเงิน ยังคงเป็นปัญหาหลักที่เกษตรกรเผชิญอยู่ ที่ต้องการนำเอาเทคโนโลยีที่ยั่งยืนมาใช้ สิ่งสำคัญที่ใช้มาตรการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการส่งเสริมมาตรการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน และการใช้เทคโนโลยีใหม่ที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกรรายย่อยกับทรัพยากรที่มีอยู่เพื่อให้ผลผลิตที่ดีกว่าสำหรับการดำรงชีวิตอย่างยั่งยืนโดยให้ได้รับประโยชน์ตามที่คาดหวัง

จากการศึกษาโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (มะพร้าว) ปี 2557 (อรวรรณ วิชัยลักษณ์, 2557) เป็นโครงการที่มีความสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ประเทศ ด้านการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ในประเด็นการพัฒนาอุตสาหกรรมตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ โดยโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (มะพร้าว) ปี 2557 มีวัตถุประสงค์ เพื่อเพิ่มผลผลิตมะพร้าวคุณภาพให้เพียงพอกับความต้องการของผู้บริโภคทั้งในประเทศและส่งออกต่างประเทศ ผลการดำเนินงานโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (มะพร้าว) ปี 2557 พบว่า มีเกษตรกร ที่เข้าร่วมโครงการจาก 25 จังหวัด จำนวน 8,500 ราย ส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรจากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร นครศรีธรรมราช และสุราษฎร์ธานี ได้รับความรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมะพร้าว จากการศึกษาความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (มะพร้าว) ปี 2557 ชนิดของมะพร้าวของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ ได้แก่ มะพร้าวแก่ มะพร้าวน้ำหอม และมะพร้าวน้ำตาล โดยมีการถ่ายทอดความรู้การเพิ่มประสิทธิภาพมะพร้าว ในเรื่อง การปลูก ใส่ปุ๋ย การปลูกพืชร่วมในสวนมะพร้าว และศัตรูมะพร้าว ความพึงพอใจในภาพรวมของโครงการ เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบโครงการส่วนใหญ่ ร้อยละ 48.53 มีความพึงพอใจมาก รองลงมาร้อยละ 44.44 มีความพึงพอใจปานกลาง ร้อยละ 2.96 มีความพึงพอใจมากที่สุด

ข้อเสนอแนะในการดำเนินงานโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (มะพร้าว) ปี 2557 การกำหนดขนาดพื้นที่ ผู้ตอบแบบสอบถามให้ข้อเสนอแนะไม่ควรกำหนดขนาดพื้นที่ และจำนวนเกษตรกร ที่เข้าร่วมโครงการ ควรเป็น 8 – 10 รายต่อกลุ่ม การจัดเวทีชุมชนวิเคราะห์ปัญหาและการถ่ายทอดความรู้จากคู่มือโครงการ ควรจะกำหนดจัดเวทีชุมชนวิเคราะห์ปัญหา จำนวน 1 วัน และถ่ายทอดความรู้การเพิ่มประสิทธิภาพ การผลิตมะพร้าว จำนวน 1 วัน ตลอดจนมีการศึกษาดูงานแปลงเกษตรกรที่ประสบผลสำเร็จ การสนับสนุนงบประมาณการถ่ายทอดความรู้และแปลงฝึกปฏิบัติจากคู่มือโครงการ งบประมาณที่ได้รับน้อยมาก ควรเพิ่มงบประมาณในการจัดทำแปลงสาธิตและสนับสนุนตัวอย่างของปัจจัยการผลิตให้ผู้เข้ารับการอบรม นำไปทดลองปฏิบัติในแปลงของตนเองต่อไป

ข้อเสนอแนะแนวทางการจัดทำโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมะพร้าวในปีต่อไป ควรจัดสรร งบประมาณในการดำเนินการโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมะพร้าวทุกปีอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกษตรกรได้ตระหนักและสนใจในการบำรุงรักษาสวนมะพร้าวอย่างต่อเนื่อง เกษตรกรจะได้รับความรู้ในการเพิ่มผลผลิต ลดต้นทุนการผลิต เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน และร่วมกันลดปัญหาจากการระบาดศัตรูมะพร้าว จากการสอบถามเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ใส่ปุ๋ยบำรุงต้นมะพร้าวแล้วเมื่อเกิดสภาพแห้งแล้ง ศัตรูมะพร้าวระบาด อีกทั้งการปลูกต้นมะพร้าวเป็นพืชเชิงเดี่ยว จึงทำให้เกษตรกรมีความเสี่ยงต่อรายได้ของเกษตรกร ดังนั้นโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (มะพร้าว) ปี 2557 จึงมีวัตถุประสงค์ในการเพิ่มผลผลิต ลดต้นทุนการผลิตและ เกษตรกรมีรายได้จากพืชร่วมในแปลงมะพร้าว ตลอดจนให้มีการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ที่มีอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการดำเนินโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมะพร้าวอย่างต่อเนื่องต่อไป

จากการศึกษาเรื่องการจัดการฐานข้อมูลด้านกระบวนการผลิตน้ำตาลจากมะพร้าวของชุมชนจังหวัดสมุทรสงคราม ของชนมภัทร โตระสะ (2553) พบว่า รวบรวมข้อมูลและจัดทำระบบฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตน้ำตาลจากมะพร้าวของชุมชนจังหวัดสมุทรสงคราม ซึ่งนำไปสู่การเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งวัตถุดิบ เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิต ขั้นตอนการผลิต แหล่งผลิตและแหล่งจำหน่ายน้ำตาลมะพร้าวที่เป็นแหล่งผลิตของแท้ไม่มีสิ่งปลอมปนโดยใช้ระบบดาวเทียม บอกพิกัดภูมิศาสตร์ (GPS) มาช่วยในการบ่งบอกพิกัดตำแหน่ง ทำให้สามารถเข้าถึงแหล่งผลิตและแหล่งจำหน่าย น้ำตาลจากมะพร้าวที่มีความกระจัดกระจายในหลาย ๆ พื้นที่ของชุมชนจังหวัดสมุทรสงครามได้สะดวกและรวดเร็ว เพื่อดำรงและรักษาไว้ซึ่งแหล่งการเรียนรู้ด้านภูมิปัญญาพื้นบ้านดั้งเดิม ซึ่งเป็นเอกลักษณ์ของชุมชน ให้คงอยู่อย่างยั่งยืน นำไปสู่การเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับการท่องเที่ยวแหล่งการเรียนรู้ด้านภูมิปัญญาพื้นบ้าน ดั้งเดิม เผยแพร่ผ่านทางเว็บไซต์ ผลของการวิจัยพบว่าพื้นที่ปลูกมะพร้าวที่เป็นแหล่งวัตถุดิบมีจำนวน 14,785 ไร่ พันธุ์มะพร้าวที่นำมาเพาะปลูกเพื่อใช้เป็นมะพร้าวตาล มี 7 สายพันธุ์ เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิตส่วนของการเก็บวัตถุดิบมี 6 ชนิด และส่วนของการแปรรูป มี 10 ชนิด สถานที่ผลิต และจำหน่ายน้ำตาลมะพร้าวที่ไม่มีการปลอมปนจำนวน 8 แหล่ง เส้นทางสำหรับการเดินทางเข้าสู่สถานที่ผลิตและจำหน่ายน้ำตาลมะพร้าวจะใช้ทางหลวงชนบทและเส้นทางของหมู่บ้าน

จากการศึกษาเรื่อง การเปลี่ยนแปลงกลิ่นในมะพร้าวน้ำหอมระหว่างการเก็บรักษา ของเฉลิมชัย วงษ์อารีและ ชัยรัตน์ เตชวุฒิพร (2554) ผลการศึกษาพบว่ามะพร้าวน้ำหอมเป็นตัวแทนพืช

ในเขตร้อนที่เด่นชัดชนิดหนึ่ง ซึ่งน้ำและเนื้อมีกลิ่นหอมโดยเฉพาะเมื่อในช่วงผลอ่อน การทดลองนี้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสารประกอบกลิ่นและคุณภาพของผลมะพร้าวน้ำหอมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำและหลังการเผาโดยใช้ gas chromatography-mass spectrophotometry (GC-MS) การสกัดโดยใช้ diethyl ether : n-pentane (1:1 โดยปริมาตร) ให้ผลดีในการสกัดกลิ่นจากเนื้อและน้ำมะพร้าว สารหลักที่พบในน้ำและเนื้อมะพร้าวทั้งสดและหลังการเผาคือ nonane, 2-methyl-1-butanol acetate และ butylated hydroxytoluene สารในกลุ่ม hexatriacontane, 2, 4, 6-trimethyl-decane และ 2, 4-bis (1,1-dimethylethyl) phenol เกิดขึ้นในน้ำมะพร้าวหลังการให้ความร้อน กรดอินทรีย์บางชนิดและ ethyl pentadecanoate พบเฉพาะในน้ำมะพร้าว ส่วน (E)-9-octadecenoic acid, 2-hydroxy-cyclopentadecanone, δ-octalactone, ethyl octanoate และ ethyl decanoate ก็สร้างเฉพาะในเนื้อมะพร้าวหลังการเผา ดังนั้นการให้ความร้อนกับผลมะพร้าวจะทำให้มีการผลิตสารประกอบกลิ่นชนิดใหม่ทั้งในน้ำและเนื้อมะพร้าว ผลมะพร้าวที่เก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส เก็บได้ไม่เกิน 8 วัน ในขณะที่การเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส ทำให้เปลือกสีเขียวของมะพร้าวเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและเนื้อสีขาวคล้ำมากขึ้นหลังการเก็บ 2 สัปดาห์ อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างระหว่างชนิดของกลิ่นระหว่างการเก็บรักษาผลมะพร้าวที่อุณหภูมิ 4 13 หรือ 25 องศาเซลเซียส ระหว่างการเก็บรักษา สาร toluene ซึ่งให้กลิ่นหวาน และสาร docane (waxy) ค่อย ๆ ลดลง ในขณะที่สาร nonane เพิ่มขึ้นและ butylated hydroxytoluene มีปริมาณไม่เปลี่ยนแปลง

จากการศึกษาเรื่องการเก็บรักษามะพร้าวกะทิ ของเกียรติสุดา เหลืองวิลัย (2554) ผลการศึกษาพบว่า การศึกษาการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวมะพร้าวกะทิ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 66.1±3 เปอร์เซ็นต์ พบว่าผลมะพร้าวกะทิมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น ในขณะที่สีเนื้อ ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณ malondialdehyde (MDA) มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากหลังการเก็บเกี่ยว มะพร้าวกะทิมีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนในระดับต่ำ มีค่าเฉลี่ยประมาณ 30 มิลลิลิตร·CO_2·kg^{-1}·hr^{-1} และ 0.25-0.75 ไมโครลิตร·C_2H_4·kg^{-1}·hr^{-1} ตามลำดับ และค่อนข้างคงที่ตลอดระยะการเก็บรักษา และไม่พบความแตกต่างของอายุการเก็บรักษา การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและองค์ประกอบเคมีของมะพร้าวกะทิระยะที่มีเนื้อฟูปานกลางและฟูมาก สาเหตุสำคัญของการเสื่อมสภาพของมะพร้าวกะทิเกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อราและการเสียสภาพของเนื้อมะพร้าว มะพร้าวกะทิมีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน การเก็บรักษามะพร้าวกะทิที่อุณหภูมิ 2 5 และ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 91.5±2 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการเสียน้ำหนัก และการเกิดโรค ทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษามะพร้าวกะทิได้นาน 8 6 และ 4 สัปดาห์ ตามลำดับ มะพร้าวกะทิที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส พบอาการสะท้านหนาวในขณะที่ผลมะพร้าวกะทิเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ไม่เกิดอาการสะท้านหนาว การใช้ sodium metabisulfite ($Na_2S_2O_5$; SMS) ความเข้มข้น 3-5 เปอร์เซ็นต์ หรือการหุ้มผลมะพร้าวกะทิด้วยฟิล์มพลาสติกชนิด linear low density polyethylene –film (LLDPE-film) ไม่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานกว่ามะพร้าวกะทิชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 10 องศาเซลเซียส การห่อผลมะพร้าวกะทิด้วยถุงพลาสติกชนิด low density polyethyle (LDPE) ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศา

เซลเซียส สามารถลดการสูญเสียน้ำจาก 5 ต่อน้ำหนักเริ่มต้น เหลือไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักเริ่มต้น ลดการเข้าทำลายของเชื้อรา และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 10 สัปดาห์

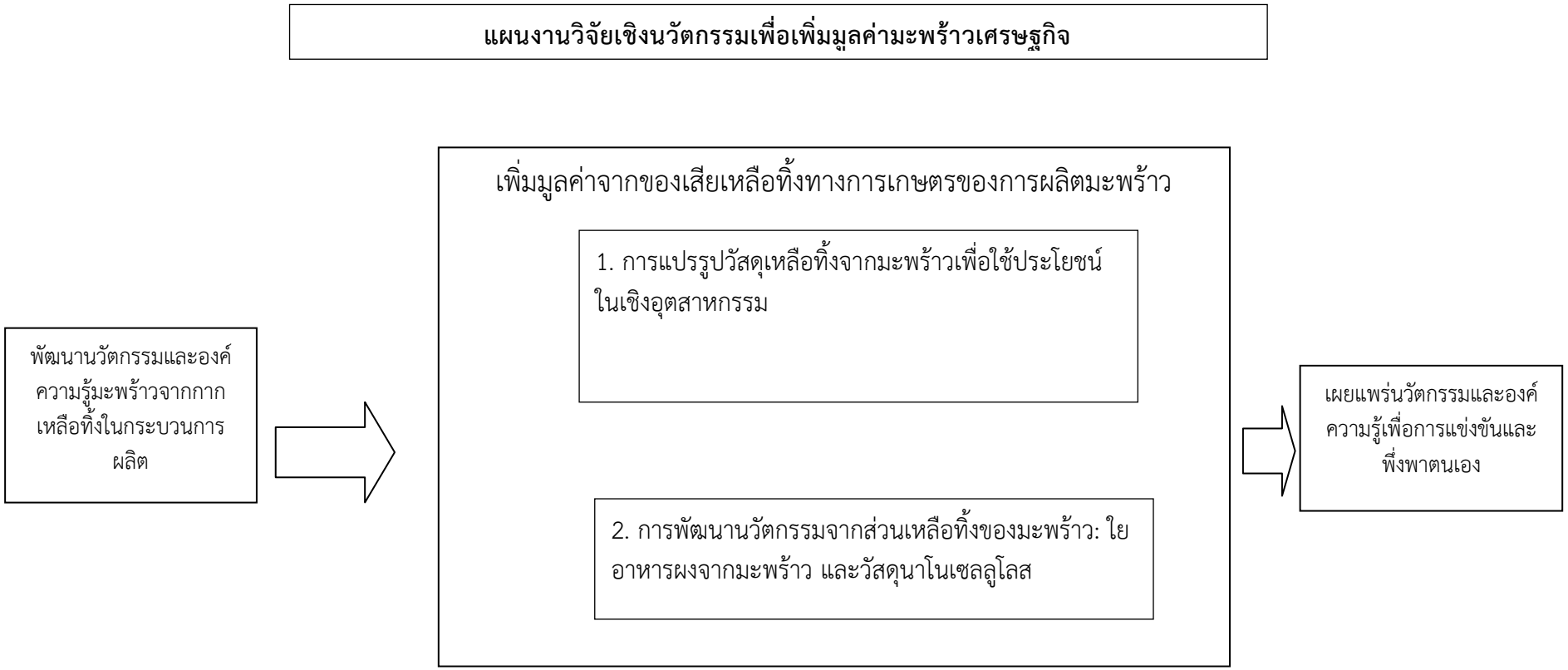
จากการศึกษาเรื่องผลของการเตรียมขั้นต้นต่อสมบัติของเซลลูโลสผงจากกากมะพร้าวและการประยุกต์ใช้เป็นสารลดการดูดซับน้ำมันในโดนัทของ สิริมา ชินสาร, บงกช ธุระพันธ์ และวารุณี พรมประดิษฐ์ (2557) พบว่า ผลของการเตรียมขั้นต้นต่อสมบัติของเซลลูโลสผงจากกากมะพร้าวและการประยุกต์ใช้เป็นสารลดการดูดซับน้ำมันในโดนัทระหว่างการทอดแบบน้ำมันท่วม ขั้นแรก ศึกษาผลของวิธีการเตรียมวัตถุดิบขั้นต้น 3 วิธี ได้แก่ การอบแห้ง การบดเปียก และการล้างน้ำ ต่อสมบัติทางเคมีและกายภาพของเซลลูโลสผง พบว่า การเตรียมวัตถุดิบขั้นต้นทั้ง 3 วิธี มีผลต่อปริมาณเซลลูโลสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีปริมาณเซลลูโลสร้อยละ 95.21 97.27 และ 98.86 สำหรับเซลลูโลสผงที่เตรียมด้วยวิธีการอบแห้ง การบดเปียก และการล้างน้ำ ตามลำดับ แต่เซลลูโลสผงทั้ง 3 ตัวอย่างมีค่าการอุ้มน้ำและอุ้มน้ำมันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) การเตรียมขั้นต้นด้วยวิธีการบดเปียก และการล้างน้ำทำให้เซลลูโลสผงมีค่าความสว่าง (L*) สูงที่สุด ($p<0.05$) สำหรับค่าความเป็นสีเหลือง (b*) เซลลูโลสผงที่ได้จากวิธีการล้างน้ำมีค่า b* ต่ำที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ขั้นที่สองศึกษาผลของเซลลูโลสผง (ร้อยละ 0 3 และ 6 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด) ต่อการลดการ ดูดซับน้ำมันในโดนัท พบว่าโดนัทที่เติมเซลลูโลสผงจากการเตรียมขั้นต้นด้วยวิธีการบดเปียกปริมาณร้อยละ 3 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด มีค่า b* สูงเท่ากับ 38.23 ค่าความแน่นเนื้อและความสามารถในการคืนตัวเท่ากับ 450.30 และ 50.57 ตามลำดับ และได้รับคะแนนความชอบโดยรวมใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม โดยได้รับคะแนนในระดับชอบเล็กน้อย และสามารถลดการดูดซับน้ำมันในผลิตภัณฑ์โดนัทยีสต์ได้ร้อยละ 20.94

พลัฏฐ์ โสภณากิจโกศล (2554) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวโดยกระตุ้นด้วยสารละลายกรดฟอสฟอริก เพื่อนำมาทำการดูดซับโลหะโครเมียมที่ปนเปื้อนในน้ำเสียจากอุตสาหกรรม ได้ทำการทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตถ่านกัมมันต์ ได้แก่ อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเผาให้เป็นถ่านและการเผากระตุ้น และวิเคราะห์คุณสมบัติของถ่านกัมมันต์ที่ผลิตได้ ได้แก่ ค่าการดูดซับไอโอดีน พื้นที่ผิวสัมผัสจำเพาะ และหมู่ฟังก์ชั่นของถ่านกัมมันต์ พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตถ่านกัมมันต์ คือ การเผาให้เป็นถ่านที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมงในภาวะอับอากาศและการเผากระตุ้นที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 2 ชั่วโมง ถ่านกัมมันต์ที่ได้มีค่าการดูดซับไอโอดีนเท่ากับ 1,050 มิลลิกรัมต่อกรัม มีพื้นที่ผิวสัมผัสจำเพาะเท่ากับ 975 ตารางเมตรต่อกรัม และมีหมู่ฟังก์ชั่นที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบจำนวนมาก

อรัญ ขวัญปาน (2554) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการกำจัดตะกั่วจากน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว ไม้โกงกาง และเปลือกทุเรียน การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยแบ่งเป็น 2 ขั้นการทดลอง ขั้นตอนที่หนึ่ง เป็นการเตรียมถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากกะลามะพร้าว ไม้โกงกาง และเปลือกทุเรียนที่ผ่านการกระตุ้นทางเคมี โดยใช้โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ศึกษาลักษณะทางกายภาพและประสิทธิภาพของถ่านกัมมันต์ที่เตรียมขึ้น โดยการวัดค่าไอโอดีนนัมเบอร์ และขั้นตอนที่สอง ทำการทดลองแบบที่ละเท (Batch Experiment) ศึกษาวิจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการดูดติดผิวตะกั่ว ได้แก่ พีเอช เวลาสัมผัส และปริมาณถ่านกัมมันต์ เพื่อทดสอบไอโซเทอมการดูดติดผิวแบบ

ฟรุนดลิซ พบว่าในขั้นตอนที่หนึ่ง อุณหภูมิที่เหมาะสมที่ใช้การเผากระตุ้นคือ 700 องศาเซลเซียส อัตราส่วนน้ำหนักของวัตถุดิบต่อสารกระตุ้นที่เหมาะสมคือ 1:1 ได้ค่าไอโอดีนสูงสุดเท่ากับ 623 045 564 763 และ 446.215 มิลลิกรัมของไอโอดีนต่อกรัมของถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากกะลามะพร้าว ไม้โกงกาง และเปลือกทุเรียน ตามลำดับ และพื้นที่ผิวเท่ากับ 674, 608 และ 570 ตารางเมตรต่อกรัมของถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากกะลามะพร้าว ไม้โกงกางและเปลือกทุเรียน ตามลำดับ ขั้นตอนที่สอง การดูดติดผิวสูงขึ้นเมื่อพีเอชของน้ำเสียสังเคราะห์เพิ่มขึ้นตั้งแต่พี่เอช 2 ถึงพีเอช 9 และตั้งแต่พีเอช 4 ขึ้นไป พบว่าถ่านกัมมันต์มีประสิทธิภาพในการกำจัดตะกั่วสูงกว่าร้อยละ 85 ทั้งนี้เนื่องจากเกิดการดูดติดผิวของถ่านกัมมันต์ร่วมกับการตกตะกอนของตะกั่ว ผลของเวลาสัมผัสพบว่าสมดุลของการดูดติดผิวสำหรับถ่านกัมมันต์คือ 10 นาที ผลของการหาไอโซเทอมการดูดติดผิวแบบฟรุนดิซ แสดงให้เห็นว่าถ่านกัมมันต์มีความสามารถในการดูดติดผิว 5.0, 4.9 และ 4.1 มิลลิกรัม ของตะกั่วต่อกรัมของถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากกะลามะพร้าว ไม้โกงกาง และเปลือกทุเรียน ตามลำดับ

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 2.2 แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

แผนงานวิจัยเชิงนวัตกรรมเพื่อเพิ่มมูลค่ามะพร้าวเศรษฐกิจ มีแนวทางในการดำเนินงานวิจัยในการเพิ่มมูลค่าจากของเสียเหลือทิ้งของการผลิตมะพร้าวแบ่งเป็น 2 ส่วนหลักคือแปรรูปวัสดุเหลือทิ้งและพัฒนานวัตกรรมจากส่วนเหลือทิ้งของมะพร้าว โดยแผนงานวิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากโครงการย่อยเพื่อนำเสนอแนวทางการดำเนินการวิจัยของโครงการย่อยทั้ง 2 โครงการ

ประชากรและการสุ่มตัวอย่าง

มะพร้าว กากมะพร้าว และเปลือกมะพร้าวที่หาได้ในพื้นที่ภาคกลางตอนล่าง ครอบคลุม 8 จังหวัด กาญจนบุรี นครปฐม ราชบุรี สุพรรณบุรี ประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี สมุทรสาคร และสมุทรสงคราม โดยนำวัสดุเหลือทิ้งมาพัฒนาให้เกิดประโยชน์

วิธีการดำเนินการวิจัยการแปรรูปวัสดุเหลือทิ้งจากมะพร้าว

นำกะลามะพร้าวซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งมาทำการแปรรูปให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปใช้เป็นถ่านกัมมันต์และแผ่นไม้อัดจากเส้นใยมะพร้าวผสมต้นธูปฤาษี

1. ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว

ก. เตรียมถ่านกะลามะพร้าว โดยทำความสะอาดกะลาแล้วลดความชื้นโดยการอบในตู้อบความร้อน เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วรอจนอุณหภูมิของกะลาเท่ากับอุณหภูมิห้อง หลังจากนำมาเผาที่อุณหภูมิสูงจนได้เถ้า ซึ่งจะทำการตรวจสอบปัจจัยที่เหมาะสมได้แก่ ปริมาณความชื้น และ ความหนาแน่น (AWWA B604) จากค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (ASTM D4607-94)และ สารละลาย

ข. กระตุ้นถ่านกัมมันต์ โดยการแช่สารกระตุ้นซิงค์ โซเดียมคลอไรด์ ตรวจสอบคุณสมบัติจากค่าไอโอดีนนับเบอร์

ค. ทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับตะกั่ว และ สารละลายแคดเมียม

2. แผ่นไม้อัดจากเส้นใยมะพร้าวผสมต้นธูปฤาษี

ก. เตรียมเส้นใยมะพร้าวและต้นธูปฤาษี โดยการย่อยเส้นใยมะพร้าวและต้นธูปฤาษีด้วยเครื่องสำหรับย่อย แล้วคัดขนาดด้วยเครื่องร่อนแยกขนาด จนได้ขนาดที่เหมาะสม

ข. ทดสอบความเป็นกรด/ด่าง

ค. วิเคราะห์หาขนาดเส้นใย

ง. วัดปริมาณความชื้น

จ. ผสมวัสดุพร้อมพ่นกาว

ฉ. ขึ้นรูปเส้นใยมะพร้าวผสมต้นธูปฤาษีด้วยการอัดร้อนโดยกำหนดความหนา 15 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิ 120 องศาสเซลเซียล ความดัน 150 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ช. ทดสอบสมบัติเชิงกลและความร้อนตามมาตรฐาน มอก.876-2547 และ JIS 5908-2003

วิธีการดำเนินการวิจัยการพัฒนานวัตกรรมจากส่วนเหลือทิ้งของมะพร้าว

นำกากเนื้อมะพร้าวมาพัฒนานวัตกรรมเป็นใยอาหารผงจากมะพร้าว และนำเส้นใยเปลือกมะพร้าวมาพัฒนานวัตกรรมนาโนเซลลูโลส

1. ใยอาหารผงจากกากเนื้อมะพร้าว

ก. ตรวจสอบคุณสมบัติเบื้องต้นของกากเนื้อมะพร้าวที่ได้รับมาจากบริษัท อำพล ฟู้ดส์ โพรเซสซิ่ง จำกัด ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณเถ้า ปริมาณเส้นใย และปริมาณคาร์โบไฮเดรต ตามมาตรฐานวิธีของ AOAC (2005)

ข. หาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดไขมันออกจากกากเนื้อมะพร้าว โดยนำกากเนื้อมะพร้าวที่ได้มาสกัดไขมันออกจากการใช้ตัวทำละลาย 2 ชนิดคือ เฮกเซนและเอทานอล (มอก. 832-2548)

ค. ศึกษาคุณสมบัติต่างๆ ของเส้นใยอาหารจากกากเนื้อมะพร้าวที่สกัดไขมันออกแล้ว ได้แก่ ปริมาณร้อยละผลผลิต ปริมาณไขมัน ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (ph meter) ค่าสีในระบบ Hunter (L a b) (Handy Colorimeter) ขนาดของใยอาหารต่อคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของใยอาหารจากกากเนื้อมะพร้าว

2. วัสดุนาโนเซลลูโลส

ก. เตรียมวัตถุดิบโดยใช้เปลือกมะพร้าวซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้ง โดยทำการย่อยขนาดจนให้มีขนาดเหมาะสมสำหรับการสกัดแยกเซลลูโลส

ข. ศึกษาการสกัดแยกลิกนินด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด คือ คาร์บอนไดออกไซด์ ตัวทำละลายกรด และ ตัวทำละลายเบส

ค. สกัดแยกนาโนเซลลูโลสด้วยเทคนิคการกระตุ้นการเกิดปฏิกิริยาเคมีด้วยการบดด้วยลูกบดและสารละลายกรดซัลฟิวริค 58% แล้วล้างด้วยน้ำและเอทานอล

ง. ตรวจสอบยืนยันนาโนเซลลูโลสด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน และ Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) ณ ตำแหน่งเลขคลื่น 500 ถึง 4000

บทที่ 4
ผลดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้คณะผู้วิจัยได้ทำการเพิ่มมูลค่าจากของเสียเหลือทิ้งของการผลิตมะพร้าว โดยการนำกะลา กาบมะพร้าว และกากเนื้อมะพร้าว มาเพิ่มมูลค่าและสร้างนวัตกรรม แบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก คือแปรรูปวัสดุเหลือทิ้งและพัฒนานวัตกรรมจากส่วนเหลือทิ้งของมะพร้าว โดยแผนงานวิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากโครงการย่อยเพื่อนำเสนอผลการดำเนินการวิจัยของโครงการย่อยทั้ง 2 โครงการ

4.1 การแปรรูปวัสดุเหลือทิ้งจากมะพร้าว

4.1.1 ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว

การสังเคราะห์ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวเพื่อดูดซับสารตะกั่วและแคดเมียมในน้ำเสียโดยมีขั้นตอนการทดลอง 3 ขั้นตอน ได้แก่ การคาร์บอนไนเซชัน การกระตุ้นทางเคมี และการดูดซับโลหะหนักในน้ำเสียสังเคราะห์ โดยในขั้นตอนการคาร์บอนไนเซชัน จะศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์ถ่าน ได้แก่ อุณหภูมิและเวลาในการเผาถ่าน ศึกษาผลของอุณหภูมิ (400, 500 และ 600 องศาเซลเซียส) ที่เวลา 1 ชั่วโมง ทีมีต่อสมบัติทางกายภาพของถ่าน ได้แก่ ความหนาแน่น ความชื้น ปริมาณเถ้า และค่าไอโอดีนนัมเบอร์ ผลของอุณหภูมิในการเผาถ่านแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลของอุณหภูมิการเผาถ่านชาร์ที่มีผลต่อถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว

ผลของอุณหภูมิที่มีผลต่อถ่านกัมมันต์	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
	400	500	600
ปริมาณเถ้า (%)	60.95	70.96	77.04
ความชื้น (%)	2.24	2.38	2.71
ความหนาแน่น (g/ml)	0.57	0.51	0.49
ค่าไอโอดีนนัมเบอร์ (mg/g)	447.92	452.50	472.50

จากตารางที่ 4.1 พบว่า การใช้อุณหภูมิในกระบวนการผลิตถ่านกัมมันต์ ยิ่งใช้อุณหภูมิที่มากขึ้นจะทำให้เกิดปริมาณเถ้าที่มากขึ้น ปริมาณความชื้นมากขึ้น ความหนาแน่นที่ลดลง และค่าไอโอดีนนัมเบอร์ยิ่งมากขึ้น จากข้อมูลทั้งหมดถึงแม้การใช้อุณหภูมิในกระบวนการผลิตที่ 600 ℃ จะให้ค่าไอโอดีนนัมเบอร์มากที่สุดซึ่งเป็นดีต่อการดูดซับ แต่ที่อุณหภูมิ 600 ℃ มีปริมาณเถ้า ความชื้น และความหนาแน่นที่สูงด้วยซึ่งไม่เป็นผลดีมากกว่า โดยความชื้นที่สูงนี้หมายถึงตัวอย่างมีการสูญเสียน้ำมากหรือแห้งมากตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น หรืออีกนัยหนึ่งคือตัวอย่างกลายเป็นขี้เถ้ามากเกินไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกอุณหภูมิของกระบวนการผลิตถ่านกัมมันต์ที่ 400 ℃

เมื่อนำกะลามะพร้าวที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 400 ℃ เป็นเวลา 1 ชั่วโมงแล้วมากระตุ้นถ่านกัมมันต์ด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 1 M และใช้เวลาในการกระตุ้น 24 ชั่วโมง จะทำให้มีค่าการดูดซับไอโอดีนนัมเบอร์เท่ากับ 503.45 มิลลิกรัมต่อกรัม ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุด

ทำการทดสอบประสิทธิภาพของถ่านกัมมันต์ที่ผ่านกระบวนการมาแล้วกับสารตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์ (ตารางที่ 4.2) และสารแคดเมียมในน้ำเสียสังเคราะห์ (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.2 ผลของระยะเวลาการดูดซับที่มีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซับตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์โดยใช้ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวที่ปริมาณถ่านกัมมันต์ 10 กรัม

ความเข้มข้นตะกั่วเริ่มต้น (mg/l)	ความเข้มข้นตะกั่วที่วัดได้ (mg/l)	เวลา (min)	ร้อยละการดูดซับ (%)
100	87.65	30	17.63
100	87.65	60	17.18
100	87.65	90	15.90

ตารางที่ 4.3 ผลของระยะเวลาการดูดซับที่มีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซับแคดเมียมในน้ำเสียสังเคราะห์โดยใช้ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวที่ปริมาณถ่านกัมมันต์ 10 กรัม

ความเข้มข้นแคดเมียมเริ่มต้น (ppm)	ความเข้มข้นแคดเมียม ที่วัดได้ (ppm)	เวลา (min)	ร้อยละการดูดซับ (%)
1.5	1.47	60	14.28
1.5	1.47	120	37.41
1.5	1.47	180	38.78

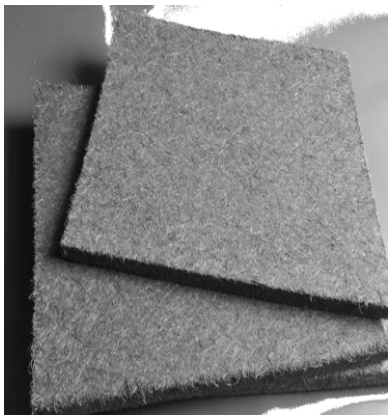
จากตารางที่ 4.2 และ 4.3 พบว่า ร้อยละการดูดซับของถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวของตะกั่วคือที่เวลา 30 นาที และ ร้อยละการดูดซับของถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวของแคดเมียมที่เวลา 180 นาทีจะมีค่ามากที่สุด แต่เมื่อทำการวิเคราะห์เรื่องความคุ้มค่าของเวลาในการดูดซับ โดยยิ่งใช้เวลาในการดูดซับน้อยย่อมดีกว่าใช้เวลาในการดูดซับมาก ดังนั้นในส่วนของร้อยละการดูดซับตะกั่วโดยใช้ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวปริมาณ 10 กรัม โดยใช้เวลา 30 นาที ย่อมถือว่าดีที่สุด แต่ในส่วนของร้อยละการดูดซับแคดเมียมโดยใช้ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวปริมาณ 10 กรัม ที่เวลา 120 นาทีย่อมถือว่าเหมาะสมที่สุด เพราะที่เวลา 180 นาทีให้ร้อยละการดูดซับเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย

จากการศึกษาการแปรรูปกะลามะพร้าวเป็นถ่านกัมมันต์พบว่าถ่านกัมมันต์ที่สังเคราะห์ได้สามารถใช้ในการดูดซับโลหะหนักสองชนิด คือ ตะกั่วและแคดเมียมในน้ำเสียสังเคราะห์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับถ่านกัมมันต์ชนิดผงหรือชนิดเม็ดที่มีในตลาดทั่วไป

4.1.2 แผ่นไม้อัดจากเส้นใยมะพร้าวผสมต้นธูปฤาษี

นำเส้นใยมะพร้าวหรือกาบมะพร้าวที่ทำความสะอาดแล้วมาผสมกับต้นธูปฤาษีที่ทำความสะอาดแล้ว เพื่อใช้เป็นวัสดุสำหรับผลิตแผ่นเส้นใยอัดและนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

การผลิตแผ่นเส้นใยอัดมะพร้าวผสมต้นธูปฤาษีโดยการย่อยเส้นใยมะพร้าวและต้นธูปฤาษีด้วยเครื่องสำหรับย่อย แล้วคัดขนาดด้วยเครื่องร่อนแยกขนาด จนได้ขนาดที่เหมาะสม จึงนำเส้นใยผสมไปทดสอบความเป็นกรด/ด่าง แล้วทำการวิเคราะห์หาขนาดเส้นใย วัดปริมาณความชื้น หลังจากนั้นจึงผสมวัสดุพร้อมพ่นกาว แล้วจึงขึ้นรูปเส้นใยมะพร้าวผสมต้นธูปฤาษีด้วยการอัดร้อนโดยกำหนดความหนา 15 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิ 120 องศาสเซลเซียล ความดัน 150 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร จนได้แผ่นเส้นใยอัดมะพร้าวผสมต้นธูปฤาษี ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ลักษณะแผ่นเส้นใยอัด

นำแผ่นเส้นใยอัดที่ได้มาทำการทดสอบสมบัติเชิงกายภาพ เชิงกลและความร้อนตามมาตรฐาน มอก.876-2547 และ JIS 5908-2003 ได้ดังตารางที่ 4.4 และตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.4 เห็นได้ว่าสมบัติทางกายภาพของแผ่นเส้นใยอัดมะพร้าวผสมต้นธูปฤาษีที่อัตราส่วนร้อยละ 50:50 จากการใช้สารยึดติดทั้ง 2 ชนิด มีค่าปริมาณความชื้น และการพองตัวทางความหนา อยู่ในเกณฑ์ของมาตรฐานทั้ง มอก. และ JIS

ตารางที่ 4.5 ทราบได้ว่าสมบัติเชิงกลของแผ่นเส้นใยอัดมะพร้าวผสมต้นธูปฤาษีที่อัตราส่วนร้อยละ 50:50 จากการใช้สารยึดติดทั้ง 2 ชนิด มีค่าความต้านทานการแตกร้าว การยึดเหนี่ยวภายในและการยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียวด้านผิว มีค่ามากกว่าเกณฑ์มาตรฐานทั้ง มอก. และ JIS ซึ่งเป็นเรื่องที่ดี แต่ในส่วนค่าความต้านทานการยืดหยุ่น มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานทั้ง 2 แบบ เล็กน้อยแสดงว่าแผ่นเส้นใยอัดมะพร้าวผสมต้นธูปฤาษีมีความยืดหยุ่นหรือการบิดงอได้ไม่มาก

ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบสมบัติเชิงกายภาพกับมาตรฐานกำหนดเชิงพาณิชย์ของแผ่นเส้นใยอัดมะพร้าวผสมต้นธูปฤาษี

ชนิดแผ่น	สารยึดติด	ความหนาแน่นที่ได้ (kg/m^3)	ปริมาณความชื้น (%)	การดูดซึมน้ำ (%)		การพองตัวทางความหนา (%)	
				2 ซม.	24 ซม.	2 ซม.	24 ซม.
แผ่นเส้นใยอัดมะพร้าวผสมต้นธูปฤาษีที่ร้อยละ 50:50	UF10%	658.25	9.53	9.72	10.42	4.31	9.52
	pMDI10%	669.22	8.29	9.51	9.57	4.06	9.25
มาตรฐาน JIS A 5908-2003 (8 type)		400 - 900	5 - 13	-	-	-	≤ 12
มอก. 876-2547		400 - 900	4 - 13	-	-	-	≤ 12

ตารางที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบสมบัติเชิงกลกับมาตรฐานกำหนดเชิงพาณิชย์ของแผ่นเส้นใยอัดมะพร้าวผสมต้นธูปฤาษี

ชนิดแผ่น	สารยึดติด	ความต้านทานการแตกร้าว (MPa)	ความต้านทานการยืดหยุ่น (MPa)	การยึดหนี่ยวภายใน (MPa)	การยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียวด้านผิว (N)
แผ่นเส้นใยอัดมะพร้าวผสมต้นธูปฤาษีที่ร้อยละ 50:50	UF10%	12.05	1352	1.24	361.19
	pMDI10%	15.19	1489	1.50	365.35
มาตรฐาน JIS A 5908-2003 (8 type)		≥8	≥2000	≥0.15	360
มอก. 876-2547		≥14	≥1600	≥0.35	360

ตารางที่ 4.6 การเปรียบเทียบสมบัติเชิงความร้อนของแผ่นเส้นใยอัดมะพร้าวผสมต้นธูปฤาษี

ชนิดแผ่น	สารยึดติด	ค่าเฉลี่ยความหนาแน่น (kg/m^3)	ค่าเฉลี่ยการนำความร้อน (w/m.k)	ค่าเฉลี่ยความต้านทานความร้อน ($m^2.k/w$)
แผ่นเส้นใยอัดมะพร้าวผสมต้นธูปฤาษีที่ร้อยละ 50:50	UF10%	658.25	0.045	0.1574
	pMDI10%	669.22	0.175	0.1211

ตารางที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบสมบัติเชิงความร้อนของแผ่นเส้นใยอัดมะพร้าวผสมธูปฤาษีที่ร้อยละส่วนผสม 50:50 จากการใช้สารยึดติดทั้ง 2 ชนิด เห็นได้ว่ามีค่าการนำความร้อนต่ำกว่าแผ่นยิบซัม (0.2820 w/m·k) และไม้อัด (0.2290 w/m·k) โดยแผ่นเส้นใยอัดมะพร้าวผสมธูปฤาษีที่ร้อยละส่วนผสม 50:50 จากการใช้สารยึดติดชนิด UF10% มีค่าการนำความร้อนและค่าความต้านทานความร้อนใกล้เคียงกับแผ่นฉนวนใยแก้วซึ่งมีค่าการนำความร้อนและค่าความต้านทานความร้อนที่ 0.0410 (w/m·k) และ 0.2785 (m^2·k/w) ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าแผ่นเส้นใยอัดมะพร้าวผสมธูปฤาษีที่ร้อยละส่วนผสม 50:50 ของสารยึดติดชนิด UF10% เป็นฉนวนความร้อนที่ใกล้เคียงกับแผ่นฉนวนใยแก้ว

4.2 นวัตกรรมจากส่วนเหลือทิ้งของมะพร้าว

4.2.1 ใยอาหารผงจากกากเนื้อมะพร้าว

นำกากเนื้อมะพร้าวที่ได้รับมาจากบริษัท อำพลฟู้ดส์ โพรเซสซิ่ง จำกัด โดยกากเนื้อมะพร้าวจะมีลักษณะภายนอกจากสังเกตุด้วยตาจะเป็นขุย สีขาว บดหยาบและแห้ง เนื่องจากกากเนื้อมะพร้าวถูกนำไขมันออกเพียงอย่างเดียว จึงยังคงเหลือคุณค่าทางโภชนาการส่วนอื่นอยู่ เมื่อนำมาลดขนาดให้ต่ำกว่า 3 มิลลิเมตร และวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ (ตารางที่ 4.7) พบว่า กากเนื้อมะพร้าวยังคงมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต ไขมัน เส้นใยอาหาร เถ้า ความชื้น และ โปรตีน ที่ระดับ 29.40% 23.29% 22.60% 10.44% 7.94% และ 6.23% โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ แสดงว่า กากเนื้อมะพร้าวจากอุตสาหกรรมถือเป็นวัตถุดิบที่เหมาะสมในการนำเส้นใยอาหารในกากเนื้อมะพร้าวที่เหลือมาใช้ประโยชน์ต่อไปได้

ตารางที่ 4.7 คุณค่าทางโภชนาการของกากเนื้อมะพร้าวจากอุตสาหกรรม

คุณค่าทางโภชนาการ	กากมะพร้าว (% โดยน้ำหนักแห้ง)
ความชื้น	7.94 ± 0.16
โปรตีน	6.23 ± 0.79
ไขมัน	23.39 ± 1.44
เถ้า	10.44 ± 0.13
ใยอาหาร	22.60 ± 1.78
คาร์โบไฮเดรต	29.40 ± 1.60

เมื่อทำการหาสภาวะที่เหมาะสมการสกัดและหาคุณสมบัติของใยอาหารจากกากเนื้อมะพร้าวโดยการหาอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการสกัดไขมันจากตัวทำละลาย เฮกเซล (อัตราส่วน 5:1 โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก) และเอทานอล (ความเข้มข้นร้อยละ 95 ในอัตราส่วน 10:1 โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก) ดังตารางที่ 4.8 โดยตัวทำละลายเฮกเซลและเอทานอลที่ใช้ในการสกัดไขมัน ให้ผลของการสกัดไขมันหรือปริมาณไขมันที่เหลือน้อยไม่ต่างกัน แต่อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งให้ผลของร้อยละผลผลิตแตกต่างกัน โดยอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งที่ 50 °C ให้ ปริมาณร้อยละผลผลิตสูงที่สุด ค่าปริมาณไขมันน้อยที่สุด ถึงแม้ว่าค่าความสว่างจะน้อยลงบ้าง ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกอุณหภูมิที่ 50 °C

เนื่องจากมีปริมาณไขมันน้อยที่สุด เพื่อไปใช้ในการลดขนาดเพื่อจะได้นำไปผสมกับอาหารอื่นเพื่อนำไปใช้เป็นประโยชน์ต่อไป

ตารางที่ 4.8 คุณสมบัติของใยอาหารที่สกัดโดยตัวทำละลายเฮกเซลและเอทานอล ที่อุณหภูมิในการอบแห้งที่แตกต่างกัน

คุณสมบัติ	กากมะพร้าว (Control)	อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง (องศาเซลเซียส)			
		เฮกเซน		เอทานอล	
		50	65	50	65
ร้อยละผลผลิต (% yield)	100	80.60	79.23	82.14	79.18
ปริมาณไขมัน	23.39	6.43	8.58	6.71	9.55
ปริมาณความชื้น	7.94	8.02	7.50	7.12	8.24
ปริมาณน้ำอิสระ	0.72	0.30	0.20	0.53	0.55
ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)	7.13	6.73	6.44	6.33	6.20
ค่าสี					
L	70.44	63.37	65.61	73.28	70.72
a	-0.52	-0.73	-0.37	-0.24	-0.52
b	2.94	5.46	5.00	3.54	2.90

เมื่อทำการเลือกอุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียลเป็นอุณหภูมิในการอบแห้ง จึงทำการอบแห้งกากเนื้อมะพร้าวแล้วมาทำการลดขนาด และร่อนด้วยตะแกรงร่อนขนาด 20, 25, 35, และ 60 mesh หรือ 850, 710, 500 และ 250 ไมโครเมตรตามลำดับ และนำมาพิจารณาคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของใยอาหารโดยพิจารณาจากความสามารถในการอุ้มน้ำ ความสามารถในการอุ้มน้ำมัน และ ความสามารถในการพองตัว ได้ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 คุณสมบัติเชิงหน้าที่ของใยอาหารที่สกัดโดยใช้เอทานอล ที่ขนาดของใยอาหารที่แตกต่างกัน

คุณสมบัติเชิงหน้าที่	ขนาดของใยอาหาร (ไมโครเมตร)				
	control	850	710	500	250
ความสามารถในการอุ้มน้ำ (g water/g sample)	8.30±0.08^{c}	9.22±0.10^{b}	9.19±0.09^{b}	10.39±0.12^{a}	9.10±0.14^{b}
ความสามารถในการอุ้มน้ำมัน (g oil/g sample)	4.24±0.04^{a}	4.38±0.22^{a}	4.21±0.03^{a}	4.16±0.12^{a}	3.80±0.22^{b}
ความสามารถในการพองตัว (g water/g sample)	8.62±0.31^{c}	9.29±0.25^{b}	9.64±0.10^{b}	10.63±0.63^{a}	8.89±0.06^{c}

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษร a-c ที่ต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.9 แสดงว่าที่ขนาดของใยอาหารที่ผ่านตะแกรง 35 meshหรือ ที่ใยอาหารมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 500 ไมโครเมตรมีความสามารถในการอุ้มน้ำ และความสามารถในการพองตัวดีที่สุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับตัวควบคุมและขนาดอื่นๆ และความสามารถในการอุ้มน้ำมันมีค่าใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $p \leq 0.05$

4.2.2 วัสดุนาโนเซลลูโลส

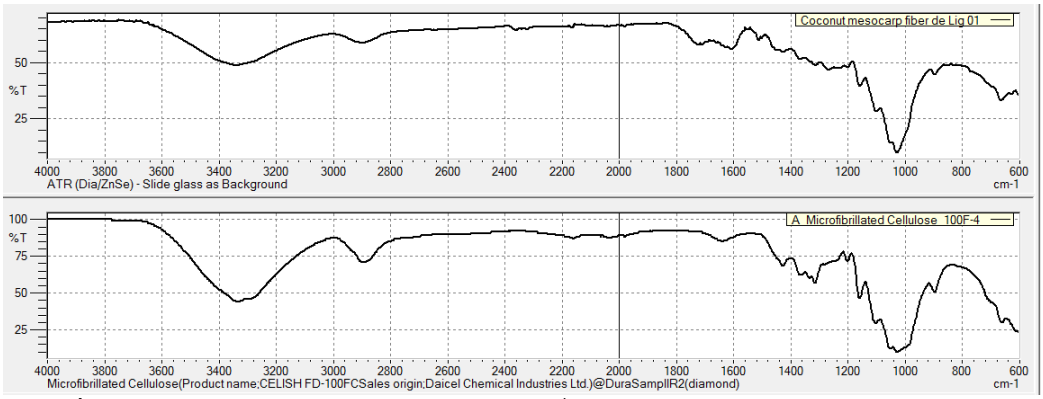
เปลือกมะพร้าวมีลักษณะเป็นเส้นใยที่มีคุณสมบัติที่ดีในการนำมาสร้างเป็นวัตถดิบในการสร้างนาโนเซลลูโลส โดยทำการลดขนาดเปลือกมะพร้าวด้วยเครื่องลดขนาด

ภาพที่ 4.2 ลักษณะผงเปลือกมะพร้าวเมื่อทำการลดขนาดแล้ว

เมื่อทำการขนาดแล้วจะทำการศึกษาการสกัดแยกลิกนินด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด คือ คาร์บอนไดออกไซด์ ตัวทำละลายกรด และ ตัวทำละลายเบส โดยพบว่าการสกัดแยกลิกนิกด้วยสภาวะกรดซัลฟิวริค 2% H_2O_2 และ 1 โมลาร์ของโซเดียมไฮดรอกไซด์ ได้สภาวะดีที่สุดคือลักษณะสีแยกออกจากตะกอนและตกตะกอนได้ง่าย ในส่วนสภาวะอื่นจะให้ลักษณะหนืดข้นและมีสีดำ

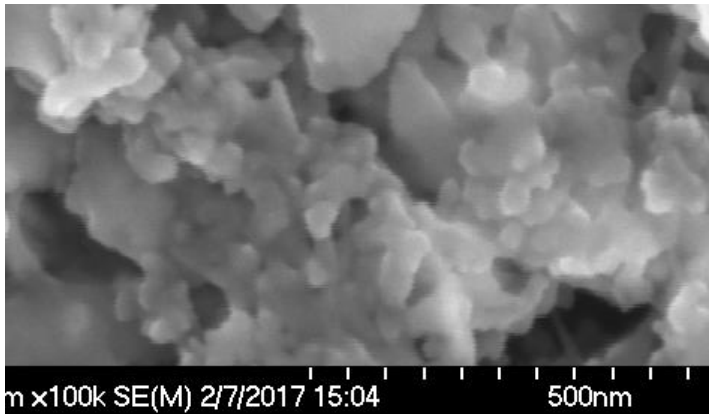
ต่อไปนำผงเปลือกมะพร้าวที่สกัดแยกลิกนินด้วยกรดซัลฟิวริคมาทำการกรองและล้างด้วยน้ำกลั่น โดยทำการสกัดซ้ำอีกสองรอบ และทำการสกัดโดยเพิ่มความเข้มข้นของกรดเป็น 10% และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 5% โดยปริมตร อีกสองรอบ ซึ่งจะสังเกตพบว่าสีของสารละลายที่สกัดเริ่มใสไม่มีสี จากนั้นจึงล้างตะกอนด้วยน้ำกลั่นจนมีสภาวะเป็นกลาง และล้างด้วยเอทานอลต่อเป็นจำนวนสองรอบ นำไปอบไล่ตัวทำละลายที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการสกัดย่อยด้วยสภาวะนี้พบว่าปริมารณของสารที่เหลือมีมวลเท่ากับ 2.17 กรัม โดยเฉลี่ย จากปริมาณสารตั้งต้น 5.00 กรัม

ผลการนำสารตัวอย่างผงเปลือกมะพร้าวที่บดแล้วและหลังจากการแยกลิกนินด้วยสภาวะกรดซัลฟิวริคแล้วมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FTIR-ATR พบว่าองค์ประกอบหลักของผงเปลือกมะพร้าวบดมีรูปแบบสอดคล้องกับรูปแบบของสารมาตรฐานผงเซลลูโลส (Powdered Cellulose) เมื่อทำการสกัดเอาลิกนินออกแล้วพบว่าสารตัวอย่างที่ได้มีรูปแบบการดูดกลืนรังสีอินฟราเรดเปลี่ยนไปซึ่งสอดคล้องกับสารมาตรฐานเส้นใยไมโครเซลลูโลส (Microfibrillated Cellulose) ดังแสดงในภาพที่ 4.3

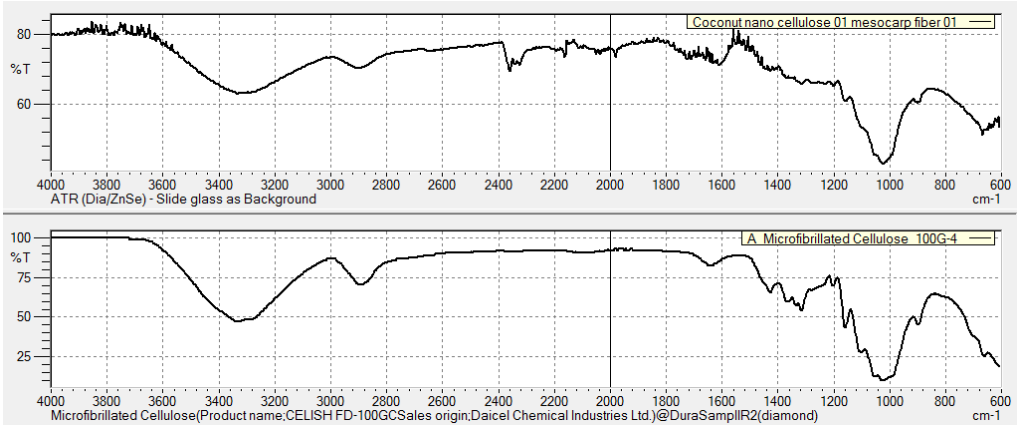


ภาพที่ 4.3 กราฟ FTIR ATR ของเปลือกมะพร้าวที่ได้จากสกัดลิกนินออกแล้ว (บน) กราฟสารมาตรฐานเส้นใยไมโครเซลลูโลส (ล่าง)

เมื่อนำสารตัวอย่างที่ได้จากเปลือกมะพร้าวที่ผ่านกระบวนสกัดลิกนินแล้วไปสกัดอนุภาคนาโนเซลลูโลสด้วยการไฮโดรไลซีสด้วยกรดซัลฟิวริกโดยเทคนิคการบดด้วยลูกบด พบว่าอนุภาคที่ได้มีลักษณะขนาดเล็ก มีขนาดและรูปร่างของอนุภาคสม่ำเสมอ โดยมีขนาด 50 นาโนเมตร เมื่อวิเคราะห์ด้วยภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (ภาพที่ 4.4)



ภาพที่ 4.4 ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลกตอนแบบส่องกราดของสารตัวอย่างนาโนเซลลูโลสที่ทำการสกัดได้ ที่กำลังขยายหนึ่งแสนเท่า



ภาพที่ 4.5 กราฟ FTIR ATR ของสารตัวอย่างนาโนเซลลูโลสที่สกัดได้ (บน) และกราฟสารมาตรฐานผงเซลลูโลส (ล่าง)

ผลการนำสารตัวอย่างผงนาโนเซลลูโลสที่สกัดได้มาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FTIR-ATR พบว่าองค์ประกอบหลักของผงเปลือกมะพร้าวบดมีรูปแบบสอดคล้องกับรูปแบบของสารมาตรฐานเส้นใยไมโครเซลลูโลส (Microfibrillated Cellulose) ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับรูปแบบ FTIR-ATR สเปกตราของสารตั้งต้นทั้งสองสภาวะ (ภาพที่ 4.5) แล้วจะพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบหลักซึ่งแสดงให้เห็นว่าไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีหรือโครงสร้างหลักทางเคมีเซลลูโลสที่อยู่ในเปลือกมะพร้าวหลังจากการสกัดด้วยขั้นตอนต่างๆ แล้ว

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

แผนงานวิจัยเชิงนวัตกรรมเพื่อเพิ่มมูลค่ามะพร้าวเศรษฐกิจมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมนวัตกรรมมะพร้าวเป็นอาชีพประจำชุมชนอย่างยั่งยืนในสภาวะตลาดสากล มีแนวทางในการดำเนินงานวิจัยในการเพิ่มมูลค่าจากของเสียเหลือทิ้งของการผลิตมะพร้าวแบ่งเป็น 2 ส่วนหลักคือแปรรูปวัสดุเหลือทิ้งและพัฒนานวัตกรรมจากส่วนเหลือทิ้งของมะพร้าว โดยแผนงานวิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากโครงการย่อยเพื่อนำเสนอผลการดำเนินการวิจัยของโครงการย่อยทั้ง 2 โครงการ

งานวิจัยในส่วนการแปรรูปวัสดุเหลือทิ้งจากมะพร้าว ในการสังเคราะห์ถ่านกัมมันต์จะเผากะลามะพร้าวที่อุณหภูมิ อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นกระตุ้นทางเคมีด้วยโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 1 โมลาร์ อัตราส่วนถ่านต่อสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 1:3 กระตุ้นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และเผากระตุ้นที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส ที่สภาวะนี้ให้ค่าไอโอดีนนัมเบอร์สูงสุดเท่ากับ 503.45 มิลลิกรัมต่อกรัม จากการศึกษาการดูดซับตะกั่วและแคดเมียมในน้ำเสียสังเคราะห์พบว่า ถ่านกัมมันต์มีประสิทธิภาพในการดูดซับตะกั่วและแคดเมียมร้อยละ 98.33 และ 57.88 ตามลำดับ ในการนำเส้นใยมะพร้าวมาผลิตแผ่นเส้นใยอัดมะพร้าวผสมต้นธูปฤาษี จะศึกษากระบวนการผลิตแผ่นใยไม้อัดและชนิดปริมาณของสารยึดติด อัตราส่วนผสมของแผ่นเส้นใยอัดจากเส้นใยมะพร้าวผสมเส้นใยต้นธูปฤาษีที่ 50:50% โดยน้ำหนักของเส้นใยแห้ง สมบัติเชิงกายภาพเชิงกล และเชิงความร้อน โดยใช้ปริมาณกาวสังเคราะห์ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เรซิน (UF) และกาวสังเคราะห์ไอโซไซยาเนต เรซิน (pMDI) ที่ปริมาณ 10% ทำหน้าที่เป็นสารยึดติด มีความหนาแน่นของแผ่นที่กำหนด 600 kg/m^3 และความหนาของแผ่น 15 มม. แล้วนำมาทดสอบสมบัติเชิงกายภาพและสมบัติเชิงกล ประกอบด้วยค่าความหนาแน่น ปริมาณความชื้น การดูดซึมน้ำที่ 2 และ 24 ชั่วโมง การพองตัวทางความหนาที่ 2 และ 24 ชั่วโมง ความต้านทานแรงดัดและความต้านทานมอดูลัสยืดหยุ่น ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ความแข็งแรงการยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียวด้านผิวตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 876-2547 พบว่าสามารถผ่านค่ามาตรฐานกำหนดและสมบัติเชิงความร้อน ค่าการนำความร้อนและความต้านทานความร้อน ตามมาตรฐาน ASTM C 177-2010 พบว่าค่าการนำความร้อนและค่าความต้านทานความร้อนที่ใช้กาวสังเคราะห์ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เรซิน เท่ากับ 0.045 w/m.k และ 0.1574 m^2.k/w และที่ใช้กาวสังเคราะห์ไอโซไซยาเนต เรซิน ค่าการนำความร้อนและค่าความต้านทานความร้อนเท่ากับ 0.175 w/m.k และ 0.1212 m^2.k/w ตามลำดับ

งานวิจัยในส่วนการพัฒนานวัตกรรมจากส่วนเหลือทิ้งของมะพร้าว จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของกากมะพร้าวที่เหลือจากการคั้นกะทิ มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุด รองลงมาคือไขมัน และเส้นใย อยู่ที่ 29.40 23.39 และ 22.60% โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดใยอาหารจากกากมะพร้าว พบว่า สภาวะที่เหมาะสม คือ ใช้ตัวทำละลายเอทานอล ที่ 95% และตัวทำละลายเฮกเซน โดยใช้อุณหภูมิในการอบแห้งที่ 50 องศาเซลเซียส ซึ่งจะให้ปริมาณร้อยละของผลผลิตสูงที่สุด และมีปริมาณไขมันน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับสภาวะอื่น สำหรับขนาดของใยอาหารต่อคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของใยอาหารจากกากมะพร้าว โดยมีการศึกษา

ขนาดของใยอาหารอยู่ในช่วง 200-1000 ไมโครเมตร พบว่า ใยอาหารที่สกัดด้วยเอทานอล ที่ขนาด 500 ไมโครเมตร มีความสามารถในการอุ้มน้ำ และการพองตัวดีที่สุด ส่วนใยอาหารที่สกัดด้วยเฮกเซน ที่ขนาด 500 ไมโครเมตร มีความสามารถในการอุ้มน้ำดีที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และมีความสามารถในการพองตัวดีที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับใยอาหาร ที่ขนาด 710 ไมโครเมตร หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของใยอาหารจากกากมะพร้าว พบว่า ใยอาหารที่ใช้เอทานอลในการสกัดมีปริมาณเส้นใยถึงร้อยละ 70.54 โดยมีปริมาณไขมันและคาร์โบไฮเดรตที่ลดลงอย่างชัดเจน วัสดุนาโนเซลลูโลสสามารถทำการบดย่อยเปลือกมะพร้าวให้มีลักษณะเป็นผงขนาดเล็กได้โดยใช้เครื่องลดขนาดแบบจานหมุน การใช้ตัวทำละลายคาร์บอนไดออกไซด์เหลวร่วมกับเอทานอลสามารถทำการสกัดลิกนินออกจากเปลือกมะพร้าวได้บางส่วน เทคนิคที่เหมาะสมในการแยกลิกนินออกจากเปลือกมะพร้าวคือการใช้กรดซัลฟิวริคในตัวทำละลาย 50% เอทานอล โดยสามารถทำการกำจัดลิกนินออกได้จนเกือบหมดในขั้นตอนสุดท้าย การสกัดนาโนเซลลูโลสสามารถทำได้โดยใช้การเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสด้วยกรดซัลฟิวริคโดยใช้การบดด้วยลูกบดช่วยในการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งอนุภาคนาโนเซลลูโลสที่ได้มีทั้งลักษณะผลึกและอสัณฐานทั้งคู่โดยที่จะมาความเป็นอสัญฐานเพิ่มขึ้นมากกว่าสารตั้งต้น อนุภาคนาโนเซลลูโลสที่ได้มีโครงสร้างอยู่ในช่วงประมาณ 50 นาโนเมตร

อภิปรายผล

การสังเคราะห์ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวที่กระตุ้นด้วยโซเดียมคลอไรด์ เพื่อใช้ในการดูดซับตะกั่วและแคดเมียม พบว่าถ่านที่กระตุ้นด้วยโซเดียมคลอไรด์ ที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส อัตราส่วนถ่าน: โซเดียมคลอไรด์ โดยน้ำหนักเท่ากับ 1:3 และเวลากระตุ้น 1 ชั่วโมง ให้ค่าไอโอดีนนัมเบอร์เท่ากับ 503.45 มิลลิกรัมต่อกรัม ซึ่งให้ค่าไอโอดีนนัมเบอร์สูงที่สุด เนื่องจากเมื่อเพิ่มอุณหภูมิและใช้เวลาที่กระตุ้นที่มากขึ้นจะทำให้ถ่านกัมมันต์สามารถดูดซับได้ดีขึ้น แต่เมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิในการกระตุ้นมากขึ้นจะทำให้ถ่านกัมมันต์ที่ได้ค่อนข้างมีความเป็นเถ้ามาก ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ อรัญ ขวัญปาน (2554) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการกำจัดตะกั่วจากน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว โดยกระตุ้นโดยใช้โซเดียมคลอไรด์ และพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมที่ใช้การเผากระตุ้นคือ 700 องศาเซลเซียส และวัสดุที่มีค่าการดูดซับสูงสุดคือ กะลามะพร้าว ซึ่งอัตราส่วนน้ำหนักของวัตถุดิบต่อสารกระตุ้นที่เหมาะสมคือ 1:1 ได้ค่าไอโอดีนเท่ากับ 623 มิลลิกรัม และพื้นที่ผิวเท่ากับ 674 ตารางเมตรต่อกรัม พบว่าถ่านกัมมันต์ที่ผลิตได้มีประสิทธิภาพในการกำจัดตะกั่วสูงกว่า 85% การดูดติดผิวสำหรับถ่านกัมมันต์คือ 10 นาที ผลของการหาไอโซเทอมการดูดติดผิวแบบฟรุนดิชแสดงให้เห็นว่าถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวมีความสามารถในการดูดติดผิว 5.0 มิลลิกรัม ของตะกั่วต่อกรัมของถ่านกัมมันต์

การผลิตแผ่นเส้นใยอัดมะพร้าวผสมต้นธูปฤาษี เมื่อทำการทดสอบเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพ พบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนดมีบางสมบัติสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กำพล ชูปรีดา, กิตติภณ ศิริปัญญา และฤทธิชัย เต็งการณ์กิจ (2546) ได้ศึกษาการผลิตแผ่นเส้นใยอัดความหนาแน่นสูงจากผักตบชวา ที่ได้ทดลองจากกรรมวิธีการผลิตแบบแห้งชนิดผิวเรียบ 2 หน้า ซึ่งมีความหนาแน่นที่กำหนด 800 kg/m^3 ขึ้นไป ใช้ปริมาณกาวสังเคราะห์ยูเรียฟอร์มัล

ดีไฮด์ เรซินที่ 10% 13% และ 16% และปริมาณพาราฟินอิมัลชั่น 0.75% เทียบกับน้ำหนักแห้งของเส้นใยผักตบชวาพบว่า ค่าความหนาแน่นเฉลี่ย และค่าความชื้น อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของกากมะพร้าว พบว่ากากมะพร้าวที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการวิจัยที่ความชื้นค่อนข้างต่ำ ถือว่าเป็นของแห้ง (ปริมาณความชื้นต่ำ อยู่ที่ 7.94% โดยน้ำหนัก) และเป็นวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมในการสกัดใยอาหาร เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการในส่วนของใยอาหารอยู่ในปริมาณสูงถึง 22.60% โดยน้ำหนัก ส่วนผลของคุณค่าทางโภชนาการในด้านปริมาณโปรตีนและไขมัน ใกล้เคียงกับงานวิจัยของ กานต์ สุขสุแพทย์, จรรยา คงฤทธิ์ และณหทัย วิจิตโรทัย (2555) โดยมีค่าอยู่ที่ 3.75 และ 27.62% โดยน้ำหนัก ตามลำดับ และปริมาณใยอาหารและเถ้าใกล้เคียงกับงานวิจัยของคุณาพร เงินศรีตระกูล และรัชดาภรณ์ เพ็ชรนิคม (2545) โดยมีค่าอยู่ที่ 22 และ 11.28% โดยน้ำหนัก ตามลำดับ อย่างไรก็ตามจากผลของคุณค่าทางโภชนาการของกากมะพร้าว พบว่า ยังคงมีปริมาณสารชนิดอื่น ได้แก่ ปริมาณไขมัน และคาร์โบไฮเดรต ในปริมาณที่สูงอยู่ จึงจำเป็นต้องมีการกำจัดออกจากกากมะพร้าว เพื่อให้ได้ปริมาณเส้นใยในสารสกัดมากที่สุด สำหรับการสกัดไขมันออกจากวัตถุดิบมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี แต่การใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลายที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค เพราะผลิตได้จากวัตถุดิบที่มีน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวอยู่ในโครงสร้างโมเลกุล เช่น มันสำปะหลัง อ้อย กากน้ำตาล ข้าวโพด ข้าวฟ่างหวาน สามารถรับประทานได้ (สิริวุทธิ์ เสียมภักดี, 2552) ซึ่งได้มีการใช้เอทานอลในการสกัดไขมันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ การศึกษาการสกัดไขมันออกจากเปลือกกล้วย (เหรียญทอง สิงห์จานุสงค์ และจิราภรณ์ สอดจิตร์, 2554) ซังข้าวโพด (จุฑารัตน์ พงษ์โนรี และธีรพร กงบังเกิด, 2549) และเปลือกและแกนสับปะรด (อังคณา คงคชวรรณ, ตรี อินดรา ,ริณี เวียร์ยันโตโร และอภิรักษ์ เพียรมงคล, 2557) เป็นต้น ปัจจัยที่มีผลต่อคุณสมบัติเชิงหน้าที่ (ความสามารถในการอุ้มน้ำ ความสามารถในการอุ้มน้ำมัน และความสามารถในการพองตัว) ของใยอาหาร ได้แก่ องค์ประกอบทางเคมี ขนาดใยอาหาร ปริมาณอิเล็กโตรไลท์ และค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายนั้น ๆ (สิริมา ชินสาร, 2558) ดังนั้นอนุภาคที่ขนาดต่าง ๆ จะส่งผลต่อคุณสมบัติของใยอาหาร ซึ่งจากงานวิจัย พบว่า อนุภาคใยอาหารขนาด 500 ไมโครเมตรมีคุณสมบัติในด้านการอุ้มน้ำและการพองตัวที่ดีที่สุด

จากผลการทดลองพบว่าสามารถทำการสกัดนาโนเซลลูโลสจากเปลือกมะพร้าวด้วยเทคนิคที่พัฒนาขึ้นได้ โดยพิจารณาจากมวลของลิกนินที่หายไปจะพบว่ามีปริมาณมากกว่าส่วนที่เป็นเซลลูโลส โดยในเซลลูโลสที่สกัดได้ยังพบว่ามีลิกนินหลงเหลืออยู่ ซึ่งอาจเกิดจากโมเลกุลที่มีความคงทนสูงไม่สามารถทำการสกัดแยกออกไปได้ในปริมาณน้อย แต่อย่างไรก็ตามการนำไปใช้ประโยชน์หรือคุณสมบัติ รวมทั้งการวิเคราะห์อัตลักณ์ของวัสดุนาโนเซลลูโลสที่ได้ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของลิกนินที่รวมอยู่ด้วย

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. สามารถนำถ่านกัมมันต์ไปใช้ในการดูดซับโลหะหนักในน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมหรือประยุกต์ใช้ในการกรองสิ่งสกปรก และการฟอกสี

2. แผ่นเส้นใยอัดมะพร้าวผสมต้นธูปฤาษีสามารถนำไปผลิตในอุตสาหกรรมไม้อัดได้

3. นำไปเป็นทำเป็นวัสดุที่สามารถปรับแต่งความคงทนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ด้านพลังงาน ทางด้านอาหารและยา เป็นต้น และควรทำการศึกษาสมบัติที่เกี่ยวข้องกับการนำไปใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ ต่อไป

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาการผลิตถ่านกัมมันต์โดยใช้กระบวนการกระตุ้นทางกายภาพ
2. ศึกษาความแตกต่าง สมบัติของการใช้สารเติมแต่งที่ระดับต่าง ๆ และปริมาณของสารเคลือบผิวกันซึมต่อการดูดซึมน้ำ
3. การเตรียมอนุภาคนาโนเซลลูโลสจากเปลือกมะพร้าวที่ใช้เป็นเทคนิคใหม่และเป็นเทคนิคสามารถสกัดได้ง่าย ซึ่งมีปัจจัยที่มีผลต่อผลการสกัดหลายด้าน ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมในประเด็นต่างๆ เพิ่ม เช่น ความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้ ระยะเวลาในการบด สัดส่วนของสารตั้งต้นที่ใช้ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรมภาษาไทย

กรมวิชาการเกษตร. (2552). *การปลูกมะพร้าวน้ำหอม*. สืบค้นเมื่อ 30 มีนาคม 2559. จาก: http://www.oknation.net/blog/horti-asia/2012/10/01/entry-2

กรมวิชาการเกษตร. (2552). *มะพร้าวน้ำหอม*. สืบค้นเมื่อ 12 กุมภาพันธ์ 2559. จาก: http://it.doa.go.th/vichakan/news.php?newsid=42.

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2547). *มะพร้าว*. สืบค้นเมื่อ 24 กุมภาพันธ์ 2559. จาก: http://www.kmutt.ac.th/titec/gtz/coconut-detail-upload4.html .

กานต์ สุขสุแพทย์, จรรยา คงฤทธิ์ และณหทัย วิจิตโรทัย. (2555). การใช้ได้ของกากกะทิเป็นอาหารเสริมในไก่เนื้อ. *ในการประชุมวิชาการงานเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 10* (หน้า174-181). กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

กำพล ชูปรีดา กิตติภณ ศิริปัญญา และ ฤทธิชัย เต็งการณ์กิจ. (2546) *การศึกษาการผลิตแผ่นเส้นใยอัดความหนาแน่นสูงจากผักตบชวา*. สืบค้นเมื่อ 1 มิถุนายน 2558. จาก: http://library.kmutnb.ac.th/projects/ind/FDT/fdt0270t.html

เกียรติสุดา เหลืองวิจัย. (2554). การเก็บรักษามะพร้าวกะทิ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คุณาพร เงินศรี และรัชดาภรณ์ เพ็ชรนิคม. (2545). งานวิจัยเรื่องการสกัดโปรตีนจากกากมะพร้าวที่เหลือจากการบีบน้ำมะนาวและกะทิ. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

จุฑารัตน์ พงษ์โนรี และธีรพร กงบังเกิด. (2549). การเตรียมเซลลูโลสจากซังข้าวโพด ตอนที่ 1: การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัด. *วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. ปีที่ 28 ฉบับ 1(ม.ค.-ก.พ. 2549) หน้า 191-199.

เฉลิมชัย วงษ์อารี และชัยรัตน์ เตชวุฒิพร. (2554). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เรื่อง การแปลี่ยนแปลงกลิ่นในมะพร้าวน้ำหอมระหว่างการเก็บรักษา. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่.

ชนมภัทร โตระสะ. (2553). การจัดการฐานข้อมูลด้านกระบวนการผลิตน้ำตาลจากมะพร้าวของชุมชนจังหวัดสมุทรสงคราม. ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ปีงบประมาณ 2553.

เบญจรัตน์ เทพณรงค์. (2556). การพัฒนาการผลิต การตลาด และการรวมกลุ่มของผู้ปลูกมะพร้าว เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร. เกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

พร รุ่งแจ้ง. (2541). มะพร้าว. พฤกษศาสตร์พืชเศรษฐกิจ . ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 110-116.

พลัฏฐ์ โสภณากิจโกศล. (2554). การผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าวเพื่อใช้ในการดูดซับโลหะโครเมียม (VI). กรุงเทพมหานคร: ฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ไทย.

มาลี ชิ้มศรีสกุล . (2546). การศึกษาการเตรียมแป้งมะพร้าวจากกากมะพร้าวส่วนเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูป. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

ศรี ยัมบาลาปิติยะเกะ โดนา คามานิ ปริยาดารีเชอะนิ. (2555). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระบบการทำฟาร์มที่มีมะพร้าวเป็นพืชหลักอย่างยั่งยืนของเกษตรกรรายย่อยในอำเภอกำพาล่า ประเทศศรีลังกา. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2547). มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ. มอก. 876-2547, กระทรวงอุตสาหกรรม. 17 น.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2548). มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่งสำเร็จรูป. มอก. 832-2548. กระทรวงอุตสาหกรรม, 17 น.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2554). มาตรฐานสินค้าเกษตร: มะพร้าว. มกษ. 18- 2554, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 13 น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2558). สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2558. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร. 240 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2559). มะพร้าว. สืบค้นเมื่อ 24 กุมภาพันธ์ 2559. จาก: http://www.oae.go.th/fruits/index.php/coconut.data.

สิริมา ชินสาร, บงกช ธุระพันธ์, วารุณี พรมประดิษฐ์. (2557). ผลของการเตรียมขั้นต้นต่อสมบัติของเซลลูโลสผงจากกากมะพร้าวและการประยุกต์ใช้เป็นสารลดการดูดซับน้ำมันในโดนัท. บทความวิจัย ว. วิทยาศาสตร์เกษตร ปีที่ 45 ฉบับที่ 2 (พิเศษ): 393-396.

สิริมา ชินสาร., กฤษณะ ชินสาร. (2558). การสกัดและใช้ประโยชน์เส้นใยอาหารและเซลลูโลสจากกากมะพร้าว เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและการสร้างตัวแบบเพื่อการพยากรณ์การ ถ่ายเทมวลสารระหว่างการทอด. มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี.

สิริวุทธิ์ เสียมภักดี. (2552). อุตสาหกรรมเอทานอลไทย ปัญหา อุปสรรค และแนวทางการส่งเสริมพัฒนา. สืบค้นเมื่อ 8 กุมภาพันธ์ 2557. จาก: http://www.thaitapiocastarch.org/article16_th.asp.

เหรียญทอง สิงห์จานุสงค์ และจิราภรณ์ สอดจิตร์. (2554). งานวิจัยเรื่องการผลิตเซลลูโลสจากเปลือกกล้วย.พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

อนงค์นาฏ ศรีบุญแก้ว. (2559). ทรัพยากรชีวภาพ. สืบค้นเมื่อ 30 มีนาคม 2559. จาก: http://www.bedo.or.th/lcdb/biodiversity/view.aspx?id=11106.

อรวรรณ วิชัยลักษณ์. (2557). ศึกษาความพึงพอใจในการเข้าร่วมโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (มะพร้าว) ปี 2557. สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร. กรมส่งเสริมการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

อรัญ ขวัญปาน. (2554). ประสิทธิภาพของการกำจัดตะกั่วจากน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว ไม้โกงกาง และเปลือกทุเรียน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

อังคณา คงคชวรรณ ตรี อินดราริณี เวียร์ยันโตโร และอภิรักษ์ เพียรมงคล. (2557). การสกัดเส้นใยอาหารจากเปลือกและแกนสับปะรด. เอกสารการประชุมเสนอผลงานบัณฑิตศึกษา. ขอนแก่น. หน้า 891-895.

อาลีวรรณ เวชกิจ. (2555). การผลิตมะพร้าวของเกษตรกรในอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม. เกษตรศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ประวัติคณะผู้วิจัย

<u>หัวหน้าแผนโครงการวิจัย</u>

นายอุดมศักดิ์ กิจทวี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2542 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปี พ.ศ. 2547 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปี พ.ศ. 2554 ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ หลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

<u>หัวหน้าโครงการวิจัยย่อย 1</u>

นางฐิตินาถ สุคนเตร์ เกิดเมื่อวันที่ 19 กันยายน 2518 ที่จังหวัดระนอง สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เมื่อปี พ.ศ. 2540 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2543 และสำเร็จปริญญาเอก สาขาปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2553 ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ หลักสูตรอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

<u>หัวหน้าโครงการวิจัยย่อย 2</u>

นางสาวฐิตา ฟูเผ่า สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี (เกียรตินิยมอันดับที่ 2) สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร สถานบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาไบโอเทค มหาวิทยาลัยโอซากา ประเทศญี่ปุ่น สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาไบโอเทค มหาวิทยาลัยโอซากา ประเทศญี่ปุ่น ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ หลักสูตรเทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต