

การศึกษาและพัฒนาระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุตอซังข้าว
สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม

STUDY AND DEVELOPMENT PROCESSES OF RICE STUBBLE
FOR ENVIRONMENTALLY FRIENDLY PRODUCT DESIGN



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2560

KMITL-2017-ED-M-222-070

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY AND DEVELOPMENT PROCESSES OF RICE STUBBLE
FOR ENVIRONMENTALLY FRIENDLY PRODUCT DESIGN



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION
IN INDUSTRIAL DESIGN TECHNOLOGY
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ KMITL-2017-ED-M-222-070 ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2017

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุตอซังข้าว สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม
นักศึกษา	นางสาวอรชลดา ทับทิมดี
รหัสประจำตัว	55631020
ปริญญา	ครุศาสตรบัณฑิต สาขาเกษตรศาสตร์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ.	2560
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ. ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒินงศา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ. ว่าที่ร้อยโท ดร.พิชัย สดภิบาล

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของเศษวัสดุตอซังข้าวที่เหลือทิ้งทางการเกษตร 2) เพื่อพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากวัสดุตอซังข้าว 3) เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์โดยการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุตอซังข้าว 4) เพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีต่อรูปแบบของผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุตอซังข้าว วิธีดำเนินการวิจัยกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เจ้าหน้าที่การเกษตร และผู้ปลูกข้าว จำนวน 7 ท่าน ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านวัสดุและการผลิต และผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและการผลิต จำนวน 3 ท่าน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบ จำนวน 3 ท่าน เครื่องมือการวิจัยที่ใช้ ได้แก่ แบบสังเกตและสัมภาษณ์ โดยสรุปเป็นรูปแบบความเรียงและการวิเคราะห์ผลหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) กลุ่มตัวอย่างผู้ผลิตและผู้บริโภคที่ใช้ในการประเมินความพึงพอใจ ได้แก่ ผู้ผลิตและผู้จำหน่าย จำนวน 3 ท่าน ผู้บริโภคและผู้เดินทางมาเยี่ยมชมสินค้าและผลิตภัณฑ์โคมไฟ ภายในงานแสดงและจำหน่ายสินค้าโอท็อปในจังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 103 คน เครื่องมือการวิจัยที่ใช้ ได้แก่ แบบประเมินความพึงพอใจ โดยใช้การวิเคราะห์ผลหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) สรุปผลการวิจัย จากการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของวัสดุตอซังข้าว นั้นหลังจากที่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต จะมีเศษตอซังจำนวนมากซึ่งจะทำการเผาทิ้งทุกปี และเป็นภาระให้กับเกษตรกรเป็นอย่างมาก โดยสร้างทางออกให้กับปัญหาดังกล่าวคือ พัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุตอซังข้าว เนื่องจากเศษวัสดุตอซังข้าวไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ ได้ทำการนำวัสดุแปรรูป แล้วพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์โดยการอัดขึ้นรูป ในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ได้ใช้กาวยธรรมชาติที่เหมาะสมต่อการอัดขึ้นรูป คือ กาวยางกระถิน โดยใช้กาวยางกระถินเป็นตัวประสานสามารถยึดเกาะตัวได้ดี นำชิ้นงานที่ได้มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนจากเศษวัสดุตอซังข้าว ประเภทผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านเป็นโคมไฟ โดยได้รูปแบบมาจากเครื่องจักสาน ในรูปลักษณะเครื่องจักสานมีมาตั้งแต่สมัยก่อนที่เกิดคู่กับการดำรงชีวิตประจำวัน เป็นสิ่งสะท้อนถึงวิถีชีวิตของชาวบ้าน อันเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของท้องถิ่น เพื่อให้สื่อถึงภูมิปัญญาท้องถิ่นและเพิ่มความแปลกใหม่และสะดุดตาของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ได้ในชีวิตประจำวัน จากการวิเคราะห์การประเมินค่าความพึงพอใจของผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุตอซังข้าว จากกลุ่มตัวอย่างผู้ที่เข้าร่วมงานแสดงสินค้า OTOP ในจังหวัดสุพรรณบุรี มีค่าเฉลี่ยระดับ ($\bar{x} = 4.52$), (S.D. = 0.42) มีความเหมาะสมในระดับดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	STUDY AND DEVELOPMENT PROCESSES OF RICE STUBBLE FOR ENVIRONMENTALLY FRIENDLY PRODUCT DESIGN
Student	Miss. Onchonlada Tubtimdee
Student ID.	55631020
Degree	Master of Industrial Education
Program	Industrial Design Technology
Year	2017
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Songwut Egwutvongsa
Thesis Co-Advisor	Assoc. Prof. Act. Lt. Dr. Pichai Sodhibhan

ABSTRACT

These research objectives are 1). To study physical appearance of excessive rice stubble from agricultural process. 2). To develop process of rice stubble usage. 3). To design useful products from rice stubble 4). To evaluate the satisfaction of manufacturer and customer to rice stubble products. Sample group are 7 provincial Agricultural officers and farmers, 3 Material and production specialists, 3 Design specialists. Analyze the result from Observation and interview into article, finding average evaluation and standard deviation. Sample group in satisfaction evaluation are manufacturers and customers. 3 Manufacturers and sellers. Customers and travelers who go to see the products and lamp products in OTOP exhibition in Suphanburi province are 103 people. Analyze the result from Observation and interview into article, finding average evaluation and standard deviation. The research result of physical appearance and feature of rice stubbles, after the cultivation most farmers will get rid of rice stubble by burning them and it's a huge problem for farmers. The resolution for this problem is to develop the process of rice stubble usage. After the study, rice stubbles can be developed into main material in production by extrusion with natural glue suitable for extrusion, gum Arabic. To develop products into home decoration such as lamps by using idea of crafting shapes and patterns from regional Thai wisdom of the past which reflect the lifestyle of people in each region. To represent Thai wisdom and exotic feature in products for daily life. From satisfaction evaluation from manufacturer and consumer towards product from rice stubble, from example group of visitors in OTOP exhibition in Suphanburi province, the average is ($\bar{x} = 4.52$), (S.D.= 0.42) which is good level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้ศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายฝ่าย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกๆท่าน ที่อยู่เบื้องหลังความสำเร็จของงานวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิมวงศา ที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือ ชี้แนะแนวทางในทุกๆ ด้านเป็นอย่างดี อีกทั้งได้มอบโอกาสและประสบการณ์อันเป็นประโยชน์อย่างสูงแก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รศ.ว่าที่ร้อยโท ดร.พิชัย สดกพิบาล ที่ช่วยให้คำชี้แนะแนวทางและจุดบกพร่องต่างๆ ให้ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไข ช่วยแก้ปัญหาและสั่งสอนผู้วิจัยด้วยความเอาใจใส่เสมอมา

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.รัฐไท พรเจริญ, รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร, ผศ.ดร.ธเนศ ภิรมย์การ ในฐานะคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.อภิสิทธิ์ ลินธุภัก, ผศ.ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนข้อชี้แนะอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้วิจัย ให้คำปรึกษาทฤษฎีและแนวคิดใหม่ๆ ต่อผู้วิจัยแม้จะไม่ใช่อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ของผู้วิจัยแต่ก็ให้คำแนะนำเสมอมาจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญในด้านวัสดุและการผลิตที่ได้มอบองค์ความรู้เฉพาะทางให้เพื่อใช้ในการศึกษาค้นคว้าในงานวิจัยนี้ และได้สละเวลามารับผิดชอบประเมินเครื่องมือรวมถึงให้คำแนะนำเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณผู้ที่ให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ รวมทั้งผู้ผลิตจักสานและผู้จำหน่ายผลิตภัณฑ์ตลอดจนผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบทุกท่าน ที่ช่วยชี้แนะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในด้านการออกแบบ ทั้งยังช่วยเสนอแนวคิด และชี้แจงข้อควรปรับปรุงต่างๆ ให้กับผู้วิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่การเกษตรจังหวัด เจ้าหน้าที่การเกษตรอำเภอ และเกษตรกรผู้ปลูกข้าว ที่ให้คำแนะนำและร่วมมือในการตอบคำถามและการมอบองค์ความรู้ในการผลิตให้กับผู้วิจัยจนได้ข้อมูลต่างๆ มาประกอบงานวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณพ่อ คุณแม่ คุณพี่และญาติ ที่ให้กำลังใจ ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนให้ผู้วิจัยได้รับการศึกษาด้วยดีตลอดมา และขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่ช่วยเหลือในการลงพื้นที่เก็บข้อมูลต่างๆ ที่ทำให้ มีความพยายามทำวิทยานิพนธ์นี้ให้สำเร็จ

ผู้วิจัยหวังว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ให้แก่ผู้สนใจศึกษาเรื่องของเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่จะนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์และต่อยอดทางแนวความคิดได้เป็นอย่างดี และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่างๆ ต่อไป

คุณค่าและประโยชน์อันพึงจากการศึกษาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอนอบน้อมบูชาพระคุณบิดามารดาและบูรพาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์อันมีค่ายิ่งให้แก่ข้าพเจ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อรชลดดา ทับทิมดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.5 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย.....	5
1.6 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย.....	5
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 วัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตรประเภทตอซังข้าว.....	7
2.2 ความเป็นมาของต้นข้าวและลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของต้นข้าว.....	16
2.3 หลักการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ.....	32
2.4 กลยุทธ์การออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ.....	36
2.5 วัสดุทดแทนไม้ลัดทวนโลกอื่น.....	39
2.6 กรรมวิธีการผลิต และหลักการทั่วไป.....	42
2.7 หลักการประยุกต์ใช้วัสดุ.....	44
2.8 กาว (Adhesive).....	49
2.9 หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์.....	60
2.10 ประเภทคอมไฟ.....	62
2.11 ประเภทของหลอดไฟ.....	64
2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	67
3.1 เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ ของเศษวัสดุต่อซังข้าวที่เหลือทิ้งทาง การเกษตร.....	67
3.2 เพื่อศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากวัสดุต่อซังข้าว.....	69
3.3 เพื่อพัฒนาออกแบบผลิตภัณฑ์โดยการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุ ต่อซังข้าว.....	70
3.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ผลิตและบริโภคที่มีต่อรูปแบบของผลิตภัณฑ์ จากเศษวัสดุต่อซังข้าว.....	72
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	76
4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของเศษวัสดุ ต่อซังข้าวที่เหลือทิ้งทางการเกษตร.....	76
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากวัสดุ ต่อซังข้าว.....	79
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยการประยุกต์ใช้ประโยชน์ จากเศษวัสดุต่อซังข้าว.....	100
4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ผลิตและผู้บริโภค ที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว.....	122
บทที่ 5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	129
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	129
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	132
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	133
บรรณานุกรม.....	135
ภาคผนวก.....	137
ภาคผนวก ก.....	138
ภาคผนวก ข.....	153
ภาคผนวก ค.....	184
ภาคผนวก ง.....	188
ประวัติผู้เขียน.....	202

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงปริมาณต่อชั่งและฟางข้าวในแต่ละภาคของประเทศไทย (ล้านต่อปี).....	11
2.2	ชนิดและปริมาณวัสดุเหลือใช้ในพื้นที่การเกษตรของประเทศไทย.....	12
2.3	ปริมาณธาตุอาหารพืชในวัสดุต่อชั่งแต่ละชนิด.....	12
2.4	ธาตุอาหารในต่อชั่ง-ฟางข้าวและมูลค่าที่สูญเสียไปหากมีการเผาทำลาย.....	13
2.5	แสดงปริมาณจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ที่ผลิตภายในประเทศ.....	15
2.6	แสดงศักยภาพวัสดุเชิงพื้นที่ของประเทศไทยปี 2552.....	15
2.7	ข้อแตกต่างระหว่างลักษณะที่สำคัญของข้าวอินดิกา จาโปนิกา และจาวานิกา...	22
2.8	แสดงองค์ประกอบน้ำยางธรรมชาติ.....	58
4.1	แสดงการวิเคราะห์วัสดุกระดาษต่อชั่งข้าวด้วยทฤษฎี SWOT.....	83
4.2	แสดงการวิเคราะห์วัสดุกาบแปงเปียกด้วยทฤษฎี SWOT.....	84
4.3	แสดงการวิเคราะห์วัสดุกาบยางกระถินด้วยทฤษฎี SWOT.....	85
4.4	แสดงการวิเคราะห์วัสดุกาบยางพาราด้วยทฤษฎี SWOT.....	86
4.5	แสดงการวิเคราะห์วัสดุการอัดขึ้นรูปด้วยทฤษฎี SWOT.....	87
4.6	ผลของคุณลักษณะเศษวัสดุต่อชั่งข้าว โดยใช้ระยะเวลาในกระบวนการปั่น.....	88
4.7	ผลของคุณลักษณะเศษวัสดุต่อชั่งข้าว โดยใช้กระบวนการบด จากเครื่องบด.....	89
4.8	แสดงผลการทดสอบการอัดขึ้นรูปจากกระบวนการปั่นความเร็วต่อนาที โดยใช้ กาวธรรมชาติเป็นตัวประสานในอัตราที่เหมาะสม.....	93
4.9	แสดงผลการทดสอบการอัดขึ้นรูปจากกระบวนการบด โดยใช้กาวธรรมชาติ เป็นตัวประสานในอัตราที่เหมาะสม.....	95
4.10	แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	101
4.11	แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อเศษวัสดุต่อชั่งข้าว.....	102
4.12	แสดงการพิจารณารูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อชั่งข้าว โดยใช้ทฤษฎีการ กระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ วิศวกรรมย์อ่อนรอย.....	105
4.13	แสดงการวิเคราะห์สรุปผลตัดทอนรูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อชั่งข้าว.....	106
4.14	แสดงผลการวิเคราะห์แบบประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์จากกระบวนการ ประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อชั่งข้าว รูปแบบที่ 1.....	110
4.15	แสดงผลการวิเคราะห์แบบประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์จากกระบวนการ ประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อชั่งข้าว รูปแบบที่ 2.....	111
4.16	แสดงผลการวิเคราะห์แบบประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์จากกระบวนการ ประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อชั่งข้าว รูปแบบที่ 3.....	113
4.17	แสดงผลการวิเคราะห์แบบประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์จากกระบวนการ ประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อชั่งข้าว รูปแบบที่ 4.....	114

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.18	แสดงผลการวิเคราะห์แบบประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว รูปแบบที่ 5.....	116
4.19	แสดงผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจกลุ่มผู้ผลิตที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว.....	123
4.20	แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน.....	125
4.21	แสดงผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจกลุ่มบริโภคนที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว.....	126



สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แสดงส่วนลักษณะต่อซังข้าว.....	8
2.2	ต่อซังข้าวในพื้นที่ภาคกลาง อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี.....	9
2.3	ฟางข้าวในพื้นที่ภาคกลาง อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี.....	9
2.4	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดการเผาในที่โล่งในพื้นที่เกษตรกรรม.....	14
2.5	ต้นข้าว.....	16
2.6	ข้าวแอฟริกา <i>Oryza glaberrima</i>	19
2.7	ข้าวสายพันธุ์ เรียกว่าสายพันธุ์ <i>Indica</i>	20
2.8	ข้าวสายพันธุ์ เรียกว่าสายพันธุ์ <i>Japonica</i>	20
2.9	ข้าวสายพันธุ์ เรียกว่าสายพันธุ์ <i>Javanica</i>	21
2.10	วิวัฒนาการของข้าวปลูกออไรซา ซาไทวา (<i>Oryza sativa</i>) และ ออไรซากลาเบอริมา (<i>Oryza glaberrima</i>)	21
2.11	ระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว.....	25
2.12	ส่วนต่างๆของต้นกล้าที่งอกในที่มืดและมีแสงสว่าง.....	27
2.13	ส่วนต่างๆของต้นข้าว.....	28
2.14	ส่วนต่างๆของช่อดอกหรือรวงข้าว.....	30
2.15	ส่วนต่างๆของดอกข้าว.....	31
2.16	วงจรกรรมวิธีการผลิต.....	43
2.17	แสดงระบบหน้าที่วัสดุที่จะนำไปประยุกต์ใช้.....	44
2.18	แสดงเงื่อนไขการประยุกต์วัสดุ.....	45
2.19	แสดงความสัมพันธ์คุณสมบัติของวัสดุที่ป้อนพลังงานเข้าไปและผลที่ได้ ออกมา.....	47
2.20	ประโยชน์ของแป้งมันสำปะหลัง.....	55
2.21	กาวแป้งเปียก.....	57
2.22	กระถินเทศ.....	57
2.23	กาวยางกระถิน.....	58
2.24	น้ำยางสด.....	59
2.25	น้ำยางจากต้นยางพารา และวัสดุเส้นใยผสม.....	59
3.1	แผนภูมิแสดงขั้นตอนการศึกษาและพัฒนาระบบการใช้ประโยชน์จากเศษ วัสดุต่อซังข้าว สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม.....	75
4.1	ต่อซังข้าว.....	76
4.2	ลักษณะลำต้นต่อซังข้าว.....	77
4.3	วงจรจากเศษวัสดุต่อซังข้าวที่ไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์.....	77
4.4	วงจรการนำต้นข้าวใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ.....	78
4.5	พื้นผิวกระดาษ.....	81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.6	กระบวนการอัดขึ้นรูป.....	82
4.7	กระดาษตอซังข้าว.....	83
4.8	กาวยางเปียก.....	84
4.9	กายางกระถิน.....	85
4.10	กายางพารา.....	86
4.11	การอัดขึ้นรูป.....	87
4.12	ขั้นตอนการทำกาวยางเปียก.....	90
4.13	ขั้นตอนการทำกายางกระถิน.....	90
4.14	กายางพารา.....	91
4.15	การเตรียมวัตถุดิบ.....	91
4.16	เทกาวประสานในอัตราส่วนที่เหมาะสม.....	91
4.17	นำมาอัดใส่บล็อกพิมพ์ที่เตรียมไว้.....	92
4.18	นำมาอัดขึ้นรูปด้วยบล็อกอัดแผ่น.....	92
4.19	นำแผ่นออกมาตากแดด เพื่อให้กาวยางและความชื้นแห้งสนิท.....	92
4.20	เศษวัสดุตอซังข้าวที่ขึ้นรูปแบบแผ่น ขนาด 30x30 เซนติเมตร.....	96
4.21	การเตรียมอัดเข้าพิมพ์.....	97
4.22	การเตรียมวัตถุดิบและเทกาวประสานในอัตราส่วนที่เหมาะสม.....	97
4.23	นำมาอัดเข้าพิมพ์ที่เตรียมไว้.....	97
4.24	นำวัสดุถอดออกมาตากแดด เพื่อให้กาวยางและความชื้นแห้งสนิท.....	98
4.25	การเตรียมวัสดุตอซังข้าว.....	98
4.26	นำวัสดุตอซังข้าวไปย่อยในหม้อต้ม.....	99
4.27	นำเยื่อล้างให้สะอาด.....	99
4.28	นำวัสดุถอดออกมาตากแดด เพื่อให้กาวยางและความชื้นแห้งสนิท.....	99
4.29	ภาพร่างชุดที่1 จำนวน 20 แบบ.....	100
4.30	ภาพร่างการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 50 แบบ.....	104
4.31	รูปแบบผลิตภัณฑ์ รูปแบบที่ 1.....	106
4.32	รูปแบบผลิตภัณฑ์ รูปแบบที่ 2.....	107
4.33	รูปแบบผลิตภัณฑ์ รูปแบบที่ 3.....	107
4.34	รูปแบบผลิตภัณฑ์ รูปแบบที่ 4.....	108
4.35	รูปแบบผลิตภัณฑ์ รูปแบบที่ 5.....	108
4.36	รูปแบบผลิตภัณฑ์จากจากกระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุตอซังข้าว ทั้ง 5 แบบ.....	109
4.37	เตรียมเศษวัสดุตอซังข้าว.....	118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.38	แบบแม่พิมพ์ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์.....	118
4.39	การเตรียมอัดเข้าพิมพ์.....	119
4.40	การเตรียมวัตถุดิบและตัวกาวประสาน.....	119
4.41	นำมาอัดเข้าพิมพ์ที่เตรียมไว้.....	119
4.42	นำวัสดุออกจากแม่พิมพ์.....	120
4.43	นำตัวชิ้นงานไปตากแดด.....	120
4.44	ประกอบติดฐานกับตัวชิ้นงานและขั้วหลอดไฟ.....	120
4.45	จักสานตัวโคมไฟ.....	121
4.46	นำประกอบติดกระดาษจากเศษวัสดุต่อซั้งข้าว.....	121
4.47	ชุดผลิตภัณฑ์โคมไฟ.....	121
4.48	โคมไฟผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซั้งข้าว.....	122



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีการเพาะปลูกข้าวนาปีและนาปรัง เป็นอาชีพหลักของคนไทย โดยสามารถผลิตข้าวปีละไม่ต่ำกว่า 21-25 ล้านตัน มีวัสดุเหลือที่เรียกว่า ฟางข้าว ต่อซึ่งข้าวมีปริมาณ 3 เท่าของเมล็ดข้าว เมื่อคิดแล้วจะได้ฟางข้าว คิดเป็นปริมาณต่อซึ่งถึง 63-75 ล้านตัน จากจำนวนข้าวที่ผลิตได้ดังกล่าว สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย (คิดเป็นมูลค่าไม่ต่ำกว่า 30,000 ล้านบาท) แต่ฟางข้าวจำนวนมหาศาลนี้แทบจะไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์เพื่อเพิ่มคุณค่าและมูลค่าในเชิงเศรษฐกิจ อาจเป็นเพราะเกษตรกรยังขาดความรู้ความเข้าใจในการนำเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและเทคโนโลยีชนิดของเสียมาปรับใช้ให้เกิดประโยชน์ นอกจากนี้เกษตรกรผู้ปลูกข้าวยังไม่ทราบเทคโนโลยีการจัดการและการเพิ่มคุณค่า ของมูลค่าฟางข้าวทั้งยังขาดอุปกรณ์เครื่องมือที่เหมาะสมในการใช้และการจัดการฟางข้าวอีกด้วย ทำให้เกษตรกรนิยมเผาทำลายฟางข้าวเพื่อประโยชน์ ในการเตรียมดินทำนาในปีต่อไปเป็นสิ่งสำคัญ การเผาฟางข้าวทิ้งของเกษตรกรนี้ ทำให้เกิดการสูญเสียคุณค่าและมูลค่าเชิงเศรษฐกิจอย่างมาก ทั้งยังก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกชนิดต่างๆ นำมาซึ่งมลพิษทางอากาศ เกิดผลเสียต่อระบบนิเวศในบริเวณที่มีการเผาฟางข้าวทิ้ง เนื่องจากการเพิ่มความร้อนจากการเผาฟางข้าว จะทำลายสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่อยู่บนผิวดินทั้งทำลายอินทรีย์วัตถุที่เป็นแหล่งอาหาร และพลังงานของสิ่งมีชีวิตนานาชนิด ที่อยู่ ในดินและบนผิวดิน นอกจากนี้การเผาฟางข้าวยังทำให้ธาตุอาหารพืชสูญเสียออกไป จากระบบนิเวศเกษตร ธาตุที่สูญเสียไปในสภาพก๊าซที่สำคัญ คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส กำมะถัน คาร์บอน การเผา ฟางข้าวทิ้ง ทำให้เกิดฝนกรด ทำให้ภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวประมาณ 65 ล้านไร่หรือประมาณร้อยละ 20 ของพื้นที่ทั้งประเทศ ได้ผลผลิตข้าว 24 ล้านตันต่อปี มีฟางข้าวเฉลี่ยประมาณปีละ 25.45 ล้านตัน และมีปริมาณต่อซึ่งข้าวที่ตกค้างอยู่ในนาข้าว 16.9 ล้านตันต่อปี ดังนั้น จึงนับได้ว่า มีปริมาณฟางข้าวและต่อซึ่งข้าวมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับต่อซึ่งพืชชนิดอื่น โดยมีปริมาณฟางข้าว และต่อซึ่งข้าวมากที่สุด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือจำนวน 13.7 และ 9.1 ล้านตันต่อปี รองลงมาคือ ภาคกลางและภาคตะวันออกมีจำนวนฟางข้าวและต่อซึ่ง 6.2 และ 4.1 ล้านตันต่อปี และในพื้นที่ปลูกข้าว 1 ไร่ มีปริมาณฟางข้าวและต่อซึ่ง โดยเฉลี่ยปีละ 650 กิโลกรัม (สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน. 2549)

ต่อซึ่งข้าว ฟางข้าว เป็นวัสดุที่ย่อยสลายง่าย มีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน เฉลี่ย 99:1 มีปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเฉลี่ย 0.51, 0.14 และ 1.55 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณธาตุอาหารรองของพืชได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม และซัลเฟอร์เฉลี่ย 0.47, 0.25 และ 0.17 เปอร์เซ็นต์ (กรมพัฒนาที่ดิน. 2555) จากการสำรวจพื้นที่ พบว่า ที่เกษตรกรส่วนใหญ่ นิยมการเผาทำลายเศษเหลือทิ้งในพื้นที่เกษตรกรรมในช่วงก่อนฤดูการเพาะปลูกเพื่อเป็นประโยชน์ ในการเตรียมดินทำนาในครั้งต่อไป ที่สำคัญการเผาทำลายเศษเหลือทิ้งในพื้นที่เกษตรกรรมนั้นไม่ได้ทำลายเศษเหลือทิ้งเพียงอย่างเดียว แต่เป็นการทำลายสภาพของหน้าดินสิ่งมีชีวิตต่างๆทั้งหลาย นับตั้งแต่จุลินทรีย์ แมลงรวมทั้งโครงสร้างในดินจะถูกทำลายหมดสิ้น นั่นคือการทำลายระบบนิเวศในพื้นที่เกษตรกรรมอย่างรุนแรง ทำให้ศัตรูพืชระบาดมากยิ่งขึ้นทุกปี ดังที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ยืมได้เห็นว่าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดขึ้นบ่อยครั้งในช่วงที่ผ่านมา หลังจากเก็บเกี่ยวข้าวแล้ว ในพื้นที่นาจะมีตอซังข้าวเหลืออยู่เป็นจำนวนมาก ในแต่ละปี ชาวนามักจะมีปัญหาในเรื่องของการเสียด่างข้าวในแปลงนาในเรื่องของค่าแรงในการกำจัดวัชพืช และการกำจัดเศษที่เหลือทิ้งทางการเกษตรกรรม หากสามารถนำเศษเหลือทิ้งทางการเกษตรกรรมเหล่านั้นมากำจัดทิ้งผ่านกระบวนการเปลี่ยนเศษเหลือทิ้งให้กลับมาเป็นผลิตภัณฑ์ จะเป็นการนำมาใช้ประโยชน์และเป็นการเพิ่มมูลค่าของเศษที่เหลือทิ้งทางการเกษตรอีกด้วย

จากความเป็นมาและปัญหา ทำให้ผู้วิจัยได้สำรวจและพบเห็นจากพื้นที่เกษตรกรรมของภาคกลาง เป็นพื้นที่ที่มีการทำนามากที่สุด เป็นพื้นที่ที่มีการเผาวัชพืชและเศษวัสดุในพื้นที่เกษตรกรรมสูงด้วย ทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นความสำคัญของการศึกษาคุณสมบัติของเศษที่เหลือทิ้งทางการเกษตร และมีแนวคิดในการนำมาพัฒนาแนวทางการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุตอซังข้าว เพื่อแปรรูปวัสดุจากเศษวัสดุตอซังข้าวให้สามารถใช้ประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อส่งเสริมและพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชนให้สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์จวบจนการสร้างรายได้ให้กับชุมชน และยังช่วยส่งเสริมภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อพัฒนาศักยภาพในชุมชนอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของเศษวัสดุตอซังข้าวที่เหลือทิ้งทางการเกษตร
- 1.2.2 เพื่อพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากวัสดุตอซังข้าว
- 1.2.3 เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์โดยการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุตอซังข้าว
- 1.2.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีต่อรูปแบบของผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุตอซังข้าว

1.3 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการทำวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุตอซังข้าวสำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม มีแนวทางในการศึกษาโดยใช้กรอบแนวคิดดังต่อไปนี้

1.3.1 กรอบแนวคิด ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของเศษวัสดุตอซังข้าวที่เหลือทิ้งทางการเกษตร กรอบแนวคิดด้านของการศึกษาและพินิจพิเคราะห์ (ดนตรี รัตนทัศนีย์. มปป. 44-47) ดังต่อไปนี้

1. ลักษณะทางกายภาพของวัสดุ
2. ประโยชน์ใช้สอย
3. ประยุกต์เทคโนโลยีการผลิต
4. ความงาม
5. กรรมวิธีการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.2 กรอบแนวคิด ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษต่อซังข้าว กรอบแนวคิดในการศึกษาใช้หลักการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจในอุตสาหกรรม (ณัชวิชัย ตีกุล. 2553 : 94-98)

1. การใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติให้มากที่สุด
2. กระบวนการผลิตให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
3. วัสดุสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้
4. การใช้เทคโนโลยีที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาใช้ในการผลิต

1.3.3 กรอบแนวคิด ตามวัตถุประสงค์ที่ 3 เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์โดยการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว โดยใช้กรอบแนวความคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์ของ (วิรุณ ตั้งเจริญ. 2526 : 19)

1. รูปแบบที่สร้างสรรค์
2. มีความงดงามที่น่าสนใจ
3. สัมพันธ์กับประโยชน์ใช้สอย
4. เหมาะสมกับวัสดุ
5. สอดคล้องกับการผลิต

1.3.4 กรอบแนวคิด ตามวัตถุประสงค์ที่ 4 เพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีต่อรูปแบบของผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดด้านความพึงพอใจของกลุ่มผู้ผลิตและผู้บริโภค โดยหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ค่านึงนั้น (นิรัช สุตสังข์. 2548 : 31) คือ

1. หน้าที่ใช้สอย (Function)
2. ความปลอดภัย (Safety)
3. ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomic)
4. วัสดุและกรรมวิธีการผลิต (Materials and Production)
5. ความสวยงาม (Aesthetics)

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ในการการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้มุ่งเน้นที่จะศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ และเพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากการประยุกต์ใช้จากเศษต่อซังข้าวที่เหลือทิ้ง ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการศึกษาในงานวิจัย ดังนี้

ผู้วิจัยกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ตามวัตถุประสงค์ทั้ง 4 ข้อ ดังนี้

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 1 เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของเศษวัสดุต่อซังข้าวที่เหลือทิ้งทางการเกษตร

1.4.1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.4.1.2 ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูล โดยการสัมภาษณ์และการสังเกต กลุ่มเจ้าหน้าที่การเกษตรจังหวัด, กลุ่มเจ้าหน้าที่การเกษตรอำเภอ และกลุ่มผู้ปลูกข้าว 3 กลุ่ม

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มตัวอย่างเจ้าหน้าที่การเกษตร และผู้ปลูกข้าวจำนวน 7 ท่าน ด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจงประกอบไปด้วยกลุ่มเจ้าหน้าที่การเกษตรจังหวัด 3 ท่าน, กลุ่มเจ้าหน้าที่การเกษตรอำเภอ 2 ท่าน และกลุ่มผู้ปลูกข้าว 2 ท่าน

โดยผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกกลุ่มเจ้าหน้าที่การเกษตรและกลุ่มผู้ปลูกข้าว โดยมีประสบการณ์ในการทำงานด้านการเกษตรไม่น้อยกว่า 5 ปี และมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเกษตร

เครื่องมือในการวิจัย การสัมภาษณ์ (เชิงลึก) และการสังเกต ทำการรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งการนำผลจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนำมาสรุปและกำหนดเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

1.4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 2 เพื่อพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากวัสดุต่อซังข้าว

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มตัวอย่างผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านวัสดุ และการผลิต และผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและการผลิต ด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจงประกอบไปด้วยผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านวัสดุและการผลิต และผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและการผลิต จำนวน 3 ท่าน

เครื่องมือในการวิจัย การสัมภาษณ์ (เชิงลึก) แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านวัสดุและการผลิต และผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและการผลิต ที่มีต่อการใช้งานของเศษวัสดุต่อซังข้าวจากกระบวนการผลิต การหาความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความเที่ยงตรง (Validity) โดยอาศัยคุณยพินิจของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับสิ่งที่ต้องการวัด (Index of Item Objective Congruent : IOC)

1.4.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 3 เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มตัวอย่างผู้ทรงคุณวุฒิทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจงประกอบไปด้วยผู้ทรงคุณวุฒิทางการออกแบบ จำนวน 3 ท่าน

เครื่องมือในการวิจัย แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางการออกแบบ ที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์จากวัสดุต่อซังข้าวที่ได้รับการพัฒนารูปแบบใหม่ให้สอดคล้องกับแนวทางที่ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิทางการออกแบบ โดยแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยออกแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.4 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 4 เพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีต่อรูปแบบของผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุตอซังข้าว

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มตัวอย่างผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจงประกอบไปด้วยผู้ผลิตและผู้จำหน่าย จำนวน 3 ท่าน และทำการสุ่มเลือกกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคและผู้เดินทางมาเยี่ยมชมสินค้าและผลิตภัณฑ์โคมไฟ ภายในงานแสดงและจำหน่ายสินค้าโอท็อปในจังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 103 คน จากตารางสำเร็จรูป ของ Yamane ความคลาดเคลื่อน 7% (Yamane. 1967 อ้างอิงใน นิรัช สุดสังข์. 2548 : 50)

เครื่องมือในการวิจัย แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุตอซังข้าวที่ได้รับการพัฒนารูปแบบใหม่ โดยเป็นแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยออกแบบประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

1.5 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ในการศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุตอซังข้าว สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยได้กำหนดตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย ดังนี้

ตัวแปรต้น คือ กระบวนการอัดขึ้นรูปจากเศษวัสดุตอซังข้าวด้วยกาวธรรมชาติ

ตัวแปรตาม คือ ผลของการทดลองจากเศษวัสดุตอซังข้าวที่ได้ขึ้นมีความแข็งแรงและมีน้ำหนักเบา

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย จึงกำหนดความหมายของคำศัพท์ต่างๆ ที่ใช้ ในการวิจัย ดังนี้

1.6.1 การพัฒนากระบวนการ หมายถึง การทำกระบวนการผลิตที่ได้จากเศษวัสดุตอซังข้าว มาพัฒนาเป็นวัสดุทดแทนไม้และทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกลให้ดีขึ้นด้านวัสดุและรูปแบบ

1.6.2 ลักษณะทางกายภาพ หมายถึง ลักษณะทางธรรมชาติที่สร้างขึ้นเป็นส่วนประกอบของตอซังข้าว ที่มีองค์ประกอบ เช่น ขนาด รูปร่าง และสี

1.6.3 เศษวัสดุตอซังข้าว หมายถึง ส่วนที่เกิดจากกระบวนการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวแล้วเหลือส่วนของลำต้นพืชที่คงค้างเหลืออยู่ในพื้นที่เพาะปลูก มีลักษณะแข็ง และยืนต้นในที่นา ซึ่งประกอบด้วยส่วนของราก ลำต้นและใบ

1.6.4 ฟางข้าว (Rice Straw) หมายถึง ชิ้นส่วนของต้นข้าวที่ชาวนาเก็บเกี่ยวเอาเมล็ดข้าวเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.5 กระบวนการใช้ประโยชน์ หมายถึง กระบวนการใดๆก็ตามแต่ สำหรับการกระทำ และแปรรูปวัสดุเศษต่อซึ่งข้าวเหลือทิ้ง ให้มีความเหมาะสมในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์

1.6.6 ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นจากกระบวนการและเทคโนโลยีที่ใส่ใจกับผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม โดยมุ่งเน้นใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติ ซึ่งสามารถนำไปใช้เพื่อทดแทนวัตถุดิบสังเคราะห์และสารเคมี จะต้องคำนึงถึงการออกแบบที่มีความสวยงาม และเหมาะสมกับผู้ใช้งานควบคู่กันไปด้วย

1.6.7 วัสดุทดแทน หมายถึง แผ่นวัสดุที่ใช้วัตถุดิบที่ได้จากการผลิตจากเศษต่อซึ่งข้าวเหลือทิ้งทางการเกษตร ที่ผ่านกระบวนการการแปรสภาพแล้ว

1.6.8 วัสดุผลิตภัณฑ์ หมายถึง การนำเอาวัสดุจากธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์ นอกจากนั้นแล้ว ก็พยายามที่จะพัฒนาทางด้านเทคโนโลยี มีการคัดเลือกหาวิธีการผสมผสานวัสดุจากธรรมชาติที่มีคุณสมบัติที่เข้าด้วยกัน เพื่อที่จะนำวัสดุนั้นๆไปใช้งานอย่างเหมาะสมและคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

1.7 ประโยชน์ที่จะได้รับ

1.7.1 ได้ทราบถึงภูมิปัญญาท้องถิ่น ด้านวิถีชีวิตของชาวนา ต้นข้าว ต่อซึ่งข้าว และปัญหาทางการเกษตร

1.7.2 ได้ทราบถึงคุณสมบัติของต่อซึ่งข้าว ในการนำมาใช้ทดแทนวัสดุพลาสติกที่ย่อยสลาย

1.7.3 ได้ศึกษาด้านวัสดุ รวมทั้งกรรมวิธีการผลิต และข้อมูลเพื่อนำไปสู่กระบวนการแนวคิดเป็นผลิตภัณฑ์ในการออกแบบ

1.7.4 ได้พัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซึ่งข้าว

1.7.5 ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์จากวัสดุต่อซึ่งข้าวที่มีรูปแบบเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

1.7.6 เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดนส่งผลดีต่อ ชุมชน และสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นแนวทางนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน

1.7.7 สามารถนำวัสดุหรือชิ้นส่วนกลับมาใช้ใหม่ โดยปรับปรุงผลิตภัณฑ์จากการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาค้นคว้าวิจัย เรื่อง “การศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว เพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์สำหรับสิ่งแวดล้อม” ผู้วิจัยได้ศึกษาทำการรวบรวมข้อมูล ทฤษฎี ตำรา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากแหล่งข้อมูลต่างๆ โดยแบ่งข้อมูลเอกสารที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 2.1 วัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตรประเภทต่อซังข้าว
- 2.2 ความเป็นมาของต้นข้าวและลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของต้นข้าว
- 2.3 หลักการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ
- 2.4 กลยุทธ์การออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ
- 2.5 วัสดุทดแทนไม้ลดภาวะโลกร้อน
- 2.6 กรรมวิธีการผลิตและหลักการทั่วไป
- 2.7 หลักการประยุกต์ใช้วัสดุ
- 2.8 กาว (Adhesive)
- 2.9 หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์
- 2.10 ประเภทโคมไฟ
- 2.11 ประเภทของหลอดไฟ
- 2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1. วัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตรประเภทต่อซังข้าว

2.1.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับข้าว (ธนพรรณ บุนนาค และคณะ. 2546)

ต้นข้าว จัดแบ่งออกได้ตามชนิดของแป้งในเมล็ดข้าว ได้แก่ ข้าวเหนียวและข้าวเจ้า ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ แป้ง หรือ starch คือ เป็นกลูโคสโพลีเมอร์แบบหนึ่ง แต่แป้งข้าวเหนียวนั้นประกอบด้วยสารที่เรียกว่า อะมิโลเพกทิน ทั้งหมดหรือเกือบหมด อะมิโลสนี้ทำให้ข้าวเหนียวเกาะตัวกันเป็นก้อนเมื่อเคี้ยว แตกต่างไปจากข้าวเจ้าซึ่งมีอะมิโลสน้อยกว่า

2.1.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ชื่อไทย : ข้าว

ชื่อสามัญ : Rice

ชื่อพฤกษศาสตร์ : *Oryza sativa*

ชื่อวงศ์ : POACEAE

แหล่งกำเนิดและการกระจายพันธุ์ เอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

ลักษณะของเส้นใยมีลักษณะเป็นเส้นใยชนิดสั้น ความยาวเฉลี่ย 0.54 – 0.92 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.2 ลักษณะเส้นใยของพืชจำแนกออกได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่

2.1.1.2.1 ชนิดเส้นใยสั้น คือ เยื่อที่มีความยาวของเส้นใยอยู่ในช่วงระหว่าง 1.0-3.0 มิลลิเมตร ผลิตขึ้นได้จากพืชหลายชนิด เช่น กก กากอ้อย ปกก้าว ฟางข้าว ใบสับปะรด ไม้ยูคาลิปตัส เป็นต้น เยื่อชนิดนี้ จะใช้ทำกระดาษที่ไม่ต้องการความเหนียวมากนัก

2.1.1.2.2 เยื่อชนิดเส้นใยยาว คือ เยื่อที่มีเส้นใยยาวเกิน 3.0 มิลลิเมตร ในประเทศไทยยังไม่มี การผลิตเยื่อชนิดเส้นใยยาวขึ้นในประเทศไทยแต่ใช้วิธีนำเข้าจากต่างประเทศ เช่น สวีเดน ฟินแลนด์ แคนาดาและนิวซีแลนด์ เป็นต้น ในประเทศไทย มีเยื่อสาเป็นเยื่อชนิดเส้นใยยาว มีความยาวของเส้น เยื่อประมาณ 8 มิลลิเมตร (วันทนี สาตราคม, นิโบล เดชาติวงศ์ และรุ่งอรุณ ศิริพันธุ์. 2526: 18) แต่ ใยเชิงอุตสาหกรรมไม่สามารถนำมาใช้ผลิตเป็นเยื่อเส้นใยยาวได้ เนื่องจากปริมาณของเปลือกสา มีไม่มากพอภายในประเทศ เยื่อชนิดเส้นใยยาวจัดเป็นเส้นใยที่มีคุณภาพ เพราะมีคุณสมบัติที่ดีของ กระดาษ เช่น การต้านทานแรงดึง การต้านทานแรงฉีกขาด เป็นต้น

2.1.2 ข้อมูลทั่วไปของตอซังข้าว

จากการศึกษาด้านคุณสมบัติของตอซังข้าว ทำให้ทราบถึงลักษณะของตอซังข้าว คือ ส่วนของ ลำต้นพืชที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวในพื้นที่เพาะปลูก และยืนต้นในที่นา มีลักษณะแข็ง ซึ่งประกอบด้วย ส่วนของรากและลำต้น โดยมีความสูงเฉลี่ย 20-50 เซนติเมตร มีลักษณะเป็นกอดตั้ง ต้นแข็ง ปล้อง กาบใบ และมีใบสีเขียว สีน้ำตาลแห้ง

ตอซังข้าวจะมีความแตกต่างจากฟางข้าว ฟางข้าว คือ ผลพลอยที่ได้จากการเก็บเกี่ยวผลผลิต ข้าวเป็นส่วนของลำต้นที่แห้งแล้ว หลังจากการนวดเอาเมล็ดข้าวออกเรียบร้อยแล้ว



ภาพที่ 2.1 แสดงส่วนลักษณะตอซังข้าว

ที่มา : (ลายเส้นโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2556)



ภาพที่ 2.2 ตอซังข้าวในพื้นที่ภาคกลาง อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2556)



ภาพที่ 2.3 ฟางข้าวในพื้นที่ภาคกลาง อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2556)

ปริมาณตอซังและฟางข้าวในประเทศไทย มีผลิตได้ถึงปีละ 50-60 ล้านตัน หากมีการเผาตอซังข้าวและฟางข้าวในปริมาณดังกล่าว จะสร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 27 ล้านตันกิโลกรัม คาร์บอนฟุ้งกระจายบนผิวโลก ในส่วนพื้นที่ดินที่เผาตอซังข้าวจะสูญเสียไนโตรเจน 6-9 กิโลกรัม/ไร่ ฟอสฟอรัส 0.8 กิโลกรัม/ไร่ โพแทสเซียม 15.6 กิโลกรัม/ไร่ ดังนั้นจึงเป็นประเด็นว่า ผลกระทบนอกจากสูญเสียธาตุอาหารในดิน และเกิดมลภาวะเป็นพิษ แล้วจะมีผลต่อผลผลิต รายได้และค่าใช้จ่าย ในการปลูกข้าวมากน้อยเพียงใด

ข้อมูลการผลิตข้าวในปี 2556 ผลผลิตข้าวที่ได้มีประมาณ 26.19 ล้านตัน เมื่อเก็บเกี่ยวข้าวออกไปแล้ว สิ่งที่เหลือในนาคือ ตอซังและรากข้าว ดังนั้นแม้ว่าฟางข้าวและเมล็ดข้าวจะถูกนำออกไปจากนาทั้งหมดก็ยังคงเหลือตอซังที่เหลือทิ้งนั้นเกษตรกรส่วนใหญ่จะเผาทิ้ง โลกอบ เพื่อช่วยให้การไถพรวนทำได้ง่ายขึ้นและเชื่อว่าการเผาตอซังช่วยทำลายโรคและแมลง (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556: 5)

จากคุณสมบัติของเกษตรกรที่ใช้ศึกษา คือ เกษตรกรรายเดี่ยวต้องมีแปลงปลูกข้าว ทั้ง 2 วิธี คือ เผาตอซังแล้วโลกอบ กับไม่เผาตอซังแล้วโลกอบ ตามด้วยการปลูกข้าว ไม่ได้ปลูกพืชชนิดอื่นๆ หลังการทำนาเป็นแปลงที่มีพื้นที่ติดต่อกัน เป็นดินชนิดเดียวกัน เป็นพันธุ์ข้าวชนิดเดียวกัน ปฏิบัติดูแลรักษาเหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกษตรกรที่ศึกษาส่วนใหญ่จะมีพื้นที่เกษตรกรรม 2 - 12 ไร่ต่อครัวเรือน เฉลี่ย 7 ไร่ มีสมาชิกในครัวเรือน 3 - 5 คน เฉลี่ย 4 คน อายุ 43 - 57 ปี เฉลี่ย 53 ปี อาชีพหลักคือ การทำนา จากผลการศึกษาระหว่างข้อเปรียบเทียบ มี 5 ข้อ คือ

1. เปรียบเทียบผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อไร่ กรณีเผาตอซัง 594 กก. ไม่เผาตอซัง 705 กก.
2. เปรียบเทียบรายได้เฉลี่ยต่อไร่ กรณีเผาตอซัง 8,223 บาท ไม่เผาตอซัง 10,039 บาท
3. เปรียบเทียบต้นทุนกำไรผลิตเฉลี่ย/ไร่ กรณีเผาตอซัง 5,648 บาท ไม่เผาตอซัง 5,795 บาท
4. เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียการเผาตอซัง ข้อดีของการเผาตอซังคือ การไถเตรียมแปลงง่ายกว่า ต้นหญ้าไม่รก และทำลายที่อยู่อาศัยของโรคแมลง ส่วนข้อเสียของการเผาตอซังคือ ทำให้เกิดมลภาวะเป็นพิษทำลายสิ่งแวดล้อม ดินแห้งแข็งเป็นก้อน ต้องใส่ปุ๋ยมากขึ้น ต้องใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปรับสภาพดิน ผลผลิตต่ำกว่าแปลงที่ไม่เผาตอซัง และสูญเสียธาตุอาหารในดิน

5. เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียกรณีไม่เผาตอซัง ข้อดีของการไม่เผาตอซังคือ ทำให้ดินได้ธาตุอาหารจากการหมักตอซัง สภาพดินไม่แข็งเกาะตัวเป็นก้อน ลดการใส่ปุ๋ยเคมี หรือปุ๋ยอินทรีย์ให้ผลผลิตดีกว่าแปลงที่เผาตอซัง ส่วนข้อเสียของการไม่เผาตอซังคือ การไถเตรียมแปลงจะยากกว่าและต้องมีการพักดินเพื่อตัดวงจรโรคแมลง ค่าจ้างไถเตรียมแปลงอาจจะมากกว่าแปลงที่เผาตอซัง

สำหรับข้อมูลเบื้องต้นจากการศึกษาครั้งนี้ หากพิจารณาผลผลิตเปรียบเทียบกรณีไม่เผาตอซัง เกษตรกรมีรายได้สูงกว่า ต้นทุนการผลิตกรณีไม่เผาตอซังสูงกว่าเล็กน้อย ในส่วนของข้อดีและข้อเสีย เปรียบเทียบจากข้อมูลการศึกษา การไม่เผาตอซังก่อให้เกิดผลดีมากกว่า ทั้งทางด้านกายภาพ ภาวะแวดล้อม ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญที่จะส่งผลในระยะยาว เป็นการอนุรักษ์ฟื้นฟู ทรัพยากรธรรมชาติและสภาพแวดล้อม รวมทั้งจะส่งผลถึงการมีคุณภาพชีวิตที่ดีของเกษตรกรเอง (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556)

สำหรับในประเทศไทย

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวประมาณ 65 ล้านไร่ หรือประมาณร้อยละ 20 ของพื้นที่ทั้งประเทศ ได้ผลผลิตข้าว 24 ล้านตัน มีฟางข้าวเฉลี่ยประมาณปีละ 25.45 ล้านตัน และมีปริมาณตอซังข้าวที่ตกค้างอยู่ในนาข้าว 16.9 ล้านตันต่อปี ดังนั้นจึงนับได้ว่ามีปริมาณฟางข้าวและตอซังข้าวมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตอซังพืชชนิดอื่น โดยมีปริมาณฟางข้าวและตอซังมากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ จำนวน 13.7 และ 9.1 ล้านตันต่อปี มีจำนวนฟางข้าวและตอซัง 6.2 และ 4.1 ล้านตันต่อปี และในพื้นที่ปลูกข้าว 1 ไร่ มีปริมาณฟางข้าวและตอซัง โดยเฉลี่ยปีละ 650 กิโลกรัม

ตอซังข้าวหรือฟางข้าว เป็นวัสดุที่ย่อยสลายง่าย มีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเฉลี่ย 99:1 มีปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแทสเซียมเฉลี่ย 0.51 0.14 และ 1.55 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณธาตุอาหารรองของพืชได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม และซิลิเฟอร์ เฉลี่ย 0.47 0.25 และ 0.17 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงปริมาณตอซังและฟางข้าวในแต่ละภาคของประเทศไทย (ล้านตอปี)

ภาค	ข้าวนาปี		ข้าวนาปรัง		รวม
	ตอซัง	ฟางข้าว	ตอซัง	ฟางข้าว	
เหนือ	2.80	4.24	0.12	0.19	7.36
ตะวันออกเฉียงเหนือ	9.03	13.61	0.11	0.18	22.93
กลางและตะวันตก	3.32	5.01	0.79	1.20	10.32
ใต้	0.63	0.95	0.04	0.07	1.69
ปริมาณรวม	15.80	23.81	1.08	1.64	42.33

ที่มา : (กลุ่มระบบงานวิจัยกองแผนงาน กองแผนงานร่วมกับกลุ่มวิจัยและพัฒนาอินทรีย์วัตถุเพื่อการเกษตรสำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน. 2553)

2.1.3 การเผาเศษพืชเศษวัสดุภาคการเกษตร

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีการปลูกพืชเศรษฐกิจในพื้นที่ต่างๆ ทั่วประเทศพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง เป็นต้น ในการทำการเกษตรให้ได้ผลผลิตสูง สิ่งที่สำคัญที่สุดคือการเตรียมดินที่จะทำการเพาะปลูก ซึ่งจะต้องมีการตากดินเพื่อกำจัดเศษพืช วิธีการที่ง่าย สะดวกและประหยัด สำหรับเกษตรกรที่นิยมใช้กันมาก คือ การเผา เช่น การเผาเศษฟางข้าว แม้ว่าปัจจุบันการนำเครื่องจักรมาใช้ในระบบการผลิตข้าว ได้แก่ การเตรียมดิน ด้วยรถไถแทนแรงงานสัตว์ การเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องจักร โดยเฉพาะข้าวนาปรังที่มีการปลูกข้าวติดต่อกันอย่างน้อยปีละ 2-3 ครั้ง ต้องใช้ความเร่งรีบในการเตรียมดิน ไม่สามารถรอเวลาในการหมักฟางในนาให้นิ่มย่อยสลายก่อน การไถกลับ ปัญหาที่เกิดจากรถไถนาไม่สามารถตัดฟางข้าวและไถกลับในนาได้ง่าย ทำให้เกษตรกรหันมาใช้วิธีการเผาตอซังข้าวในนาให้หมดไปหรือเบาบางลงก่อนที่จะไถรถไถนาไถกลับเตรียมดินปลูกข้าวฤดูต่อไป นอกจากนี้ในการเก็บเกี่ยวผลผลิตภาคการเกษตรบางชนิด เช่น อ้อย เกษตรกรต้องทำการเผาใบอ้อยให้มีปริมาณน้อยลงเพื่อให้ง่ายต่อการเก็บเกี่ยวอีกด้วย สำหรับการกำจัดเศษพืชประเภทอื่นๆ เกษตรกรมักจะใช้การเผาเช่นเดียวกัน

จากการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษตั้งแต่ปี 2536 เป็นต้นมา มีการตรวจพบปริมาณฝุ่นสูงในช่วงฤดูแล้ง โดยเฉพาะในบริเวณพื้นที่จังหวัดที่มีการทำเกษตรมาก เช่น ปทุมธานี ออยุธยา อ่างทอง ราชบุรี สระบุรี กาญจนบุรี นครสวรรค์ เชียงใหม่ ขอนแก่น เป็นต้น เนื่องจากสภาวะอากาศที่แห้งและนิ่งทำให้ฝุ่นสามารถแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานตกลงสู่พื้นดิน และในช่วงเวลาดังกล่าวเกษตรกรจะทำการเผาเศษวัสดุ เพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับการเกษตรในช่วงฤดูฝนจึงเป็นสาเหตุของการเกิดปริมาณฝุ่นสูงในช่วงฤดูแล้ง

จากการสำรวจชนิดและปริมาณวัสดุตอซังในพื้นที่การเกษตรของประเทศไทย เมื่อปี 2541 พบว่า มีปริมาณวัสดุตอซังรวมทั้งสิ้น 29.1 ล้านตันต่อปี และเมื่อคำนวณปริมาณการเกิดฝุ่นละอองจากการเผาวัสดุตอซังทั้งหมด จะเกิดฝุ่นละอองปริมาณทั้งสิ้น 58,200-407,000 ตัน (การเผาเศษพืช 1 ตัน จะทำให้เกิดฝุ่นละอองปริมาณ 2 -14 กิโลกรัม) (กรมควบคุมมลพิษ. 2556)

การเผาในที่โล่ง (Open Burning) อาทิเช่น การเกิดไฟป่า การเผาขยะ และการเผาพื้นที่ทางการเกษตรล้วนเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่สำคัญแหล่งหนึ่งซึ่งก่อให้เกิดก๊าซต่างๆ ฟูกระจายไปทั่วบรรยากาศ อาทิ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (Co) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (No2) รวมไปถึงพวกฝุ่นละออง คิวีน เถ้า เหม่า เป็นต้น ซึ่งมลพิษทางอากาศเหล่านี้ล้วนแต่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ไม่ว่าจะก่อให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจ เช่น โรคภูมิแพ้ ก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ และบดบังทัศนวิสัยทางการจราจร อันนำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุจนอาจทำให้สูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สินได้ (กรณีไฟข้างทาง เช่น การเผาหญ้าหรือขยะริมทาง) และยังก่อให้เกิดผลกระทบต่อทางด้านภูมิอากาศโลกและสภาพแวดล้อมอีกด้วย (กรมควบคุมมลพิษ. 2548)

จากข้อวิตกเหล่านี้ทำให้ ประเทศในกลุ่มอาเซียน รวมทั้งประเทศไทยได้ร่วมลงนามในข้อตกลงอาเซียนเรื่องมลพิษจากหมอกควันข้ามแดน ณ กรุงกัวลาลัมเปอร์ ที่ประเทศมาเลเซีย เมื่อปี 2546 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกัน ลดและติดตามตรวจสอบ ผลอันเนื่องมาจากไฟบนดินและ/หรือไฟป่า ประเทศไทยเองจึงได้เตรียมความพร้อมในการดำเนินงานตามข้อตกลงอาเซียนฯ โดยมีการจัดทำ“แผนแม่บทแห่งชาติว่าด้วยการควบคุมการเผาในที่โล่ง” ซึ่งการเผาในที่โล่งที่เกิดขึ้นนั้นมาจาก 3 กิจกรรมหลัก คือการเผาเศษพืชเศษวัสดุทางการเกษตร การเผาขยะมูลฝอยจากชุมชน และไฟป่า ในงานวิจัยนี้จะเป็นการศึกษากิจกรรมที่เกิดจากการเผาเศษพืชเศษวัสดุทางการเกษตรเป็นหลัก

เนื่องจากข้าว อ้อย และข้าวโพด เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ดังนั้นในการทำการเกษตรแต่ละครั้งย่อมมีเศษพืชเศษวัสดุทางการเกษตรที่เหลือตกค้างอยู่ในพื้นที่เป็นอันมาก โดยเฉพาะฟางข้าว ตอซังข้าว เศษใบอ้อย และตอซังข้าวโพด ซึ่งมีปริมาณมากกว่า 39 ล้านตันต่อปี ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ชนิดและปริมาณวัสดุเหลือใช้ในพื้นที่การเกษตรของประเทศไทย

ชนิดวัสดุ	ปริมาณ (ล้านตันต่อปี)	ร้อยละ
ข้าว (ตอซัง-ฟางข้าว)	23.48	59.58
ข้าวโพด (ใบและซัง)	12.39	31.44
อ้อย (เศษใบอ้อย)	3.54	8.98
รวม	39.41	100.00

ที่มา : (กรมควบคุมมลพิษ. 2550)

แต่อย่างไรก็ตามเศษวัสดุเหล่านี้มีส่วนประกอบของธาตุอาหารพืชทั้งธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองชนิดต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.3 และหากมีการเผาทิ้งจะทำให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชไป และจะมีมูลค่าที่สูญเสียไปถึง 184.3 บาทต่อไร่ ดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.3 ปริมาณธาตุอาหารพืชในวัสดุตอซังแต่ละชนิด

ชนิดวัสดุตอซัง	ธาตุอาหาร (ร้อยละ)		
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม
ตอซังข้าว	0.55	0.09	2.39
ตอซังข้าวโพด	0.53	0.15	2.21
เศษใบอ้อย	0.49	0.21	0.58
ตอซังพืชตระกูลถั่ว	2.42	0.61	2.94

ที่มา : (กรมพัฒนาที่ดิน. 2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ธาตุอาหารในตอซัง-ฟางข้าวและมูลค่างที่สูญเสียไปหากมีการเผาทำลาย

ธาตุอาหาร	ปริมาณ (กิโลกรัมต่อไร่)	มูลค่าที่สูญเสีย (บาทต่อไร่)
ไนโตรเจน	6.9	58.50
ฟอสฟอรัส	0.8	8.80
โพแทสเซียม	15.6	117.00
รวม		184.3

ที่มา : (กรมส่งเสริมการเกษตร. 2549)

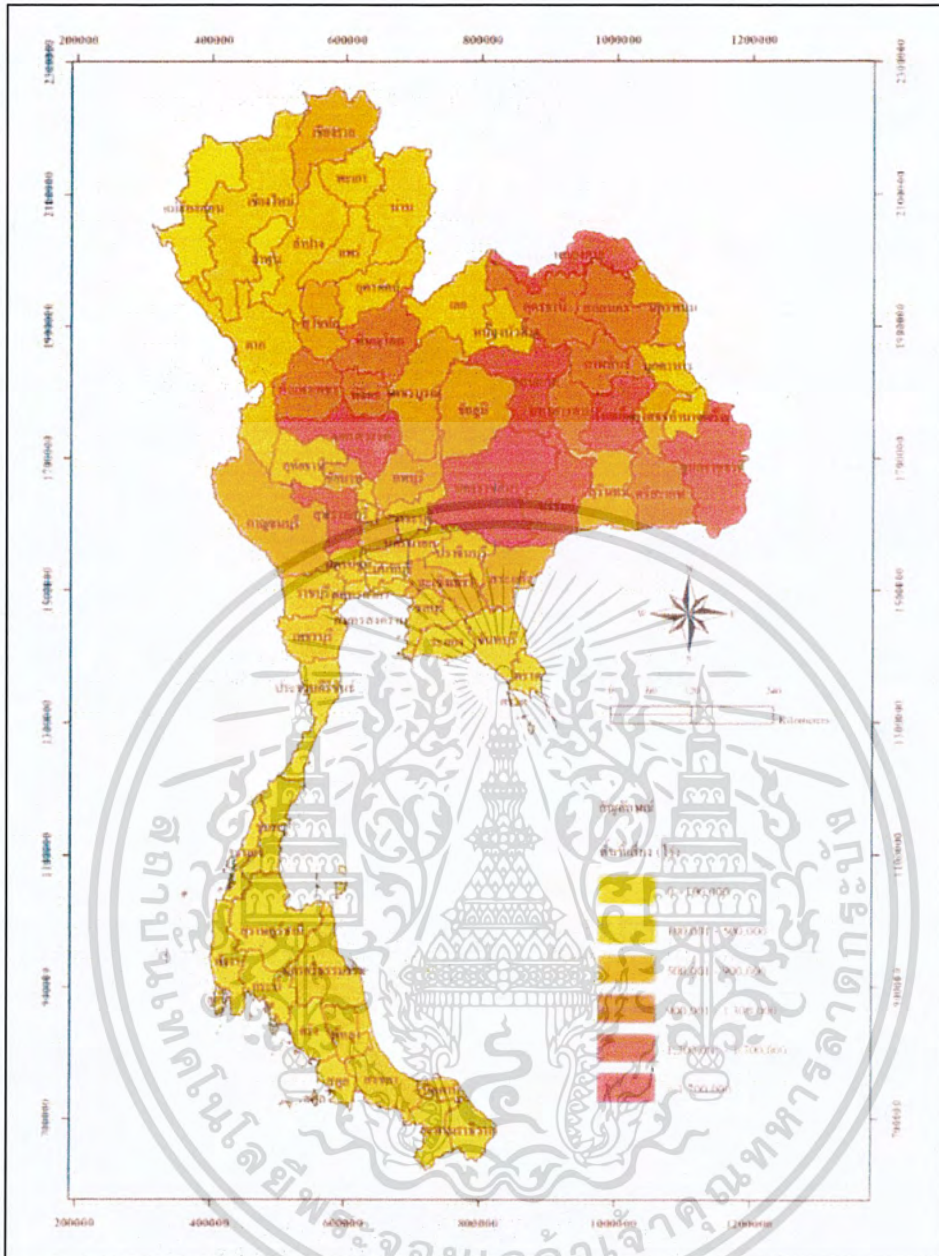
นอกจากนี้การเผาตอซังและฟางข้าวยังเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ดินสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ และเสื่อมโทรมลงเป็นเหตุให้ต้องพึ่งพาปุ๋ยและสารเคมีมากขึ้น หรือเป็นเหตุให้เกษตรกรเสียค่าใช้จ่ายสูงขึ้น นอกจากนี้จะมีผลกระทบโดยตรงต่อดินและสิ่งมีชีวิตในดินแล้วยังทำให้โครงสร้างดินเปลี่ยนแปลงทำให้อินทรีย์วัตถุรวมถึงจุลินทรีย์และแมลงที่เป็นประโยชน์ในดินถูกทำลายอีกด้วย (กรมพัฒนาที่ดิน. 2548)

ปัญหาต่างๆอันเกิดจากการเผาในที่โล่งในพื้นที่เกษตรกรรม ดังที่กล่าวมาแล้ว หน่วยงานรัฐเองก็ได้ให้ความสำคัญกับเรื่องนี้โดยได้กำหนดให้การจัดการเศษวัสดุเหลือใช้จากภาคเกษตรกรรมเป็นยุทธศาสตร์หนึ่งที่อยู่ในแผนแม่บทแห่งชาติว่าด้วยการควบคุมการเผาในที่โล่ง โดยมีเป้าหมายสำคัญคือ จัดการเศษวัสดุเหลือใช้จากภาคเกษตรเพื่อทดแทนการเผาทำลาย โดยมีการดำเนินการให้มีกิจกรรมต่างๆ เช่น กิจกรรมนาร่องสาธิตการใช้เทคโนโลยีทดแทนการเผา การรณรงค์ประชาสัมพันธ์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีกฎหมาย ที่เกี่ยวเนื่องกับการควบคุมการเผา ในที่โล่งในพื้นที่เกษตรกรรม เช่น พรบ.การสาธารณสุข พ.ศ. 2535 และพรบ.ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เป็นต้น

จากการดำเนินงานของภาครัฐข้างต้น แสดงให้เห็นว่าในอนาคต เกษตรกรจะต้องมีการปรับตัวในการผลิตโดยปลอดการเผามากขึ้น การปรับตัวนี้เองจะประสบความสำเร็จหรือไม่ นอกจากจะอาศัยกลไกภาครัฐแล้ว ต้องอาศัยความร่วมมือจากเกษตรกรด้วย เนื่องจากเกษตรกรไทยส่วนใหญ่ยังคงมีการเผาในที่โล่งในพื้นที่เกษตรกรรมอยู่ โดยเฉพาะการเผาตอซังข้าวและฟางข้าว ดังนั้นโครงการหรือมาตรการใดๆ ของรัฐ เพื่อให้เกษตรกรหันมาลดการเผาเหล่านั้นอาจสร้างผลกระทบให้แก่เกษตรกรได้หากโครงการหรือมาตรการนั้นๆ ยังไม่เหมาะสม ดังนั้นจึงควรที่จะศึกษาถึงสาเหตุหรือปัจจัยที่ทำให้เกษตรกรตัดสินใจเผาตอซัง และฟางข้าว เพื่อจะทำให้ทราบถึงข้อจำกัดของเกษตรกรในการที่จะปฏิบัติตามนโยบายรัฐ ทั้งนี้เพื่อจะได้เป็นประโยชน์ในการกำหนดทิศทางในการดำเนินโครงการหรือมาตรการได้ต่อไปในอนาคต

เพื่อให้การศึกษาครั้งนี้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น จึงได้กำหนดพื้นที่ที่จะทำการศึกษาโดยเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเผาตอซังและฟางข้าว เนื่องจากเกษตรกรในพื้นที่เหล่านี้ได้รับผลกระทบโดยตรงจากโครงการหรือมาตรการของรัฐที่จะส่งเสริมให้ลดการเผาตอซังและฟางข้าวลง พื้นที่เสี่ยงต่อการเผานี้มักเป็นพื้นที่ที่ทำการเกษตรในเขตชลประทาน ซึ่งสามารถเพาะปลูกได้หลายครั้งต่อปี โดยเฉพาะบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลาง (กรมส่งเสริมการเกษตร และกรมควบคุมมลพิษ. 2547) ดังภาพที่ 2.3 เป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดการเผาตอซังและฟางข้าวในพื้นที่เกษตรกรรมปี 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.4 พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดการเฝ้าในที่โล่งในพื้นที่เกษตรกรรม ปี 2548
ที่มา : (กรมควบคุมมลพิษ. 2550)

จากภาพที่ 2.3 แสดงให้เห็นว่าบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางมีพื้นที่เกษตรกรรมในเขตชลประทานสูงและเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเฝ้าตอซังและฟางข้าวในพื้นที่เกษตรกรรมสูงด้วยเช่นกัน จากสถานการณ์ดังกล่าวภาคกลางแต่ละจังหวัดเป็นจังหวัดหนึ่งที่อยู่ในเขตพื้นที่เสี่ยงต่อการเฝ้า ในพื้นที่เกษตรกรรม และมีขนาดพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดการเฝ้าตอซังและฟางข้าว อยู่ในช่วง 500,001-900,000 ไร่ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่เสี่ยงอยู่ในระดับกลาง เหมาะสมในการสำรวจตัวอย่างคร่าวเรือนเกษตรกรรม เป็นพื้นที่นำร่องในโครงการลดการเฝ้า ตอซังและฟางข้าว ของพื้นที่เกษตรกรรม ของกรมส่งเสริมการเกษตรและกรมควบคุมมลพิษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 ศักยภาพของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ประเทศไทยนับเป็นประเทศเกษตรกรรมที่สำคัญแห่งหนึ่งของโลก ประชาชนมากกว่าร้อยละ 50 ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ผลพลอยได้ที่สำคัญนอกเหนือจากผลผลิตทางการเกษตรก็คือ วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น ฟางข้าว แกลบ กากอ้อย กาก โย และทะลายปาล์ม เป็นต้น

วัสดุหรือสารอินทรีย์ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานได้ ชีวมวลนับรวมถึงวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เศษไม้ ปลายไม้จากอุตสาหกรรมไม้ มูลสัตว์ ของเสียจากโรงงานแปรรูปทางการเกษตร และของเสียจากชุมชน

ปริมาณจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่ผลิตภายในประเทศจะแปรผันและขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตทางการเกษตรของประเทศ ตารางข้างล่างแสดงรายละเอียดพื้นที่ปลูก ผลผลิตพืชหลัก และไม้ยางพารา ปี 2551 และ 2552

ตารางที่ 2.5 แสดงปริมาณจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ที่ผลิตภายในประเทศ

ชนิด	2551		2552	
	พื้นที่เก็บเกี่ยว	ผลผลิต	พื้นที่เก็บเกี่ยว	ผลผลิต
อ้อย	6,588	73,502	6,023	66,816
ข้าว	66,772	31,651	68,519	31,508
ข้าวโพด	6,518	4,249	6,905	4,616
ปาล์มน้ำมัน	2,885	9,271	3,189	8,162
มันสำปะหลัง	7,397	25,156	8,584	30,088
ไม้ยางพารา	11,372	3,166	11,600	3,090

ที่มา : (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร www.aoe.go.th)

สำหรับศักยภาพของวัสดุเหลือใช้ในประเทศไทยจะประเมินจากผลคูณของปริมาณผลผลิตทางการเกษตรที่ก่อให้เกิดวัสดุนั้นๆกับสัดส่วนของการเปลี่ยนแปลงปริมาณผลผลิตเป็นปริมาณวัสดุ

ตารางที่ 2.6 แสดงศักยภาพวัสดุเชิงพื้นที่ของประเทศไทยปี 2552

ชนิด	ผลผลิต (ตัน)	วัสดุเหลือใช้	ปริมาณวัสดุเหลือใช้ (ตัน)	ค่าความร้อน (MJ/kg)	ศักยภาพพลังงาน	
					(TJ)	(ktoe)
อ้อย	66,816,446	ชานอ้อย	4,190,794.31	14.40	60,347.44	1,428.54
		ยอดและใบ	13,439,727.21	17.39	233,716.86	5,532.52
ข้าว	31,508,364	แกลบ	3,510,598.90	14.27	50,096.25	1,185.87
		ฟางข้าว	25,646,547.96	10.24	262,620.65	6,216.73
ถั่วเหลือง	190,480	ต้น/เปลือก/ใบ	170,383.17	19.44	3,312.35	78.41
ข้าวโพด	4,616,119	ซัง	584,539.15	18.04	10,545.09	249.62
		ลำต้น	2,758,777.36	18.04	49,768.34	1,178.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

ชนิด	ผลผลิต (ตัน)	วัสดุเหลือใช้	ปริมาณวัสดุ เหลือใช้ (ตัน)	ค่า ความร้อน (MJ/kg)	ศักยภาพพลังงาน	
					(TJ)	(ktoe)
ปาล์มน้ำมัน	8,162,379	ทะลายเปล่า	1,024,868.34	17.86	18,304.15	433.29
		ใย	162,970.06	17.62	2,871.53	67.97
		กะลา	38,959.04	18.46	719.18	17.02
		ก้าน	2,203,740	9.83	21,824.24	516.62
มันสำปะหลัง	30,088,025	ลำต้น	2,439,236.19	18.42	44,930.73	1,063.60
		เหง้า	1,834,466.88	18.42	33,790.88	799.89
มะพร้าว	1,380,980	ก้าน	628990.82	15.40	9686.46	229.30
		กาบ	464250.95	16.23	7534.79	178.36
		กะลา	128936.58	17.93	2311.83	54.73
ไม้ยางพารา	3,090,280	กิ่ง/ก้าน	312,118.28	14.98	4,675.53	110.68
รวม	145,853,073	-	59,539,905.20	-	504,339.40	11,938.67

ที่มา : (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน พพ.)

2.2. ความเป็นมาของต้นข้าวและลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของต้นข้าว

2.2.1 ความหมายของคำว่าข้าว



ภาพที่ 2.5 ต้นข้าว

ที่มา : (ลายเส้นโดย อรชลลดา หับทิมดี. 2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำว่า “ข้าว” เมื่อมีการกล่าวถึงทุกคนจะรู้จักและเข้าใจว่า เป็นพืชชนิดหนึ่งที่เป็นอาหารหลัก แต่เมื่อได้พิจารณาถึงความหมายแล้ว จะพบว่ามีความหมายได้แก่ ความหมายทั่วไป ความหมายทางวิทยาศาสตร์ และความหมายทางกฎหมาย ดังนั้น เพื่อให้ได้ความรู้เกี่ยวกับ “ข้าว” จะครอบคลุมในความหมายต่างๆ อย่างครบถ้วน และชัดเจน จึงสมควรทราบความหมายของคำว่า “ข้าว” ดังนี้

ความหมายทั่วไป พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 ได้ให้ความหมายของคำว่า “ข้าว” ว่า “น. พืชมีล้มลุกหลายชนิดหลายสกุลวงศ์ Gramineae โดยเฉพาะชนิด *Oryza sativa* L. เมล็ดเป็นอาหารหลัก มีหลายพันธุ์ เช่น ข้าวเจ้า ข้าวเหนียว” จากความหมายดังกล่าว จะเห็นได้ว่าข้าว ในที่นี้เป็นคำนาม มีความหมายที่เข้าใจโดยทั่วกันว่าหมายถึงพืชมีล้มลุกชนิดหนึ่งที่มีเมล็ด เป็นอาหารหลักของประชาชนชาวไทย และชาวเอเชีย ซึ่งเมื่อพูดถึงข้าว ชาวไทยทั่วไปจะนึกถึงข้าวเจ้าและข้าวเหนียวก่อนเพราะเป็นอาหารหลัก แล้วจึงนึกถึงข้าวประเภทอื่นๆ และสำหรับพืชอื่น ๆ ที่ใช้เป็นอาหาร เช่นเดียวกับข้าวจะใช้คำขยายเพื่อบอกชื่อ เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวไร่ ข้าวโอ๊ต ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ เป็นต้น

ความหมายทางวิทยาศาสตร์ มีชื่อสามัญว่า “Rice plant” มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า “*Oryza Sativa* Linn.” ในวงศ์ Gramineae เป็นพืชมีล้มลุกจำพวกหญ้า มีลักษณะภายนอกบางอย่างคล้ายต้นหญ้า เช่น กาบ ใบ ลำต้น และราก ข้าวที่ปลูกเพื่อการบริโภคเป็นอาหารมีสองชนิดคือ ชนิดที่หนึ่ง *Oryza sativa* ซึ่งมีปลูกทั่วไปในทุกประเทศ โดยจะแยกออกเป็น *indica* มีทั้งข้าวเจ้าและข้าวเหนียว ปลูกมากในเขตร้อนและประเทศไทย กับ *japonica* มีการปลูกมากในเขตอบอุ่น และข้าวชนิดที่สอง *Orza glaberrima* ซึ่งปลูกในประเทศแอฟริกา จากความหมายทางวิทยาศาสตร์จะเห็นว่าเป็นการให้ความหมายของ “ข้าว” ตามลักษณะของพันธุ์กรรมของพืช และแยกประเภทของข้าวออกตามสายพันธุ์ของการปลูกในเขตพื้นที่ซึ่งมีอยู่สองสายพันธุ์

ความหมายทางกฎหมายคำว่า “ข้าว” มีการกำหนดความหมายไว้ตามเจตนารมณ์ของกฎหมายในแต่ละฉบับที่ต้องการควบคุม “ข้าว” ในลักษณะใดลักษณะหนึ่งขึ้นตามความเหมาะสมจำเป็นต่อสถานการณ์ในขณะตรากฎหมายฉบับนั้น ซึ่งในปัจจุบันได้มีกฎหมายที่ให้ความหมายของคำว่า “ข้าว” ไว้คือ พระราชบัญญัติการค้าข้าว พุทธศักราช 2489 ได้ให้ความหมายคำว่า “ข้าว” ไว้ในบทนิยามว่า “ข้าวเปลือกทุกชนิด ข้าวกล้อง ข้าวสาร ข้าวเหนียว และรวมตลอดถึงปลายข้าว” ต่อมาได้มีการแก้ไขเพิ่มเติมความหมาย โดยพระราชบัญญัติการค้าข้าว (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2489 โดยได้แก้ไขเพิ่มเติมความหมายให้หมายความว่า “ข้าวเปลือก ข้าวกล้อง ข้าวสาร ข้าวเหนียว และรวมตลอดถึงปลายข้าว รำ และสิ่งใดๆ ที่แปรสภาพมาจากข้าว” จากความหมายดังกล่าวจะเห็นได้ว่า การให้ความหมายของคำว่า “ข้าว” ตามกฎหมายไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงความหมายของข้าวในความหมายอื่นๆ การให้ความหมายทางกฎหมายเป็นการให้ความหมายที่เป็นความหมายพิเศษ โดยคำนึงถึงเจตนารมณ์ของการใช้บังคับกฎหมายฉบับนั้นๆ ว่า ต้องการจะใช้กฎหมายฉบับนั้นควบคุมข้าวในเรื่องใด การกำหนดความหมายของคำจึงอาจกำหนดให้มีความหมายที่แตกต่างไปจากความหมายตามพจนานุกรมหรือทางวิทยาศาสตร์ได้ และอาจกำหนดให้หมายความรวมถึงสิ่งอื่นที่ไม่ใช่ข้าวด้วยก็ได้ตามความเหมาะสมและจำเป็นในการตรากฎหมาย

2.2.2 จุดกำเนิดของข้าว

ข้าว เป็นพืชที่ใช้เป็นอาหารหลัก มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตของคนเอเชียนานนับพันปีแล้ว เพราะมีตำนานเล่าขานและประเพณีสืบทอดเกี่ยวกับข้าวมากมาย เช่น คนฟิลิปปินส์ มีเทพนิยายที่เล่าว่าการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันสืบทอดมาว่ามีเทพองค์หนึ่งชื่อ โซโร (Soro) ต้องการจะสมรสกับหญิงสาวสวยชื่อ ฟิลิปปิโน อลาฮาร์ (Filipino Alahar) แต่นางต้องการทดสอบความรักแท้ที่ Soro มีต่อนางก่อน จึงร้องขอให้ Soro ไปแสวงหาอาหารที่มีรสดีกว่าอาหารทุกชนิดที่นางเคยบริโภคมาให้ เทพโซโร ได้ทุ่มเทความพยายามอย่างเต็มที่แต่หาไม่ได้จึงจากนางไปโดยกลับมาอีก นางรู้สึกเสียใจมากจนหัวใจสลาย และต่อมาที่หลุมฝังศพของนางได้มีต้นข้าวงอกขึ้นมา คนญี่ปุ่น มีเรื่องเล่าว่า ข้าวคือพืชทิพย์ที่นางฟ้า นินิโกโน มิโคโต (Ninigo-no-mikoto) ประสงค์ให้จักรพรรดิญี่ปุ่นนำไปถวายเทพ ดังนั้น ญี่ปุ่นจึงมีราชประเพณีที่เมื่อถึงฤดูใบไม้ร่วง จักรพรรดิจะทรงนำต้นข้าวที่ปลูกในพระราชวังไปที่วัด แกรนด์ไชน์เนส (Grand Shrines) ในเมืองอิเซ เพื่อถวายเป็นเทพบูชา

ส่วนคนไทย มีตำนานเกี่ยวกับข้าวว่า ผู้ที่บริโภคข้าวเป็นคนแรกคือพระฤๅษี ซึ่งเมื่อได้เห็นต้นข้าวก็เกิดความอยากรู้ว่าเมล็ดข้าวนั้นกินได้หรือไม่ จึงให้ทดลองให้นกกิน เมื่อพระฤๅษีเห็นนกปลอดภัยดี ก็รู้ว่ามนุษย์สามารถบริโภคเมล็ดข้าวเป็นอาหารได้

ชาวเกาะเซลีเบสและสุลาเวสีของอินโดนีเซีย เชื่อว่า ในพิธีสมรสหากเจ้าบ่าวไม่สามารถรับเมล็ดข้าวที่ถูกโยนใส่ วิญญาณของเขาจะออกจากร่างไปอีกไม่นาน

คนมาเลเซีย ในงานแต่งงานของเจ้าบ่าวและเจ้าสาวจะบ่อนเมล็ดข้าวให้กัน

คนในชนบทของอินเดีย ใช้ปริมาณข้าวที่มีในครอบครัววัดฐานะความร่ำรวย

คนจีน ข้าวมีบทบาทที่ยิ่งใหญ่มากจนมีคำเปรียบเปรยว่า ข้าวมีความสำคัญต่อชีวิตยิ่งกว่าหยกหรือไข่มุก โดยในประเพณีต่างๆ ของชาวจีน เช่น เวลาามีเด็กเกิดใหม่ พ่อแม่ของทารกจะมัดข้าวใส่จานไม้ นำไปแจกญาติมิตร เวลาเด็ก มีอายุครบหนึ่งขวบ แม่ของเด็กจะบีบข้าวเกรียบให้เด็กกิน ด้วยถือเคล็ดว่า ข้าวเกรียบจะทำให้เด็กเจริญเติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่มีคุณความดีและมีอำนาจสูง เวลาแต่งงาน พ่อแม่ฝ่ายหญิงจะทำขนมหวานจากข้าวแจกเป็นของขวัญ และทำขนมบัวลอยไว้รับรองแขก เพราะถือเคล็ดว่าจะทำให้ชีวิตของคู่บ่าวสาวราบรื่น ในงานศพเจ้าภาพจะจัดข้าวและไขเปิดใส่จานพร้อมตะเกียบวางไว้ที่เท้าของผู้ตายเพื่อไม่ให้ผู้ตายอดอาหาร นอกจากนี้ ยังมีวัฒนธรรมความเชื่ออีกว่าไม่ควรที่ใครจะเคาะจานเปล่าเพราะจะทำให้ผู้ตายนั่นตรึงกำล่ำปากเหมือนขอทานที่ส่งเสียงร้องขออาหารจากคนที่เดินผ่านไปมา หรือเวลากินข้าวหากทำตะเกียบตกโต๊ะเคราะห์ร้ายจะมาเยือน และทุกคนควรกินข้าวให้หมดถ้วย เพราะคนที่กินข้าวเหลือจะเสี่ยงต่อการต้องแต่งงานกับคนที่ผิวหน้าขรุขระเหมือนดังถ้วยที่มีเมล็ดข้าว ติดค้าง เป็นต้น

หลักฐานทางโบราณคดี เมื่อประมาณ 10,000 ปีมาแล้ว ในวัฒนธรรมลุงซาน ประเทศจีนและวัฒนธรรมฮัวบิเนียน ประเทศเวียดนาม พบหลักฐานว่า มนุษย์ได้ค้นพบวิธีการปลูกข้าวแบบทำไร่เลื่อนลอย ต่อมาเมื่อ 5,000-10,000 ปีมาแล้ว ในวัฒนธรรมยางเซาบริเวณลุ่มแม่น้ำเหลือง วัฒนธรรมลุงซาน ประเทศจีน และในวัฒนธรรมฮัวบิเนียน ประเทศเวียดนามปรากฏหลักฐานว่า มนุษย์ค้นพบการทำนาหว่าน และในวัฒนธรรมบ้านเชียง ประเทศไทย เมื่อประมาณ 5,000 ปีมาแล้ว พบหลักฐานว่า ภูมิปัญญาด้านการปลูกข้าวพัฒนาสู่การปักดำ

ในปี 2539 S.Toyama แห่งมหาวิทยาลัย Kogakukan ในประเทศญี่ปุ่น ได้พบเมล็ดข้าวโบราณอันเป็นหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่า จีนเป็นชนชาติแรกที่รู้จักทำนาปลูกข้าวตามบริเวณลุ่มน้ำแยงซีเกียงตอนกลาง คือ ในมณฑล Hunan และ Hubei เมื่อ 11,500 ปีมาแล้ว ต่อมาวัฒนธรรมข้าวได้แพร่สู่ดินแดนต่างๆ ของโลก เช่น ปากีสถานเมื่อ 4,200 ปีก่อน และอินเดียเมื่อ 3,200 ปีก่อน ส่วนคนญี่ปุ่นเริ่มรู้จักปลูกข้าวเมื่อ 4,000 ปีมาแล้ว และคนไทยก็รู้จักทำนาเมื่อประมาณ 5,000 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ประวัติศาสตร์ข้าว

2.2.3.1 ประวัติศาสตร์ข้าวโลก

"ข้าว" เป็นธัญญาหารหลักของชาวโลก จัดเป็นพืชสายพันธุ์เดียวกับ หญ้าซึ่งนับได้ว่า เป็นหญ้าที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลกและมีความหลากหลายทางชีวภาพ สามารถปลูกขึ้นได้ง่ายมีความทนทานต่อทุก สภาพภูมิ ประเทศในโลกไม่ว่าจะเป็นถิ่นแห้งแล้งแบบทะเลทราย พื้นที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึง หรือแม้กระทั่ง บนเทือก เขาที่หนาวเย็น ข้าวก็ยังสามารถงอกงามขึ้นมาได้อย่างทรหดอดทน

ข้าวชนิดแรกที่มีมนุษย์รู้จักนำมากินคือ ข้าวป่า จากหลักฐานที่พบทำให้สันนิษฐานได้ว่าเมื่อประมาณ 16,000-13,000 ปีที่แล้ว ยุคน้ำแข็งใกล้สิ้นสุดลง สัตว์ใหญ่หลายชนิดเริ่มสูญพันธุ์ไป มนุษย์จึงต้องลดบทบาทการล่าสัตว์แล้วหันมาสะสมข้าวป่าและพืชเพื่อเป็นอาหาร นาย Richard S.Macheish นักโบราณคดีชาวอเมริกัน ผู้ซึ่งทำการศึกษาสถานที่ทาง ประวัติศาสตร์ของจีนแผ่นดินใหญ่ในปี 2536 มีหลักฐานที่ยืนยันได้ว่า ประเทศจีน คือ แหล่งกำเนิด ของการปลูกข้าวเพราะได้พบร่องรอยของข้าวป่าที่มีอายุถึง 16,000 ปี และข้าวที่ปลูกอายุกว่า 9,000 ปี โดยพิจารณาจากการขุดพบหลักฐานข้าวใหม่ที่ติดอยู่กับเศษภาชนะรวมทั้งเศษต้นข้าวสมัยโบราณที่ขุดได้จากถ้ำสองแห่งในหุบเขาเมืองหนานชาง (Nanchang) เมืองหลวงของมณฑลเจียงซี (Jianxi) ซึ่งอยู่ทางตะวันตกเฉียงใต้ของจีน จุดเริ่มต้นของการเพาะปลูกข้าวของมนุษย์จากวัฒนธรรมลุงชาน ของประเทศจีนและวัฒนธรรมฮัวบีเนียนของประเทศเวียดนามบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำตอนเหนือของอินเดียตอนล่างด้านตะวันออกของเซิงเขาหิมาลัย ซึ่งการเพาะปลูกใช้วิธีการปลูกคล้ายกับการทำไร่เลื่อนลอย

หลังจากนั้นวิวัฒนาการปลูกข้าวจากการทำไร่เลื่อนลอย มาเป็นการทำนาหว่าน ประมาณ 9,000 ปีก่อน และพัฒนาสู่การทำนาแบบปักดำ ซึ่งพบหลักฐานในวัฒนธรรมบ้านเชียงของไทยเมื่อราว 5,000 ปีที่ผ่านมา หลักฐานการค้นข้าวที่ค้นพบ ข้าวป่าในช่วงแรกจะมีก้านและใบเดี่ยวแต่ต้นข้าวที่ปลูกใหม่มีถึง 5 ก้านเป็นการแสดงให้เห็นว่า ในช่วงเวลาดังกล่าว มนุษย์เริ่มเข้าใจว่า ถ้าหากปลูกข้าวลงดินเองจะเพิ่มขึ้นถึง 5 เท่า แสดงให้เห็นถึงความเป็นมนุษย์ในการพัฒนาการเกษตรเพื่อดำรงชีวิต สายพันธุ์ของพืชตระกูลข้าว ที่มีอยู่บนโลกนี้มีมากถึง 120,000 สายพันธุ์ แต่พันธุ์ที่รู้จักและนำมาปลูกสามารถ แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ *Oryza Savita* ที่นิยมเพาะปลูกในทวีปเอเชีย และ *Oryza glaberrima* ที่นิยมเพาะปลูก ในทวีปแอฟริกาแต่ข้าวที่ปลูกและซื้อขายกันในตลาดโลกเกือบทั้งหมดจะเป็นข้าวจากทวีปเอเชีย แบ่งเป็น 3 กลุ่มตามลักษณะและพื้นที่ปลูกได้ (บุญหงษ์ จงคิด. 2547: 3-5) ดังนี้



ภาพที่ 2.6 ข้าวแอฟริกา *Oryza glaberrima*

ที่มา : (<http://luirig.altervista.org> และ <http://en.wikipedia.org/>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ข้าวแอฟริกา (*Oryza glaberrima*) แพร่กระจายอยู่เฉพาะบริเวณเขตร้อนของแอฟริกา เท่านั้น สันนิษฐานว่า ข้าวแอฟริกาอาจเกิดขึ้นครั้งแรกเมื่อประมาณ 1,500 ปีก่อนคริสตศักราช ข้าวเอเชีย เป็นข้าวลูกผสม เกิดจาก *Oryza sativa* กับข้าวป่า มีถิ่นกำเนิดบริเวณประเทศอินเดีย บังคลาเทศ และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ปลูกกันอย่างแพร่หลายตั้งแต่อินเดีย ตอนเหนือของบังคลาเทศ บริเวณดินแดนสามเหลี่ยมระหว่างพม่า ไทย ลาว เวียดนาม และจีนตอนใต้



ภาพที่ 2.7 ข้าวสายพันธุ์ เรียกว่าสายพันธุ์ Indica
ที่มา : (สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ และพิชัย สดภิบาล. 2553: 242)

1.1 ข้าวชนิดที่ 1 คือ อินดิกา (Indica) ซึ่งเป็นข้าวเมล็ดยาวเรียวยาวเจริญเติบโตได้ดี ในบริเวณเขตร้อน (Tropical zone) เช่น ศรีลังกา จีนตอนใต้และตอนกลาง อินเดีย อินโดนีเซีย บังกลาเทศ ไทย ฟิลิปปินส์ เป็นต้น การสันนิษฐานเชื่อกันว่า ข้าวอินดิกา ได้มีการปลูกครั้งแรกในบริเวณตอนกลางของกลุ่มแม่น้ำแยงซีเกียง เมื่อก่อน คศ.200 ก่อนที่จะแพร่กระจายไปสู่ตอนใต้ของอินเดียศรีลังกา หมู่เกาะมลายู ภาคกลาง และภาคใต้ของจีน และหลังจากนั้นก็ได้นำข้าวไปปลูกในตะวันออกกลาง ยุโรป และแอฟริกา



ภาพที่ 2.8 ข้าวสายพันธุ์ เรียกว่าสายพันธุ์ Japonica
ที่มา : (สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ และพิชัย สดภิบาล. 2553: 242)

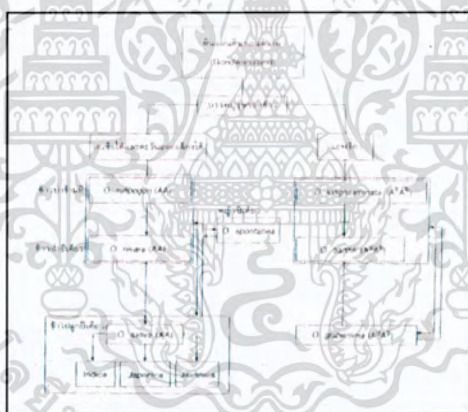
1.2 ข้าวชนิดที่ 2 เรียกว่า จาโปนิกา (Japonica) เป็นข้าวเมล็ดสั้นป้อม กลมรี มีเปอร์เซ็นต์อะไมโลสต่ำ เจริญเติบโตได้ดีในเขตอบอุ่น เช่น ประเทศจีนตอนเหนือ และตะวันออกเฉียงใต้ ญี่ปุ่น เกาหลี ยุโรปตอนใต้ รัสเซีย อเมริกาใต้ เป็นต้น สันนิษฐานว่าแหล่งกำเนิดของจาโปนิกานี้น่าอยู่ในบริเวณลุ่มแม่น้ำเหลืองของจีนและตอนล่างของกลุ่มแม่น้ำแยงซีเกียงทั้งนี้ โดยการนำพันธุ์ข้าวจากบริเวณเนปาล อัสมัม พม่า ยูนาน อินโดจีนเข้ามาปลูกในบริเวณดังกล่าวจนพันธุ์ข้าวได้มีการเจริญเติบโตได้ดีในเขต
เอกออบุ้นเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.9 ข้าวสายพันธุ์ เรียกว่าสายพันธุ์ Javanica

ที่มา : (<http://www.kiddeetumdee.net> และ <http://pirawun.blogspot.com>)

1.3 ข้าวชนิดที่ 3 จาวานิกา (Javanica) เป็นข้าวต้นสูง เมล็ดป้อมใหญ่ สันนิษฐานว่าเกิดขึ้นจากการคัดเลือกพันธุ์มาจากข้าวอินดิกาและได้นำเข้ามาปลูกในประเทศอินโดนีเซียครั้งแรกในระยะเวลามากกว่า 1,800 ปีก่อนคริสตกาล และต่อมาก็ได้มีการนำไปปลูกบ้างในประเทศฟิลิปปินส์ ไต้หวัน และญี่ปุ่น อย่างไรก็ตามข้าวจาวานิกานั้นส่วนใหญ่จะปลูกในประเทศอินโดนีเซียเท่านั้น เพื่อความเข้าใจที่ชัดเจนขึ้นเกี่ยวกับการวิวัฒนาการข้าวปลูกออไรซา ชาไทวา และออไรซา กลาเบอร์ริมา และเพื่อแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างข้าว อินดิกา จาโปนิกา และจาวานิกา จึงได้สรุปไว้ในภาพที่ 2.10 และตารางที่ 2.7



ภาพที่ 2.10 วิวัฒนาการของข้าวปลูกออไรซา ชาไทวา (*Oryza sativa*) และออไรซา กลาเบอร์ริมา (*Oryza glaberrima*)

ที่มา : (ดัดแปลงจาก Chang, 1976)

จะเห็นว่าข้าวเป็นพืชที่มีศักยภาพในการปรับตัวเองได้อย่างดีเยี่ยม จนสามารถเจริญเติบโตและพัฒนาได้ดีในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นพืชอาหารหลักของมนุษย์เพียงชนิดเดียวที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพน้ำท่วมทุกระดับ และข้าว ยังสามารถขึ้นได้ดีในสภาพที่ดอน หรือแม้กระทั่งในสภาพพื้นที่ๆ มีระดับสูงจากน้ำทะเลถึง 1,800 เมตร จากการศึกษาสภาพทางภูมิศาสตร์พบว่า แหล่งปลูกข้าวหนาแน่นของโลกจะอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 49 องศา เหนือในประเทศเซโกสโลวะเกีย จนถึงเส้นรุ้งที่ 35 องศาใต้ ในนิวเซาท์เวลส์ของประเทศออสเตรเลีย จากการค้นพบแถบข้าวในเศษเครื่องปั้นดินเผาใต้หลุมศพที่โนนบกทา จังหวัดขอนแก่น ภาพของคนกับข้าว และควายผา หมาน้อย จังหวัดอุบลราชธานี และหลักฐานอื่นๆ ทางโบราณคดีที่บ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี ทำให้สันนิษฐาน

ไม่วารณี่ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 ข้อแตกต่างระหว่างลักษณะที่สำคัญของข้าวอินดิกา จาโปนิกา และจาวานิกา

ลักษณะ	ชนิดของข้าว		
	อินดิกา (Indica)	จาโปนิกา (Japonica)	จาวานิกา (Javanica)
1. ใบ	สีเขียวอ่อนและกว้าง	สีเขียวเข้มและแคบ	สีเขียวอ่อนกว้างและแข็ง
2. การแตกกอ	มาก	ปานกลาง	น้อย
3. ต้น	ลำต้นอ่อนและสูง	ลำต้นแข็งและเตี้ย	ลำต้นสูงและแข็ง
4. เมล็ด	ยาวและค่อนข้างแบน	สั้นและค่อนข้างกลม	กว้างและหนา
5. หางของเมล็ด	ส่วนใหญ่ไม่มีหาง	ไม่มีหางจนถึงหางยาว	ไม่มีหางหรือหางยาว
6. ขนบนเปลือกข้าว	สั้นและมีจำนวนน้อย	ยาวและมีจำนวนมาก	ยาว
7. การร่วงของเมล็ด	ร่วงง่าย	ร่วงยาก	ร่วงยาก

ที่มา : (Chang and Bardenas, 1965 และ Tanaka and Yoshida, 1975)

ได้ว่าน่าจะมีการปลูกและบริโภคข้าวในประเทศไทยมากกว่า 5,000 ปีมาแล้ว ได้มีตำนานเล่า กันมาว่า ผู้รู้จักบริโภคข้าวเป็นคนแรกคือ พระฤๅษีที่สังเกตเห็นว่าได้มีต้นข้าวป่า ซึ่งมีลักษณะแตกต่าง จากทั่วไปออกขึ้น ข้าวป่านี้นี้มีการออกรวงให้เมล็ดรูปร่างสวยงามและมีกลิ่นค่อนข้างหอม และนก สามารถบริโภคเป็นอาหารได้โดยไม่เกิดอันตรายแต่อย่างใด จากข้อสังเกตนี้ทำให้พระฤๅษีกล้าที่จะเก็บ ข้าวป่ามาทดลองฉันเป็นอาหาร และได้แนะนำแก่มนุษย์ในเวลาต่อมา (บุญหงส์ จงคิด, 2547: 1-5)

2.2.3.2 อารยธรรมข้าวไทย

ข้าว ของไทยเป็นพืชอาหารประจำชาติที่มีตำนานประวัติศาสตร์มายาว นานปรากฏเป็น ร่องรอยพร้อมกับอารยธรรมไทยมาไม่น้อยกว่า 5,500 ปี ซึ่งมีหลักฐานจากแถบข้าวที่เป็นส่วนผสม ของดินใช้เครื่องปั้นดินเผาที่บ้าน เชียง อำเภอนอนนทก้า ตำบลบ้านโคก อำเภอกุเวียง อ้นสันนิษฐาน ได้ว่าเป็นเมล็ดข้าวที่แก่แก่ที่สุดของไทยรวมทั้งยังพบหลักฐานเมล็ดข้าวที่ขุดพบที่ถ้ำ ปุงสูง จังหวัด แม่ฮ่องสอนโดยแถบข้าวที่พบนี้มีลักษณะของข้าวเหนียวเมล็ด ใหญ่ที่เจริญงอกงามในที่สูง

นอกจากนี้ยังมีการค้นพบเมล็ดข้าว แก่ถ่านในดินและรอยแถบข้าวบนเครื่องปั้นดินเผาที่โคก พนมดี อำเภอนันทนิคม จังหวัดชลบุรี แสดงให้เห็นถึงชุมชนปลูกข้าวสมัยก่อนประวัติศาสตร์ในแถบ ชายฝั่งทะเล รวมทั้งยังหลักฐานคล้ายดอกข้าวป่าที่ถ้ำเขาทะเล จังหวัดกาญจนบุรี อายุประมาณ 2,800 ปี ซึ่งอยู่ในช่วงรอยต่อของยุคหินใหม่ตอนปลายกับยุคโลหะตอนต้น

ภาพเขียนบนผนังถ้ำหรือผนังหินอายุประมาณ 6,000 ปี ที่ผาหมอนน้อย บ้านตากุ่ม ตำบล ห้วยไผ่ อำเภอลำปาง จังหวัดอุบลราชธานี มีลักษณะคล้ายบันทึกการปลูกธัญพืชอย่างหนึ่งที่มี ลักษณะเหมือนข้าว ภาพควาย แปลงพืชคล้ายข้าว แสดงให้เห็นว่า มนุษย์ได้รู้จักการเพาะปลูกข้าว เป็นอย่างดีแล้ว

นักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่น 3 คน คือ Tayada Natabe, Tomoya Akihama, Osamu Kinoshita แห่งมหาวิทยาลัย Tottri และกระทรวงเกษตรและกรมป่าไม้ ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่อง ข้าวไทย ดูแถบจากแผ่นอิฐโบราณจากโบราณสถาน 108 แห่งใน 39 ทั่วทุกภาคของประเทศไทย ทำให้สันนิษฐานได้ว่า การปลูกข้าวในไทยมีมานานนับตั้งแต่พุทธศตวรรษที่ 6 โดยข้าวที่ปลูกจะเป็น ข้าวเหนียวนาสวนเมล็ดป้อม และข้าวเหนียวไร่เมล็ดใหญ่ ต่อมาการปลูกข้าวเหนียวไร่ค่อยลดลง แล้วเริ่ม มีการปลูกข้าวนาสวนเมล็ดเรียวยาวเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาวินิจฉัยนี้ทำให้ทราบว่า ในช่วงพุทธศตวรรษที่ 11-20 มีข้าวชนิดต่างๆ จำนวน 3 ชนิด คือ ข้าวเมล็ดใหญ่ ได้แก่ ข้าวเหนียวทิ้งกองงามในที่สูง ข้าวเมล็ดป้อม ได้แก่ ข้าวเหนียวทิ้งกองงามในที่ลุ่ม (ทั้งสองชนิดมีการเพาะปลูกก่อนสมัยทวารวดี (พุทธศตวรรษที่ 11-16) และเมล็ดข้าวเรียวยาว ได้แก่ ข้าวเจ้า พบในสมัยศรีวิชัย (พุทธศตวรรษที่ 13-18) ซึ่งข้าวแต่ละชนิดพบมากหรือน้อยแตกต่างกันไปตามระยะเวลา

ประมาณ พ.ศ. 540-570 ไทยได้รับอิทธิพลด้านกสิกรรมและการค้าจากจีน ซึ่งคาดว่ามาตามลำน้ำโขงสู่ดินแดนอีสานตอนล่าง ที่นิยมปลูกข้าวเหนียวเมล็ดป้อม และเมล็ดใหญ่กัน อย่างแพร่หลาย เช่นเดียวกับภาคกลางในยุคทวารวดี ในช่วงเวลานั้นเริ่มมีการเพาะปลูกข้าวเจ้าเมล็ดยาวเรียวยาวขึ้นแล้ว สันนิษฐานว่า นำมาจากอาณาจักรขอม ซึ่งในยุคนั้นถือว่าเป็นชนชั้นปกครอง การหุงต้มข้าวเมล็ดยาวนี้แตกต่างจากข้าวของชาวพื้นเมือง จึงเชื่อว่าเป็นสาเหตุให้ข้าวชนิดนี้ถูกเรียกว่า “ข้าวเจ้า” และเรียกข้าวเหนียวว่า “ข้าวโพ” บ้างก็เรียกว่า “ข้าวบัว” หรือ “ข้าวหนึ่ง” ซึ่งข้าวในสมัยนั้นเรียกกันเป็นสิ่งบ่งบอกชนชั้นได้อีกด้วย

ในสมัยกรุงสุโขทัย (พ.ศ. 1740-2040) ข้าวที่ปลูกในสมัยนี้ยังเป็นข้าวเหนียวเมล็ดป้อมและเมล็ดยาวเป็นส่วนใหญ่ แต่ก็เริ่มปลูกข้าวเจ้าเมล็ดยาวเรียวยาวเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ในยุคนี้นครปฐมราชธานีทรงทำนุบำรุงการกสิกรรม ได้ผลผลิตอุดมสมบูรณ์ ดังปรากฏในศิลาจารึกว่า “ในน้ำมีปลา ในนามีข้าว” มีการหักล้างถางพงและถ่อคลองเป็นที่ทำกิน และที่ดินนั้นจะสืบทอดเป็นมรดกตกทอดแก่ลูกหลาน การสร้างหลักปักฐานเพื่อประกอบอาชีพกสิกรรมเช่นนี้ ก่อให้เกิดระบบการปกครอง เศรษฐกิจและสังคมขึ้น ดังนั้นระบบศักดินาซึ่งเป็นการแบ่งระดับชนชั้นตามจำนวนของพื้นที่นาจึงน่าจะเริ่มในยุคนี้นี้

ต่อมาเข้าสู่สมัยกรุงศรีอยุธยาตอนต้น บ้านเมืองมีความมั่งคั่งเป็นอู่ข้าวอู่น้ำที่สำคัญ อีกทั้งหัวเมืองในอาณาจักรจำนวนมาก เริ่มระบบการปกครองแบบจตุสดมภ์มี “กรมนา” ดูแลและส่งเสริมและสนับสนุนการทำงานอย่างจริงจัง เพราะข้าวเป็นอาหารหลักของประชากรและเป็นเสปียงสำรองในยามเกิดศึกสงคราม โดยข้าวที่ปลูกส่วนใหญ่ยังคงเป็นข้าวเหนียวเมล็ดป้อม และเมล็ดยาว แต่การปลูกข้าวเจ้าเมล็ดยาวเรียวยาวมากขึ้นด้วย

สมัยกรุงศรีอยุธยาตอนปลาย-กรุงรัตนโกสินทร์ตอนต้นในต้นรัชสมัยรัชกาลที่ 3 ได้มีการเก็บอากรข้าวในภาคกลาง ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ข้าวที่ทางราชการแนะนำ หรือพันธุ์พื้นเมืองที่มีคุณภาพ ส่วนภาคเหนือตอนบนนิยมปลูกข้าวเหนียว แต่ในภาคเหนือตอนล่างและภาคใต้เน้นปลูกข้าวเจ้าเป็นหลัก ในช่วงนี้เองที่ประเทศตะวันตกได้ออกล่าอาณานิคม และเมืองไทยเป็นหนึ่งในเป้าหมาย แต่ด้วยพระปรีชาญาณ และวิเทโศบายอันชาญฉลาดของพระมหากษัตริย์ทุกพระองค์ ไทยจึงรอดพ้นเงื้อมมือของต่างชาติ และดำรงเอกราชอยู่ได้ ซึ่งส่วนหนึ่งคือ การเปิดเสรีการค้ากับต่างประเทศมากขึ้นส่งผลให้ข้าวกลายเป็นสินค้าออกที่สำคัญของไทย รัฐบาลต้องขยายพื้นที่เพาะปลูก เพิ่มปริมาณผลผลิตข้าวในเขตพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา ที่มีความอุดมสมบูรณ์มากที่สุด

ปัจจุบันการปลูกข้าวในประเทศไทย คงมีเพียงข้าวเมล็ดป้อมที่พบมากในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ขณะที่ข้าวเมล็ดยาว พบมากในภาคกลางและภาคใต้ ที่มีความอุดมสมบูรณ์มากที่สุด ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูกข้าว คิดเป็น 45 % ของพื้นที่เพาะปลูกทั่วประเทศ ส่วนใหญ่ปลูกข้าวหอมมะลิ 105 ซึ่งเป็นข้าวคุณภาพดีที่สุดในโลก ข้าวที่ปลูกในพื้นที่แถบนี้จึงมักปลูกไว้เพื่อขาย รองลงมาคือ ภาคกลาง และภาคเหนือ พื้นที่เพาะปลูกเท่ากันประมาณ 25 % ทุกวันนี้ไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นแหล่งปลูกข้าวที่ผลิตออกสู่ตลาดโลกมากที่สุด และเป็นศูนย์กลางของการศึกษาวิจัยพันธุ์ข้าว ซึ่งแสดงให้เห็นถึงบทบาทของผู้สร้างตำนานแห่งอารยธรรมธัญญาหารของมนุษยชาติ

2.2.4 คุณลักษณะของข้าวที่สำคัญทางการเกษตร

เป็นลักษณะที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโต และการให้ผลิตผลสูงของต้นข้าวในท้องที่ที่ปลูก การทนต่อสภาพแวดล้อม ที่เปลี่ยนแปลงเสมอๆ ตลอดจนคุณภาพของเมล็ดข้าว ฉะนั้นพันธุ์ข้าวที่ดีจะต้องมีลักษณะเหล่านี้ดี เป็นที่ต้องการของชาวนา และตลาด ลักษณะที่สำคัญๆ (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ. 2548) มีดังนี้

2.2.4.1 ระยะพักตัวของเมล็ด (seed dormancy)

เมล็ดที่เก็บเกี่ยวมาจากต้นใหม่ๆ เมื่อเอาไปเพาะมักจะไม่งอกทันที มันจะต้องใช้เวลาสำหรับพักตัวอยู่ระยะหนึ่ง ประมาณ 15-30 วัน จึงจะมีความงอกถึง 80 หรือ 100 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาลงหลังจากเก็บเกี่ยวที่เมล็ดไม่งอกนี้ เรียกว่า ระยะพักตัวของเมล็ด ข้าวพวกอินดิกาแทบทุกพันธุ์มีระยะพักตัวของเมล็ด แต่ข้าวพวกจาปอนิกานั้น ไม่มีระยะพักตัว ระยะพักตัวมีประโยชน์มาก โดยเฉพาะเป็นประโยชน์สำหรับชาวนาในเขตร้อน ซึ่งมีฝนตกและมีความชื้นของอากาศสูง ในฤดูเก็บเกี่ยวเพราะข้าวที่ไม่มีระยะพักตัวของเมล็ดจะงอกทันทีเมื่อได้รับความชื้น หรือเมล็ดเปียกน้ำฝน ส่วนข้าวที่มีระยะพักตัวมันจะไม่งอกในสภาพดังกล่าว ซึ่งชาวนาจะได้รับผลิตผลเต็มที่ตามที่เก็บเกี่ยวได้ ระยะพักตัวของเมล็ดข้าวส่วนใหญ่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในเมล็ด ยังไม่สมบูรณ์ ฉะนั้นเมื่อได้เก็บเกี่ยวมาแล้ว เมล็ดจึงไม่งอกและต้องรอไปจนกว่าเมล็ดนั้นได้มีการเปลี่ยนทางสรีรวิทยาครบสมบูรณ์เสียก่อน มันจึงจะงอก สำหรับข้าวป่านั้นมีระยะพักตัวนานกว่าพันธุ์ข้าวที่ชาวนาปลูกบางครั้งเป็นเวลา นานประมาณ 5-6 เดือน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะระยะพักตัวใน 30 วันแรก เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และหลังจากนั้นเนื่องมาจากเปลือกนอกใหญ่ที่ห่อหุ้มเมล็ดประสานกันแน่นมากจนอากาศ และน้ำเข้าไปไม่ได้ ฉะนั้นจะต้องแกะเปลือกนอกใหญ่ออกเสียก่อน แล้วจึงเอาเมล็ดไปเพาะในจานแก้วเพื่อให้งอกตามปกติ ดังนั้นระยะพักตัวของเมล็ดข้าวอาจเกิดขึ้นได้ด้วยสาเหตุทางสรีรวิทยา และลักษณะทางกายภาพของเมล็ด

2.2.4.2 ความไวต่อช่วงแสง (sensitivity to photoperiod)

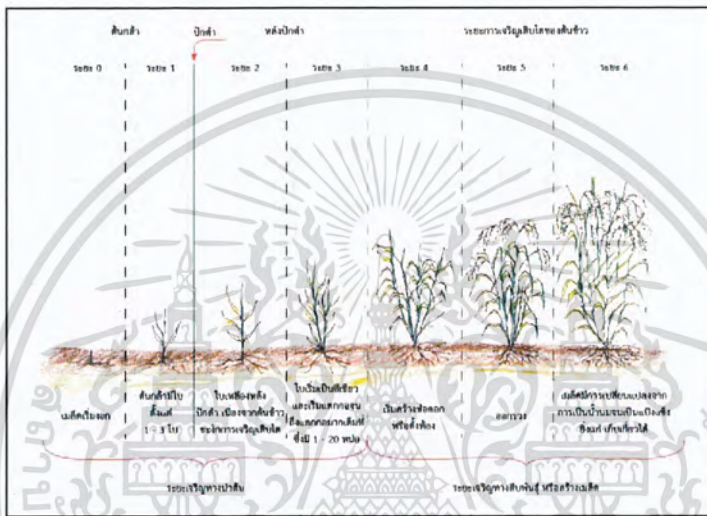
ระยะความยาวของกลางวันมีอิทธิพลต่อการออกดอกของต้นข้าว ดังนั้นพันธุ์ข้าวจึงแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด โดยถือเอาความไวต่อช่วงแสงหรือระยะความยาวของกลางวันเป็นหลัก คือ ข้าวที่ไวต่อช่วงแสง และข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง

2.2.4.2.1 ข้าวที่ไวต่อช่วงแสง ข้าวพวกนี้ออกดอกเฉพาะในเดือนที่มีความยาวของกลางวันสั้น ปกติเราถือว่ากลางวันมีความยาว 12 ชั่วโมง และกลางคืน มีความยาว 12 ชั่วโมง ฉะนั้นกลางวันที่มีความยาวน้อยกว่า 12 ชั่วโมง ก็ถือว่าเป็นวันสั้น และกลางวันที่มีความยาวมากกว่า 12 ชั่วโมง ก็ถือว่าเป็นวันยาวและพบว่า ข้าวที่ไวต่อช่วงแสงในประเทศไทยมักจะเริ่มสร้างช่อดอกและออกดอก ในเดือนที่มีความยาวของกลางวันประมาณ 11 ชั่วโมง 40 นาที หรือสั้นกว่านี้ ดังนั้น ข้าวที่ออกดอกได้ในเดือนที่มีความยาวของกลางวัน 11 ชั่วโมง 40-50 นาที จึงได้ชื่อว่าเป็นข้าวที่มีความไวต่อช่วงแสง (Less sensitive to photo period) และพันธุ์ที่ออกดอกเฉพาะในเดือนที่มีความยาวของกลางวันประมาณ 11 ชั่วโมง 10-20 นาที ก็ได้ชื่อว่า เป็นพันธุ์ที่มีความไวต่อช่วงแสง (strongly sensitive to photoperiod) นักวิทยาศาสตร์จึงเรียกข้าวว่า พิชวันสั้น (short day plant) พันธุ์ข้าวในประเทศไทยที่เป็นพันธุ์พื้นเมือง ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ที่มีความไวต่อช่วงแสง โดยเฉพาะข้าวที่ปลูกเป็นข้าวนาเมือง หรือข้าวขึ้นน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปลูกข้าวพวกที่ไวต่อช่วงแสงจะต้องปลูกในฤดูนาปี (โดยอาศัยน้ำฝน บางครั้งจึงเรียกว่า ข้าวนาฝน) เพราะในฤดูนาปีกลางวันมีความยาวกว่า 12 ชั่วโมง เดือนที่มีกลางวันสั้นที่สุด ได้แก่ เดือนธันวาคม และเดือนที่มีกลางวันยาวที่สุด ได้แก่ เดือนมิถุนายน ความยาวของกลางวัน จะเริ่มสั้นจนมากพอที่จะทำให้ข้าวพวกไวต่อช่วงแสงออกดอกได้นั้นคือ วันในเดือนกันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม ข้าวที่มีความไวต่อช่วงแสงจะออกดอกในเดือนกันยายน ตุลาคม ซึ่งเรียกว่า ข้าวเบา ข้าวที่ออกดอกในเดือนพฤศจิกายน เรียกว่าข้าวกลาง และข้าวที่ออกดอกในเดือน ธันวาคม มกราคม เรียกว่า ข้าวหนัก ด้วยเหตุนี้ ข้าวพวกที่ไวต่อช่วงแสงจะออกดอกในเดือนดังกล่าวนี้ เท่านั้น ไม่ว่าจะปลูกในเดือนอะไรก็ตามมันจึงมีระยะการเจริญเติบโตมากพอสมควร



ภาพที่ 2.11 ระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว
ที่มา : (ลายเส้นโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2556)

เนื่องจากข้าวไวต่อแสงจะออกดอกเฉพาะในเดือนที่มีความยาวของกลางวัน ข้าวไวต่อแสงจึงมีประโยชน์สำหรับชาวนาในบางที่ เช่นในจังหวัดต่างๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีฝนตกไม่สม่ำเสมอ ซึ่งหมายความว่า บางปีฝนก็มาเร็วและบางปีฝนก็มาช้า แต่การสิ้นสุดของฤดูฝนนั้นค่อนข้างแน่นอน ปกติในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะหมดฤดูฝนในต้นเดือนพฤศจิกายน เพราะฉะนั้น การปลูกข้าวด้วยพันธุ์ที่ไวต่อแสง และเป็นข้าวเบาหรือข้าวกลาง ถึงแม้จะปลูกช้ากว่าปกติ มันก็จะออกดอกให้เก็บเกี่ยวได้ แต่ผลผลิตอาจลดต่ำลง นี่คือข้อดี

2.2.4.2.1 ข้าวที่ไม่ไวต่อแสง การออกดอกของข้าวพวกนี้ไม่ขึ้นอยู่กับความยาวของกลางวัน เมื่อต้นข้าวได้มีระยะเวลาการเจริญเติบโตครบตามกำหนด ต้นข้าวก็จะออกดอกทันทีไม่ว่าเดือนนั้นจะมีกลางวันสั้นหรือยาว พันธุ์ข้าว กข.1 เป็นพันธุ์ที่ไม่ไวต่อแสง เมื่อมีอายุเจริญเติบโตนับจากวันตกกล้าครบ 90-100 วัน ต้นข้าวก็จะออกดอก ฉะนั้น พันธุ์ข้าวที่ไม่ไวต่อแสง จึงใช้ปลูกได้ผลดีทั้งในฤดูนาปรังและนาปี อย่างไรก็ตามพวกไม่ไวต่อช่วงแสงมักจะให้ผลผลิตสูงเมื่อปลูกในฤดูนาปรัง ปกติระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวทั้งไวและไม่ไวต่อช่วงแสง แบ่งออกได้เป็น 2 ระยะ ดังนี้

1) ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น (Basic vegetative growth phase) เป็นระยะเวลา นับตั้งแต่วันตกกล้าจนถึงวันที่แตกกอและต้นสูงเต็มที่ ในระยะนี้ ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตทางความสูง และแตกเป็นหน่อใหม่จำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สละนใจว่าให้การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

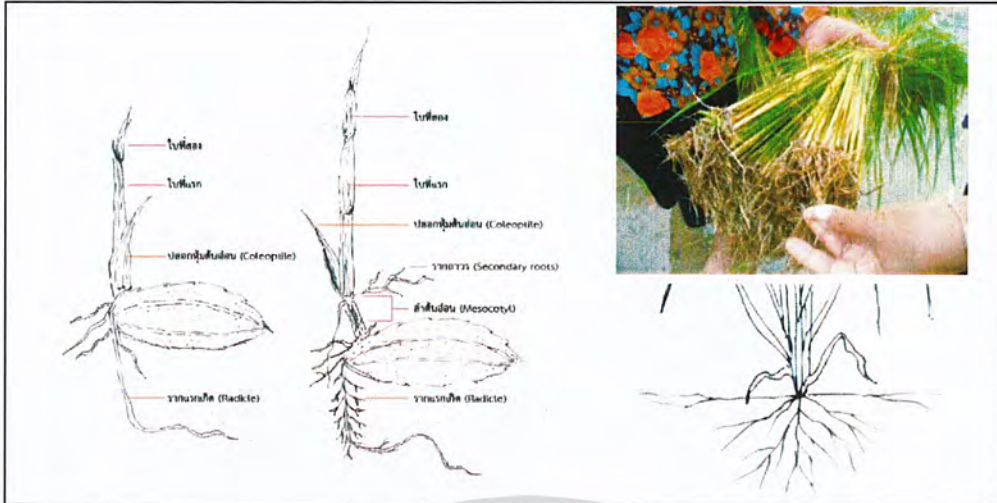
2) ระยะการสร้างช่อดอก (Panicle initiation phase) เป็นระยะเวลาที่ต้นข้าวเริ่มสร้างช่อดอกจนถึงรวงข้าวเริ่มโผล่ออกมาให้เห็น ซึ่งใช้เวลาประมาณ 30 วัน สำหรับพันธุ์ข้าวที่ไวต่อแสง อาจเรียกระยะนี้ว่า ระยะที่มีความไวต่อช่วงแสง (Photoperiod sensitive phase) ดังนั้นข้าวที่ไวต่อช่วงแสงเมื่อได้ครบระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นแล้ว ต้นข้าวจะไม่สร้างช่อดอกจนกว่าต้นข้าวจะได้รับช่วงแสงที่มันต้องการ ส่วนข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง จะเริ่มสร้างช่อดอกทันที หลังจากที่ต้นข้าวได้ครบระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นแล้ว ดังนั้น การปลูกในระยะเวลาที่ไม่เหมาะสมจึงทำให้พันธุ์ที่ไวต่อช่วงแสงมีเวลามากหรือ น้อยเกินไป สำหรับการเจริญเติบโตทางลำต้นโดยเฉพาะการใช้พันธุ์ที่ไวต่อช่วงแสงปลูกล่า กว่าปกติจะทำให้ต้นข้าวมีระยะเวลาน้อยไป ทำให้ได้ผลผลิตต่ำ

3) ความสามารถในการขึ้นน้ำและการทนน้ำลึก (Floating ability and to larence to deep water) ข้าวที่ปลูกในประเทศไทย ชนิดข้าวไร่และข้าวนาสวน ไม่จำเป็นต้องมีความสามารถในการขึ้นน้ำหรือการทนน้ำลึก เพราะพื้นที่ปลูกนั้นไม่มีน้ำลึก แต่พันธุ์ข้าวที่ปลูกเป็นข้าวนาเมืองนั้น จำเป็นต้องมีความสามารถในการขึ้นน้ำและต้องทนน้ำลึกด้วย ระยะต้นข้าวกำลังเจริญเติบโตทางลำต้นและออกรวง มีความขึ้นประมาณ 80-300 เซนติเมตร โดยเฉพาะในระหว่างเดือนกันยายน และต้นเดือนธันวาคม ปกติข้าวนาที่ปลูกข้าวนาเมือง จะต้องลงมือไถนาเตรียมดินและหว่านเมล็ดพันธุ์ในเดือนเมษายนหรือพฤษภาคม เพราะในระยะนี้ดินแห้งน้ำไม่ขังในนา ซึ่งเหมาะสำหรับการเตรียมดินและหว่านเมล็ดพันธุ์ เมื่อฝนตกลงมาหลังจากที่ได้หว่านเมล็ดแล้ว เมล็ดข้าวที่หว่านลงไปจะงอกเป็นต้นกล้า และเจริญเติบโตในดินที่ไม่มีน้ำขังนั้น จนถึงเดือนกรกฎาคมหรือสิงหาคม ฉะนั้นข้าวพวกนี้ จึงมีสภาพคล้ายข้าวไร่ในระยะแรกๆ ต่อมาในเดือนสิงหาคมฝนจะเริ่มตกหนักขึ้นๆ และระดับน้ำในนาก็จะสูงขึ้นๆ จนมีความลึกประมาณ 80-300 เซนติเมตร ในเดือนกันยายนแล้วระดับน้ำลึกนี้ก็จะมีอยู่ในนาอย่างนี้ไปจนถึงกลางเดือน ธันวาคม หลังจากนั้นระดับน้ำก็จะเริ่มลดลงกระทั่งแห้งในเดือนมกราคม ด้วยเหตุนี้ ต้นข้าวจะต้องเจริญเติบโตทางความสูงในระยะที่ระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้น เพื่อให้มีส่วนของลำต้น และใบจำนวนหนึ่งอยู่เหนือระดับน้ำ ความสามารถของต้นข้าวในการเจริญเติบโตให้มีต้นสูงเพื่อหนีระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นนี้ เรียกว่า ความสามารถในการขึ้นน้ำของต้นข้าว เนื่องจากต้นข้าวจะต้องอยู่ในน้ำที่มีความลึกมากอย่างนี้เป็นเวลา 2-3 เดือนก่อนที่ต้นข้าวจะออกรวงจนแก่เก็บเกี่ยวได้ในต้นหรือกลางเดือนมกราคม ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ระดับน้ำในนาได้ลดลงเกือบแห้ง ฉะนั้น ความสามารถของต้นข้าวที่เจริญเติบโตอยู่ในน้ำลึกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวนี้จึง เรียกว่า การทนน้ำลึก ดังนั้นการขึ้นน้ำและการทนน้ำลึก จึงเป็นลักษณะที่จำเป็นยิ่งของพันธุ์ข้าวนาเมืองหรือข้าวขึ้นน้ำ

2.2.5 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของต้นข้าว

2.2.5.1 ลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตทางลำต้น

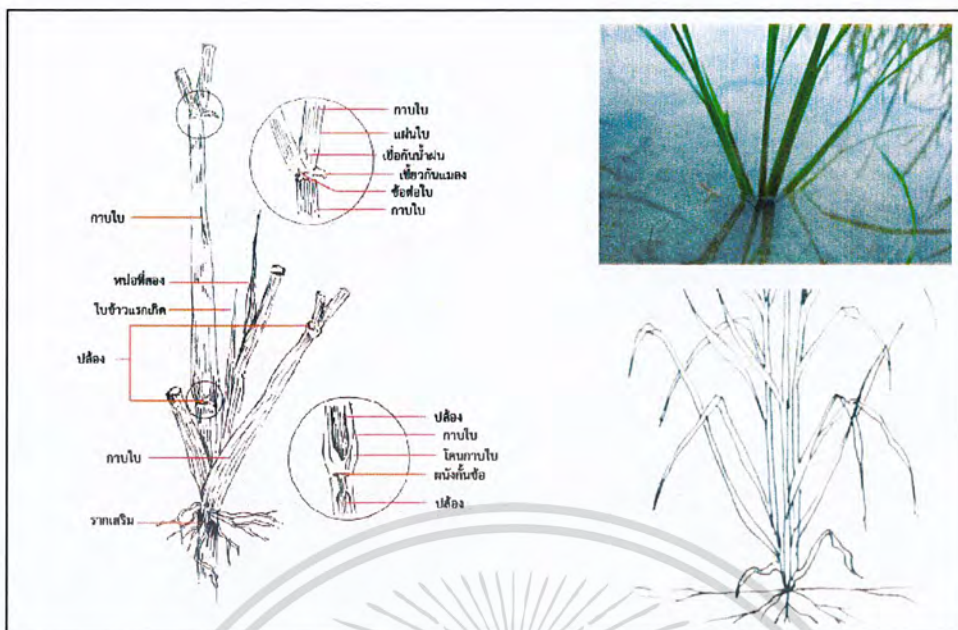
ส่วนต่างๆ ของต้นข้าวที่มีความเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตทางลำต้น ได้แก่ ราก ลำต้น และใบ (บุญหงษ์ จงคิด. 2547: 63-70) โดยมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 2.12 ส่วนต่างๆของต้นกล้าที่งอกในที่ที่มีแสงสว่างและที่มืด
ที่มา : (ลายเส้นโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2556)

(1) ราก (Root) ข้าวมีระบบรากเป็นระบบรากฝอย (Fibrous root system) ซึ่งประกอบด้วย ราก 2 ชนิด ได้แก่ รากปฐมภูมิ (Primary root) ที่ชื่อเรียกว่า รากแรกเกิด (Seminal root) ซึ่งงอกออกมาจากส่วนของเรดิเคิล (Radicle) รากชนิดนี้เป็นรากชั่วคราว มีลักษณะโคนโตและปลายเรียวยาวไม่เกิน 15 ซม. ทิศทางของรากจะพุ่งสู่ใต้ดินในแนวตั้ง ทำหน้าที่รองรับส่วนต่างๆของต้นข้าวให้ทรงตัวอยู่ได้ และรากทุติยภูมิ ที่มีชื่อเรียกว่า รากเสริม (Adventitious root) รากชนิดนี้จะงอกออกมาจากส่วนของข้อล่างๆ ใต้ดินของลำต้นใหม่ในทิศทางขนานกับผิวดิน และมีการแตกแขนงของรากอย่างอิสระ เป็นรากที่เกิดขึ้นเพื่อทดแทนรากแรกเกิดเมื่อต้นข้าวเจริญเติบโตและอายุมากขึ้น อาจมีรากเสริมค้ำจุน เกิดขึ้นโดยรอบข้อเหนือระดับดิน และรากชนิดนี้อาจเกิดขึ้นบริเวณส่วนปลายของลำต้นบริเวณใกล้ผิวน้ำในพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำ ในการปลูกหรือหยอดข้าวลึกมากเกินไป อาจมีรากพิเศษเกิดขึ้นของส่วนลำต้นยึดตัวที่อยู่ระหว่างรากแรกเกิดและปลอกหุ้มต้นอ่อน เรียกรากชนิดนี้ว่า รากมีโซโคทิล (Mesocotyl roots) เมื่อนำเมล็ดข้าวเปลือกไปเพาะในที่ที่มีแสงสว่าง ส่วนของรากอ่อนจะงอกออกมาจากคัพภะก่อน โดยมีปลอกหุ้มรากอ่อนหุ้มส่วนของรากนี้ไว้ และในเวลาต่อมาส่วนใบของต้นอ่อนจึงจะงอกออกมา ในทางกลับกันเมล็ดข้าวเปลือกที่ถูกเพาะในที่มืด ก็จะมีส่วนของต้นอ่อนงอกออกมาก่อนส่วนของรากอ่อน โดยมีปลอกหุ้มต้นอ่อนหุ้มส่วนของต้นอ่อนไว้ การงอกของต้นกล้าในที่มืดนี้ จะสามารถมองเห็นส่วนของลำต้นที่ยึดตัว (Mesocoty) ได้ชัดเจน

รากข้าวนอกจากจะทำหน้าที่ในการดูดน้ำและธาตุอาหารแล้วยังช่วยในการยึดลำต้นข้าวไว้กับพื้นดินเพื่อไม่ให้ล้ม นอกจากนั้นทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารที่เหลือไว้ให้ต้นข้าวใช้ในช่วงขาดแคลน และอาจทำหน้าที่ช่วยในการหายใจได้ด้วย โดยนำออกซิเจนจากน้ำไปใช้ ทั้งนี้เป็นเพราะเซลล์ต่างๆในชั้นเนื้อเยื่อคอร์เท็กซ์ (Cortex) ที่อยู่ถัดจากชั้นผิวราก เข้ามาข้างในมีการสลายตัวกลายเป็นช่องอากาศขนาดใหญ่ ทำให้รากข้าวสามารถแช่อยู่ในน้ำขังได้



ภาพที่ 2.13 ส่วนต่างๆของต้นข้าว
ที่มา : (ลายเส้นโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2556)

(2) ลำต้น (Stem or culm) ลำต้นของข้าวมีลักษณะทรงกลม ปล้องและส่วนของข้อตรงกลาง กลวง โดยทั่วไปลำต้นจะมีลักษณะตั้งตรง เช่น ในข้าวนาสวน และข้าวไร่ อย่างไรก็ตามในข้าวป่า และข้าวขึ้นน้ำนั้น ลำต้นข้าวอาจมีลักษณะเลี้ยวหรือล้มราบโดยชูเฉพาะส่วนของยอดขึ้นตั้งตรง ในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นของข้าว อาจมองเห็นรูปร่างของลำต้นไม่ชัดเจน เนื่องจากมีส่วนของกาบหุ้มไว้ แต่ในช่วงออกรวงของข้าวก็จะสามารถมองเห็นข้อและปล้องของต้นข้าวได้ชัดเจนขึ้น

ลักษณะของปล้องที่โคนต้นจะสั้น และมีเนื้อหนากว่าปล้องที่อยู่ตรงส่วนปลายของลำต้น โดยปกติต้นข้าวจะมีปล้องประมาณ 25-30 ปล้อง ขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าวและสภาพแวดล้อม ปล้องสุดท้ายที่อยู่บนสุดได้รวงข้าวจะมีความยาวมากที่สุด

ส่วนข้อ (Node) ของลำต้น ซึ่งทำหน้าที่แบ่งลำต้นออกเป็นปล้องๆนั้นจะมีตาเกิดขึ้นข้อละ 1 ตา ที่บริเวณซอกใบของแต่ละใบซึ่งเกิดขึ้นสลับกันในแต่ละข้อของลำต้น ความสูงของลำต้นจะอยู่ระหว่าง 100-200 ซม. ซึ่งขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อมเช่นกัน

ต้นข้าวจะมีการยืดปล้อง (Internode elongation) ในเวลาที่เริ่มสร้างช่อดอก โดยเกิดขึ้นที่ปล้อง 2-3 ได้รวงข้าวลงมา อย่างไรก็ตามในกรณีที่ยอดข้าวโดยใช้เมล็ดในระดับลึกเกินกว่า 3 ซม. หรือการมีระดับน้ำลึกเกินไปในระยะกล้า จะเป็นสาเหตุให้ต้นข้าวมีการยืดปล้องที่โคนต้นในข้อที่ 1 และ 2 ได้เช่นกัน ในกรณีของข้าวขึ้นน้ำเมื่อมีการเพิ่มในระดับน้ำในนา ต้นข้าวจะมีการยืดปล้องให้ยาวขึ้นได้ โดยเฉลี่ย 2-10 ซม.

เมื่อต้นข้าวสมบูรณ์ดีและสภาพแวดล้อมในการปลูกเหมาะสม ต้นข้าวจะมีการแตกกอ หรือผลิตหน่อขึ้นมาเป็นต้นข้าวต้นใหม่ การแตกกอในพวกข้าวไร่และข้าวนาสวนจะเกิดขึ้นจากตาบริเวณโคนต้น แต่ในข้าวขึ้นน้ำนั้น อาจมีการแตกกอจากตาส่วนบนของต้นข้าวบริเวณใกล้ผิวน้ำ สำหรับข้าวในนาสวนนั้น การแตกกอจะเริ่มขึ้นที่ตาในซอกใบที่ 2 เมื่อต้นข้าวเริ่มมีใบที่ 5 บนต้นเดิมหรือหลักปักดำประมาณ 10 วันและจะแตกกอสูงสุดหลังหักดำได้ประมาณ 60 วัน เมื่อข้าวเริ่มให้

กำเนิดช่อดอก อย่างไรก็ตามการปักดำข้าวที่ลึกเกินไป การมีระดับน้ำลึกกว่าปกติ หรือสภาพแวดล้อมในการปลูกไม่เหมาะสม จะเป็นสาเหตุให้ข้าวแตกกอช้าและน้อยลงได้ โดยทั่วไปถ้าใช้ระยะปักดำระหว่างต้นและแถว 25-30 ซม. ต้นข้าวจะมีการแตกกอประมาณ 10-30 ต้นต่อกอ กรณีที่ปลูกข้าวโดยใช้เมล็ดโดยตรงต้นข้าวจะแตกกอลดลงเหลือประมาณ 2-5 ต้นต่อกอ เท่านั้น การแตกกอของข้าวจะเกิดสลับกันบนส่วนข้างของลำต้น โดยเริ่มจากส่วนล่างใบสู่ส่วนบนของลำต้น โดยหน่อที่เกิดจากลำต้นเดิม ทุกๆหน่อเรียกว่า หน่อ ลำดับ 1 (Primary tiller) ส่วนหน่อที่แตกใหม่ออกจากหน่อลำดับที่ 1 เรียกว่า หน่อลำดับที่ 2 (Secondary tiller) และหน่อที่แตกออกจากหน่อลำดับที่ 2 เรียกว่า หน่อลำดับที่ 3 (Tertiary tiller)

(3) ใบ (Leaf) ใบของข้าวจัดเป็นใบเดี่ยว (Simple leaf) ที่เป็นใบแท้ มีลักษณะเป็นแผ่นแบน บางค่อนข้างยาวรูปหอก ใบข้าวประกอบด้วยตัวใบ และกาบใบ โดยมีข้อต่อใบ เป็นตัวแบ่งให้กาบใบ แยกออกจากตัวใบอย่างเห็นได้ชัด ตัวใบจะยื่นออกจากลำต้นโดยทำมุมกว้างหรือแคบกับลำต้น ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์ข้าว เส้นใบของข้าวจะขนานกันตั้งแต่โคนถึงปลายใบ และมีเส้นกลางใบ แบ่งตัวใบออกเป็น 2 ซีกเท่าๆ กัน พันธุ์ข้าวส่วนใหญ่มักมีขนอ่อน บนใบทำให้รู้สึกสากมือ เมื่อสัมผัสที่ใบ กาบใบทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุจากรากและลำต้นไปยังตัวใบเพื่อใช้ปรุงอาหาร และลำเลียงอาหารสังเคราะห์จากตัวใบไปยังส่วนต่างๆ ของต้นข้าว นอกจากนั้นกาบใบยังช่วยสะสมอาหารไว้สำหรับรวงข้าวและช่วยเสริมให้ลำต้นแข็งแรงขึ้นอีกด้วย ตรงบริเวณด้านในข้อต่อใบจะปรากฏเยื่ออ่อนบางๆ รูปสามเหลี่ยมมีปลายแยกเป็น 2 แฉก แบบติดกับส่วนของลำต้น เรียกว่า เยื่อกั้นน้ำฝน (Ligule) นอกจากนี้ที่บริเวณนี้ยังมีเขี้ยวกันแมลง 2 อัน ซึ่งมีลักษณะเป็นขนรูปร่างโค้งคล้ายเคียวติดอยู่ข้างละอันของข้อต่อใบ การที่ใบข้าวมีทั้งเยื่อกั้นน้ำฝน และเขี้ยวกันแมลงอยู่ด้วยกันจึงทำให้แตกต่างจากใบของต้นหญ้า ซึ่งมักมีอวัยวะดังกล่าวเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งหรืออาจไม่มีเลยก็ได้ อย่างไรก็ตามในใบข้าวที่แก่แล้ว อาจไม่ปรากฏเขี้ยวกันแมลงให้เห็น เพราะได้ร่วงหล่นไปก่อนแล้ว

นอกจากใบข้าวปกติแล้ว ต้นข้าวยังมีใบที่มีรูปร่างและลักษณะพิเศษแตกต่างออกไป 2 ชนิด ได้แก่ ใบข้าวแรกเกิด (Primary leaf or prophyllum) ซึ่งเจริญออกมาเป็นใบแรกตอนต้นข้าว เริ่มงอกใบชนิดนี้คล้ายเป็นกาบใบเกิดขึ้นในตำแหน่งที่อยู่ถัดขึ้นมาจากปลอกหุ้มต้นอ่อน (Coleoptile) โดยอยู่ในทิศทางตรงข้ามกับเปลือกหุ้มยอดอ่อนและเมล็ด ส่วนใบพิเศษอีกชนิดหนึ่งได้แก่ ใบธง (Flag leaf) ซึ่งมีขนาดสั้นกว่าและอยู่ในตำแหน่งที่ตั้งตรงกว่าใบอื่นๆ ของต้นข้าว ใบธงจะเกิดขึ้นที่ส่วนบนสุดของต้นข้าว โดยมีกาบใบธงหุ้มรวงข้าวอ่อนไว้ก่อนออกรวงบริเวณใต้รวงข้าว ใบธงมีความสำคัญมากในการปรุงอาหารในระยะที่ข้าวสร้างรวง ทั้งนี้เพราะใบอื่นๆ เริ่มแก่และซากประสิทธิภาพในการปรุงอาหารแล้ว

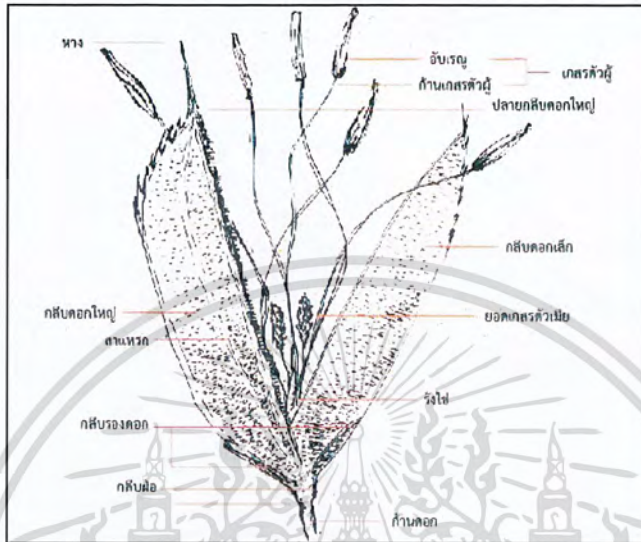
2.2.5.2 ลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์

ส่วนที่ใช้ในการขยายพันธุ์หรือสืบพันธุ์ของข้าว ได้แก่ เมล็ด ซึ่งก่อนที่จะได้เมล็ดมานั้น ต้นข้าวก็จะมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของเพศผู้และเพศเมียขึ้นภายในช่อดอกข้าว หลังจากนั้นก็จะมีการผสมระหว่างเซลล์สืบพันธุ์ทั้งสองเพศจนได้เมล็ดในที่สุด

(1) ช่อดอกหรือรวงข้าว (Inflorescence or panicle) ดอกหรือดอกข้าว (Spikelet) หลายๆ ดอกที่รวมกันเป็นช่อโดยที่ติดอยู่บนระแนง หรือแขนง ที่แตกออกไปจากแกนกลาง ของช่อดอก เมื่อมีการผสมพันธุ์ในดอกข้าวระหว่างเซลล์สืบพันธุ์ของเพศผู้เป็นเพศเมียก็จะมีการพัฒนาเกิดขึ้นเป็นเมล็ดภายในแต่ละดอก ดังนั้นจึงเรียกช่อดอกที่พัฒนาไปเป็นช่อเมล็ดว่า รวงข้าว ส่วนล่างสุดของรวงข้าวได้แก่ ฐานรวง (Panicle base or neck) ซึ่งมีลักษณะเป็นวงแหวนที่มีขนสีขาวสั้นๆ ล้อมรอบฐานรวง

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเองมักจะเกิดขึ้น ในตอนเช้าก่อนที่กลีบดอกใหญ่ และกลีบดอกจะบานออกเล็กน้อย การบานของดอกข้าวจะเริ่มจากปลายช่อมาสู่โคนช่อดอก ดอกทุกดอกจะมีการผสมเกสรและบานหมดภายในเวลาประมาณ 7 วัน หลังจากได้รับการผสมเกสรแล้วก็จะพัฒนาเป็นเมล็ดที่สมบูรณ์ภายในเวลาประมาณ 30 วัน โดยในรวงข้าวแต่ละรวง อาจจะมีเมล็ดที่สร้างขึ้นเป็นจำนวน 100 - 200 เมล็ด



ภาพที่ 2.15 ส่วนต่างๆ ของดอกข้าว
ที่มา : (ลายเส้นโดย อรชลลดา ทับทิมดี, 2556)

(3) เมล็ด (Seed) เมล็ดข้าวหรือข้าวกล้องประกอบด้วยส่วนที่เป็นแป้ง และคัพภะ ซึ่งถูกหุ้มไว้ด้วยเยื่อหุ้มชั้นนอก เยื่อหุ้มชั้นกลาง และเยื่อหุ้มชั้นใน เมล็ดข้าวจะถูกพัฒนาขึ้นมา หลังจากการผสมพันธุ์ระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมีย โดยที่รังไข่จะกลายเป็นแป้งและส่วนของไข่ก็จะกลายเป็นคัพภะ เราเรียกส่วนของเมล็ดข้าวที่ถูกหุ้มด้วยกลีบดอกใหญ่ และกลีบดอกเล็กว่าเมล็ดข้าวเปลือก (paddy)

สำหรับขั้นตอนการสืบพันธุ์ของข้าว โดยใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวที่มีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 120 วันนั้น ต้นข้าวจะเริ่มให้กำเนิดช่อดอกหรือสร้างรวงอ่อน เมื่ออายุประมาณ 60 วัน หรือหลังปักดำไปประมาณ 30 วัน ในระยะนี้จากส่วนปลายสุดของต้นข้าวจะเกิดมีเส้นขนขนาดเล็กสีขาวเกิดขึ้นก่อน หลังจากนั้นประมาณ 5 วันขนนี้ก็ขยายใหญ่เป็นหลายเท่า และมีการเปลี่ยนแปลง ในช่อดอกภายในกาบใบของใบธง ซึ่งทำให้ต้นข้าวส่วนนี้จะมีลักษณะบวมกลมขึ้นมาที่เรียกว่า ข้าวตั้งท้อง (Booting stage) หลังจากนั้นประมาณ 30 วัน ช่อดอกข้าวหรือรวงข้าว ก็จะเริ่มโผล่ออกมาจากกาบใบธง ภายถ่ายละออกเรณู ภายในดอกข้าวจะเกิดขึ้นหลังจากช่อดอกข้าว โผล่พ้นดอกมาจากกาบใบธงอย่างสมบูรณ์แล้วประมาณ 1 วัน โดยละอองเรณูจะตกลงบนยอดเกสรตัวเมีย (Stigma) แล้วยึดที่ละอองเรณูผ่านก้านเกสรตัวเมียลงไปยังรังไข่ เพื่อนำละอองเรณูไปผสมไข่ จนได้เมล็ดในเวลาต่อมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 หลักการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ เพื่อสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน

2.3.1 หลักการการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ

นักวิชาการด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ต่างมีความเห็นพ้องกันว่า การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดต้องเริ่มตั้งแต่ กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ เพราะแม้ว่าต้นทุนของการออกแบบผลิตภัณฑ์ทางตรงจะมีเพียง 5-13% ของต้นทุนผลิตภัณฑ์รวม แต่ผลสืบเนื่องจากการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้จะเป็นตัวกำหนดโครงสร้างต้นทุนถึง 60-80% (สวทช. 2551) และการจัดการเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมก็เช่นเดียวกัน ที่ควรพิจารณาตั้งแต่กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ ซึ่งโดยหลักการแล้วการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ มีหลักการสำคัญ คือ มุ่งการออกแบบที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หรือออกแบบให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด และครอบคลุมตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ช่วงแรกคือการวางแผนการผลิต (Planning) ช่วงการออกแบบ (design phase) ช่วงการผลิต (manufacturing) ช่วงการนำไปใช้ (usage phase) และช่วงการทำลายหลังจากการใช้เสร็จ (disposal phase)

2.3.1.1 หลักการของบริษัทที่ปรึกษา PRé (PRé Consultants) ประเทศเนเธอร์แลนด์ เป็นบริษัทที่ปรึกษาเพื่อการจัดการและการพัฒนาผลิตภัณฑ์และบริการอย่างยั่งยืน และเป็นผู้พัฒนาเครื่องมือและฐานข้อมูลสำหรับการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่มีผู้ใช้มากที่สุด และเป็นที่ยอมรับทั่วโลก ได้ระบุหลักการเพื่อใช้ในการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจไว้ 9 ประการ (PRé Consultants. 2006) ดังนี้

(1) อย่าคิดว่ากำลังออกแบบแค่ผลิตภัณฑ์เท่านั้น แต่ควรคิดเสมอว่าเรากำลังออกแบบทั้งวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ฉะนั้นจึงต้องคิดเกี่ยวกับวัสดุที่นำมาผลิตพลังงานที่ต้องใช้ตลอดทั้งชีวิตจากต้นน้ำถึงปลายน้ำ (Cradle to grave) และดีที่ที่สุดคือคิดตั้งแต่เกิดจนกระทั่งกลับมาเกิดอีกครั้ง

(2) คนส่วนใหญ่มักจะเชื่อว่าวัสดุธรรมชาติดีกว่า และสามารถรักษาสิ่งแวดล้อมได้มากกว่าวัสดุที่มนุษย์สร้างขึ้น ซึ่งไม่จริงเสมอไป หากได้พิจารณาการสร้างและการใช้รวมถึงหลักการใช้อย่างละเอียดถี่ถ้วน

(3) การออกแบบส่วนใหญ่จะคิดถึงเพียงแค่การเลือกใช้วัสดุที่ดี มีประสิทธิภาพ ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ซึ่งไม่เพียงพอแท้ที่จริงแล้วควรพิจารณาในเรื่องของการใช้พลังงาน ทั้งในกระบวนการผลิต ขั้นตอนการใช้งานควบคู่ไปด้วย เพื่อใช้ในการตัดสินใจการเลือกใช้วัสดุ

(4) เพิ่มอายุการใช้งานให้กับผลิตภัณฑ์ โดยอาจใช้วิธีการซ่อมแซมแล้วสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้หรือสามารถเปลี่ยนชิ้นส่วนบางอย่างแล้วกลับมาใช้ได้ โดยไม่จำเป็นต้องทิ้ง

(5) อย่าคิดเพียงแค่ว่าจะออกแบบผลิตภัณฑ์ ควรจะมีการออกแบบการบริการควบคู่กันไปด้วย

(6) ออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัสดุ หรือวัสดุที่จะมาประกอบเป็นผลิตภัณฑ์น้อย หรือเป็นการออกแบบให้มีขนาดเล็กลงหรือน้ำหนักเบาลง นั่นจะทำให้ลดการใช้วัสดุที่หยาบ ลดการใช้น้ำมันในการขนส่งวัสดุหรือผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วย

(7) เลือกการใช้วัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ มาเป็นส่วนประกอบผลิตภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์หรือเลือกใช้วัสดุรีไซเคิล เพราะควรคำนึงถึงการใช้งานมากกว่ารูปแบบ โดยเลือกใช้ผลิตภัณฑ์หรือวัสดุที่ทนทานและการเลือกใช้วัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่น ซึ่งในการเลือกใช้วัสดุเพื่อการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ ต้องพิจารณาตลอดทั้งวัฏจักรชีวิตของวัสดุนั้นตั้งแต่การผลิตการใช้ และการทำลายหลังการใช้งาน เพื่อลดผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้วัสดุนั้นๆ และต้องคำนึงถึง ส่วนประกอบของวัสดุนั้น รูปแบบของการบรรจุหีบห่อ รวมถึงการสนับสนุนอื่นๆ จนกระทั่งได้ออกมา เป็นวัสดุนั้นๆ ด้วย

(8) ควรออกแบบให้ผลิตภัณฑ์นั้นสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งไม่ควรเป็นเพียง ชิ้นส่วนใดชิ้นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์นั้น แต่ควรออกแบบให้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

(9) ในขณะที่ออกแบบควรพยายามที่จะตั้งคำถาม หรือข้อสงสัยตลอดการออกแบบ

2.3.1.2 หลักการของ Karsten Schischke และ Marcel Hgeluken จากความคิดของ Karsten Schischke และ Marcel Hgeluken ประเทศเยอรมนีกล่าวว่า การออกแบบเชิงนิเวศ เศรษฐกิจเกี่ยวข้องกับการมุ่งสู่อนาคตที่ยั่งยืน ทั้งด้านทรัพยากร เศรษฐกิจ สุขภาพอนามัยและ สิ่งแวดล้อม โดยมีหลักการ 3 ประการดังนี้ คือ ลดการใช้ทรัพยากรใหม่ หรือใช้ทรัพยากรที่หมุนเวียน ให้มากที่สุด และจัดการทรัพยากรที่หมุนเวียนให้ใช้ได้อย่างยั่งยืน และสุดท้ายลดหรือเลิกใช้ การปลดปล่อยสารพิษสู่สิ่งแวดล้อม (Karsten and Marcel. 2005) โดยมีการวิเคราะห์สมดุลมวลสาร และพลังงาน มีดัชนีเพื่อชี้วัดสมรรถนะด้านสิ่งแวดล้อม มีการออกแบบเพื่อแยกชิ้นส่วน และรีไซเคิล มีการวิเคราะห์ความเสี่ยงทางด้านสิ่งแวดล้อม มีการเลือกและระบุชนิดของวัสดุ และมีการทำบัญชี ค่าใช้จ่ายด้านสิ่งแวดล้อม และค่าใช้จ่ายทั้งหมดตลอดการออกแบบผลิตภัณฑ์

2.3.1.3 หลักการของ Sim Van Der Ryn ร่วมกับสถาบันการออกแบบเชิงระบบนิเวศ (The Ecological Design Institute: EDI) ได้มีแนวความคิดและหลักการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ ว่า เป็นการออกแบบที่ต้องใช้ความรู้ทั้งทางด้านศิลปะ และความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ในการออกแบบเพื่อให้เกิดความเหมาะสม ระหว่างมนุษย์และสิ่งแวดล้อมและธรรมชาติของโลก จึงได้ กำหนดหลักการของการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจไว้ 5 ประการ ดังนี้ (Sim Van Der Ryn. 2002)

(1) พยายามที่จะสร้างโดยปราศจากการทำลาย โดยเริ่มต้นจากการพิจารณา ทำการ ประเมินสภาพแวดล้อม วัสดุรวมทั้งองค์ประกอบภายในพื้นที่ ท้องถิ่นและสังคมเพื่อให้เกิดความ สอดคล้องกับผลิตภัณฑ์

(2) การออกแบบที่มีประสิทธิภาพช่วยสร้างทัศนียภาพ สร้างธรรมชาติให้กลับคืนสู่ ชีวิต ร่วมกับด้านเศรษฐศาสตร์และเทคโนโลยี การออกแบบเพื่อการลดของเสียจะช่วยลดต้นทุน และสามารถช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมได้

(3) ออกแบบร่วมกับธรรมชาติ หมายถึง การออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยคำนึงถึง สภาพแวดล้อม เพื่อให้สามารถสร้างผลิตภัณฑ์และสามารถอาศัยร่วมกับธรรมชาติได้อย่างไม่ เบียดเบียน และมีความเคารพในสิ่งมีชีวิตที่มีอยู่โดยรอบ

(4) ใช้เสียงระบบนิเวศเป็นเครื่องช่วยในการตัดสินใจในการออกแบบมากกว่าการ ตัดสินใจบนพื้นฐานความสวยงาม ความพึงพอใจของผู้ออกแบบหรือความพึงพอใจของลูกค้าเพียง อย่างเดียว

(5) ทุกคนคือผู้ออกแบบ ดังนั้นผู้ออกแบบควรเปิดโอกาสให้ผู้ที่เกี่ยวข้องได้แสดง ความคิดเห็นและต้องรับฟังความคิดเห็น ความต้องการทุกเสียง นำมาใช้ในกระบวนการออกแบบ เพราะทุกสิ่งมีชีวิตย่อมต้องการรักษาชีวิตและที่ที่เขาอยู่อาศัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.4 หลักการของ Otto และ Wood ซึ่ง Otto และ Wood ได้รวบรวมแนวทางพื้นฐานการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม สามารถแบ่งได้เป็น 4 แนวทางคือ

(1) เน้นทางด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม คือ การลดเวลาการถอดประกอบชิ้นส่วน โดยการออกแบบให้มีชิ้นส่วนน้อยที่สุด และใช้เครื่องมือในการถอดประกอบน้อยที่สุด ให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำการออกแบบสามารถทำหน้าที่ได้หลายอย่าง ออกแบบให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะแยกส่วนมากที่สุด โดยแยกหน้าที่ต่าง ๆ ออกจากกัน เพื่อสะดวกในการอัพเกรดหรือรีไซเคิล มีการระบุชิ้นส่วนที่สามารถนำไปใช้ซ้ำกันได้ เพื่อลดการใช้วัตถุดิบ ลดใช้พลังงานโดยไม่จำเป็น และให้สามารถนำวัสดุที่บอบกลับมาใช้ใหม่ได้

(2) เน้นการเลือกใช้วัสดุ โดยหลีกเลี่ยงการใช้วัสดุควบคุมที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูง ลดความหลากหลายในการเลือกใช้วัสดุ เพื่อให้สามารถแยกวัสดุและนำเข้าสู่กระบวนการรีไซเคิลได้ง่าย ใช้วัสดุการผ่านรีไซเคิลแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นวัสดุรีไซเคิลที่ไม่เติมสารเติมแต่งเพื่อทำการสนับสนุนตลาด หลีกเลี่ยงการใช้วัสดุผสมหรือคอมโพสิต ซึ่งเป็นวัสดุไม่บริสุทธิ์ นำไปรีไซเคิลได้ยากหรือไม่สามารถนำไปรีไซเคิลได้ เลือกชิ้นส่วนที่มีความแข็งแรงสูง มีน้ำหนักเพื่อสะดวกต่อการขนย้าย

(3) แนวทางการตัดป้ายและการทำผิวสำเร็จ โดยใช้โลหะที่ไม่ผ่านการเคลือบ เพราะการเคลือบโลหะอาจทำให้ไม่สามารถนำไปรีไซเคิลได้หรือนำไปรีไซเคิลได้ยาก เลือกการพิมพ์บนชิ้นส่วนที่จำเป็นเพื่อรักษามูลค่าของวัสดุให้มากที่สุดและง่ายต่อการนำกลับมาใช้ ลดการปนเปื้อนวัสดุ

(4) แนวทางการจับยึด โดยลดอุปกรณ์ให้มากที่สุดเพื่อลดเวลาการถอดประกอบชิ้นส่วนและลดการใช้เครื่องมือ เกิดความสะดวกเมื่อต้องการทำลาย หลีกเลี่ยงการใช้กาว เนื่องจากทำให้เกิดสารปนเปื้อนเมื่อต้องนำมารีไซเคิล

2.3.1.5 หลักการของกลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีสะอาด หลักการพื้นฐานของการทำ Eco Design คือ การนำหลักของ “4R” ได้แก่ การลด (Reduce) การใช้ซ้ำ (Reuse) การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) และการซ่อมบำรุง (Repair) มาประยุกต์ใช้ในทุกช่วงของวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ คือ ตั้งแต่การวางแผนผลิตภัณฑ์ การออกแบบ การผลิต การนำไปใช้ และการทำลายหลังการใช้เสร็จ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับแต่ละช่วงของวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ดังนี้ (MTEC. 2006)

(1) การออกแบบเพื่อลดการใช้ (Design for reduce) หมายถึง การลดการใช้ทรัพยากรในช่วงต่างของวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ เช่น การลดใช้ทรัพยากรในการออกแบบ เริ่มตั้งแต่ลดการใช้กระดาษในการออกแบบ การออกแบบเพื่อลดการใช้วัตถุดิบและพลังงานในกระบวนการผลิต และการออกแบบเพื่อลดอัตราการใช้พลังงานระหว่างการใช้งาน เป็นต้น

(2) การออกแบบเพื่อการใช้ซ้ำ (Design for reuse) หมายถึง การออกแบบเพื่อการนำผลิตภัณฑ์ หรือชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ ซึ่งผ่านช่วงการนำไปใช้เรียบร้อยแล้ว และพร้อมที่จะเข้าสู่ช่วงของการทำลาย กลับมาใช้ใหม่ ทั้งที่เป็นการใช้ใหม่ในผลิตภัณฑ์เดิม หรือผลิตภัณฑ์ใหม่ก็ตาม เช่น การออกแบบให้ผลิตภัณฑ์แต่ละรุ่นมีชิ้นส่วนบางชิ้นส่วนที่ใช้ร่วมกันได้ เมื่อรุ่นแรกหยุดการผลิตแล้ว ยังสามารถเก็บคืนและนำบางชิ้นส่วนมาใช้ในการผลิตรุ่นต่อไป เป็นต้น

(3) การออกแบบเพื่อการนำกลับไปใช้ใหม่ (Design for Recycle) หมายถึง การออกแบบเพื่อให้สามารถนำผลิตภัณฑ์ หรือชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในช่วงของการทำลายมาผ่านกระบวนการแล้วสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งการออกแบบนี้ควรเริ่มตั้งแต่ช่วงของการวางแผน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบ ทั้งการเลือกใช้วัสดุหรือแม้แต่การออกแบบให้สามารถถอดประกอบได้ง่าย ก็เป็นการเอื้อต่อกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่

(4) การออกแบบเพื่อการซ่อมบำรุง (Design for repair) หมายถึง การออกแบบให้ง่ายต่อการซ่อมบำรุง ทั้งนี้มีแนวคิดที่ว่าหากผลิตภัณฑ์สามารถซ่อมบำรุงได้ง่ายจะเป็นการยืดอายุ ช่วงชีวิตของการใช้งาน ซึ่งท้ายที่สุดสามารถลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ การซ่อมบำรุงนี้จะเกิดภายในช่วงชีวิตของการใช้งานเท่านั้น ซึ่งแตกต่างจากการใช้ซ้ำซึ่งเป็นการนำชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์ที่เสร็จจากช่วงการใช้

ความสำคัญของ Eco Design มิใช่เป็นเพียงแค่แนวทางในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเท่านั้น หากยังมีความสำคัญต่อการค้าและการส่งออกอีกด้วย เนื่องจากในปัจจุบันประเทศในกลุ่มพัฒนาแล้ว ไม่ว่าจะเป็น สหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา หรือญี่ปุ่น ต่างให้ความสนใจด้านสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ดังจะเห็นได้ว่าการออกข้อกำหนดและกฎระเบียบทางการค้าที่สัมพันธ์กับการรักษาสิ่งแวดล้อม เช่น ระเบียบว่าด้วยการจัดการเศษเหลือทิ้งจากผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (Waste Electrical and Electronic Equipment; WEEE) ระเบียบว่าด้วยการจำกัดการใช้สารอันตรายบางชนิดในผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและ อิเล็กทรอนิกส์ (The Restriction of the use of certain Hazardous Substance in electrical and electronic equipment; RoHS) ของกลุ่มประเทศสหภาพยุโรป หรือระเบียบเกี่ยวกับการจัดการซากของยานยนต์ (End of Life Vehicles; ELV) ซึ่งมาตรการเหล่านี้ส่งผลให้ผู้ประกอบการต้องเข้ามาเป็นผู้รับผิดชอบโดยตรง ต่อเศษซากวัสดุจากผลิตภัณฑ์ของตน ผู้ประกอบการจึงต้องปรับปรุง

Eco Design เป็นแนวทางหนึ่งในการแสดงความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม นอกเหนือจากแนวทางอื่น ๆ ที่เป็นที่รู้จักกันดี ไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยีสะอาด (Cleaner Technology; CT) หรือ วัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment; LCA) ซึ่งในประเทศไทยพบว่าปัจจุบันมีหน่วยงานของรัฐ องค์กรอิสระ และสถาบันการศึกษาหลายแห่งที่มีโครงการศึกษาและการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาองค์ความรู้ด้าน Eco Design มากขึ้น ตลอดจนการเผยแพร่ความรู้และสนับสนุนให้ภาคอุตสาหกรรมสามารถนำ Eco Design มาเพื่อสิ่งแวดล้อม (Eco Product) (ณัชวิษณุ ติกุล. 2553: 60-64)

2.3.2 หลักการการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม

2.3.2.1 มุมมองหลักของการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม

ปริญญา บุชนิษฐ และ อรรถเจตต์ อภิขจรศิลป์ (2552) กล่าวถึง หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม แบ่งออกเป็น 3 ด้านหลักๆ คือ การออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมทางด้านการผลิต การออกแบบ เพื่อสิ่งแวดล้อมทางด้านการหีบห่อ และการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมทางด้านการกำจัดทิ้ง และการนำมาใช้ใหม่ ซึ่งในแต่ละมุมมองจะประกอบด้วยแนวความคิดการออกแบบย่อยอีกหลายด้าน เพื่อให้ผู้ออกแบบสามารถนำไปใช้พิจารณาการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมได้ง่ายขึ้น มุมมองย่อยที่กล่าวถึงนี้ ได้แก่

(1) การออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมทางด้านการผลิต

- (1.1) กระบวนการผลิตปลอดภัย
- (1.2) ใช้พลังงานในการผลิตน้อยที่สุด
- (1.3) การแพร่กระจายน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ (1.4) ข้องเสีย และเศษในการผลิตน้อยที่สุด นั้น ไม่นอญญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (2) การออกแบบสิ่งแวดลอมทางด้านหีบห่อ
 - (2.1) ใช้หีบห่อน้อยที่สุด
 - (2.2) สามารถนำอุปกรณ์ในการขนถ่ายกลับมาใช้ได้ใหม่ได้
 - (2.3) วัสดุหีบห่อสามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่ได้
 - (2.4) ลดการใช้วัสดุธรรมชาติที่หายากในการหีบห่อ
- (3) การออกแบบเพื่อสิ่งแวดลอมทางด้านการกำจัดทิ้งและการนำมาใช้ใหม่
 - (3.1) อุปกรณ์ชิ้นส่วนต่างๆ สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก
 - (3.2) เลือกใช้วัสดุที่สามารถนำกลับมาหลอมใช้ใหม่ได้
 - (3.3) หลีกเลี่ยงการใช้ fiberglass และ graphite
 - (3.4) จำนวนของชิ้นส่วนในการประกอบน้อยที่สุด
 - (3.5) ออกแบบให้สามารถนำวัสดุที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ได้ง่ายที่สุด
 - (3.6) หลีกเลี่ยงการใช้สารเชื่อมติดกัน
 - (3.7) พยายามใช้วัสดุกับสิ่งแวดลอมให้มากที่สุด
 - (3.8) ออกแบบให้มีการกำจัดทิ้งน้อยที่สุด

2.4 กลยุทธ์การออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ

ประกอบด้วยกลยุทธ์ในการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ ช่วงในการพิจารณาทั้งหมด 8 ช่วงด้วยกันตลอดวัฏจักรของผลิตภัณฑ์ เริ่มตั้งแต่ช่วงแนวคิดพัฒนาใหม่ไปยังช่วงระดับส่วนประกอบผลิตภัณฑ์ (Product Component Level) โครงสร้างผลิตภัณฑ์ (Product System Level) โดยแต่ละช่วงจะประกอบด้วยแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจตามวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Product life Cycle) ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดในแต่ละช่วง (ปริญญ์ บุญนิษฐ และอรุณเจตต์ อภิขจรศิลป์, 2553 : 36-40) ได้แก่

2.4.1 กลยุทธ์แนวคิดใหม่ในการพัฒนา ประกอบด้วยกลยุทธ์เฉพาะเรื่องหลายหัวข้อ ได้แก่

1. การไม่ใช้วัตถุ (Dematerialization) หมายถึง การทำผลิตภัณฑ์ เล็ก บาง เบากว่าเดิม รวมถึงการแทนวัสดุหรือการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ด้วยผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช้วัตถุแต่มีคุณสมบัติในการทำงาน (Function) ทดแทนกันได้ เช่น การใช้อุปกรณ์อำนวยความสะดวกทางอิเล็กทรอนิกส์ หรือทางอินเทอร์เน็ต เพื่อช่วยปรับปรุงรูปแบบการสื่อสารเพื่อทดแทนกระดาษและข้อความทางโทรสาร เป็นต้น

2. การใช้ผลิตภัณฑ์ร่วมกัน (Shared use of the products) เป็นการแบ่งปันการใช้ผลิตภัณฑ์หลายๆ คน โดยไม่มีใครเป็นเจ้าของซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นถูกใช้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ระบบ Car Sharing ในสวีตเซอร์แลนด์และเนเธอร์แลนด์ หรือ การแบ่งการใช้งานอุปกรณ์สำนักงาน เช่น การใช้ Computer, Printer, Scanner ร่วมกันต่างกันในแนวคิดนี้ เป็นต้น

3. การรวมหลายหน้าที่เข้าไปในผลิตภัณฑ์เดียวกัน (Integration of Function) การทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถทำหน้าที่ได้หลายหน้าที่เข้าไปในผลิตภัณฑ์เดียวกัน จะช่วยลดการใช้วัตถุดิบในการผลิต พื้นที่ในการติดตั้งขนส่ง รวมถึงบรรจุภัณฑ์ อันจะช่วยลดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมได้อย่างมาก เช่น การรวมโทรศัพท์ โทรสารและเครื่องตอบรับเข้าด้วยกันแล้วใช้เครื่อง Integrated Telephone เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fax Answering Machine แทนหรือจะเป็นการออกแบบ Notebook Computer ที่เป็นการรวม key Board, Monitor และ Hard Disk เข้าไปเป็นคอมพิวเตอร์ตัวเดียว หรือจะเป็นการรวมโทรศัพท์

4. ชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์มีหน้าที่การใช้งานที่เหมาะสมตามหน้าที่ (Functional Optimization of Product) เมื่อทำการพิจารณาหน้าที่หลักและเสริมของผลิตภัณฑ์จะพบว่าบางชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์เป็นสิ่งที่ไม่จำเป็น หรือทำหน้าที่เสริมให้กับผลิตภัณฑ์เท่านั้นก็สามารถปรับปรุงให้มีความเหมาะสมกับหน้าที่มากขึ้นได้

2.4.2 กลยุทธ์การเลือกใช้วัสดุที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย (Selection of Low impact Material)

กลยุทธ์นี้เน้นที่ชนิดของวัสดุและการใช้สารตกแต่งผิวหน้าวัสดุมีวัตถุประสงค์เพื่อเลือกวัสดุที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดในการผลิตสินค้า ประกอบด้วยกลยุทธ์ดังต่อไปนี้

2.4.2.1 เลือกใช้วัสดุสะอาด (Cleaner Material) เช่น

- (1) หลีกเลี่ยงการใช้วัสดุที่ประกอบด้วยสารต้องห้ามตามระเบียบ RoHS ได้แก่ ตะกั่วปรอท แคดเมียม โครเมียม+6 สารพีบีบี (PBB) และสารพีบีดีอี (PBDE)
- (2) วัสดุและสารปรุงแต่งบางชนิดควรหลีกเลี่ยง เนื่องจากการปล่อยสารพิษระหว่างการผลิตหรือเมื่อนำไปเผา หรือทิ้งทำลาย เช่น สี สารปรุงแต่ง สารป้องกันเชื้อรา เป็นต้น
- (3) หลีกเลี่ยงการใช้สารไฮโดรคาร์บอนที่ก่อให้เกิด Summer smog
- (4) หลีกเลี่ยงการใช้วัสดุและสารปรุงแต่งที่ทำลายชั้นโอโซน เช่น คลอรีน ฟลูออรีน
- (5) เมทิลโบไมด์ โฟม สารทำความเย็นและตัวทำลายที่มีการ CFC

2.4.2.2 เลือกใช้วัสดุหมุนเวียนที่สามารถเวียนกลับมาใช้ได้ใหม่ (Renewable Material) เช่น การใช้วัสดุที่ทำจากใยไฟเบอร์ต่างๆของต้นไม้มาผลิตเป็นอุปกรณ์ตกแต่งภายในรถยนต์ เนื่องจาก การใช้วัสดุจากต้นไม้จะสามารถปลูกทดแทนได้และในระหว่างที่เติบโตต้นไม้จะสามารถช่วยลด CO2 ได้อีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามการใช้งานต้องพิจารณาให้ดีถึงระยะเวลาที่ต้องรวดเร็วทันตามรอบปริมาณการใช้งานด้วยหรือจะเป็นการเลือกใช้วัสดุที่สามารถย่อยสลายได้เอง เช่น กลุ่มวัสดุ Biodegradable เป็นต้น

2.4.2.3 เลือกใช้วัสดุที่ใช้พลังงานในการผลิตน้อย (Lower Energy Material) วัสดุบางชนิดในการผลิตจะใช้พลังงานสูงในการสกัดและการผลิต ดังนั้น ควรหลีกเลี่ยงการใช้วัสดุที่ใช้พลังงานมากในการผลิต เช่น การใช้อลูมิเนียมมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการใช้งานสั้น เป็นต้น

2.4.2.4 เลือกใช้วัสดุรีไซเคิล (Recycle Materials) การนำวัสดุรีไซเคิลแล้วมาออกแบบเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ เช่น เฟอร์นิเจอร์จากวัสดุรีไซเคิล การใช้วัสดุรีไซเคิลมาใช้ในการผลิตบรรจุภัณฑ์

2.4.2.5 เลือกใช้วัสดุรีไซเคิลได้ง่าย (Recycle Materials)

- (1) เลือกใช้วัสดุเพียงชนิดเดียว หรือน้อยชนิดในแต่ละส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ แต่หากไม่สามารถเลือกใช้วัสดุชนิดเดียวกันได้ ให้เลือกใช้วัสดุที่เข้ากันได้
- (2) หลีกเลี่ยงการใช้วัสดุที่นำต่อการแยก เช่น วัสดุประกอบ วัสดุเคลือบ สารทนไฟ วัสดุมีส่วนประกอบของใยแก้ว
- (3) เลือกใช้วัสดุรีไซเคิล หรือสามารถรีไซเคิลได้ง่ายที่มีอยู่ในท้องตลาดอยู่แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 กลยุทธ์การลดการใช้วัสดุ (Reduction of Material Usage)

กลยุทธ์นี้เน้นการใช้วัสดุให้น้อยที่สุดแต่ผลิตภัณฑ์ยังคงความสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วย เช่น แนวคิดในการพัฒนาสินค้าเทคโนโลยี (Lean Technology) หรือวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering) ซึ่งเป็นแนวคิดในการออกแบบชิ้นงานให้มีความแข็งแรงมากขึ้นทำงานได้ตามหน้าที่ที่ต้องการแต่ใช้วัสดุน้อยลง เช่น

1. การลดน้ำหนัก (Reduction in weight) เช่น การทำให้วัสดุแข็งแรงโดยใช้เทคนิคด้วยการออกแบบโครงสร้างแบบ Reinforcement ribs เป็นต้น
2. การลดปริมาตร (Reduction in volume) (ผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์) การลดขนาดและปริมาตรทำเพื่อช่วยในการลดพื้นที่ในการขนส่งและจัดเก็บผลิตภัณฑ์

2.4.4 กลยุทธ์การใช้กระบวนการผลิตที่เหมาะสม (Optimization of production techniques)

การเลือกกระบวนการผลิตที่เหมาะสมจะช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การใช้วัสดุและพลังงานน้อยทำให้สูญเสียวัตถุดิบน้อยและเกิดของเสียน้อย วัตถุประสงค์ คือ เลือกใช้กระบวนการผลิตที่เหมาะสมกับการผลิตและสะอาด โดยปรับปรุงกระบวนการผลิต เช่น

1. มีการศึกษาเปรียบเทียบเพื่อเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมที่สุดในการผลิต ลดของเสียใช้สารช่วยหรือสาร Power Coating แทน Spray Painting, การเลือกใช้ Hydro-forming แทนการใช้กระบวนการผลิต Deep Drawing เป็นต้น
2. ปรับปรุงขั้นตอนการผลิตให้น้อยที่สุด เช่น การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ต้องผ่านกระบวนการตกแต่งผิวหน้า เป็นต้น
3. การใช้พลังงานสะอาด หรือพยายามให้มีการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตให้น้อยที่สุด ดังเช่นการใช้พลังงานหมุนเวียนในการผลิต เช่น พลังงานจากน้ำ แสงอาทิตย์ ลม ฯลฯ และลดปริมาณการใช้พลังงานจากน้ำมันและฟอสซิลให้มากที่สุด เป็นต้น
4. ลดของเสียจากกระบวนการผลิตให้น้อยที่สุด โดยการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้วัสดุ เพื่อลดของเสียและมลพิษ เช่น การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาด (Cleaner Technology) เป็นต้น

2.4.5 กลยุทธ์การใช้ระบบการขนส่งที่เหมาะสม (Optimization of distribution system)

1. ใช้บรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม บรรจุภัณฑ์ใช้ซ้ำ
2. ใช้พลังงานในหมวดที่มีประสิทธิภาพและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย ในกระบวนการโลจิสติกส์ เช่น การใช้ก๊าซ NGV แทนน้ำมัน เป็นต้น
3. หลีกเลี่ยงการขนส่งทางอากาศเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและเพิ่มการใช้การขนส่งปริมาณมากๆ ทางทะเล และทางรถไฟ
4. มีการวิเคราะห์และจัดการระบบโลจิสติกส์ เช่น การวิเคราะห์เส้นทางการขนส่งด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อหาเส้นทางที่สั้นที่สุด รถติดน้อยที่สุด เป็นต้น

2.4.6 กลยุทธ์การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมระหว่างการใช้งาน (Reduction of impact during use)

1. ลดการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นระหว่างช่วงการใช้งานของผลิตภัณฑ์ เช่น ลดการใช้พลังงานไฟฟ้า น้ำ หรือผงซักฟอก เป็นต้น โดยแนวทางการออกแบบสำหรับกลยุทธ์นี้ได้แก่
2. ออกแบบให้ผลิตภัณฑ์มีการใช้พลังงานน้อยและมีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดการปล่อยก๊าซมลพิษ เช่น CO₂ SO_x NO_x เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตให้ถือว่าผิดกฎหมาย การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตให้ถือว่าผิดกฎหมาย การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตให้ถือว่าผิดกฎหมาย

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ใช้แหล่งพลังงานสะอาด เช่น การใช้ถ่านหินและแก๊สธรรมชาติที่มีซิลเฟอร์ต่ำ การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ การใช้พลังงานจากความร้อนใต้พิภพ การใช้พลังงานลม เป็นต้น

2.4.7 กลยุทธ์การออกแบบให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการใช้งานที่เหมาะสม (Optimization of initial life time)

1. การออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีความน่าเชื่อถือและมีความทนทานด้วยวิธีการทางสถิติ เช่น การประยุกต์ใช้ Taguchi Method เป็นต้น

2. ออกแบบผลิตภัณฑ์ให้ง่ายต่อการบำรุงรักษาและซ่อมบำรุง เช่น รถยนต์ที่ต้องมีการออกแบบจัดเรียงลำดับชิ้นส่วนที่จะเกิดโอกาสเสียหายให้สามารถเข้าถึงและซ่อมแซมได้ง่าย เป็นต้น

3. ออกแบบผลิตภัณฑ์ให้สามารถเชื่อมต่อการทำงานในหน้าที่ต่างๆ เข้าด้วยกันแบบโมดูล่า (Modular design) ซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการเพิ่มประสิทธิภาพ (Upgrade) เช่น การออกแบบ Ram, Hard disk, VGA Card ใน computer ให้เป็นโมดูล่าเพื่อให้ง่ายต่อการปรับเปลี่ยน เป็นต้น

4. ออกแบบผลิตภัณฑ์ให้เป็นรูปแบบดั้งเดิม (Classic Design) เพื่อดึงดูดผู้ใช้ในตลาดสินค้ามือสอง เช่น Folk, Jaguar เป็นต้น

2.4.8 กลยุทธ์การออกแบบให้มีระบบการจัดการที่เหมาะสมหลังหมดอายุการใช้งาน (Optimization of end of life system)

1. ออกแบบผลิตภัณฑ์ให้สามารถนำมาผลิตใหม่ได้ง่าย (Reuse of product) เช่น ออกแบบผลิตภัณฑ์ให้สามารถถอดประกอบได้ง่าย (Disassembly) เพื่อให้สะดวกในการนำกลับมาใช้ใหม่เป็นต้น

2. ออกแบบเพื่อให้สามารถปรับปรุงชิ้นส่วนจนทำให้ความสามารถของผลิตภัณฑ์กลับไปใกล้เคียงของใหม่ (Refurbish and remanufacturing) การใช้วัสดุรีไซเคิลวัสดุ (Recycling of material) เช่น ออกแบบผลิตภัณฑ์ให้สามารถนำวัสดุกลับมารีไซเคิลได้ง่าย

3. มีดัชนีบ่งชี้องค์ประกอบของสารเคมีและวิธีการทิ้งวัสดุ

2.5 ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุทดแทนไม้ ลดภาวะโลกร้อน

นภรัตน์ ชูเกิด ได้กล่าวว่า ในปัจจุบันประเทศไทยประสบกับปัญหาภาวะโลกร้อน ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เรียกว่า ภาวะโลกร้อน (Global Warming) กิจกรรมของมนุษย์ที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน คือ กิจกรรมที่ทำให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ การเพิ่มปริมาณก๊าซเรือนกระจกโดยตรง เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง ส่วนการเพิ่มปริมาณก๊าซเรือนกระจกโดยทางอ้อม คือ การตัดไม้ทำลายป่า ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มสูงขึ้น เนื่องด้วยทรัพยากรป่าไม้ที่มีจำนวนลดลง การลดลงนี้ยังส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติก่อให้เกิดปัญหาเป็นอย่างมาก เช่น การเกิดอุทกภัย ภัยแล้ง ฝนตกไม่ถูกต้องตามฤดูกาล โดยสาเหตุหลักมาจากความต้องการใช้ไม้ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเกิดจากจำนวนประชากรและความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจความต้องการผลิตภัณฑ์ไม้ย่อมเพิ่มจำนวนมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่เดียวกันไม้จากธรรมชาตินั้น มีอยู่อย่างจำกัดและลดลงอย่างรวดเร็ว จากสถานการณ์ดังกล่าวทำให้เกิดกระแสการอนุรักษ์ป่าไม้เกิดขึ้นทั่วโลก รวมทั้งในประเทศไทย ส่งผลให้หลายๆ หน่วยงานพยายามคิดหาวิธีการลดการตัดไม้ทำลายป่า โดยการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่าที่สุด และได้เอกสารเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นเกิดอุตสาหกรรมการผลิตวัสดุทดแทนไม้ขึ้น ซึ่งปัจจุบันจัดว่าเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่เข้ามามีบทบาทมากขึ้นในวิถีการดำเนินชีวิตของประชาชนชาวไทยโดยเฉพาะในด้านที่อยู่อาศัย

การใช้วัสดุทดแทนไม้ธรรมชาติ เป็นแนวทางหนึ่งเพื่อช่วยลดปัญหาจากสภาพปัญหาปัจจุบันที่ทรัพยากรป่าไม้มีจำนวนลดลง ในขณะที่ความต้องการใช้ไม้ยังมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการใช้วัสดุทดแทนไม้นอกจากจะช่วยลดการใช้ทรัพยากรไม้แล้ว ยังช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมในด้านของการลดภาวะโลกร้อนได้ ประกอบกับการนำเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรมาทำให้กลับมามีคุณค่าเป็นวัสดุทดแทนไม้ธรรมชาติ หรือผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่างๆ ตามความเหมาะสม

โดยการทำเอาวัสดุประเภทไม้ยางพารา ชานอ้อย กะลา และไม้ยูคาลิปตัส ทำการผลิตแผ่นไม้ขนาดต่างๆ โดยอาศัยเทคโนโลยีอันทันสมัย ในรูปแบบไม้อัด แผ่นใยไม้อัดแข็ง แผ่นไม้ปาร์ติเกิล แผ่นไม้ MDF

2.5.1 วัสดุที่นำมาใช้ในการผลิตวัสดุทดแทนไม้

วัสดุทดแทนไม้ สามารถผลิตโดยใช้วัสดุที่แตกต่างกันได้หลากหลายวิธีและผลิตออกมาได้หลากหลายรูปแบบเช่นกัน เช่น

2.5.1.1 การผลิตแผ่นกรีนบอร์ด (green board) จากกล่องเครื่องดื่มยูเอชทีที่ใช้แล้ว ซึ่งเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติคล้ายไม้เนื้อแข็ง สามารถเลื่อย ตัด เจาะได้เหมือนไม้ทั่วไป ตัดโค้งหรือทำเป็นรูปร่างต่างๆ ได้และมีคุณสมบัติเด่นอีกประการก็คือ ปลอดภัยและไม่ก่อให้เกิดมลพิษ ใช้เป็นฉนวนกันความร้อนและเสียงได้ดี

2.5.1.1 การผลิตจาก พลาสติกชนิด พีวีซี เรียก "ไม้พีวีซี" หรือ "Rigid PVC Foam" หรือไม้เทียม ซึ่งมีความหนาใกล้เคียงกับไม้ที่นำมาใช้งานทั่วไปได้ โดยที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกับไม้ แต่ "ไม้พีวีซี" จะมีข้อเด่นที่เหนือกว่าทั่วไปคือ มีอายุการใช้งานยาวนานเพราะไม่ดูดซึมน้ำ จึงไม่ผุกร่อนเหมือนไม้หรือเป็นสนิมเหมือนเหล็ก ทนต่อกรด ด่าง สารเคมี ปลอดภัย และแมลงทุกชนิดเป็นฉนวนกันความร้อน และกันเสียงได้ดี ที่สำคัญคือไม่เป็นเชื้อเพลิงติดไฟ

2.5.1.1 การนำหญ้าแฝกมาทำเป็นไม้เทียม มีคุณสมบัติในเรื่องของความสามารถในการยึดหยุ่น โค้งงอ ทนต่อสภาพแสงแดดได้ดีกว่าไม้ธรรมชาติและยังดูดซึมน้ำได้น้อยกว่า มีการสูญเสียจากการที่ปลวกกัดกินเพียง 1.2 % ซึ่งปกติไม้อื่น เช่น ไม้ยางพาราจะถูกปลวกกัดกินถึง 20% นอกจากนี้ยังมีวิธีอื่นๆ อีกหลายวิธี และยังมี การนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นวัสดุทดแทนไม้ ซึ่งวรรณ อุ่นจิตติชัย. (2550) ได้อธิบายไว้ว่า การผลิตวัสดุทดแทนไม้ที่นำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ในการผลิต ด้วยการนำเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรเข้ามาทำให้กลับมามีคุณค่าเป็นผลิตภัณฑ์ทดแทนไม้ธรรมชาติ เป็นการพัฒนาในรูปแบบเทคโนโลยีเพื่อชุมชน สนับสนุนให้ราษฎรในภูมิภาคเกิดการรวมกลุ่มประกอบอาชีพ การผลิตแผ่นวัสดุทดแทนไม้ในเชิงอุตสาหกรรมขนาด เป็น การสร้างงานและเพิ่มรายได้ให้กับท้องถิ่น และเชื่อมโยงวิชาการเทคโนโลยีทางไม้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์เศษวัสดุเหลือทิ้งให้สอดคล้องประสานกันเพื่อประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมการผลิตแผ่นวัสดุทดแทนไม้ เป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันและขยายบทบาทของผลิตภัณฑ์ทดแทนไม้ธรรมชาติให้สามารถเพื่อรายได้ในการส่งออกมากขึ้น

นอกจากนี้ยังเป็นการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเศษวัสดุไม้และเศษพืชเกษตรเหลือทิ้งและยังเป็นผลดีต่อการอนุรักษ์ป่าไม้ ซึ่งแหล่งที่มาของวัสดุทางการเกษตรชนิดที่เป็นเศษไม้ มี 5 แหล่งใหญ่ๆ ได้แก่ ผลิตผลป่าไม้ที่ไม่สามารถนำไปแปรรูปได้ เช่น

- (1) ไม้ขนาดเล็กจากการตัดสางขยายระยะและกิ่งก้านที่หนาและใหญ่
- (2) เศษไม้ขนาดใหญ่ที่เหลือจากอุตสาหกรรม เช่น ปีกไม้ ปลายไม้ ไล่ไม้ปอกและเศษไม้บาง
- (3) เศษเหลือขนาดเล็กจากอุตสาหกรรม เช่น ชักบ ชี้เลื่อย
- (4) เศษชิ้นไม้สับจากการตัดไม้ด้วยเครื่องตัดชิ้นไม้
- (5) เศษเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์และอุตสาหกรรมอบไม้ เช่น ไม้ตำหนิ ขอบไม้

เศษไม้ระแนง

นอกจากนี้ยังมีเศษพืชเกษตรเหลือทิ้งอื่นที่ไม่ใช่ไม้ แต่เป็นวัสดุลิกโนเซลลูโลส ได้แก่ เศษวัสดุพืชเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว เช่น ต้นมันสำปะหลัง ต้นและก้านใบของปาล์มน้ำมัน ต้นข้าวฟ่าง ต้นปอสาและปออื่นๆ ใผ่ตายขุย ฟางข้าวและหญ้าชนิดต่างๆ รวมทั้งเศษวัสดุจากอุตสาหกรรมพืชเกษตร เช่น ชานอ้อย กากมันสำปะหลัง แกลบ ทะลายเป่าของผลปาล์มน้ำมัน ขุยและใยจากมะพร้าว ชังข้าวโพด เป็นต้น ตลอดจนวัสดุรีไซเคิลอื่นๆ ได้แก่ กระดาษและพลาสติกใช้แล้ว ให้กลับมามีคุณค่าเป็นผลิตภัณฑ์ทดแทนไม้ธรรมชาติ ได้แก่ แผ่นวัสดุไม้อัดต่างๆ นอกจากนี้ยังเป็นการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเศษวัสดุไม้และเศษพืชเกษตรเหลือทิ้งและยังเป็นผลดีต่อการอนุรักษ์ป่าไม้ รวมทั้งลดมูลค่าการนำเข้าไม้จากต่างประเทศ ตามแนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางการใช้ประโยชน์เศษไม้และเศษเหลือทางการเกษตรเพื่อผลิตเป็นอุตสาหกรรม มีความเจริญก้าวหน้าอย่างสูง สามารถใช้เศษไม้ ปลายไม้ ไม้ขนาดเล็กหรือกิ่งใหญ่ และวัสดุเส้นใยจากพืชเกษตรมาย่อยละเอียดแล้วอัดเป็นแผ่นวัสดุทดแทนไม้ธรรมชาติ (Wood-based panels) โดยมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับไม้จริงทุกประการซึ่งผู้บริโภคให้การยอมรับมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ทำจากวัสดุประเภทอื่น เช่น เหล็ก หรือพลาสติก เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม ในการยอมรับนวัตกรรมและเทคโนโลยีของวัสดุทดแทนไม้ของแต่ละบุคคล อาจมีข้อจำกัด และเงื่อนไขแตกต่างกัน อันเนื่องจากปัจจัยทางสังคม ทางกายภาพ ทางสิ่งแวดล้อม และปัจจัยอื่นๆ ซึ่งจะสอดคล้องกับทฤษฎีความแตกต่างระหว่างปัจเจกบุคคล

2.5.2 สาเหตุแห่งการพัฒนาวัสดุทดแทนไม้

สำหรับสาเหตุที่ทำให้หน่วยงานต่างๆ ต้องหันมาให้ความสนใจในการพัฒนาวัสดุทดแทนไม้ เนื่องจากมีเหตุผลสำคัญ 2 ประการ (วรธรรม อุณจิตติชัย, 2550) คือ

2.5.2.1 สภาพปัญหาด้านทรัพยากรป่าไม้ ที่จำเป็นต้องลดการใช้ไม้ธรรมชาติในประเทศเพื่อรอกการฟื้นฟูพื้นที่ป่าให้เพียงพอจนเกิดความสมดุลต่อสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน ในขณะที่ความต้องการใช้มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นตามการเติบโตของปริมาณประชากรและเศรษฐกิจ การนำไม้จากพืชที่ปลูกทดแทนได้ เช่น ไม้ยางพารา และไม้ยูคาลิปตัส ตลอดจนวัสดุชีวภาพที่เป็นเศษเหลือทางการเกษตรอื่นที่มีศักยภาพของการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนไม้จากธรรมชาติจึงมีบทบาทมากขึ้น

2.5.2.2 เป็นการนำเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรเข้ามาทำให้กลับมามีคุณค่าเป็นผลิตภัณฑ์ทดแทนไม้ธรรมชาติ โดยพัฒนาในรูปแบบเทคโนโลยีเพื่อชุมชน สนับสนุนให้ราษฎรในภูมิภาค เกิด

เอก การรวมกลุ่มประกอบอาชีพการผลิตแผ่นวัสดุทดแทนไม้ในเชิงอุตสาหกรรมขนาด เป็น การสร้างงาน การค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเพิ่มรายได้ให้กับท้องถิ่น และเชื่อมโยงวิชาการเทคโนโลยีทางไม้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ เศรษฐศาสตร์เพื่อให้อุตสาหกรรมประสานกันเพื่อประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมการผลิตแผ่นวัสดุทดแทนไม้ เป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันและขยายบทบาทของผลิตภัณฑ์ทดแทนไม้ธรรมชาติให้ สามารถเพื่อรายได้ในการส่งออกมากขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติได้ อย่างมีประสิทธิภาพและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเศรษฐกิจและเศรษฐกิจและยังเป็นผลดี ต่อการอนุรักษ์ป่าไม้ รวมทั้งลดมูลค่าการนำเข้าไม้จากต่างประเทศ

2.5.3 คุณสมบัติของวัสดุทดแทนไม้

ในอุตสาหกรรมการผลิตวัสดุทดแทนไม้ โดยทั่วไป เป็นการนำวัสดุเหลือใช้ต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้น เช่น เศษไม้ หรือผงซีลี้อยมาผสมกับพลาสติก หรือวัสดุต่างๆ แล้วนำไปขึ้นรูปด้วยกระบวนการขึ้นรูป จะทำให้ได้วัสดุทดแทนไม้ซึ่งมีสมบัติที่ค่อนข้างใกล้เคียงกับไม้จริง ถึงแม้มีสมบัติทางด้านกำลัง บางประการด้อยกว่าไม้จริง แต่มีสมบัติอื่นๆ ที่โดดเด่นกว่าไม้จริงอยู่หลายประการ คือ มีความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมที่มีการกัดกร่อนรุนแรง เช่น น้ำทะเล และน้ำเสีย ทนต่อปลวก ไม่มีปัญหาเรื่องการขยายตัวเนื่องความชื้น ทนต่อการผุพังเนื่องจากความชื้นและเชื้อรา และมีรูปแบบการติดตั้งใกล้เคียงกับไม้จริง และนอกจากนี้ ยังมีคุณสมบัติที่โดดเด่น ดังที่ จรูญศักดิ์. (2551) ได้ระบุไว้ดังนี้

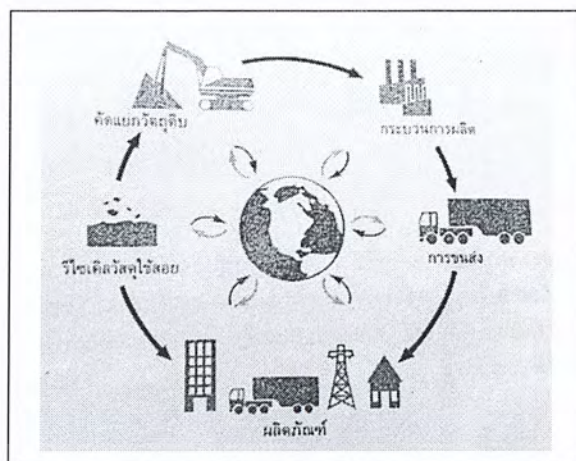
1. ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ และมีพื้นผิวเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว
2. กันน้ำได้ดี กันปลวกได้ 100% และไม่เป็นผุผอง
3. เป็นฉนวนกันความร้อนและเสียงได้อย่างดี
4. ตัดโค้งและทำเป็นรูปร่างต่างๆ ได้ตามความต้องการ
5. สามารถเลื่อย ตัด ดัด ตัดกาว เจาะ และยึดด้วยตะปูได้ เช่นเดียวกับแผ่นไม้ชนิดอื่นๆ

ด้วยประโยชน์และคุณสมบัติต่างๆ ดังกล่าว อาจจะช่วยส่งผลต่อการยอมรับนวัตกรรมวัสดุทดแทนไม้ได้ต่อไปในอนาคต

2.6 กรรมวิธีการผลิต และหลักการต่างๆไป

บุญธรรม ภัทรจารุกุล (2553:12) ได้กล่าวว่า กรรมวิธีการผลิต เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ และวิทยาการใหม่ๆ ในการผลิตที่เกี่ยวข้องกับวัสดุอุตสาหกรรม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ และผสมผสานกับความรู้ทางการจัดการ เพื่อใช้ในการวางแผน การควบคุม และการดำเนินการผลิตผลิตภัณฑ์ทางอุตสาหกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ ให้ผลตอบแทนสูงสุด และใช้ทรัพยากรทางธรรมชาติที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า

กรรมวิธีการผลิตสมัยใหม่จะมีการนำกระบวนการผลิตต่างๆ มารวมเข้าด้วยกันเป็นผลิตภัณฑ์ได้แก่ กรรมวิธีการผลิตแบบแยกส่วน แล้วนำสัดส่วนต่างๆ มาประกอบขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์ด้วยการออกแบบทางอุตสาหกรรมและทางวิศวกรรม



ภาพที่ 2.16 วงจรกรรมวิธีการผลิต
ที่มา : (บุญธรรม ภัทรจารุกุล. 2553: 12)

2.6.1 หลักการทั่วไป ของอุตสาหกรรมการผลิต

มีทรัพยากรที่สำคัญ 3 ชนิดในอุตสาหกรรมการผลิตทุกๆ ประเภท ได้แก่

2.6.1.1 ทรัพยากรธรรมชาติ (Natural Resources) ได้แก่ ทรัพยากรทางธรรมชาติที่เรานำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสินค้าทางอุตสาหกรรม

2.6.1.2 ทรัพยากรมนุษย์ (Human Resources) บุคคลที่ทำงานทั้งกรณีทำงานร่วมกันและกรณีทำงานคนเดียว เพื่อบรรลุเป้าหมายในการประกอบธุรกิจใดๆ ได้แก่ ความรู้ความสามารถ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความมีประสบการณ์ และแรงงานในการผลิต

2.6.1.3 ทรัพยากรลงทุน (Capital Resources) ปัจจัยในการผลิตที่ใช้ในการสร้างสินทรัพย์หรือบริการอื่นๆ ที่มนุษย์เป็นผู้ผลิต และไม่ได้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ได้แก่ เงินทุน โรงงาน เครื่องจักร แรงงาน และสิ่งอำนวยความสะดวกในสำนักงานและการขนส่ง

2.6.2 หลักเกณฑ์การผลิตในแง่ของเศรษฐกิจ

ราคาของผลิตภัณฑ์จะขึ้นอยู่กับวัตถุดิบ การผลิต เครื่องจักร แรงงาน สถานที่ตั้งโรงงาน ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด การจำหน่าย และการบริโภค

หลักเกณฑ์การผลิตผลิตภัณฑ์ที่ควรคำนึงถึงในแง่เศรษฐกิจ ได้แก่

2.6.2.1 ประโยชน์ใช้สอยเพื่อตอบสนองความต้องการ ของผู้ใช้หรือผู้บริโภคให้มากที่สุด และมีคุณภาพและราคาที่เหมาะสม

2.6.2.2 มีความปลอดภัย ต่อผู้ใช้หรือผู้บริโภค การออกแบบหรือรูปทรงของผลิตภัณฑ์จะต้องไม่ระคายเคืองต่อการสัมผัส

2.6.2.3 เลือกวัสดุที่มีคุณสมบัติที่ดีทางด้านกายภาพ มีความแข็งแรง และมีความสวยงาม

2.6.2.4 เลือกกรรมวิธีการผลิต เพื่อให้ต้นทุนการผลิตต่ำ ให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม ซ่อมแซมได้ง่ายเมื่อเกิดการชำรุด และศึกษาความต้องการของตลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 กรรมวิธีการผลิตแบบเปลี่ยนรูป

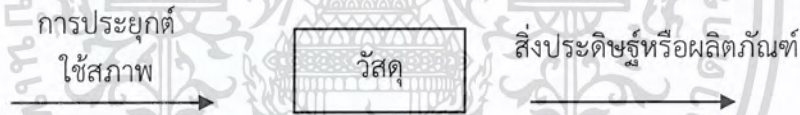
บุญธรรม ภัทราจารกุล (2553:114) ได้กล่าวว่า เป็นการวัตถุดิบ เช่น ไม้ เหล็ก อะลูมิเนียม ทองแดง ทองเหลือง และโลหะต่างๆ มาเปลี่ยนรูปทรงต่างๆ เพื่อให้เกิดสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ โดยใช้เครื่องมือต่างๆ เช่น

2.6.3.1 การขึ้นรูปงานร้อน เป็นกระบวนการแปรรูปวัตถุ โดยใช้ความร้อนให้มีอุณหภูมิสูงจนเกิดผลึกใหม่ เมื่อวัตถุโดนความร้อน ความร้อนจะทำให้ง่ายต่อการขึ้นรูป เมื่อนำชิ้นงานนั้นๆ ไปทำการกดอัดหรือกระแทกให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งการขึ้นรูปงานร้อนมีหลายวิธี ได้แก่ การตีขึ้นรูป การรีดขึ้นรูป การอัดขึ้นรูป ฯลฯ

2.6.3.2 การขึ้นรูปงานเย็น เป็นกระบวนการขึ้นรูปวัตถุที่มีอุณหภูมิปกติหรืออุณหภูมิต่ำ ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ให้อัตมภูมิความแข็งแรง ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้กรรมวิธีการขึ้นรูปงานเย็น หลังจากการขึ้นรูปงานร้อน เพื่อลดต้นทุนค่าใช้จ่ายให้น้อยลง และได้ผลิตภัณฑ์ที่ดีมีคุณภาพ ซึ่งการขึ้นรูปงานเย็นมีหลายวิธี ได้แก่ การรีดเย็น การดึงขึ้นรูป การตีอัดขึ้นรูป การม้วนขึ้นรูป การลากขึ้นรูป ฯลฯ

2.7 หลักการประยุกต์ใช้วัสดุ

วัสดุที่จะนำไปประยุกต์ใช้สามารถพิจารณาจากระบบของหน้าที่ใช้สอยของผลิตภัณฑ์ กล่าวคือ ต้องมีการกำหนดสภาพการประยุกต์ใช้งานของวัสดุในชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ นั้นๆ ตั้งแต่สภาพของวัสดุที่จะนำไปใช้ผลิตจนกระทั่งผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป



ภาพที่ 2.17 แสดงระบบหน้าที่วัสดุที่จะนำไปประยุกต์ใช้
ที่มา : (สาคร คันธโชติ. 2529)

2.7.1 การวิเคราะห์การประยุกต์ใช้วัสดุ

ตามความต้องการของผลิตภัณฑ์ วัสดุที่จะทำเป็นผลิตภัณฑ์นั้นมีสิ่งที่สำคัญอยู่ 2 อย่างด้วยกัน คือ ความสัมพันธ์กับหน้าที่ใช้สอยของชิ้นส่วนหรือตัวผลิตภัณฑ์และความสัมพันธ์ของชิ้นส่วน ตามวัตถุประสงค์ทางกายภาพ หน้าที่ใช้สอยผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนที่จะทำการผลิตนั้นจะต้องมีการวางแผน การออกแบบและผลิตเพื่อที่จะได้ผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนมีหน้าที่ใช้สอยตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ตัวอย่าง เครื่องรถยนต์จะถูกออกแบบให้มีการทำงานโดยเครื่องยนต์จะประกอบด้วยลูกสูบแต่ละอัน ซึ่งลูกสูบจะได้รับพลังงานจากการสันดาปในการสูบ ส่งไปยังข้อเหวี่ยงเพื่อให้เครื่องยนต์ทำงาน วัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วน ถูกผลิตขึ้นให้มีรูปร่างและหน้าที่ในการทำงาน เช่น ลูกสูบจะต้องทำจากวัสดุที่ทนทานต่อการต้านทาน การสันดาปในกระบอกสูบ และสามารถส่งกำลังไปยังข้อเหวี่ยงได้ ดังนั้นการเลือกใช้วัสดุขึ้นอยู่กับหน้าที่ของผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนนั้นๆ

วัสดุไม่เพียงแต่สามารถทำหน้าที่ใช้สอยตามความต้องการในการออกแบบเท่านั้น แต่จะต้องมีความคงทนในการทำหน้าที่ของมันในช่วงระยะเวลาหนึ่ง วัสดุทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นโลหะหรือโลหะผสมเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา เช่น โลหะหลายชนิดจะถูกทำลายโดยการกัดกร่อน ด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่งได้การหาค่าการใช้งานของวัสดุนี้ทำได้ยาก และมีวิธีการทดสอบมาตรฐานสองถึงสามวิธีที่เสนอแนะขึ้น ปกติการหาค่าการใช้งานจะต้องอาศัยระยะเวลาและประสบการณ์ที่ผ่านมา

วัสดุที่เรานำมาใช้ผลิตผลิตภัณฑ์จะต้องไม่เกิดความเสียหายได้ง่าย ดังนั้นเมื่อผลิตออกมาเป็นผลิตภัณฑ์แล้วให้ความเชื่อมั่นได้สูง การที่มีความเชื่อมั่นเกี่ยวกับเรื่องวัสดุนั้นเป็นเรื่องยากเพราะระดับความเชื่อมั่นนั้นไม่ใช่ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติและธรรมชาติของวัสดุเท่านั้น แต่ยังมีสิ่งที่สลับซับซ้อนเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตและวิธีการนำผลิตภัณฑ์ไปใช้งานประกอบด้วย ถ้าใช้วิธีการทางเทคโนโลยีอย่างเดียวกัน วัสดุที่ไม่ได้มาตรฐานจะมีความเชื่อมั่นได้ต่ำกว่าวัสดุที่มีมาตรฐาน วัสดุที่จะนำมาประยุกต์ใช้จะต้องมีความปลอดภัยเมื่อทำหน้าที่ของมัน ความปลอดภัยนั้นมีหลายอย่างเกี่ยวกับ การใช้วัสดุ อันแรกเกี่ยวกับความเชื่อถือของวัสดุที่ทำหน้าที่ของมันได้โดยที่ไม่เกิดความเสียหาย ตัวอย่าง วัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องบินนั้นจะต้องมีระดับความเชื่อถือเกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้งานของวัสดุสูงกว่าผลิตภัณฑ์ทั่วไป อีกอย่างหนึ่งความปลอดภัยเกี่ยวกับธรรมชาติของวัสดุนั้นๆ และท้ายสุดเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในการนำวัสดุนั้นไปใช้ ตัวอย่างวัสดุพวกที่ทำให้เกิดประกายไฟเมื่อมีการเสียดสี

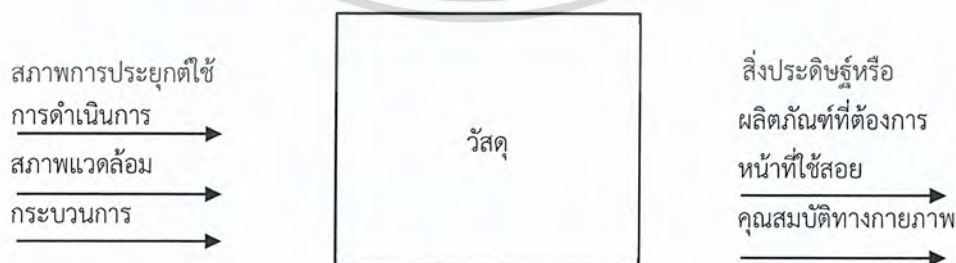
คุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์นั้น เช่น รูปทรงภายนอก ขนาด น้ำหนักและลักษณะที่ปรากฏแก่สายตา เป็นต้น เป็นตัวกำหนดหน้าที่ของผลิตภัณฑ์ ตัวอย่าง อุปกรณ์หรือชิ้นส่วนที่ใช้กับเครื่องบินจะขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัสดุที่ใช้โดยตรง

2.7.2 เงื่อนไขในการประยุกต์ใช้วัสดุ

เงื่อนไขในการประยุกต์ใช้วัสดุขึ้นกับสิ่งสำคัญ 3 ประการ คือ การดำเนินการ สภาพแวดล้อม และกระบวนการผลิต การดำเนินการจะสัมพันธ์กับหน้าที่ของชิ้นส่วน และจะเปลี่ยนจากอย่างหนึ่งไปเป็นอีกอย่างหนึ่งได้ จากขั้นตอนที่ง่ายจนถึงขั้นตอนที่ซับซ้อน ตัวอย่างเช่น ในการบรรจุ การดำเนินการจะต้องมีการกำหนดสภาพความดัน ภายในในกรณีของลูกสูบรถยนต์และฝาครอบเบร้ง เงื่อนไขที่กำหนด จะรวมถึงการระเบิดของแก๊ส ผลที่มากกระทบ การสึกหรอและอื่นๆ

สภาพแวดล้อมจะมีผลต่อผลิตภัณฑ์อย่างมากเกี่ยวกับการทำงานของผลิตภัณฑ์ ความชื้น น้ำ ปฏิบัติกริยาทางเคมี เป็นสาเหตุที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เสื่อม เช่น อุนหภูมิสูงหรือต่ำ เป็นต้น

กระบวนการผลิต เป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ชิ้นส่วน ของผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติทางกายภาพตามที่ต้องการ เช่น รูปร่าง รูปทรงภายนอกและความทนทาน ต่อการใช้งาน



ภาพที่ 2.18 แสดงเงื่อนไขการประยุกต์วัสดุ

ที่มา : (สาคร คันธโชติ. 2529)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 คุณสมบัติ

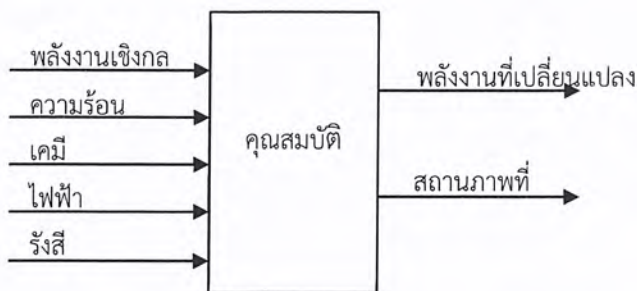
การที่จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ จะต้องมีการป้อนพลังงานเข้าไปในรูปแบบที่ต่าง ๆ กัน เพื่อกำหนดคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของพลังงานและสภาพของวัสดุเปลี่ยนไป เป็นผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการรูปแบบของพลังงานที่ใช้อาจเป็นพลังงานความร้อนพลังงานกล พลังงานเคมี พลังงานไฟฟ้า และรังสี ซึ่งพอที่จะจำแนกให้เห็นเด่นชัดได้ ดังนี้

พลังงานความร้อน	เช่น	ความร้อน	ความเย็น	เป็นต้น
พลังงานกล	เช่น	น้ำหนัก	ความเค้น	เป็นต้น
พลังงานเคมี	เช่น	บรรยากาศ	น้ำ เคมี	เป็นต้น
พลังงานไฟฟ้า	เช่น	ไฟฟ้ากำลัง	กระแสไฟ	เป็นต้น
พลังงานรังสี	เช่น	แสง	แสงอุลตราไวโอเลต	นิวเคลียร์ เป็นต้น

การเปลี่ยนแปลงพลังงานสามารถแยกออกได้เป็นแบบคุณภาพหรือปริมาณก็ได้ หรือทั้ง 2 อย่าง การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของพลังงานจากรูปหนึ่งเป็นอีกรูปหนึ่ง ส่วนการเปลี่ยนแปลงทางปริมาณเกี่ยวกับความแตกต่างของปริมาณพลังงานที่ป้อนเข้าไปกับพลังงานที่ได้ออกมา ตัวอย่างเช่น กระแสไฟฟ้าเมื่อผ่านเข้าไปในวัสดุชิ้นหนึ่งจะมีพลังงานไฟฟ้าส่วนหนึ่งเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน ซึ่งเป็นแบบคุณภาพขณะเดียวกันความต่างศักย์จะลดลงจากเมื่อเริ่มแรกที่เข้าสู่วัสดุและที่ออกมา ซึ่งเป็นแบบปริมาณ

การเปลี่ยนแปลงทางสถานะหรือทางสภาพจะเกิดขึ้นเมื่อวัสดุสัมผัสกับพลังงานที่ระดับน้อย และระดับมาก ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงพลังงานเล็กน้อยคุณสมบัติทางเคมีและโครงสร้างของวัสดุจะสัมพันธ์กันสามารถคงสภาพไว้ได้ แต่หากพลังงานมากจะทำให้สถานภาพเปลี่ยนไป จากปรากฏการณ์เหล่านี้จะทำให้การเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านรูปร่าง ขนาด ความหนาแน่นและลักษณะที่ปรากฏแก่สายตาเปลี่ยนไป ซึ่งอาจจะทำให้วัสดุมีรอยแตกและคุณภาพเสื่อมลง

ในการประยุกต์ใช้วัสดุทางการปฏิบัติ นั้น จะมีการดูคุณค่าของวัสดุว่ามีแนวโน้มที่จะใช้อย่างไร ในทางวิศวกรรมหรือตามคุณสมบัติของวัสดุ ซึ่งสามารถนำไปดัดแปลงให้เหมาะสมกับหน้าที่ของวัสดุที่จะนำไปใช้งาน โดยจะมีการป้อนพลังงานเข้าไป ดังนั้นเมื่อเรานำวัสดุไปใช้ตามหน้าที่ที่ใช้อยู่ เราสามารถดูจากความสามารถระหว่างสภาพของการใช้งานและหน้าที่การใช้อยู่ของวัสดุ ตัวอย่างเช่น คุณสมบัติที่แสดงออกมาเมื่อเราป้อนพลังงานเข้าไปเพื่อทำให้สถานภาพเปลี่ยนไป ในกรณีของความแข็งแรงของแรงดึง เป็นผลทำให้พลังงานที่ออกมาเปลี่ยนไป โดยการเปลี่ยนแปลงในรูปของการถ่ายเทความร้อนหรืออัตราระหว่างพลังงานที่เปลี่ยนแปลงในกรณีของ modulus ของความยืดหยุ่น



ภาพที่ 2.19 แสดงความสัมพันธ์คุณสมบัติของวัสดุที่ป้อนพลังงานเข้าไป และผลที่ได้ออกมา

ที่มา : (สาคร คันธโชติ. 2529)

2.7.4 ขีดจำกัด วัสดุทุกชนิดที่จะนำมาใช้งานจะมีปัจจัยภายนอกซึ่งเป็นขีดจำกัดของการใช้วัสดุในที่นี้จะกล่าวขีดจำกัดในการนำวัสดุไปใช้งานพอสรุปเป็นข้อๆ ดังนี้

2.7.4.1 Existing facilities ซ้ำซ้อนส่วนจากภายนอกประเภทของกระบวนการผลิตอุปกรณ์ จะแตกต่างกันตามบริษัทหรือโรงงาน มักปรากฏเสมอว่ามีข้อให้เลือกใช้วัสดุเฉพาะอย่างซึ่งสามารถจะทำได้โดย Existing facilities แต่เราสามารถซ้ำซ้อนส่วนอุปกรณ์ภายนอกได้

2.7.4.2 สามารถเข้ากันได้ (Compatibility) เมื่อไรก็ตามมีวัสดุมากกว่าหนึ่งชนิดมาเกี่ยวข้องในการใช้งาน ก็จะเป็นขีดจำกัดในการใช้มันก็คือ วัสดุที่นำมาเข้าวิธีการดำเนินงานร่วมกัน เพื่อการใช้งานไม่ได้เป็นสาเหตุที่ทำให้สายปฏิกิริยาต่างๆ ได้ ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นความร้อน ตัวอย่าง เช่น เมื่อวัสดุทุกชนิดได้รับความร้อนจะมีการขยายตัวคล้ายๆกัน ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องหลีกเลี่ยงเรื่องความเค้นของสิ่งก่อสร้าง ในน้ำหรือสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสูง วัสดุที่จะใช้ต้องมีการเลือกใช้อย่างระมัดระวังเพื่อหลีกเลี่ยง การกัดกร่อน ในการผลิตผลิตภัณฑ์หรือออกแบบเรื่องสีและลักษณะที่ปรากฏแก่สายตา เมื่อนำมาใช้ผสมกันกับสิ่งที่สำคัญ เช่นเดียวกับการรวมกันของวัสดุใหม่ๆ เพื่อทำให้เกิดวัสดุที่จะใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์เป็นสิ่งที่ต้องพิจารณา

2.7.4.3 ความสามารถด้านการตลาด ในกรณีของผลิตภัณฑ์บริโภคขีดจำกัดเป็นปัญหาใหญ่ที่จะมาจำกัดในการเลือกใช้วัสดุ ตัวอย่างในกรณีของความรู้สึกอ่อนนุ่ม หรือแข็งของผลิตภัณฑ์ แต่ก็สามารถหลีกเลี่ยงได้เช่นกัน ตัวอย่าง การใช้พลาสติกเลียนแบบไม้ในการทำเครื่องเรือน เป็นต้น

2.7.4.4 การเปลี่ยนแปลงความสามารถจะเปลี่ยนแปลงวัสดุที่ใช้แทนกันได้เพราะในการใช้งานมีบางช่วงอาจมีแนวโน้มการขาดแคลนวัสดุนั้นๆ และในอนาคตจะต้องมีโครงการหาแหล่งวัสดุต่างๆ มาใช้งาน

2.7.4.5 เพื่อจัดการและการนำวัสดุมาใช้ใหม่ ขีดจำกัดใหม่ที่สุด และปัจจัยที่สำคัญในการเลือกใช้วัสดุ

2.7.5 ปัจจัยทางเศรษฐกิจ

เมื่อพูดถึงราคาแล้วบ่อยครั้งที่ราคาจะมาเป็นตัวกำหนดในการเลือกใช้วัสดุ ในการออกแบบและผลิตภัณฑ์นั้น ถ้าใช้วัสดุที่มีราคาแพงมากเกินไป ก็จะเป็นขีดจำกัดในการเลือกใช้วัสดุ คือ การออกแบบจะต้องคำนึงถึงและต้องมีความสัมพันธ์กับราคาด้วย ราคาต้นทุนของวัสดุสำหรับนำไปผลิตผลิตภัณฑ์ จะแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ราคาของวัสดุเองและราคาของกระบวนการผลิตวัสดุให้เป็นผลิตภัณฑ์ ออกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญูญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ราคาวัสดุเป็นธรรมดาที่จะแสดงราคาของวัสดุโดยหน่วยน้ำหนักความหนาแน่นของวัสดุแตกต่างกันมาก ราคาต่อหน่วยปริมาตรก็เป็นสิ่งสำคัญและขึ้นอยู่กับ การคิดราคาต่อหน่วยปริมาตรอาจจะมีข้อผิดพลาดได้ เพราะเป็นการยากในการออกแบบที่จะกำหนดการใช้วัสดุหนึ่ง เมื่อใช้วัสดุอื่นๆ จะมีปริมาตรเท่ากัน ความจริงเป็นสิ่งที่จำเป็นในการออกแบบอย่างน้อยที่สุด จะต้องใช้วัสดุแต่ละอย่างภายใต้เงื่อนไข ราคาสำหรับวัสดุชนิดหนึ่งที่ต้องการใช้งานอาจจะเปรียบเทียบกับลำดับตามความถูกต้องกับวัสดุอื่นที่สามารถใช้งานประเภทเดียวกันและต้องคำนึงถึงปริมาณที่ใช้ประกอบด้วย

ราคาการผลิตมีวิธีการต่างๆในการผลิตอาจจะเป็นราคาทั้งหมดที่ใช้ในการผลิต ความแตกต่างของราคา การผลิตนั้นจะแตกต่างกันตามชนิดของวัสดุ และขั้นตอนการผลิตและการประกอบการผลิตที่แตกต่างกันเป็นผลต่อราคา วัสดุหนึ่งต้องเสียค่าใช้จ่ายมากเพราะว่าการผลิตนั้นยาก หรือบางครั้งต้องใช้วิธีการผลิตโดยเฉพาะบางกรณีเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในขณะที่การผลิตด้วยสิ่งเหล่านี้ต้องนำมาพิจารณาในการคิดราคาทั้งหมด

การเลือกใช้วัสดุ สิ่งที่สำคัญที่สุดในการพัฒนากรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ คือ ทำอย่างไรที่จะมีวิธีการนั้นใช้ต้นทุนต่ำที่สุด คือการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมนั่นเอง

2.7.6 กระบวนการคัดเลือก กระบวนการนี้จะเกี่ยวข้องกับวิธีการดำเนินการหลักๆ คือ

2.7.6.1 วิเคราะห์ปัญหาการใช้งานของวัสดุ และต้องทำการศึกษาดังตัวผลิตภัณฑ์ที่ต้องการผลิต เช่น หน้าที่ของผลิตภัณฑ์ คุณสมบัติทางกายภาพ และการนำผลิตภัณฑ์นั้นไปใช้งาน

2.7.6.2 การแปลงวัสดุให้มีคุณสมบัติตามความต้องการที่จะนำไปใช้งาน เช่น แรงอัดเกี่ยวกับความแข็งแรงเชิงกล ซึ่งสามารถหาได้จากการทดสอบวัสดุ

2.7.6.3 การเลือกวัสดุที่มีคุณสมบัติคล้ายๆ กัน การเลือกกระบวนการที่เกี่ยวข้องในการค้นหาวัสดุที่มีคุณสมบัติที่ดีและเหมาะสม จุดเริ่มแรกสำหรับการคัดเลือกวัสดุที่จะนำไปใช้ควรจะเป็นวัสดุที่ใช้ได้อย่างกว้างขวาง แต่ละการสำรวจหาวัสดุเป็นจำนวนมากเป็นสิ่งที่ไม่ค่อยจะทำกันในทางปฏิบัติ ประสบการณ์ที่ผ่านมาและตัวอย่างและการสำรวจอย่างคร่าวๆ จะช่วยได้มากในการคัดเลือก

2.7.6.4 การตีราคาวัสดุ วัตถุประสงค์ของขั้นตอนนี้เพื่อดูว่าวัสดุที่เลือกใช้มีคุณสมบัติเฉพาะที่ดีที่สุดสำหรับการใช้งานหรือไม่ ในหลักการของขั้นตอนนี้จะทำก่อนเพื่อจะได้กำหนดการเลือกวิธีการดำเนินการ

2.7.7 การประเมินราคา โดยทั่วไปสำหรับการตีราคาของการดำเนินงานมี 3 ช่วง คือ

2.7.7.1 การกรอง (Screening)

2.7.7.2 การคัดเลือก (Selection)

2.7.7.3 ข้อมูลการออกแบบ (Design data)

ช่วงของการกรอง เริ่มต้นจะมีวัสดุที่สามารถนำมาใช้ได้หลายชนิด และดำเนินการให้มีจำนวนวัสดุน้อยลง โดยคัดเลือกให้เหลือ 2-3 ชนิด เพื่อที่จะมาคัดเลือกใช้อีกทีหนึ่ง ในช่วงของการคัดเลือกจะมีการประเมินค่าอย่างละเอียดของวัสดุที่จะนำไปใช้ ซึ่งรวมทั้งคุณสมบัติและลักษณะของวัสดุต่างๆ จะต้องให้มีความสัมพันธ์และเหมาะสมกับการใช้งาน ในการออกแบบนั้นคุณสมบัติของวัสดุที่จะเลือกใช้ต้องตรงกับหน้าที่การใช้งานและเหมาะสมในการทำงานคุณสมบัติของข้อมูลที่ทำให้การออกแบบและลักษณะข้อมูลจะเป็นตัวเลือกวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.8 ระเบียบวิธีการคัดเลือก กระบวนการใช้วัสดุจะแบ่งเป็น 2 ช่วงที่สำคัญ คือ

2.7.8.1 การกำหนดปัญหาและคุณสมบัติที่ต้องการของผลิตภัณฑ์

2.7.8.2 ค้นหาวัสดุที่ดีที่สุดเพื่อนำเอามาใช้

(1) การขนส่งวัตถุดิบมีวิธีอื่นหรือไม่

(2) มีแหล่งวัตถุดิบหรือแหล่งสั่งซื้อวัสดุและชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่อื่นหรือไม่

(3) ราคา

(4) อื่นๆ

ในการประยุกต์ใช้วัสดุให้เลือกใช้มากมายหลายประเภท วัสดุที่ใช้ในวงการอุตสาหกรรมเกือบทุกประเภทในปัจจุบัน จะมีการกำหนดคุณสมบัติเป็นมาตรฐาน ซึ่งจุดประสงค์ของมาตรฐานที่กำหนดขึ้นนั้นเป็นสิ่งที่ช่วยในการพิจารณาประยุกต์ใช้วัสดุ ซึ่งจะช่วยลดราคาต้นทุนในการผลิต การเปลี่ยนชิ้นส่วนสามารถทำได้ง่ายและสะดวก ตลอดจนการเก็บวัสดุหรือชิ้นส่วนทำได้สะดวก มีระเบียบเรียบร้อย (สาคร คันธโชติ. 2529)

2.8 กาว (Adhesive)

กาวเป็นวัสดุที่มีเป็นองค์ประกอบสำคัญในการยึดเหนี่ยววัสดุต่างๆ ให้ติดกัน ไม่ว่าจะเป็งานที่เกี่ยวข้องกับโลหะหรือโลหะก็ตาม ทุกคนแทบรู้จักและใช้กาวกันมาก่อน ไม่ว่าจะเป็งานฝีมือ สิ่งประดิษฐ์ งานซ่อมแซม งานเครื่องเรือน งานผลิตภัณฑ์ในครัวเรือน จนกระทั่งงานผลิตในด้านอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ยิ่งในปัจจุบันคนส่วนใหญ่หันมานิยมใช้กาวกันอย่างแพร่หลาย เพราะการใช้กาวนั้นง่ายสะดวกและรวดเร็ว และในอนาคตจะมีการใช้กาวยิ่งเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งมีการพัฒนาคุณสมบัติของกาวให้มีคุณภาพเหมาะสมกับการใช้งานนั้นๆ โดยไม่เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม

การศึกษาเรื่องราวของกาวก่อนที่จะนำกาวไปใช้งานจึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นในชีวิตประจำวัน ทั้งในปัจจุบันและอนาคต โดยเฉพาะนักเรียน นักศึกษา สถาปนิก วิศวกร ช่างไม้ นักออกแบบ และบุคคลทั่วไปในฐานะผู้ใช้สามารถเลือกใช้กาวได้ถูกต้องและเหมาะสมกับงานแต่ละชนิดยิ่งในวงการอุตสาหกรรมการผลิตต่างๆ ที่ใช้กาวเป็นส่วนประกอบในการผลิตควรที่จะต้องให้ความสนใจมากเป็นพิเศษ นั่นหมายถึงคุณภาพของสินค้า ความปลอดภัยในการใช้ ความสะดวกรวดเร็วในการผลิตรวมถึงราคาต้นทุนมีการผลิตของกาวแต่ละประเภท

2.8.1 กาวที่ใช้กับงานผลิตภัณฑ์โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

2.8.1.1 กาวธรรมชาติ เป็นสารธรรมชาติ ได้แก่ พวกที่ได้จากพืช (Vegetable Gum) แป้ง (Dextrin) โปรตีนจากพืชและสัตว์ เช่น กาวหนังสัตว์ กาวพืช กาวนม กาวเลือด และสารอื่นๆ เช่น ยางมะตอย (Asphalt) เซลแล็ก ยางธรรมชาติ เป็นต้น

2.8.1.2 กาวสังเคราะห์ เป็นกาวที่ได้จากการสังเคราะห์ทางเคมี เช่น กาวยูรีฟอร์มัลดีไฮด์ กาวรีซอร์ซินอลฟอร์มัลดีไฮด์ มีลามีนฟอร์มัลดีไฮด์ นอกจากนี้แล้วกาวสังเคราะห์ยังแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามคุณสมบัติของกาว คือ เทอร์โมเซตติง เป็นกาวชนิดที่เมื่อได้รับความร้อนจะแห้งเร็วและแข็งตัวเร็วขึ้น ได้แก่ กาวอีพอกซี ซิลิโคน ฟิโนลิก แอนแอโรบิก ยูเรีย เป็นต้น เทอร์โมพลาสติก เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กาวชนิดที่เมื่อได้รับความร้อนสูงจะอ่อนตัว กาวชนิดนี้จึงมีข้อจำกัดทำให้ใช้ได้ที่อุณหภูมิสูงไม่เกินกว่า 80 องศา ได้แก่ ยางซีเมนต์ ฮอกเมลต์ ไซยาโนอครีเลต เป็นต้น

เนื่องจากกาวที่ใช้ในส่วนใหญ่มักจะเปลี่ยนสภาพจากของเหลวเป็นของแข็งนั้น เราสามารถที่จะแบ่งกาวตามคุณสมบัติการแข็งตัวเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้นออกเป็น 3 แบบ คือ

(1) กาวที่แข็งตัวจากการระเหยของน้ำหรือสารเคมีที่ระเหยง่าย ได้แก่ กาวลาเท็กซ์ กาวน้ำ ยางซีเมนต์ คอนแทกซีเมนต์ เป็นต้น กาวแบบนี้มีข้อเสียคือ เมื่อน้ำหรือสารเคมีระเหยไป กาวจะหดตัว

(2) กาวปกติเป็นของแข็งแต่เมื่อจะใช้ ต้องใช้ความร้อนละลายให้เป็นของเหลว และเมื่อทิ้งไว้จะกลายเป็นของแข็งอย่างรวดเร็ว ได้แก่ กาวฮอกเมลต์ เป็นต้น

(3) กาวที่แข็งตัวจากปฏิกิริยาทางเคมี ได้แก่ อีพอกซี ไซยาโนอครีเลต แอนแอโรบิก เป็นต้น กาวชนิดนี้จะดีกว่าชนิดแรก เมื่อแข็งตัวแล้วจะไม่มีอาการหดตัวและแข็งตัวได้ร้อยเปอร์เซ็นต์

2.8.2 ประโยชน์ของกาว

2.8.2.1 การติดกาวทำให้ผิววัสดุเรียบไม่ต้องมีหัวน็อตหรือตะปูใส่ทำให้ดูสวยงาม

2.8.2.2 สามารถยึดติดกันได้กับวัสดุที่ต่างชนิดกันและทำได้ง่าย

2.8.2.3 กาวจะกระจายได้ดี ในการประกอบโครงสร้างต่างๆ ก็สามารถใช้กับชิ้นงานที่บางๆ

2.8.2.4 สามารถใช้ได้กับวัสดุสองชนิดหรือมากกว่า และวัสดุที่มีความหนาแตกต่างกัน

2.8.2.5 สามารถรับแสงสั่นสะเทือนหรือการแกว่งได้ดีและมีเสียงดังน้อย

2.8.2.6 สามารถใช้ได้กับงานที่เป็นโครงสร้างที่เป็นชิ้นๆ และสามารถยึดติดกับแผ่นฉนวนที่มีน้ำหนักเบาได้

2.8.2.7 สามารถใช้ได้กับวัสดุที่มีผิวหน้าเรียบได้

2.8.2.8 ทำให้การผลิตและการออกแบบในงานอุตสาหกรรมทำได้ง่ายขึ้น

2.8.2.9 สามารถใช้ยึดติดกับวัสดุที่เปราะบางหรือมีขนาดเล็กได้ดี

2.8.2.10 ชั้นของกาวทำหน้าที่รับแรงกระแทกและเป็นตัวลดการสั่นสะเทือน

2.8.2.11 ผิวหน้าชิ้นงานที่ติดด้วยกาวจะเรียกว่าใช้สกรู ย้ำหมุดหรือการเชื่อม

2.8.2.12 กาวที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนและช่วยป้องกันการสึกหรอ

2.8.3 ข้อจำกัดของกาว

2.8.3.1 กาวทุกชนิดส่วนใหญ่จะทนทานความร้อนได้น้อย

2.8.3.2 เมื่อวัสดุติดกาวแล้วจะแกะออกมาเพื่อนประกอบใหม่ทำได้ลำบาก

2.8.3.3 ทนแรงดึงได้น้อย

2.8.3.4 ต้องใช้เวลาในการทำความสะอาดผิวหน้าวัสดุก่อนติดกาว

2.8.3.5 ต้องใช้ระยะเวลาหนึ่งเพื่อการแข็งตัว

2.8.3.6 เมื่อเกิดแรงสั่นสะเทือนกระทำเป็นเวลานานและเมื่อถูกสารทำละลายหรือสารเคมีทำให้อายุการใช้งานสั้นลง

2.8.3.7 กรรมวิธีการติดกาวต้องใช้อย่างความระมัดระวัง และต้องมีการควบคุมตลอดเวลา เช่น ความดัน ความชื้น ความเป็นกรด จำนวนสารในกาว ระยะเวลาในการใช้งาน อายุของกาว เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.4 การเลือกใช้กาว

เมื่อจะซื้อกาวมาใช้กับงานผลิตภัณฑ์ไม้จะต้องคำนึงถึงงานที่จะนำไปใช้ว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร ต้องทนต่อแรงดึงมากไหม ต้องทนต่อดินฟ้าอากาศอย่างไร อยู่ใกล้ความร้อนหรือไม่ ต้องการกาวแข็งตัวเร็วไหม และต้องคำนึงถึงราคาด้วยว่าเหมาะสมกับงานที่ใช้หรือไม่เพียงใด การเลือกใช้กาวสำหรับผลิตภัณฑ์จะต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบ 9 อย่าง คือ

2.8.4.1 ชนิดของวัสดุที่ต้องการยึดติดกันทั้งสองชิ้นหรือมากกว่า เหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร ควรเลือกกาวชนิดไหนจึงจะเหมาะสม

2.8.4.2 ความแข็งแรงของการเชื่อมติด ได้แก่ ความแน่นของการยึดติด ความแข็งแรงระดับโครงสร้าง (Structural Strength) ความยืดหยุ่น สภาพการใช้งานทั้งอุณหภูมิ ความชื้น การรับแรง และอายุการใช้งาน

2.8.4.3 กรรมวิธีการใช้กาว ได้แก่ การเตรียมผิว วิธีการใช้กาวตำแหน่งของจุดยึดติด การใช้ความร้อน และความดัน อุปกรณ์ และเวลาที่ใช้

2.8.4.4 ค่าใช้จ่าย ซึ่งรวมถึงราคากาว ค่าแรงงาน ค่าอุปกรณ์ พื้นที่ที่ต้องใช้ในกรณีที่ต้องทำเป็นสายการผลิตต่อเนื่อง

2.8.4.5 แบบของข้อต่อและคุณสมบัติของงานใช้งานรวมถึงความแข็งแรง

2.8.4.6 ความสะดวก รวดเร็ว และความยากง่ายในการประกอบชิ้นส่วน

2.8.4.7 ความเหมาะสมและการสิ้นเปลืองปริมาณกาวที่ใช้

2.8.4.8 ความปลอดภัยในการใช้กาว

2.8.4.9 ระหว่างการใช้งานและเลิกใช้งานต้องไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม

อย่างไรก็ตามเรื่องกาวนั้นมีมากมายหลายชนิดให้เลือกใช้ ควรอย่างยิ่งที่ต้องมีการเรียนรู้ถึงธรรมชาติของกาวที่จะต้องนำไปใช้งาน ตลอดจนการเตรียมผิวหน้างานก่อนที่จะนำมาต่อยึดด้วยกาว นอกจากนี้ยังต้องศึกษาหาความรู้ด้านวิศวกรรมเพื่อคำนวณและออกแบบผลิตภัณฑ์ดังกล่าวให้สามารถรับแรงและน้ำหนักได้ เป็นต้น

2.8.5 ส่วนผสมของกาวที่ผลิตโดยทั่วไป โดยทั่วไปการผลิตกาวมักจะมีส่วนประกอบหลักอยู่ 3 อย่าง คือ

2.8.5.1 สารที่ใช้เป็นเนื้อกาว (Binder) เป็นสารที่ทำให้เกิดแรงยึดวัตถุเข้าด้วยกันถือว่าเป็นสารหลักของกาวนำมาใช้ในการยึดเหนี่ยววัสดุให้ติดกัน

2.8.5.2 ตัวทำละลาย (Solvent) เป็นสารที่ช่วยให้เนื้อของกาวกระจายอยู่ในลักษณะสภาพที่เป็นของเหลว ตัวทำละลายของเนื้อกาวแต่ละชนิดอาจไม่เหมือนกัน เช่น กาวที่ทำจากยางธรรมชาติ ยางสังเคราะห์ ใช้ตัวทำละลายประเภทสารอินทรีย์ (Organic Solvent) เช่น Benzene, Toluene เป็นต้น

2.8.5.3 สารเจือปนอื่นๆ (Additive) เป็นสารที่เติมลงไปเพื่อช่วยปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการให้กาวที่ได้มีคุณภาพที่ดีขึ้น หรือการเพิ่มปริมาณเนื้อกาวที่มีผลต่อราคา สารเจือปนเหล่านี้ ได้แก่

(1) สารทำให้เจือจาง (Thinners หรือ Diluents)

(1.1) สารเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) เช่น พวก Ultra Accelerator in Benzene, Ammonium Dithiocarbonate เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสาร (2) สารควบคุมการแข็งตัว (Hardeners) เช่น พวกนั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) สารพวกช่วยลดปริมาณที่ใช้เป็นเนื้อกาว หรือเรียกว่า Extenders ทำให้ต้นทุนการผลิตน้อยลง ส่วนมากพวกสารนี้มักมีสมบัติของกาวอยู่บ้าง

(3.1) สารกันเสีย หรือบูดของกาว

(3.2) สารที่ไม่มีสมบัติของกาว แต่จะช่วยให้การทำงานและคุณสมบัติอื่นๆ ของกาวดีขึ้น เรียกสารพวกนี้ว่า Filler

(3.3) สารฟอร์ตีไฟเออร์ (Fortifiers) เป็นสารปรับปรุงความแข็งแรงของรอยต่อให้ทนทาน

2.8.6 ชนิดของกาว (Kinds of Glue)

2.8.6.1 กาวพอลิไวนิลเรซินอิมัลชัน (Polyvinyl Resin Emulsion Glue) โดยทั่วไป เรียกว่า กาวพอลิไวนิลหรือกาวขาว กาวชนิดนี้จะอยู่ในรูปของเหลว แข็งตัวได้ดีในอุณหภูมิประมาณ 60 องศา หรือสูง ใช้เวลาการแข็งตัวประมาณ 30 นาที ใช้กับงานไม้ งานกระดาษ งานเครื่องหนัง งานเครื่องเคลือบดินเผา งานซ่อมแซมภายในบ้าน กาวชนิดนี้เหมาะสำหรับงานโครงสร้างภายในใช้งานได้ง่าย การแข็งตัวของกาวเร็ว ไม่มีรอยเปื้อนที่ชิ้นงานไม้ หรืออุปกรณ์เครื่องมือ ยึดเหนี่ยวชิ้นส่วนงานไม้ได้ดี

กาวพอลิไวนิลจะแข็งเมื่อกาวแห้งแต่เมื่อมีปริมาณความชื้นในเนื้อไม้กาวจะหลุดออกง่าย การดูดซึมของกาวในเนื้อไม้ดี ไม่ทนน้ำและไม่ควรนำไปใช้ประกอบงานที่อยู่ในที่ชื้น วัสดุไวนิลอะซิเตตที่ใช้ในเนื้อกาวเป็นพวกเทอร์โมพลาสติก ซึ่งหมายถึงกาวเมื่อถูกความร้อนจะอ่อนตัว ดังนั้นไม่ควรใช้ใน งานโครงสร้างบางอย่างที่เกี่ยวข้องกับความร้อน เช่น ตู้ทีวี วิทยุ เป็นต้น ไม่ควรใช้กับงานที่มีอุณหภูมิ สูงถึง 160 องศา ฟาเรนไฮต์ กาวพอลิไวนิลจะกัดกร่อนวัสดุพวกโลหะ เมื่อแห้งจะแข็งเปราะ แต่เมื่อ ถูกความร้อนจะอ่อนตัว

2.8.6.2 กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน (Urea Formaldehyde Resin Glue) โดยทั่วไป เรียกว่า กาวยูเรียเรซิน เนื้อของกาวมีลักษณะเป็นผงแห้งคล้ายกาวนม กาวนี้ประกอบด้วยน้ำยาทำให้ กาวแข็งตัว วิธีการใช้ต้องผสมกับน้ำ หรือถ้าใช้ในอุตสาหกรรมจะอยู่ในรูปของเหลวต้องผสมกับสาร เร่งปฏิกิริยาจึงทำให้กาวแข็งตัว ปกติกาวชนิดนี้ใช้กับงานบ้านโรงเรียน และงานซ่อมแซม

วิธีการใช้ต้องนำกาวมาผสมกับน้ำให้มีความเหนียวหนืดคล้ายกับครีมก่อนใช้งาน กาวยูเรีย เรซินต้านทานความชื้นแห้ง มีสีน้ำตาลใส ยึดผิวหน้างานไม้ได้ดี ความแข็ง ทนต่อปฏิกิริยา ทางเคมี เมื่อผสมกับน้ำกาวจะแข็งตัวในอุณหภูมิห้องในเวลา 4-8 ชั่วโมง ถ้าต้องการให้กาวแข็งตัวเร็วขึ้นต้อง เพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น กาวชนิดนี้มักใช้กันมากในการผลิตไม้อัดโดยวิธีการอัดร้อนเพื่อให้กาวแข็งตัว เร็วขึ้นที่อุณหภูมิ 240-260 องศาฟาเรนไฮต์ ใช้เวลาประมาณ 3-5 นาที

กาวยูเรียเรซินในรูปของเหลวเวลาจะนำไปใช้งานต้องผสมกับตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) เพื่อให้ กาวแข็งตัว กาวรูปแบบนี้ใช้ในงานการผลิตทั่วไป สามารถควบคุมในเรื่อง ส่วนผสมของกาว อุณหภูมิ สภาพต่างๆในการทำงานได้ ในบางอุตสาหกรรมใช้กาวฟรินอล ฟอร์มาลดีไฮด์ และเมลามีน ฟอร์มาลดีไฮด์ ซึ่งเป็นกาวแบบเทอร์โมเซตติงคล้ายกับกาวยูเรียเรซิน การใช้กาวจะใช้ด้วยกรรมวิธีการ อัดร้อน กาวชนิดนี้จะทนทานต่อความชื้นได้สูงและความร้อนได้สูงกว่ากาวยูเรียเรซิน

กาวยูเรียชนิดผงเป็นกาวที่ดีใช้กับงาน Cutting Board ถ้วยใส่สลัดและงานอื่นๆ ที่มีความชื้น น้อยและใช้งานที่มีความชื้นระยะที่สั้น ในการใช้กาวชนิดนี้ประกอบยึดชิ้นส่วนจะใช้เวลานานกว่ากาว พวกพอลิไวนิล การเก็บรักษาต้องปิดให้สนิทไม่เช่นนั้นจะละลายได้ถ้าเจอความชื้นจากอากาศ และถ้าเก็บ รักษาดีจะมีอายุในการใช้งานได้ถึง 1 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.6.3 รีซอร์ซินอลฟอร์มัลดีไฮด์เรซิน (Resorcinol Formaldehyde Resin Glue) โดยทั่วไป เรียกว่า กาวรีซอร์ซินอล ใช้กับงานเครื่องเรือนหรือผลิตภัณฑ์ไม้ภายนอกอาคารได้ดี งานโครงสร้างที่ต้องทนต่อความเปียกชื้น งานที่เกี่ยวข้องกับน้ำ กาวชนิดนี้มี 2 รูปแบบ คือ เป็นกาวเหลวที่มีสีแสดทึบ และลักษณะเป็นแบบแป้งผงหรือของเหลวที่ทำให้กาวแข็งตัว หรือสารเร่งปฏิกิริยาทำให้กาวแข็งตัว

กาวชนิดนี้เป็นกาวที่มีความแข็งแรงสูงในการยึดเหนี่ยว มีความทนทาน และกันน้ำได้ ข้อเสียเป็นกาวที่มีราคาแพงและเมื่อแข็งตัวจะมีรอยเป็นสีดำ กาวชนิดนี้จะแข็งตัวในอุณหภูมิห้องประมาณ 8-10 ชั่วโมง กาวนี้เหมาะในการใช้งานที่เกี่ยวข้องกับน้ำ เช่น สกีนน้ำ หรือ เรือ และโครงสร้างอื่นๆที่ต้องการใช้งานนอกอาคาร และใช้งานที่มีความชื้นสูง หรืองานในน้ำ เป็นต้น ข้อควรระวังในการใช้กาวชนิดนี้ได้จากคำแนะนำที่ภาชนะบรรจุในการผสมและการนำไปใช้

2.8.6.4 กาวอีพอกซี (Epoxy Resin Glue) เป็นกาวที่มีการยึดเหนี่ยวที่มีความแข็งแรงสูง จะใช้แทนที่การย้ำหมุดในการประกอบเครื่องบิน ใช้กับงานไฟเบอร์กลาส กาวชนิดนี้แบ่งแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ กาวอีพอกซีสีขาว (White Epoxy) และสารเร่ง (Catalyst) จะบรรจุหลอดที่มีปากปลายขนาดเล็ก อยู่คู่กัน การผสมจะผสมส่วนที่เท่ากันระหว่างตัวเรซินกับสารเร่งกาวอีพอกซีจะไหลจะยึดติดพื้นผิวชิ้นงานที่วัสดุได้แน่นและแข็งแรงมาก ในงานผลิตภัณฑ์ไม้ใช้ยึดติดอุปกรณ์ตกแต่งที่นำมาติดกับชิ้นงานไม้ หรือชิ้นส่วนวัสดุอื่นๆ ที่นำมาประกอบกับชิ้นงาน การใช้งานให้อ่านและทำตามคำแนะนำในการใช้ ตามภาชนะบรรจุกาว กาวถึงแม้ว่ามีประโยชน์ก็จริงแต่ก็มีโทษเช่นกัน ถ้าหากไม่ระวังในการใช้

2.8.6.5 กาวคอนแทคซีเมนต์ (Contact Cement) เป็นกาวใช้ทายึดพื้นผิวหน้างานซึ่งกัน และกันได้ดี แม้กระทั่งชิ้นงานที่เป็นแผ่นกระดาษ กาวชนิดนี้ใช้เวลาการติดกาวได้รวดเร็ว การใช้กาวติดชิ้นงานควรทำอย่างระมัดระวังให้ได้ระยะที่ถูกต้องเพราะเราไม่สามารถแก้ไขได้ ถ้ากาวแข็งตัวแล้วระยะเวลาในการแข็งตัวของกาวประมาณ 1-2 ชั่วโมง กาวคอนแทคซีเมนต์จะอยู่ในรูปของของเหลวเจือจาง กาวนี้ทำมาจากยางเทียมที่ทนน้ำมัน ใช้กับงานพลาสติก งานต้องยึดชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ไม้ให้ติดกัน และใช้ได้ดีกับงานไม้บางหรืองานไม้บางอัดโค้ง งานเสื้อผ้า เครื่องหนัง พลาสติก และงานโลหะแผ่น โดยทั่วไป กาวคอนแทคซีเมนต์ จะบรรจุในกระป๋องที่ปิดสนิทเพราะกาวชนิดนี้ระเหยง่าย และเป็นสารละลายที่ไวไฟ อย่างไรก็ตามการใช้กาวจะต้องอ่านและศึกษาวิธีการใช้ตามคำแนะนำในฉลากที่ติดมากับกาวนั้นๆ เพื่อความปลอดภัยในการใช้

2.8.6.6 กาวเคซีน (Casein Glue) โดยทั่วไป เรียกว่า กาวนม เป็นกาวที่ทำมาจากนมเปรี้ยว สารประกอบน้ำมะนาว และสารประกอบโซเดียมไฮดรอกไซด์ กาวชนิดนี้จะผลิตออกมาเป็นรูปผงและผสมกับน้ำเย็นเมื่อนำมาใช้ งาน หลังจากการผสมแล้วกาวจะแข็งตัวภายใน 15 นาที ชนิดนี้จัดเป็นพวกที่ทนทานต่อน้ำ แต่ใช้งานโครงสร้างภายในและงานที่มีปริมาณความชื้นสูง และงานข้อต่อโครงสร้างต่างๆ กาว Casein Glue เป็นกาวที่ใช้ยึดติดงานไม้ที่มีผิวน้ำมัน เช่น ไม้สัก เป็นต้น

2.8.6.7 กาวสัตว์ (Animal Glue) โดยทั่วไป เรียกว่า กาวหนังสัตว์ เป็นกาวที่ทำมาจากหนังของสัตว์ และสัตว์กระดูก กาวชนิดนี้เป็นกาวที่นิยมใช้กันมานานแล้วในสมัยก่อนที่ยังไม่มีการผลิตกาวสังเคราะห์ กาวหนังสัตว์ใช้ในอุตสาหกรรมงานไม้แต่ปัจจุบันมีการใช้น้อยลง กาวพวกนี้ที่ขายในท้องตลาดจะเป็นแผ่น เป็นเม็ดเล็กๆ และเป็นก้อนเกล็ด ก่อนใช้งานต้องนำไปแช่น้ำหลายชั่วโมงแล้วทำให้เหลว ที่อุณหภูมิที่สูง 150 องศาฟาเรนไฮต์ ปัจจุบันได้มีการพัฒนา กาวหนังสัตว์มาในรูปแบบของเหลว บีบใช้ง่ายไม่ยุ่งยาก แต่กาวชนิดนี้ไม่ทนน้ำ พกพาสะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.6.8 กาวพลาสติกซีเมนต์ (Plastic Cement) โดยทั่วไป เรียกว่า กาวเครื่องปั้น จะมีการผลิตออกมาในรูปแบบหลอด กาวชนิดนี้เป็นกาวที่ง่ายในการซ่อมแซมบ้านที่ทันสมัยที่ใช้ในงานการก่อสร้าง จะแข็งตัวรวดเร็วมากภายใน 10 นาที

2.8.6.9 กาวยาง (Rubber Cement) เป็นกาวที่ใช้กับงานที่มีผิวหน้าที่แห้ง กาวชนิดนี้ใช้กับงานช่างไม้ ใช้ในงานประกอบผิวพื้นโต๊ะ งานเครื่องปั้นดินเผา งานแผ่นกระเบื้อง งานพลาสติกใช้งานติดกระดาษ งานแบบจำลองกระดาษแข็ง ไม่ทนต่อความชื้น เกิดรอยย่นได้ง่ายกับงานกระดาษบางที่ใช้ติดกระดาษทรายในงานขัด งานรองเท้า งานหุ้มเบาะ เป็นต้น

2.8.6.10 กาวลาเท็กซ์ (Latex) เป็นกาวชนิดหนึ่งที่นิยมกันใช้มาก ซึ่งทำมาจากยางพารา และยางที่ไม่ได้จากตามธรรมชาติหรือสังเคราะห์ขึ้นก็ตาม ส่วนมากแล้วมักเป็นกาวที่ได้จากน้ำยาง (Rubber Latex) มีการเติมสารเคมีบางอย่างลงไปเพื่อทำให้มีคุณสมบัติในการยึดเหนี่ยวของกาวให้ติดดี

2.8.7 การผลิตกาวลาเท็กซ์จากยางธรรมชาติ

เริ่มจากการนำน้ำยางพารา (Para Rubber) ตามธรรมชาติ มาทำให้เป็น Field Latex คือ ทำให้น้ำยางข้น ซึ่งมี Dry Rubber Content 35% โดยการให้น้ำยางตกตะกอน จากนั้นนำไปทำการ Centrifuge ให้มีความเข้มข้นของยางเพิ่มขึ้นอีกคือ มี Dry Rubber Content 60% จากนั้นจึงนำไปผสมพวก Additive ต่างๆ เพื่อเพิ่มคุณสมบัติของกาว โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้อง Additive ประเภทที่เพิ่ม Bonding Strength ทั้งนี้เพราะกาวที่ทำมาจากธรรมชาติจะมี Bonding Strength ต่ำ

กาวที่ผลิตจากน้ำยางพารามีความทนทานต่อความชื้นดี และมีความยืดหยุ่นดี ใช้ประโยชน์ในวงการอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น ใช้ในการยึดเหนี่ยวงานยางกับยาง หนังกับยาง หนังกับหนัง ใช้ผลิตรองเท้า กระเป๋าและผลิตภัณฑ์เครื่องหนังต่างๆ ใช้ในงานกระเบื้อง งานผ้า งานกระดาษ งานไม้ และงานพลาสติก เป็นต้น กาวที่ผลิตจากยางพารามีการยึดเหนี่ยวของรอยต่อไม่แข็งแรงเท่ากับกาวที่ผลิตจากสารสังเคราะห์ อย่างไรก็ตาม ในวงการอุตสาหกรรมบางประเภทก็นิยมนำไปใช้เพราะไม่ต้องการยึดเหนี่ยวที่มีความแข็งแรงมากนัก

2.8.8 การเตรียมงานสำหรับงานกาว

ในการประกอบชิ้นงานเข้าด้วยกันด้วยวิธีการทำกาวไม้ที่ใช้ผลิตขึ้นส่วนต้องผ่านขบวนการฝั่งและอบก่อน นอกเหนือจากนี้แล้วควรจะมีการอัดหรืออบน้ำยาไม้ด้วยถ้าจำเป็น สิ่งสำคัญมากในการใช้กาวยึดติดคือ ปริมาณความชื้นของชิ้นงาน ควรที่จะทำให้ชิ้นงานมีปริมาณความชื้นที่เท่ากัน รวมทั้งการเตรียมงานไว้ในที่เดียวกันเพื่อให้ความชื้นมีความสมดุล โดยทั่วไปปริมาณความชื้นในเนื้อไม้ที่เหมาะสม จะอยู่ระหว่าง 12-18 % ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นที่จำนวนมาผลิตภัณฑ์นั้นๆ ไปใช้ประกอบด้วย เพราะว่าความชื้นแต่ละประเทศไม่เท่ากัน ดังนั้นการอบและฝั่งไม้ที่จะนำไปใช้ในแต่ละที่นั้นต้องมีข้อมูลที่ชัดเจน ส่วนประเทศไทยปริมาณความชื้นประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ การเตรียมผิวหน้างานที่จะยึดติดด้วยกาวจะต้องแห้ง สะอาด และเรียบ (สาคร คันธโชติ. 2547)

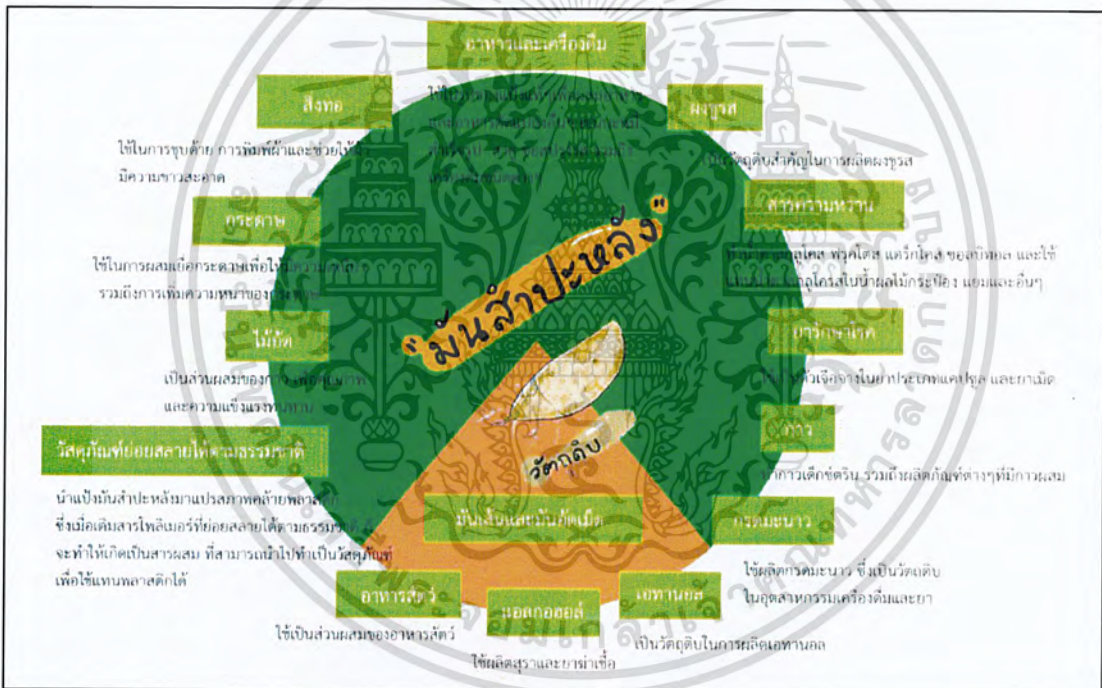
กาวธรรมชาติที่ใช้ทำในงานวิจัยและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาข้อมูลของกาวธรรมชาติเพื่อที่จะนำมาทดลองผสมรวมกับวัสดุต่อซังข้าว มาอัดเป็นแผ่นเพื่อทดสอบหาคุณสมบัติที่สามารถจะนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์นั้น ผู้วิจัยได้เลือกมา มีอยู่ 3 อย่าง คือ กาวแป้งเปียก กาวยางกระถิน และกาวยางพารา

1. กาวแป้งเปียก

ในมุมมองของคนโดยทั่วไปแล้ว แป้งอาจจะเป็นเพียงสารอาหารหลักชนิดหนึ่งที่ทำให้พลังงานแก่มนุษย์ หรือเป็นส่วนผสมที่สำคัญในสูตรอาหารเพื่อให้ความข้นหนืดและให้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่เหมาะสมแก่อาหาร แต่ในความเป็นจริงแล้วแป้งยังมีบทบาทและการนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่างๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับอาหารอีกมากมาย เช่น อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง อุตสาหกรรมยา และอุตสาหกรรมไม้อัด

แป้งนั้นผลิตมาจากมันสำปะหลัง ซึ่งผ่านกระบวนการผลิตจนได้ลักษณะที่เป็นผงสีขาว มีคุณสมบัติให้ประโยชน์ในระบบอุตสาหกรรมในหลายๆ ดังภาพที่ 2.25



ภาพที่ 2.20 ประโยชน์ของแป้งมันสำปะหลัง
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2556)

1.1 อุตสาหกรรมกระดาษ

การทำกระดาษนั้นต้องใช้เยื่อกระดาษที่ทำจากไม้ต่างๆ เช่น ไม้สน ไม้ไผ่ ไม้ยูคาลิปตัส เป็นต้น ทำให้เป็นเยื่อเล็กๆ แล้วนำเยื่อกระดาษเหล่านั้นมาเรียงเป็นแผ่น อย่างไรก็ตามแผ่นกระดาษจะไม่เรียบ จะต้องมีการฉาบผิวด้วยการจากแป้งทำให้กระดาษเรียบ และยังเข้าไปอยู่ตามรู ของเส้นใยกระดาษช่วยทำให้กระดาษไม่ซีมหมึก เวลาเขียนด้วยน้ำหมึก หรือพิมพ์สี นอกจากนั้นกาวจากแป้งยังช่วยทำให้กระดาษเหนียวยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 อุตสาหกรรมสิ่งทอ

อุตสาหกรรมสิ่งทอนั้นจะต้องใช้แป้งมันสำปะหลังด้วย โดยด้ายที่จะใช้ทอผ้านั้น จะต้องผ่านการชุบแป้งเสียก่อน ด้ายจึงจะลื่นและเรียบไม่มีขน และเป็นตัวหล่อลื่นไม่ให้เส้นด้ายติดกันระหว่างการเคลื่อนที่ของหูกทอผ้า นอกจากนี้ในขั้นตอนการพิมพ์ลายผ้า แป้งจะช่วยทำให้พิมพ์ลายได้สม่ำเสมอ การใช้แป้งมันสำปะหลังในการทอผ้านั้น บางโรงงานยังใช้แป้งเคมี (modified starch) ที่สังเคราะห์มาจากต่างประเทศ เพราะคุณสมบัติเหมาะสมกว่า แต่อย่างไรก็ตามมีโรงงานในประเทศที่เริ่มผลิตแป้งเคมีจากแป้งมันสำปะหลังขึ้นแล้ว

1.3 อุตสาหกรรมกาว

แป้งมันเป็นแป้งมีคุณสมบัติพิเศษ เมื่อถูกความร้อน หรือถูกสารเคมีจะมีความเหนียว และมีคุณสมบัติสามารถรักษาสภาพความเหนียวได้เหมือนเดิมไม่มีการคืนตัว แป้งมันที่จะใช้ทำกาว จะต้องเป็นแป้งบริสุทธิ์ มีความเป็นกรดต่ำ ซึ่งก็คือ แป้งประเภทเด็กซ์ตริน กาวเหล่านี้ส่วนใหญ่จะนำไปใช้ในการผลิตของจดหมาย สติกเกอร์ gummed paper และ gummed tape

1.4 อุตสาหกรรมไม้อัด

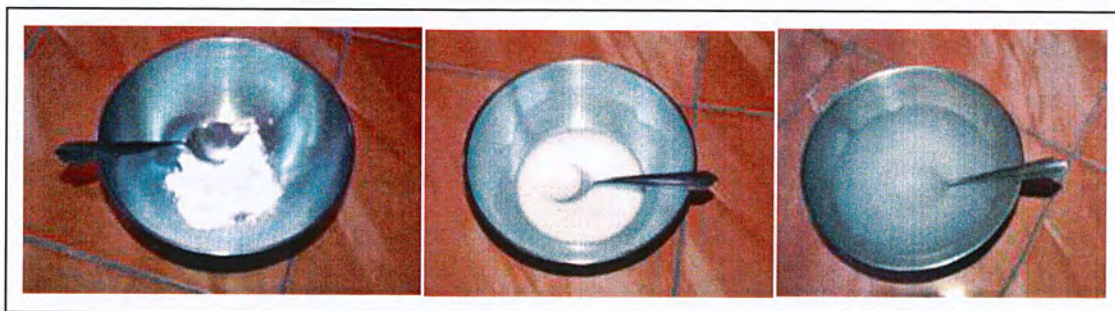
แป้งมันสำปะหลังถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมไม้อัด เนื่องจากลักษณะการผลิตไม้อัด คือ การนำไม้มาประกบติดกันโดยใช้กาว ซึ่งแป้งมันก็ถูกนำมาเป็นส่วนผสมในการทำกาว เพราะแป้งมันมีคุณสมบัติเป็นกาวอยู่แล้ว เพื่อให้ไม้อัดติดกันเป็นแผ่นหนาแข็งแรงและทนทาน นอกจากนี้การใช้แป้งเป็นส่วนผสมยังเป็นการลดต้นทุนการผลิตกาว เพราะ กาวที่ผลิตได้นั้น ใช้แป้งเป็นส่วนผสมถึง 50 % และแป้งมันสำปะหลังยังมีคุณสมบัติพิเศษกว่าแป้งประเภทอื่นๆ คือ เนื้อแป้งมีความละเอียด ทำให้ไม่มีการตกตะกอน เมื่อนำมาใช้ผสมทำกาว นอกจากนี้ราคายังถูกกว่าด้วย

1.5 อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม

คุณสมบัติสำคัญของแป้ง เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต แต่มีคุณสมบัติอื่นที่ทำให้แป้งมันสำปะหลังเข้ามามีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมอาหารนั้น คือ เป็นตัวช่วยทำให้เกิดความข้น (Thickmer) ในอาหาร ช่วยให้อาหารเกิดความคงตัว (Stabilizer) ช่วยให้อาหารเกาะตัวกันดีขึ้น (Binder) และยังช่วยในการเสริมแต่ง (Filler) นอกจากนี้แป้งยังเป็นสิ่งที่หาได้ง่าย และราคาค่อนข้างถูก (Glucose) แดร์กโคส (Dextrose) อาหารเด็ก ผลิตภัณฑ์ขนมปัง ขนมหวานสำเร็จรูป อาหารกระป๋อง บะหมี่ เครื่องดื่ม ไอศกรีม แยม ผลไม้กระป๋อง นมเปรี้ยว ไข่กรอก กุนเชียง ซอส และโซดาทำขนม เป็นต้น

กระบวนการทำกาวแป้งเปียก

กาวแป้งเปียกมีลักษณะใส เป็นยางเหนียว สามารถทำเองได้ โดยเทแป้งมันสำปะหลัง ผง 2 ส่วน ลงในภาชนะทนความร้อน แล้วเทน้ำเปล่าลงไป 6 ส่วน คนให้เข้ากัน จากนั้นก็นำไปตั้งบนเตาไฟ โดยใช้ไฟอ่อนๆ คนไปเรื่อยๆ จนเหนียวเป็นกาวใส แล้วยกลงจากเตา แป้งเปียกมีคุณสมบัติพิเศษ คือ มีความขาวมันวาว เมื่อแห้งจะเกาะตัวกันได้ดี จึงสามารถผสมกับวัสดุ เช่น กระดาษ ซีลื้อย ใยไม้ ทำเป็นการขึ้นรูปต่างๆ ตามความต้องการ



ภาพที่ 2.21 กาวแปงเปียก

ที่มา: (ภาพโดย อรชลลดา หับทิมดี. 2556)

2. กาวยางกระถิน

กาวยางกระถิน ที่เรียกว่า “กัม อารบิก” (Gum Arabic) เป็นยางสนชนิดหนึ่ง ที่อยู่ในสกุลต้นอาเคเซีย Acacia หรือ Vachellia เช่นเดียวกับชะอมน กระถินและสะตอเบา โดยชื่ออื่นๆ จะเรียกแตกต่างกันไป ซึ่งต้นอาเคเซีย มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า Senegalia (Acacia) Senegal มีถิ่นกำเนิดในพื้นที่กึ่งทะเลทรายของทะเลทรายซาฮารา โอมาน ปากีสถาน อินเดียตะวันตก สูง 5-12 เมตร ลำต้นมีเส้นผ่าศูนย์กลางถึง 30 ซม.

ต้นอาเคเซีย เมื่อถึงอายุประมาณ 4 ปี ก็สามารถเก็บยางไม่ได้ เพียงแค่ลอกเปลือกออกก็จะได้ยางไม้กัมอารบิก เป็นน้ำยางจะไหลเกาะกันเป็นก้อน เมื่อกระทบกับความร้อนจากแสงแดดจะแห้งแข็งตัว มีลักษณะใสคล้ายแก้วเกาะอยู่ตามกิ่งก้านและลำต้นของพืช มีสีส้มแตกต่างกันไปตั้งแต่สีขาวใส จนถึงสีเหลืองอำพัน รูปทรงมองดูคล้ายหยดน้ำ ทรงกลมรี บ้าง

ส่วนกาวยางกระถิน ที่เรียกว่า ยางไม้ “Gum Arabic” ซึ่งใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ตั้งแต่ลูกอม ช็อคโกแลต M&M มาร์ชแมลโลว์ (marshmallow) น้ำตาลที่ใช้แต่งหน้าขนมเค้ก หมากฝรั่ง น้ำอัดลม และเครื่องสำอาง ต่างๆ และนอกจากนี้ยางไม้ “กัม อารบิก” Gum Arabic เป็นส่วนผสมสำคัญในการผลิตยา สี กาว ได้ด้วย

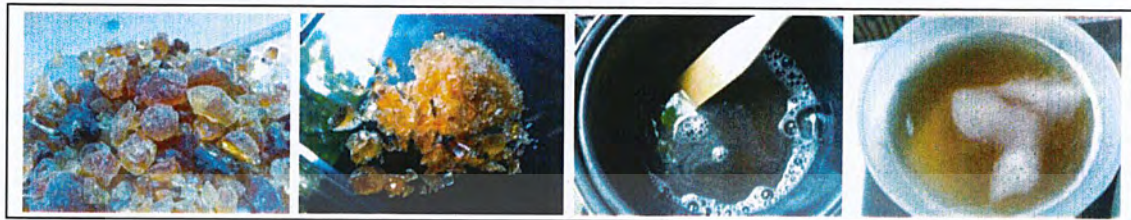


ภาพที่ 2.22 กระถินเทศ

ที่มา: (<http://www.bansuanporpeang.com/node/28734>. 2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กาวยางกระถิน เป็นกาวที่นิยมใช้ในงานจิตรกรรม การเขียนภาพด้วยสีฝุ่นผสมกาว การลงรักปิดทองแบบลายรดน้ำ ลายไทย เพื่อบอกเล่าเรื่องราวในวรรณกรรม ตำนาน ประวัติศาสตร์ ภาพอันเกี่ยวกับศาสนา หรือลวดลายประดับ เช่น ภาพเขียนสีบนบานประตู หน้าต่าง เพดาน ไม้คอสอง เสา ฝาผนังไม้ ฉากลับแล ตู้พระธรรม หีบคัมภีร์ ฯลฯ



ภาพที่ 2.23 กาวยางกระถิน
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2556)

กระบวนการทำกาวยางกระถิน

กาวยางกระถิน มีลักษณะเป็นก้อนใสๆ เป็นยางไม้ สีออกเหลือง คุณสมบัติของกาวกระถินคือ สามารถละลายได้ดี โดยนำยางกระถิน สัก 5-6 เม็ดใหญ่ๆ มาใส่ครกตำให้ละเอียดเป็นผงๆ แล้วใส่ลงในภาชนะทนความร้อน แล้วเทน้ำเปล่าลงไปพอท่วมกับกาวยางกระถินประมาณครึ่งเซนติเมตร ตั้งไฟอ่อนๆ คนให้เข้ากันตลอดเวลา จนละลายเป็นน้ำเหนียวๆคล้ายกับแป้งเปียก

3. กาวยางพารา

บุญรักษ์ กาญจนวรรณิชย์ ได้กล่าวว่า เมื่อชาวสวนกรี๊ดต้นยางพารา ของเหลวสีขาวหรือสีครีมที่ไหลออกมาจากต้นยางนั้นเรียกว่า น้ำยางสด (field latex) น้ำยางจัดเป็นสารแขวนลอย เพราะมีอนุภาคยางแขวนลอยปนอยู่ ซึ่งหากตั้งน้ำยางทิ้งไว้นานพอ น้ำยางและน้ำจะเกิดการแยกชั้นออกจากกัน

องค์ประกอบส่วนใหญ่ของน้ำยางสดคือ น้ำ ซึ่งมีประมาณ 50-80 % และมีเนื้อยางเพียง 20-45 % ทำให้น้ำยางสดไม่เหมาะจะนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ และไม่นิยมขนส่งน้ำยาง ในรูปน้ำยางสด เนื่องจากสิ้นเปลืองค่าขนส่ง โดยทั่วไปน้ำยางสดจะถูกนำไปผ่านกระบวนการปั่นเหวี่ยง ให้ได้น้ำยางข้นที่มีเนื้อยางประมาณ 60 % ก่อนจะนำไปใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ หรือขนส่ง

ตารางที่ 2.8 แสดงองค์ประกอบน้ำยางธรรมชาติ

องค์ประกอบน้ำยางธรรมชาติ	ปริมาณ (% โดยน้ำหนัก)
เนื้อยาง	20-45
น้ำ	50-75
โปรตีน	1.0-1.5
เรซิน	1.0-2.5
น้ำตาล	1.0
สารอินทรีย์	0.5

ที่มา : (บุญรักษ์ กาญจนวรรณิชย์ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีก้นำไปใช้

โดยทั่วไปน้ำยางสดที่ออกมาจากต้นยางจะคงสภาพความเป็นน้ำยางได้ไม่เกิน 3 ถึง 6 ชั่วโมง เนื่องจากแบคทีเรียในอากาศ และจากเปลือกของต้นยางจะลงไปปนน้ำยาง และกินสารอาหารที่อยู่ในน้ำยาง เช่น โปรตีน น้ำตาล เป็นต้น ทำให้แบคทีเรียเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว แต่สิ่งที่เกิดขึ้นจากการย่อย ของแบคทีเรียคือ ก๊าซชนิดต่าง ๆ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน และกรดไขมันระเหยได้ (volatile fatty acid) เมื่อปริมาณกรดที่ระเหยง่ายในน้ำยางเพิ่มมากขึ้น น้ำยางจะเกิดการสูญเสียสภาพ สังเกตได้จากการที่น้ำยางจะค่อยๆ มีความหนืดมากขึ้น เพราะอนุภาคยางเริ่มจับตัวเป็นเม็ดเล็กๆ และค่อยขยายเป็นก้อนใหญ่ขึ้น จนน้ำยางสูญเสียสภาพ เกิดการบูดเน่า และมีกลิ่นเหม็น ซึ่งอัตราการเกิดกระบวนการทั้งหมดจะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างไม่ว่าจะเป็นเรื่อง อุณหภูมิ สภาพแวดล้อม ความคงตัวของน้ำยาง พันธุ์ยาง ฯลฯ



ภาพที่ 2.24 น้ำยางสด

ที่มา : (<http://www.mtec.or.th/>)

เพื่อป้องกันการสูญเสียสภาพของน้ำยางสด จึงต้องเติมสารเคมีบางชนิดลงไปเพื่อเก็บรักษาน้ำยางให้คงสภาพเป็นของเหลว ซึ่งสารเคมีที่ใช้ในการเก็บรักษาน้ำยางเรียกว่า สารรักษาสภาพ น้ำยาง (preservative) เช่น แอมโมเนีย (ammonia) โซเดียมซัลไฟต์ (sodium sulfite) ฟอรัลดีไฮด์ (formaldehyde) เป็นต้น บทความนี้ขอกล่าวถึงการใช้อมโมเนียเพียงชนิดเดียว เนื่องจากเป็นสารเคมีที่นิยมใช้ และเป็นสารเคมีใกล้ตัว



ภาพที่ 2.25 น้ำยางจากต้นยางพารา และวัสดุเส้นใยผสม

ที่มา : (<http://www.mtec.or.th/> และภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการทำกายภาพพารา

น้ำยาพารา จากต้นยางพารามีลักษณะเป็นของเหลวสีขาวหรือสีครีม ซึ่งจุดเด่นของกาวชนิดนี้คือ เป็นกาวที่ผลิตมาจากยางธรรมชาติ และไม่มีการใช้สารพิษในส่วนผสม เนื่องจากไม่มีตัวทำละลาย ซึ่งระเหยได้ง่ายและสร้างความระคายเคืองให้แก่ผู้ใช้หรือมีผลทำลายสภาพแวดล้อม คุณสมบัติของยางพารา คือ ความยืดหยุ่น เมื่อให้แรงดึงหรือกดอย่าง ยางจะยืดหรือยุบได้ และสามารถกลับสู่สภาพเดิมได้เมื่อปล่อยให้อย่างเป็นอิสระ

2.9 หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์

การออกแบบผลิตภัณฑ์ควรนำหลักการต่างๆ มาสร้างสรรค์เป็นความนิยมทางด้านจิตใจแก่มนุษย์ การสร้างสรรค์ต้องมีพื้นฐานของความงาม และสร้างจินตนาการให้ผู้เห็นเข้าใจได้ ลักษณะของงานออกแบบจะต้องพิจารณาอย่างถ่องแท้ก่อนว่าผลิตภัณฑ์ต้องสามารถสนองความต้องการผู้ใช้ให้มากที่สุด โครงสร้างและวัสดุต้องให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด โดยสิ่งที่ต้องคำนึงถึงมีหลัก (สถาพร ดิบุญมี ณ ชุมแพ. 2550 : 54-59) ดังต่อไปนี้

2.9.1 หน้าที่ใช้สอย (Function) คือ ต้องออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามความเป็นจริง นักออกแบบจะต้องมีจุดประสงค์อย่างชัดเจนที่จะนำมาใช้ประโยชน์และสนองความต้องการ ของผู้ใช้ให้มากที่สุด นอกเหนือจากหน้าที่และประโยชน์ใช้สอยของผลิตภัณฑ์แล้ว อาจจะมีรายละเอียดการใช้งานอื่นๆ เช่น โตะทำงานในสำนักงานสมัยใหม่ ประโยชน์ใช้สอยหลักเพื่อใช้งาน แต่ยังสามารถประกบกันให้ได้รูปแบบต่างๆ เพื่อสะดวกสบายในการทำงานและเหมาะสมกับพื้นที่สำนักงาน ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบอย่างอื่นๆ ซึ่งได้แก่ ความปลอดภัย บำรุงรักษาได้ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย ประหยัดพื้นที่ ราคาเหมาะสม เป็นต้น ผู้ใช้จึงจะเกิดความพึงพอใจ

2.9.2 ความปลอดภัย (Safety) นักออกแบบต้องเข้าใจในงานที่ออกแบบอย่างแท้จริงมีการศึกษาข้อมูล มีการทดสอบ มีการประเมินผล และมีการแก้ปัญหาก่อนที่จะผลิตงานสู่ตลาด เพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้ใช้ เช่น วัสดุที่ใช้ผลิตนั้นเกิดสารพิษหรือไม่ ผลิตภัณฑ์ต้องไม่มีส่วนที่แหลมคมเกินไป ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้

2.9.3 ความแข็งแรง (Construction) คือความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ นักออกแบบต้องศึกษาชนิดของวัตถุดิบ คุณภาพคุณลักษณะ พิเศษของวัตถุดิบในแต่ละชนิดก่อนนำไปใช้ในการออกแบบ ควรเลือกใช้โครงสร้าง หรือชนิดของวัสดุให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ เช่น ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากไม้ ความแข็งแรงจะขึ้นอยู่กับกาว ชนิดของเดือย ขนาดรูที่เจาะ ความชื้นของเนื้อไม้ และชนิดของไม้

2.9.4 ความสะดวกสบายในการใช้งาน (Ergonomics) คือ ความสัมพันธ์กลมกลืนกันของขนาดความกว้าง ยาว หรือขีดจำกัดของอวัยวะต่างๆ ของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ เช่น แก้อัดต้องมีขนาดความสูงพอเหมาะมีความนุ่มนวล นั่งแล้วสบาย ด้ามจับเครื่องมือต่างๆ ความจับสบาย

2.9.5 ความสวยงามน่าใช้ (Aesthetics or Sales Appeal) หมายถึง การออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีรูปร่างขนาดสีสนสวยงาม น่าใช้ น่าชวนซื้อ นอกจากนี้ควรจะช่วยยกระดับเกี่ยวกับรสนิยมแก่ผู้บริโภคให้ดีขึ้น โดยผู้ออกแบบจะต้องมีความเข้าใจความต้องการของตลาดที่แท้จริงด้วย แบบที่ความเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวยงามย่อมดึงดูดลูกค้าได้เป็นอย่างมาก แบบที่ออกแบบไม่ควรหนา และบอบบางมากเกินไปการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้องสามารถสนองความต้องการได้พร้อมทั้งรูปแบบ สีสัน รูปทรงที่มีลักษณะเป็นของตัวเอง รูปร่างที่บ่งบอกถึงการใช้งานว่าเหมาะกับงานประเภทใด แนวคิดเกี่ยวกับการผสมผสานรูปแบบประโยชน์ใช้สอยและวัสดุคือพื้นฐานของการออกแบบแต่ทั้งนี้และทั้งนั้นก็ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม วัฒนธรรม และรสนิยมของแต่ละบุคคลด้วย

ในการออกแบบนั้นความสามารถในการมองเห็นภาพของสิ่งที่ออกแบบให้มีความสำคัญนั้นเป็นอันดับแรก จากปลายนิ้วมือที่เราสามารถเห็นรูปทรงต่างๆได้ ความขัดแย้งระหว่างความหยابและความเรียบ ความแข็งแรงและความนุ่ม ความยืดหยุ่นและความตายตัว คือสิ่งที่เราเห็นได้ชัด แล้วแต่เติมความงาม โดยการสอดแทรกสี รูปแบบ พื้นผิว จังหวะและความชัดเจน เช่นเดียวกับสังคมสภาพแวดล้อม หรือภูมิหลังของแต่ละวัฒนธรรมก่อเกิดผลที่มีความแตกต่างกันด้วย เมื่อไม่แยกความงาม ความน่าเกลียด ในแง่ของความสุนทรีย์แล้วเราสามารถมองรูปแบบได้อีกลักษณะหนึ่งซึ่งน่าสนใจอยู่ไม่น้อย ลักษณะเหล่านี้จะแยกแยะออกเป็นหมวดหมู่เลือกคู่เข้าชุดกันและสะท้อนความรู้สึกในลักษณะต่างๆ ออกมา

2.9.6 ราคา (Cost) หมายถึง จำนวนเงินที่ผู้ซื้อจ่ายสำหรับสินค้า โดยราคาจะถูกกำหนดจากมูลค่าของสินค้านั้น ถ้าผู้ซื้อและผู้ขายกำหนดมูลค่าของสินค้าใกล้เคียงกัน การซื้อขายก็จะเกิดขึ้นราคาจึงเป็นตัวกลางที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความจำเป็นเจ้าของสินค้านั้น

ผู้ที่มีหน้าที่การกำหนดราคาจะต้องตัดสินใจว่าราคาที่เหมาะสมควรเป็นราคาเท่าใดที่จะทำให้ผู้ซื้อพอใจที่จะจ่ายและพอใจที่จะรับสินค้าในกิจการของตนเองด้วย ราคาที่จะประสบความสำเร็จจะต้องเป็นราคาที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค การกำหนดราคามีขึ้นใน 4 สถานการณ์ คือ

1. การกำหนดราคาครั้งแรกเมื่อออกผลิตภัณฑ์ใหม่
2. เปลี่ยนแปลงราคาให้เหมาะสมกับสถานการณ์
3. คู่แข่งขันเปลี่ยนแปลงราคา
4. บริษัทผลิตภัณฑ์หลายชนิดต้องหาความสัมพันธ์ของราคาที่ดีที่สุดสำหรับสินค้า

ขั้นตอนในการกำหนดราคา คนทั่วไปมักคิดว่าในการกำหนดราคาจะเริ่มต้นที่ต้นทุนเพราะราคาจะต้องคุ้มทุนและกำไรที่ต้องการ แต่ในทางทฤษฎีแล้วการกำหนดราคามีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. ศึกษาตลาดเป้าหมาย
2. คาดคะเนความต้องการ ณ ระดับต่างๆ
3. พิจารณาราคาของคู่แข่ง
4. กำหนดราคาพื้นฐาน
5. กำหนดราคาสุทธิของผู้ผลิต
6. คำนวณต้นทุน
7. คำนวณกำไรที่คาดหวัง
8. วิเคราะห์การตั้งราคาในแต่ละส่วนตลาด

ปัจจัยที่มีอิทธิพลในการกำหนดราคา ในการกำหนดราคา ผู้ตัดสินใจจะต้องพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ ซึ่งมีผลกระทบต่อการกำหนดราคา ดังนี้

1. วัตถุประสงค์ของบริษัทและภาพลักษณ์ของบริษัทในสายตาของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ลักษณะความต้องการ (Demand) ของผู้บริโภค คือ ความต้องการที่มีความยืดหยุ่นต่างกัน ย่อมต้องกำหนดราคาต่างกัน การเปลี่ยนแปลงราคาเพียงเล็กน้อยจะมีผลต่อการซื้อเป็นอย่างมาก

3. ต้นทุนสินค้า การกำหนดราคาไม่จำเป็นต้องกำหนดให้สูงกว่าต้นทุนรวมทุกครั้ง โดยเฉพาะการกำหนดราคาในระยะสั้นเพื่อการแข่งขัน อาจะกำหนดราคาให้สูงกว่าต้นทุนเล็กน้อย แต่ในระยะยาวกิจการมักจะตั้งราคาให้คุ้มทุนเสมอ

4. คู่แข่งและปฏิกิริยาโต้ตอบของคู่แข่ง บริษัทจะตั้งราคาเท่ากับ สูงกว่า หรือต่ำกว่าคู่แข่ง บริษัทจะต้องประเมินสถานการณ์ ความแข็งแกร่งของบริษัทและคู่แข่ง และถ้าบริษัทเปลี่ยนราคา คู่แข่งขันจะมีปฏิกิริยาอย่างไร จะต้องมีการคาดคะเนก่อนตัดสินใจ นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาการปรับปรุงราคาของคู่แข่งด้วย

5. ความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ รูปแบบ คุณภาพ ความคงทนถาวร สินค้าบางชนิด ควรตั้งราคาให้ต่ำกว่าคู่แข่งจะช่วยเพิ่มยอดขายได้

ดังนั้นนักออกแบบต้องรู้จักเลือกใช้ชนิดของวัสดุ (Materials) และกรรมวิธี (Processes) ที่เหมาะสม เพื่อให้ผลิตง่าย รวดเร็ว และได้ผลิตภัณฑ์ที่มีราคาพอสมควรตามความต้องการของตลาด

2.9.7 การซ่อมแซมง่าย (Ease of Maintenance) คือ ต้องออกแบบให้มีการแก้ไข ซ่อมแซมได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก เช่น ชิ้นส่วนบางชิ้นสามารถที่จะถอดได้ง่ายเมื่อเกิดการชำรุด

นอกจากจะมีความเข้าใจ มีความรู้และความสามารถออกแบบได้ ยังต้องรู้ถึงระบบการผลิต เพื่อให้สอดคล้องกับงานออกแบบนั้น ในการออกแบบจะต้องมีการวางแผนการออกแบบ แก้ปัญหา และอุปสรรคในระบบการผลิตเช่นเดียวกัน จะต้องมีเวลาการวางแผนการติดตามผลและหาแนวทางที่จะให้บรรลุเป้าหมาย

การทำระบบการผลิตให้ได้ถึงซึ่งความต้องการ จะต้องพิจารณาในด้านต่างๆ ดังนี้

1. การผลิต
2. การบำรุงรักษา
3. การค้นคว้าและการปรับปรุง
4. งานด้านวิศวกรรม
5. ด้านการควบคุมคุณภาพ
6. เรื่องของเวลา
7. ด้านวางแผนบริหาร

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการผลิต คือ วิธีการที่ทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำ ควรมีการวางแผนดำเนินการผลิตโดยรอบคอบ และจะต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ การเลือกวัสดุ วิธีการผลิต และอุปกรณ์ในการออกแบบ

2.10 ประเภทของโคมไฟ

โคมไฟฟ้าทำหน้าที่บังคับทิศทางแสงของหลอดให้ไปในทิศทางที่ต้องการ โคมไฟฟ้ามีใช้กันมากมายหลายชนิดขึ้นอยู่กับการใช้งาน สำหรับโคมไฟฟ้ากับการประหยัดพลังงานในที่นี้จะกล่าวถึงโคมไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคารเพราะมีการนำมาใช้งานกันมากจำเป็นต้องเลือกโคมไฟฟ้าที่สามารถประหยัดพลังงานและมีคุณภาพที่ดี เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. โคมไฟแบบฝัง (Recessed mount) โคมไฟฝังเป็นโคมที่มองไม่เห็นตัวโคมมาก โดยเฉพาะเมื่อมีขนาดเล็ก แต่ต้องเผื่อความสูงของพื้นที่บนฝ้าเพดาน และเมื่อติดตั้งแล้วไม่สามารถเคลื่อนย้ายตำแหน่งได้

2. โคมบนพื้นผิว (Surface) โคมไฟที่ติดบนพื้นผิว เช่น โคมไฟติดใต้ฝ้าเพดาน หรือโคมไฟติดบนผนัง ไม่ต้องการพื้นที่เหนือฝ้าเพดาน แต่ตำแหน่งติดตั้งหากไม่พิจารณาในการออกแบบจะทำให้ไม่สวยงาม

3. โคมไฟติดราง (Track) โคมไฟติดรางมีข้อดี คือ ความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนตำแหน่งของโคมเพื่อให้เหมาะกับแสงสว่างที่ต้องการใช้งานพื้นที่เปลี่ยน เช่น พื้นที่ภายในพิพิธภัณฑ์ ตัวรางอาจติดบนพื้นผิวฝัง หรือแขวน

4. โคมไฟแขวน (Pendant) คือ การติดตั้งแบบแขวน อาจใช้ร่วมในการตกแต่งเช่น โคมไฟแขนเดอริเอียร์ (Chandelier) การติดตั้งโคมไฟและสามารถกำหนดรูปแบบการกระจายแสงได้ เช่น การให้แสงส่องขึ้นด้านบนหรือด้านล่าง หรือการให้แสงแบบกระจาย หรือการผสมรวมกันเพื่อการกระจายแสง

5. โคมไฟติดผนัง เนื่องจากโคมไฟที่ติดผนัง มีความเด่นในมุมมองของผู้ใช้พื้นที่ลักษณะของโคมไฟที่ติดผนังจึงมักเป็นโคมที่ใช้เพื่อตกแต่งการออกแบบโคมจึงไม่มีจุดประสงค์เพื่อการกระจายแสง

6. โคมไฟลอยตัว (Portable or convenience) ลักษณะโคมที่เลือกจากรูปทรงของโคมเพื่อการตกแต่งหรือให้ความสว่างเฉพาะพื้นที่มากกว่าการกระจายแสง

2.10.1 ลักษณะการใช้แสงสว่างจากโคมไฟ

การให้แสงพื้นที่ทั่วไป (Ambien lighting) ประเภทของแหล่งกำเนิดแสงที่เลือกไว้ สำหรับแสงขึ้นอยู่กับชนิดและการใช้งานของพื้นที่หรือห้องนั่งเล่นและห้องนอนอาจจะใช้แสงโทนสีอุ่น เพื่อให้เกิดบรรยากาศแสงอบอุ่นทั่วพื้นที่ เป็นต้น

1. การให้แสงแบบเน้น (Accent lighting) การให้แสงแบบเน้นคือการใช้แสงสว่างอีกหนึ่งชั้นเพิ่มต่อจากการให้แสงแบบทั่วไป เมื่อพื้นที่มีแสงที่เน้นทิศทางไปสู่วัตถุหรือพื้นผิวในพื้นที่ จะทำให้สิ่งนั้นโดดเด่นในพื้นที่และแยกออกจากพื้นหลัง รูปแบบการเน้นอาจใช้โคมไฟแบบอาบพื้นที่ ไฟเน้นจุดหรือ ไฟราง แม้กระทั่งโคมไฟติดผนัง หรือการใช้โคมไฟผนังสองจุดสามารถดึงดูดยตาไปยังจุดในห้องที่ต้องการ สำหรับรูปแบบและแสงที่เหมาะสมกับการเน้นและการควบคุมปริมาณแสงให้พิจารณาการใช้หลอดฮาโลเจน

2. แสงสว่างเพื่อการทำงาน (Task lighting) ส่วนประกอบของแสงในห้องพักทำงานมีทิศทางเพื่อการทำงาน เพื่อให้แสงมากขึ้นในพื้นที่เฉพาะเพื่อดำเนินการงานที่ต้องการใช้แสงสว่างมากกว่าแสงโดยรวมที่สามารถให้ทำงานได้โดยไม่ต้องเสียพลังงานเพื่อใช้สำหรับพื้นที่ทั้งหมดเพื่อให้ระดับแสงที่ต้องการที่สูงขึ้น โคมที่ใช้เพื่อให้ความสว่างในการทำงาน ได้แก่ โคมไฟโต๊ะ โคมไฟเพดาน โคมไฟตั้งพื้น โคมไฟตั้งโต๊ะในสำนักงาน

ข้อควรระวังในการให้แสงสว่าง คือ แหล่งกำเนิดแสงหรือหลอดไฟ ควรมีการป้องกัน จากมุมมองเพื่อลดหรือป้องกันแสงบาดตาโดยตรงจากหลอดไฟหรือโคมไฟ ถ้าเป็นไปได้ให้ใช้โคมไฟสองชุดเพื่อลดเงาและลดจุดที่สว่างมากเกินไปที่สร้างขึ้นโดยโคมชุดเดียว

3. ไฟเพื่อการตกแต่ง (Decorative lighting) โคมเพื่อใช้ในการตกแต่งเพิ่มเติม เพื่อเสริมบรรยากาศและเพิ่มความส่องสว่างแววับให้กับห้อง โคมแขวนจากเพดาน โคมไฟตกแต่งผนังและโคมระย้า เป็นลักษณะโคมที่ใช้เพื่อการตกแต่งพื้นที่มากกว่าเพื่อการให้แสงสว่างต่อการทำงาน

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการก่อสร้าง

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 ประเภทของหลอดไฟ

ประเภทของหลอดไฟแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ หลอดไส้ และหลอดคายประจุ หลอดทั้ง 2 ประเภททำหน้าที่ในการให้แสงสว่างออกมาแต่พลังงานที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากกระบวนการกำเนิดที่แตกต่างกัน หลอดคายประจุแบ่งออกเป็น หลอดคายประจุแบบไฟฟ้าแรงดันต่ำ ได้แก่ หลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดนีออน หลอดโซเดียมความดันต่ำ และหลอดคายประจุไฟฟ้าแรงดันสูง

2.11.1 หลอดไส้ (Incandescent lamp)

หลอดไส้เป็นหลอดที่มีการใช้งานยาวนานตั้งแต่มีการคิดค้นหลอดไฟขึ้น สามารถนำไปใช้สำหรับงานประเภทต่างๆ โดยเฉพาะในการใช้งานที่ปัจจัยที่เกี่ยวข้องด้านขนาด ความสะดวกในการใช้งาน เป็นต้น ในปัจจุบันหลอดไส้ที่ได้รับความนิยม คือ หลอดทังสเตนฮาโลเจน แต่ขนาดความเล็กของหลอด ทำให้ถูกนำมาใช้ในรูปแบบต่างๆ อย่างแพร่หลาย กลุ่มหลอดไฟประเภทหลอดไส้แบ่งออกเป็น

1. หลอดไส้แบบธรรมดา กำเนิดแสงโดยการเพิ่มความร้อนให้กับขดลวด หรือไส้หลอดในหลอดไฟ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น จะเกิดการแผ่รังสีจากไส้หลอดในช่วงคลื่นแสงภายในหลอดจะบรรจุก๊าซเฉื่อยเพื่อทำให้อุณหภูมิภายในหลอดสูงได้

2. หลอดไส้ใช้งานทั่วไป เป็นหลอดที่ใช้งานมากที่สุดในประเภทหลอดไส้ ตัวหลอดมีหลายแบบ ตั้งแต่แก้วใส แก้วฝ้าและขาวขุ่น และกำลังไฟมีตั้งแต่ 15w ถึง 2,000w ขนาดและรูปทรงของหลอดมีหลากหลาย

3. หลอดทังสเตนฮาโลเจน (Tungsten Halogen lamps -TH) คุณลักษณะของหลอดที่สำคัญของหลอดทังสเตนฮาโลเจน คือ ประสิทธิภาพให้แสงสว่างที่สูงและรักษาการให้แสงสว่างตลอดอายุการใช้งาน

2.11.2 หลอดไฟฟ้าปล่อยประจุ (Discharge lamp)

หลอดไฟฟ้าปล่อยประจุ แสงสว่างจากหลอดเกิดจากกระแสไฟฟ้าเดินทางผ่านก๊าซที่บรรจุอยู่ในหลอด การคายประจุเกิดจากการปล่อยกระแสไฟฟ้าแรงดันสูงที่ปลายทั้งสองของหลอดทำให้ก๊าซเกิดประจุและกระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่าน และเกิดกระบวนการคายประจุต่อเนื่องประสิทธิภาพของหลอดและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับหลอดคายประจุเป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพการใช้พลังงานของระบบหลอดคายประจุความดันต่ำ

2.11.3 หลอดโคลด์ แคโทด (Cold Cathode) หรือ (Neon)

เป็นหลอดประเภทหนึ่งของหลอดฟลูออเรสเซนต์ การคายประจุจะเกิดขึ้นระหว่างอิเล็กโทรดหรือแคโทด ในหลอดที่มีก๊าซนีออนหรืออาร์กอนที่มีสารปรอท เพียงเล็กน้อย เมื่อเกิดพลังงาน สารเคลือบผิวฟอสเฟอร์ด้านในของหลอดจะทำให้เกิดแสงสว่างสีของแสงที่ได้จากหลอดโคลด์ แคโทด ทุกสีมักจะถูกเรียกเป็นไฟนีออน หลอดแคโทดเย็นเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการให้แสงสว่างป้ายโฆษณาและผลงานศิลปะ โคมไฟมีอายุการใช้งานที่นานมาก

2.11.4 ฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent lamp)

ฟลูออเรสเซนต์การคายประจุของปรอทแรงดันต่ำ การแผ่รังสีของก๊าซภายในคือรังสียูวีเป็นหลักเมื่อรังสียูวี กระทบหลอดที่เคลือบสารฟลูออเรสเซนต์ หรือฟอสเฟอร์ที่ดูดซับยูวี และแผ่รังสีช่วงคลื่นแสงสว่าง สารเคลือบหลอดในปัจจุบันใช้เทคโนโลยีของฟอสเฟอร์หลายชนิด มีประสิทธิภาพการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้แสงสว่างที่ 80w-100 lm/w หลอดฟลูออเรสเซนต์สามารถให้สีโทนอุ่นถึงโทนเย็น อายุการใช้งาน โดยปกติที่ 8,000-10,000 ชั่วโมง แต่ปริมาณแสงที่ได้จากหลอดจะลดลงตามอายุการใช้งาน

1. หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์แบบมีบัลลาสต์ภายใน จะมีลักษณะติดกับชุดหลอด โดยเลือกใช้อุปกรณ์บัลลาสต์ ที่มีอายุการใช้งานใกล้เคียงกับอายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้า หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ แบบมีบัลลาสต์แกนเหล็ก และสตาร์ทเตอร์อยู่ภายใน มีอายุการใช้งาน เช่น 8,000 ชั่วโมง การใช้งานเหมาะสำหรับการติดตั้งในโคมไฟที่มีช่องว่างอากาศมากพอ และติดตั้งในลักษณะหงายหลอดขึ้น เช่น โคมไฟรั้ว

2. หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์แบบมีบัลลาสต์ภายนอก สามารถเปลี่ยนบัลลาสต์ หลอดจะมีขั้วหลอดที่แตกต่างกันหลายแบบ โดยทั่วไปมีค่าประสิทธิภาพการส่องสว่างที่น้อยกว่า

2.11.5 หลอดปรอทแรงดันสูง (High-pressure mercury lamp-MBF)

หลอดชนิดนี้มักใช้กับการให้แสงสว่างถนนเนื่องจากมีประสิทธิภาพการให้แสงสว่างที่สูง หลอดมีอายุการใช้งานนาน 10,000 ชั่วโมง และประสิทธิภาพการให้แสงสว่างที่เท่ากับ 40w-60 lm/w อย่างไรก็ตามไม่เหมาะสมในการนำมาใช้กับพื้นที่ภายในอาคาร

2.11.6 หลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal halide lamp-HQI)

หลอดประเภทนี้มีรูปทรงและขนาดหลายแบบรวมถึงรูปแบบที่มีการใช้ตัวสะท้อนแสงร่วมในหลอด สำหรับการให้แสงสว่างในสนามกีฬา อายุการใช้งานของหลอดโดยทั่วไปเท่ากับ 8,000-10,000 ชั่วโมง และมีประสิทธิภาพการให้แสงสว่าง 70w-100 lm/w นอกจากหลอดสีขาว ยังมีหลอดสีอื่นๆ เช่น น้ำเงินหรือเขียวเพื่อใช้ในการตกแต่ง

2.11.7 หลอดไฮเพรสโซเดียม (High-pressure sodium lamp-SON)

เป็นหลอดที่พัฒนาเพื่อใช้แรงดันสูงของโซเดียมทำให้ช่วงสเปกตรัมของแสงที่ได้จากหลอดเพิ่มขึ้นให้สีของแสงที่ดีขึ้น โทนสีของแสงที่ได้จากหลอดอยู่ในโทนสีอุ่น เพื่อเหมาะสมกับการให้แสงสว่างพื้นผิวที่ทำด้วยหินหรืออิฐเพื่อเสริมสีของวัสดุให้อมขึ้น ในปัจจุบันรูปแบบของหลอดและมีขนาดที่หลากหลาย มีอายุการใช้งานที่นานถึง 8,000-10,000 ชั่วโมง และมีประสิทธิภาพการให้แสงสว่าง 70w – 120 lm/w สูงสุดที่ 130 lm/w จึงนำไปใช้เพื่อให้แสงสว่างภายนอกอาคารหรือภายในโรงงาน และเป็นการใช้เพื่อตกแต่งความสวยงาม

2.11.8 หลอดLED (Light emitting diodes)

หลอดLEDs ประกอบด้วยไดโอดจำนวนหลายตัวใช้ร่วมกัน หลอดไฟLED สามารถปล่อยฟลักซ์แสงสว่างได้ 7,527 lm ในขณะที่ใช้เพียง 100 วัตต์ แสงที่ได้จากLEDs จะเปล่งแสงในช่วงแถบความยาวคลื่นขนาดเล็กมาก สีเดียวที่เกิดขึ้นที่ความยาวคลื่นเดียว ทำให้ได้สีของแสงออกมาเพียง 1 สี ข้อดีของ LEDs คือ ขนาดเล็ก อายุการใช้งานที่นานถึง 100,000 ชั่วโมง กินไฟน้อย หลอดมีความร้อนต่ำ และทนต่อการกระแทกและการสั่น ไม่มีรังสียูวี และสามารถควบคุมและตั้งโปรแกรมให้แสงสว่างได้ง่าย (ยิ่งส์สวัสดิ์ ไชยะกุล. 2555)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้รวบรวมลักษณะงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชังข้าว มีดังนี้

อมรา แก้วบุตรสา (2552 : 103) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาและพัฒนาเฟอร์นิเจอร์จากวัสดุเหลือทางการเกษตรประเภททดแทนไม้ กรณีศึกษาไม้อัดฟาง ได้สรุปประเด็นที่สำคัญเกี่ยวกับ วัสดุไม้อัดฟางข้าวมาใช้นั้น มีคุณสมบัติแข็งแรงและมีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับไม้อัดในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ สามารถเป็นแนวทางการออกแบบและพัฒนาอย่างยั่งยืน เพื่อใช้ประโยชน์

ไกรภพ ภาสกริมย์ (2553 : 79) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การหมุนเวียนวัสดุเหลือใช้เพื่อการประหยัดสิ่งแวดล้อม: กรณีศึกษาการเปรียบเทียบกระถางเพาะชำที่ผลิตจากชังข้าวโพดกับวัสดุเหลือใช้อื่นๆ ได้สรุปประเด็นสำคัญเกี่ยวกับ กระถางเพาะชำที่ทำจากชังข้าวโพดนั้นมีการระบายน้ำที่ดีและในอัตราส่วน 1:3 มีความแข็งแรงทนทาน และอัตราการย่อยสลายที่นานกว่าอัตราส่วนอื่นๆ ในกระถางเพาะชำที่ผลิตขึ้นนั้นสามารถเคลื่อนย้ายลงเพาะปลูกในดินได้โดยไม่ต้องทุบทำลาย และอีกทั้งยังสามารถลดปริมาณการใช้วัสดุสังเคราะห์

วชิระ สุขเพิ่ม และชัยรัตน์ เงินทองข้า (2555 : 96-100) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาและพัฒนาผ้าแพดานจากชังข้าว กรณีศึกษาหมู่บ้านหนองเทพ ตำบลหนองเทพ อำเภอโนนนารายณ์ จังหวัดสุรินทร์ ได้สรุปประเด็นสำคัญเกี่ยวกับ การนำของเหลือใช้ในภาคเกษตรกรรมอย่าง ชังข้าวเป็นส่วนที่เหลือทิ้งทางการเกษตร เกษตรกรส่วนใหญ่มักจะทำลายชังข้าว โดยการวิเสาะ การพัฒนาวัสดุโดยใช้ชังข้าว เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต โดยกรรมวิธีการอัดขึ้นรูป สามารถผลิตเป็นผ้าแพดานที่ประกอบได้เอง และเป็นการลดต้นทุนในการติดตั้งผ้าแพดานได้ด้วย

สมชาย บุญพิทักษ์ (2547 : 86) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาและพัฒนากระดาษเหลือใช้ เป็นแผ่นประกอบทดแทนไม้ ได้สรุปประเด็นสำคัญเกี่ยวกับ การทำผลิตภัณฑ์ออกมาในลักษณะที่เป็นแผ่น โดยการใช้เยื่อกระดาษจากกระดาษที่เหลือใช้มาทำการอัดเป็นแผ่นประกอบทดแทนไม้ ที่ผลิตจากกระดาษหนังสือพิมพ์ กระดาษพิมพ์และเขียน ซึ่งใช้กาวประสานเป็นกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ อัดเป็นแผ่นประกอบทดแทนไม้

เศกสิทธิ์ บุญเสริม (2547 : 87-89) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาและพัฒนาแผ่นประกอบจากวัสดุเหลือทิ้งในอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์มะขาม ได้สรุปประเด็นสำคัญเกี่ยวกับ การใช้วัสดุเปลือกและรกหุ้มเนื้อของฝักมะขามอัดขึ้นรูปเป็นแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด ใช้ตามอัตราส่วนน้ำหนักของเปลือกต่อรกหุ้มเนื้อฝักมะขาม โดยใช้วิธีการอัดขึ้นรูปพร้อมด้วยไฮดรอลิค ขึ้นรูปเป็นแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดชั้นเดียวแบบอัดราบ โดยใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เป็นตัวประสานในอัตราส่วน 15 %

สุชีรา นวลกำแหง (2554 : 36) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การทดลองผลิตแผ่นวัสดุจากฟางข้าว สำหรับงานก่อสร้าง ได้สรุปประเด็นสำคัญเกี่ยวกับ การนำแนวทางการผลิตแผ่นวัสดุจากฟางข้าวและทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของแผ่นวัสดุจากฟางข้าว ซึ่งสามารถนำมาใช้แทนไม้แปรรูปได้เป็นอย่างดี เพราะเมื่อใช้งานอย่างถูกวิธีจะทำให้มีความคงทนสูง กรรมวิธีการผลิตแผ่นวัสดุจากฟางข้าวสามารถที่จะใช้เศษวัสดุที่เหลือจากการเกษตรกรรมได้ ดังนั้นเมื่อจะเปรียบเทียบกับระหว่างแผ่นวัสดุจากฟางข้าวกับไม้แปรรูปแล้ว การใช้แผ่นวัสดุจากฟางข้าว จะได้เปรียบอย่างมากต่อการนำไปใช้งาน แต่ถึงแม้ว่าทางด้านคุณสมบัติต่างๆ และความแข็งแรงจะด้อยกว่าไม้แปรรูป ก็ยังถือว่าแผ่นวัสดุจากฟางข้าว สามารถนำไปใช้งานได้ดี จึงทำให้ประหยัดในการใช้ไม้ลดปริมาณลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการทำวิจัยเรื่อง “การศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม” ผู้วิจัยได้ได้ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สอดคล้องวัตถุประสงค์ของงานวิจัย โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 3.1 เพื่อศึกษาคูณลักษณะทางกายภาพของเศษวัสดุต่อซังข้าวที่เหลือทิ้งทางการเกษตร
- 3.2 เพื่อพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากวัสดุต่อซังข้าว
- 3.3 เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์โดยการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว
- 3.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีต่อรูปแบบของผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

ผู้วิจัยได้ทำการจัดลำดับของการดำเนินการวิจัย ซึ่งเป็นการศึกษาข้อมูลของงานวิจัยแต่ละขั้นตอนประกอบไปด้วย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย ข้อที่ 1 เพื่อศึกษาคูณลักษณะทางกายภาพของเศษวัสดุต่อซังข้าวที่เหลือทิ้งทางการเกษตร

3.1.1 ประชากร คือ กลุ่มเจ้าหน้าที่การเกษตรจังหวัด, กลุ่มเจ้าหน้าที่การเกษตรอำเภอ และกลุ่มผู้ปลูกข้าว 3 กลุ่ม

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ เจ้าหน้าที่การเกษตรและผู้ปลูกข้าว จำนวน 7 ท่านด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจงประกอบไปด้วยกลุ่มเจ้าหน้าที่การเกษตรจังหวัด 3 ท่าน, กลุ่มเจ้าหน้าที่การเกษตรอำเภอ 2 ท่าน และกลุ่มผู้ปลูกข้าว 2 ท่าน โดยผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกกลุ่มเจ้าหน้าที่การเกษตรและกลุ่มผู้ปลูกข้าว โดยมีประสบการณ์ในการทำงานด้านการเกษตรไม่น้อยกว่า 5 ปี และมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเกษตร ได้แก่

1. เจ้าหน้าที่การเกษตรจังหวัด จำนวน 3 ท่าน ได้แก่

1.1 นายเฉลิมชาติ ฤาไชยคาม นักวิชาการเกษตรชำนาญการข้าว ศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี 213 หมู่ 5 ถนนมาลัยแมน ตำบลรั้วใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี

1.2 นายพิเชษฐ์ ชินประหัตษ์ เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน ศูนย์วิจัยข้าวพระนครศรีอยุธยา 50 หมู่ 2 ถนนช่างแสง 4 ตำบลหันตรา อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

1.3 นายชูชีพ นาคสำคัญ หัวหน้ากลุ่มส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรกร สำนักงานเกษตรจังหวัดอ่างทอง 120 ถนนโพธิ์พระยา-ท่าเรือ ตำบลบ้านอิฐ อำเภอเมืองอ่างทอง จังหวัดอ่างทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เจ้าหน้าที่การเกษตรอำเภอ จำนวน 2 ท่าน ได้แก่

2.1 นายอำนาจ โสรถาวร หัวหน้ากลุ่มส่งเสริมและพัฒนาเกษตรกร สำนักงานเกษตรอำเภอ เมืองสุพรรณบุรี หมู่ 4 ตำบลรั้วใหญ่ อำเภอเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี

2.2 นายพิชัย เข้มเงิน นักวิชาการส่งเสริมการเกษตรชำนาญการ สำนักงานเกษตรจังหวัด พระนครศรีอยุธยา 45/5 หมู่ 7 ตำบลคลองสวนพลู อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

3. กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าว จำนวน 2 ท่าน ได้แก่

3.1 นายสวัสดิ์ คงทน ผู้ปลูกข้าว ตำบลท่าระหัด อำเภอเมืองสุพรรณบุรี จ.สุพรรณบุรี

3.2 นางปิยาภรณ์ คงทน ผู้ปลูกข้าว ตำบลโคกคราม อำเภอบางปลาม้า จังหวัดสุพรรณบุรี

3.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. การสังเกต (Qbservation) เป็นการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับต้นข้าว การทำเกษตรกรรมปลูกข้าว คุณลักษณะทางกายภาพต่อชั่งข้าว วิธีการเก็บเกี่ยว และเศษเหลือทิ้งจากการเกษตร โดยทำการบันทึก เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาศึกษาใช้เป็นแนวทางในการศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษ วัสดุ ต่อชั่งข้าว สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บรวบรวม ข้อมูล ดังนี้

1.1 กล้องถ่ายรูป เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลเพื่อนำมาใช้ ถ่ายภาพในพื้นที่นาผู้ปลูก ข้าว ต้นข้าว ต่อชั่งข้าว และสิ่งที่เกี่ยวข้องต่างๆ สถานที่ สภาพแวดล้อม

1.2 สมุดบันทึก เพื่อนำมาใช้ในการบันทึกข้อมูลต่างๆ ในระหว่างการทำดำเนินการเก็บข้อมูล โดยการจดบันทึกลงในสมุดเพื่อเก็บบันทึกข้อมูล จากการสังเกตขนาดสัดส่วนของต่อชั่งข้าว การทำงานของผู้ปลูกข้าว

2. แบบสัมภาษณ์ (Interview Guide) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อให้ ทราบเกี่ยวกับข้อมูล การศึกษาต้นข้าว การทำเกษตรกรรม ลักษณะทางกายภาพของต่อชั่งข้าว วิธีการ เก็บเกี่ยว และเศษเหลือทิ้งจากการเกษตร โดยสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (unstructured interview) ไปสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมาย ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์ เพื่อให้ ได้คำตอบที่มีความชัดเจน กระชับ และตรงตามที่ต้องการ ให้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ในการวิจัย ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

2.1 อุปกรณ์อัดเสียง เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลซ้ำ เพื่อให้เกิดความถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดย อุปกรณ์อัดเสียงนี้เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO

2.2 สมุดบันทึก เพื่อนำมาใช้ในการบันทึกข้อมูลต่างๆ ในระหว่างการทำดำเนินการเก็บข้อมูล โดยการจดบันทึกลงในสมุดเพื่อเก็บบันทึกข้อมูล

3.1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล (Data collection) เป็นขั้นตอนที่สำคัญ ในการรวบรวม ข้อมูลเกี่ยวกับต้นข้าว ลักษณะทางกายภาพของต่อชั่งข้าว และวิธีการเก็บเกี่ยว ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ จะนำมาศึกษา วิเคราะห์และสรุปเป็นแนวทางการพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อชั่ง ข้าวในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ สอบถาม บันทึกด้วยการจด บันทึก และถ่ายภูมำนำผลที่ได้มาทำการสรุป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากกลุ่มเป้าหมาย จากการสังเกต สัมภาษณ์ จดบันทึก และถ่ายภาพ นำผลการรวบรวมและนำไปวิเคราะห์ในรูปแบบความเรียง เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม

3.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย ข้อที่ 2 เพื่อพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

3.2.1 ประชากร คือ ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านวัสดุและการผลิต และผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและการผลิต

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านวัสดุและการผลิต และผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุและการผลิต จำนวน 3 ท่าน ได้แก่

1. ผศ.ดร.วิวัฒน์ หาญวงศ์จิรวัดน์ อาจารย์ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขน
2. ผศ.ดร.สุชญา ฤทธิศร อาจารย์สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
3. อาจารย์สีลิ่ง สุพวงแก้ว อาจารย์ภาควิชาศิลปะการออกแบบและเทคโนโลยี คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

3.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.3.1 การสังเกต (Observation) เป็นการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนกระบวนการแปรสภาพกระบวนการผลิตอัดขึ้นรูป ตัวประสานจากธรรมชาติและผลผลิตจากการอัดขึ้นรูป โดยทำการบันทึกเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาศึกษาใช้เป็นแนวทางในการศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.2.3.1.1 กล้องถ่ายรูป เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลเพื่อนำมาใช้ถ่ายภาพในห้องทดลอง ขั้นตอนกระบวนการแปรสภาพ กระบวนการผลิตอัดขึ้นรูป ตัวประสานจากธรรมชาติและผลผลิตจากการอัดขึ้นรูป

3.2.3.1.2 สมุดบันทึก เพื่อนำมาใช้ในการบันทึกข้อมูลต่างๆในระหว่างการดำเนินการเก็บข้อมูล โดยการจดบันทึกลงในสมุดเพื่อเก็บบันทึกข้อมูลจากการสังเกตการทำงานของกระบวนการผลิต

3.2.3.2 แบบสัมภาษณ์ (Interview Guide) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อให้ทราบเกี่ยวกับข้อมูล การศึกษาขั้นตอนกระบวนการแปรสภาพ กระบวนการผลิตอัดขึ้นรูป ตัวประสานจากธรรมชาติและผลผลิตจากการอัดขึ้นรูป โดยสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (unstructured interview) ไปสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมาย ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์ เพื่อให้ได้คำตอบที่มีความชัดเจน กระชับ และตรงตามที่ต้องการ ให้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ในการวิจัย ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.2.1 อุปกรณ์อัดเสียง เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลซ้ำ เพื่อให้เกิดความถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยอุปกรณ์อัดเสียงนี้เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO

3.2.3.2.2 สมุดบันทึก เพื่อนำมาใช้ในการบันทึกข้อมูลต่างๆในระหว่างการดำเนินการเก็บข้อมูล โดยการจดบันทึกลงในสมุดเพื่อเก็บบันทึกข้อมูล

3.2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล (Data collection) จากการศึกษาข้อมูลตำรา เอกสาร ที่เกี่ยวกับกระบวนการแปรสภาพ กระบวนการผลิตอัดขึ้นรูป ตัวประสานจากธรรมชาติ และการทดลองประสิทธิภาพของวัสดุ ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะนำมาศึกษา วิเคราะห์และสรุปเป็นแนวทางการพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าวในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ สอบถาม บันทึกด้วยการจดบันทึก และถ่ายภาพนำผลที่ได้มาทำการสรุป

3.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากกลุ่มเป้าหมาย จากการสังเกต สัมภาษณ์ จดบันทึก และถ่ายภาพ นำผลมารวบรวมและนำไปวิเคราะห์ในรูปแบบความเรียง เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม

3.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 3 เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์โดยการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

3.3.1 ประชากร คือ ผู้ทรงคุณวุฒิทางการออกแบบ

3.3.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ทรงคุณวุฒิทางการออกแบบ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่

1. อาจารย์ธีรชาติ เลิศข้าของกุล อาจารย์สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. อาจารย์คมสัน เรืองโกศล อาจารย์สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

3. อาจารย์ศรศิลป์ โสภณสกุลวงศ์ อาจารย์สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

3.3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.3.1 แบบประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ ประเมินตามมาตรฐานประเมินค่าระดับ (Rating Scale) คือเหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย และใช้อ่านค่าตามอัตราส่วน ดังนี้

4.51 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

3.51 – 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก

2.51 – 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับปานกลาง

1.51 – 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย

1.00 – 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.2 การสร้างเครื่องมือแบบประเมิน มีวิธีการดำเนินการ ดังนี้

3.3.3.2.1 ทำการสร้างแบบสอบถามการพัฒนาแบบ โดยการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซึ่งข้าว จากการสังเคราะห์ข้อมูลจากวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อประเมินภายใต้กรอบแนวคิดทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ของ (วิรุณ ตั้งเจริญ, 2526 : 19)

- (1) รูปแบบที่สร้างสรรค์
- (2) มีความงามที่น่าสนใจ
- (3) สัมพันธ์กับประโยชน์ใช้สอย
- (4) เหมาะสมกับวัสดุ
- (5) สอดคล้องกับการผลิต

3.3.3.2.2 ผู้วิจัยได้ทำการสร้างเครื่องมือตรวจสอบเครื่องมือแบบสอบถาม โดยเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์และกรอบแนวคิดในการวิจัย (Index of Objective Congruence: IOC) ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ดังนี้

- (1) ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์ อาจารย์สาขาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- (2) รศ.ดร.ปานฉัตต์ อินทร์คง อาจารย์ภาควิชาศิลปะการออกแบบและเทคโนโลยี คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
- (3) ผศ.จุฑามาศ เจริญพงษ์มาลา อาจารย์ภาควิชาศิลปะการออกแบบและเทคโนโลยี คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาตรวจสอบความครอบคลุมของเนื้อหา(Content Validity) และข้อเสนอแนะ ดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจในคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจในคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์
- 1 หมายถึง แน่ใจในคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับนิยามศัพท์

จากคะแนนนำผลการพิจารณาจำนวนจากสูตร

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	คะแนนการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ
	N	แทน	จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 ขึ้นไป มีความเที่ยงตรงใช้ได้ ถ้าข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 50-100)

3.3.3.2.3 นำแบบสอบถามและตารางที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว ไปดำเนินการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเพื่อประเมินผลงานการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

3.3.4.1 ผู้วิจัยศึกษาและลงพื้นที่เพื่อสำรวจ ถ่ายภาพ สอบถามและสัมภาษณ์ จดบันทึก เพื่อรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้เป็นแนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์

3.3.4.2 ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีในการออกแบบ หรือสิ่งที่เกี่ยวข้องในการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อประเมินรูปแบบ

3.3.4.3 นำผลสรุปจากการศึกษา โดยสอบถาม สัมภาษณ์ และเก็บข้อมูลมาใช้ในการออกแบบ

3.3.4.4 นำแบบที่ได้จากการออกแบบ ไปสอบถามความคิดเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตและด้านการออกแบบ เพื่อคัดเลือก ให้ได้รูปแบบที่เหมาะสม

3.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) โดยแบ่งเกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ย ดังนี้

4.51 - 5.00	หมายถึง	มากที่สุด
3.51 - 4.50	หมายถึง	มาก
2.51 - 3.50	หมายถึง	ปานกลาง
1.51 - 2.50	หมายถึง	น้อย
1.00 - 1.50	หมายถึง	น้อยที่สุด

3.4 วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 4 เพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีต่อรูปแบบของผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

3.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย

3.4.1.1 ประเมินความพึงพอใจของผู้ผลิตและผู้จำหน่าย

ประชากร คือ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์

กลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์ จำนวน 3 ท่าน

3.4.1.2 ประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค

ประชากร คือ ผู้บริโภคและผู้เดินทางมาเยี่ยมชมสินค้า ภายในงานจัดแสดง และจำหน่ายโอท็อปในจังหวัดสุพรรณบุรี

กลุ่มตัวอย่างคือผู้บริโภคและผู้เดินทางมาเยี่ยมชมสินค้าภายในงานจัดแสดงและจำหน่ายโอท็อปในจังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 103 คน โดยใช้ตารางสำเร็จรูปของ Yamane ความคาดเคลื่อน 7% (Yamane. 1967 อ้างอิงใน นิรัช สุดสังข์. 2548 : 50)

3.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4.2.1 แบบประเมินความพึงพอใจ คือ แบบประเมินความพึงพอใจตามวัตถุประสงค์ ข้อที่ 4 เพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีต่อรูปแบบของผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อช่างข้าว จำนวน 103 คน โดยใช้ตารางสำเร็จรูปของ Yamane ความคาดเคลื่อน 7% (Yamane, 1967 อ้างอิงใน นิรัช สุตสังข์. 2548 : 50) ประเมินตามมาตรฐานประเมินค่าระดับ (Rating Scale) คือเหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย และใช้อ่านค่าตามอัตราส่วนดังนี้

4.51 – 5.00	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
3.51 – 4.50	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมาก
2.51 – 3.50	หมายถึง	มีความเหมาะสมระดับปานกลาง
1.51 – 2.50	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1.00 – 1.50	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

3.4.2.2 การสร้างเครื่องมือ ผู้วิจัยมีขั้นตอน ดังนี้

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างเครื่องมือ เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ผลิตผู้จำหน่ายและผู้บริโภคที่มีต่อรูปแบบของผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อช่างข้าว ประเมินภายใต้กรอบแนวคิดหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ของ (นิรัช สุตสังข์. 2548 : 31) คือ

- (1) หน้าที่ใช้สอย (Function)
- (2) ความปลอดภัย (Safety)
- (3) ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomic)
- (4) วัสดุและกรรมวิธีการผลิต (Materials and Production)
- (5) ความสวยงาม (Aesthetics)

3.4.2.3 การตรวจสอบเครื่องมือ ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามที่ผ่านการแก้ไขปรับปรุง จากคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ไปนำเสนอผู้ทรงคุณวุฒิ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์ และกรอบแนวคิดในการวิจัย ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ดังนี้

- (1) ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์ อาจารย์สาขาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- (2) รศ.ดร.ปานฉัตร อินทร์คง อาจารย์ภาควิชาศิลปะการออกแบบและเทคโนโลยี คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
- (3) ผศ.จุฑามาศ เจริญพงษ์มาลา อาจารย์สาขาศิลปะการออกแบบและเทคโนโลยี คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาตรวจสอบความครอบคลุมของเนื้อหา (Content Validity) และข้อเสนอแนะ ดังนี้

+1	หมายถึง	แน่ใจในคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจในคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์
-1	หมายถึง	แน่ใจในคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับนิยามศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากคะแนนนำผลการพิจารณาคำนวณจากสูตร

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	คะแนนการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ
	N	แทน	จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 ขึ้นไป มีความเที่ยงตรงใช้ได้ ถ้าข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 50-100)

3.4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

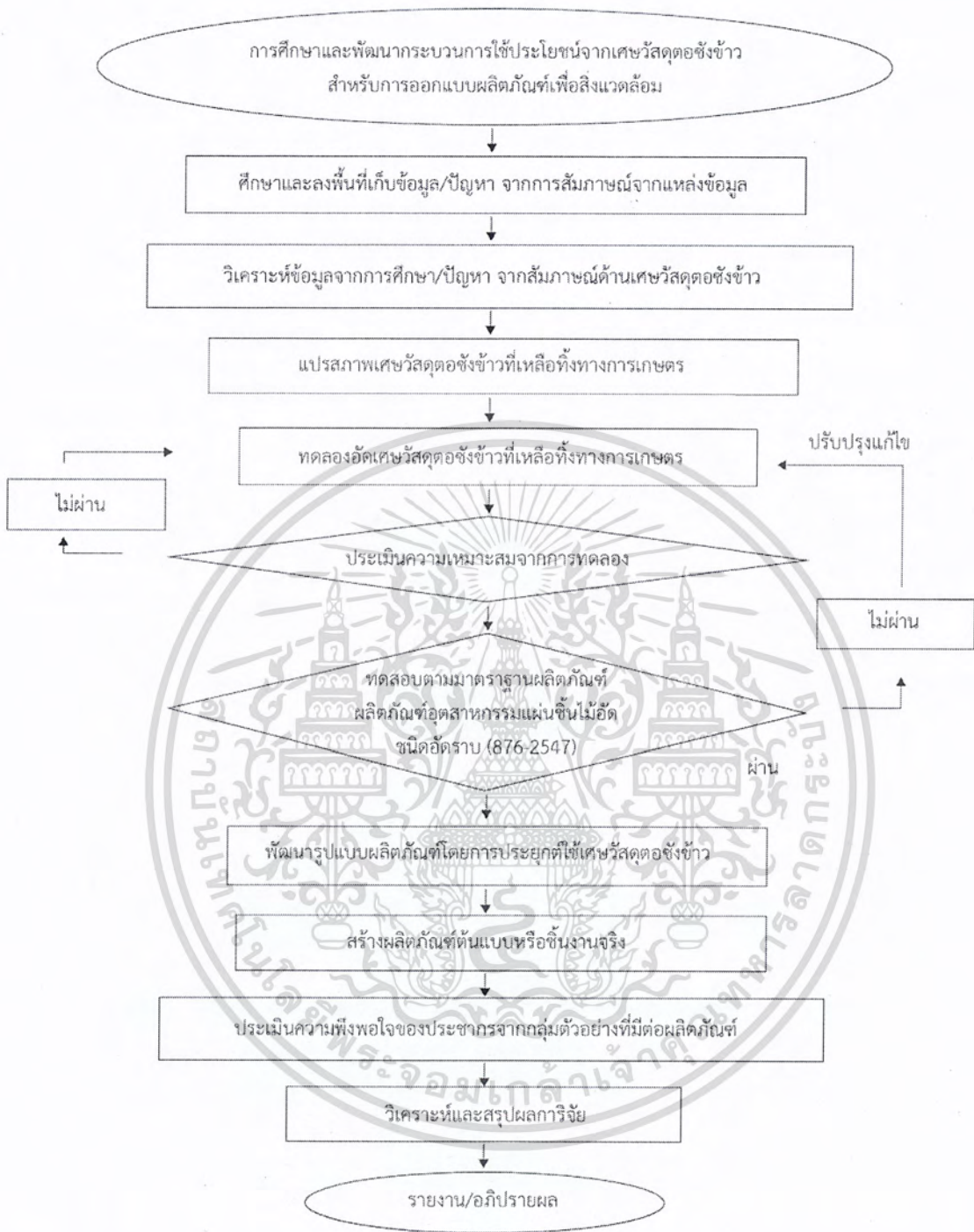
ผู้วิจัยนำแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีต่อรูปแบบของผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว จำนวน 103 คน โดยใช้ตารางสำเร็จรูปของ Yamane ความคาดเคลื่อน 7% (Yamane. 1967 อ้างอิงใน นิรัช สุตสังข์. 2548 : 50) ตามกรอบแนวคิดการวิจัย จากนั้นนำกลับมาสรุปผลที่ได้ในรูปแบบข้อมูลเชิงปริมาณ

3.4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบของผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว มาวิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) โดยแบ่งเกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ย ดังนี้

4.51 - 5.00	หมายถึง	มากที่สุด
3.51 - 4.50	หมายถึง	มาก
2.51 - 3.50	หมายถึง	ปานกลาง
1.51 - 2.50	หมายถึง	น้อย
1.00 - 1.50	หมายถึง	น้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าวสำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสารจากการสัมภาษณ์และแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญแบบสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อผลิตภัณฑ์ นำมาวิเคราะห์และเรียบเรียงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยทั้ง 4 ขั้นตอน ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของเศษวัสดุต่อซังข้าวที่เหลือทิ้งทางการเกษตร

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากวัสดุต่อซังข้าว

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการความพึงพอใจของกลุ่มผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีต่อรูปแบบของผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของเศษวัสดุต่อซังข้าวที่เหลือทิ้งทางการเกษตร

4.1.1 ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและการสัมภาษณ์ของเศษวัสดุต่อซังข้าว

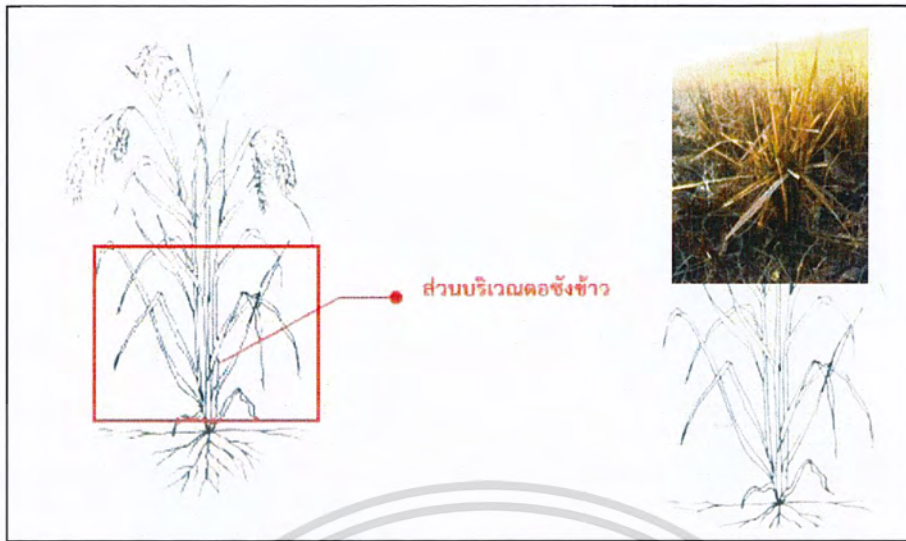
ผู้วิจัยทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลโดยวิธีการสังเกตและสัมภาษณ์ โดยการลงพื้นที่เกษตรกรผู้ปลูกข้าวภายในจังหวัดสุพรรณบุรี พระนครศรีอยุธยาและอ่างทอง ได้แก่ กลุ่มเจ้าหน้าที่การเกษตรและกลุ่มผู้ปลูกข้าว ดังนี้

ข้อมูลจากการสังเกต ขณะที่ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่เกษตรกรกรรม หลังจากเก็บเกี่ยวข้าวแล้ว จะพบว่า มีลักษณะต้นข้าวที่โดนตัดทิ้งไว้ เหลือลำต้นข้าว ที่เรียกกันว่า ต่อซังข้าว ลักษณะต่อซังข้าวที่ยืนต้นในที่นา มีลักษณะทางกายภาพเป็นลำต้นแข็ง ตั้งตรง มีข้อปล้อง ก้าน กาบ และใบสีเขียว เหลือง น้ำตาล มีความยาวสูงประมาณ 25-50 เซนติเมตร ในพื้นที่แปลงนั้นมีการได้กำจัดต่อซังข้าวแล้วซึ่งถูกเผาไหม้ไม่หมด จากนั้นก็ทำให้เห็นว่า หลังจากเก็บเกี่ยวแล้วเศษวัสดุต่อซังข้าวนั้นไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์

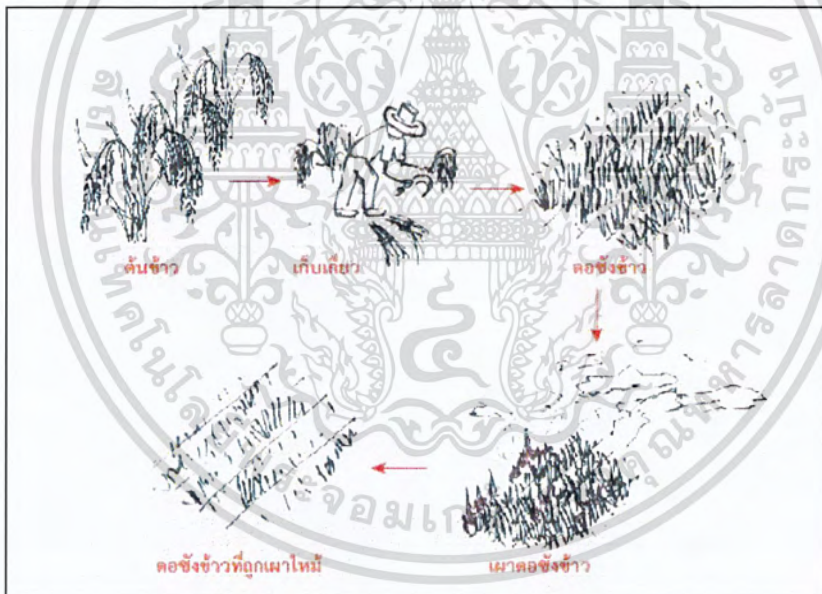


ภาพที่ 4.1 ต่อซังข้าว

เอกสารนี้เป็นที่มา : (ภาพโดย อรรถชัชชลดา ทับทิมดี, 2556) เขาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 ลักษณะลำต้นต่อซึ่งข้าว
ที่มา : (ลายเส้นโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2556)



ภาพที่ 4.3 วงจรจากเศษวัสดุคอซึ่งข้าวที่ไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์
ที่มา : (ลายเส้นโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2556)

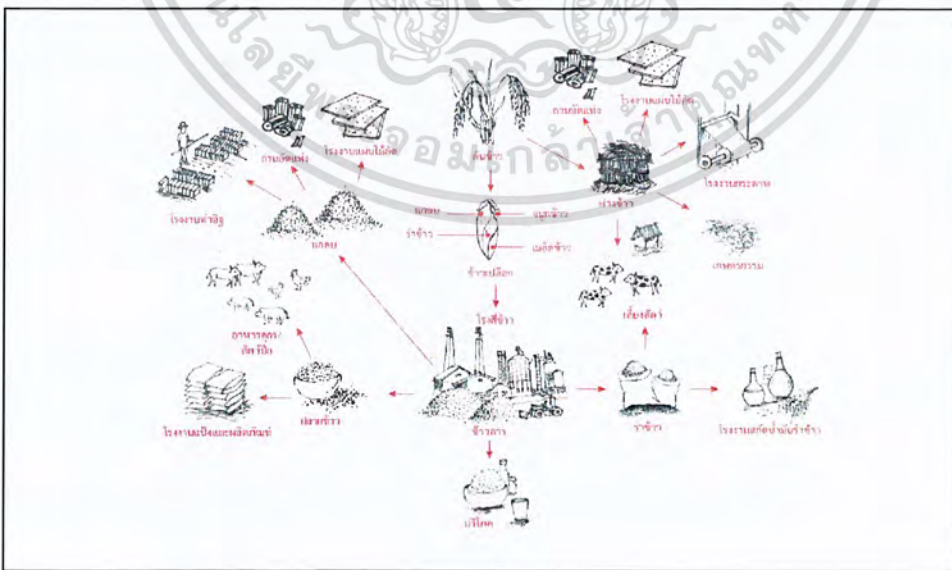
ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เมื่อสอบถามถึงการปลูกข้าวและปัญหาพบว่า ในพื้นที่ปลูกข้าวมีต้นข้าวหลากหลายของพันธุ์เมล็ดแต่ละพันธุ์จะมีความสูงประมาณ 100-125 เซนติเมตร การเจริญเติบโตของต้นข้าวจะมีอายุแตกต่างกัน อายุการปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 110-120 วัน

เมื่อสอบถามถึงหลังจากการเก็บเกี่ยวข้าวเสร็จแล้วผู้ปลูกข้าวจะอย่างไรต่อไปพบว่าเมื่อเก็บเกี่ยวข้าวเสร็จแล้ว ยังเหลือคอซึ่งในพื้นที่แปลงนา มี 3 กรณี ที่ผู้ปลูกข้าวจะทำ คือ การย่อยสลาย ไถกลบ และการเผาไหม้ ซึ่งชนิดของวัสดุคอซึ่งข้าวเป็นการย่อยสลายยาก ในบางพื้นที่มีดินดี เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีความชื้นสูง จะย่อยสลายได้ประมาณ 20 วันจะทำให้ย่อยสลายวัสดุได้เร็วขึ้นแล้วไถพรวนดินเพื่อเตรียมการเพาะปลูกถ้าเป็นการไถกลับ หากไม่รีบทำนา ไถกลับต่อซังข้าวทิ้งไว้เพื่อรักษาผิวดิน 7-15 วัน เพื่อให้ต่อซังข้าวย่อยสลาย ถึงจะไถพรวนดินเพื่อเตรียมปลูกข้าว ซึ่งจะใช้ต้นทุนสูงเพราะการไถกลับต่อซังข้าว นั้นเหนียวและแข็ง เดินไถได้ยาก แต่ข้อดีจะได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่การเผาต่อซังข้าว จะเป็นปัญหาที่ผู้ปลูกข้าวจะนิยมกันส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่สมควร แต่เป็นวิธีง่ายของผู้ปลูกข้าวเพื่อที่จะเตรียมดินการปลูกในช่วงถัดไปเป็นการเร่งวัน เพื่อปลูกข้าวให้เร็วที่สุด ผู้ปลูกข้าวว่าเป็นวิธีที่ลดต้นทุนการผลิตและการจ้าง มีแต่ข้อเสียมากกว่าวิธีอื่นๆ เนื่องจากทำให้เกิดดินเสีย ผิวดินแข็งและทำให้เกิดสภาวะโลกร้อนอีกด้วย

เมื่อสอบถามถึง ลักษณะของวัสดุต่อซังข้าว พบว่า ต่อซังเป็นส่วนที่เหลือจากที่นา เป็นส่วนที่ปักหลักอยู่ในดิน ที่เรียกว่า ลำต้น ลำต้นของข้าวโดยทั่วไปจะมีลักษณะแข็ง เหนียว ยืนตั้งตรง มีปล้องข้อปล้อง กาบ และใบ รูปร่างมีความแข็ง จะมีความสูงประมาณ 25-50 เซนติเมตร ซึ่งสอดคล้องกับที่ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตดังกล่าว

เมื่อสอบถามถึง เรื่องของการนำไปใช้ประโยชน์โดยใช้เศษวัสดุต่อซังข้าว พบว่า ถ้าเป็นต่อซังข้าวก็ไม่มีใครนำไปใช้ประโยชน์ใดเพื่อเพิ่มมูลค่า ได้แต่ทิ้งไว้ในแปลงนาเพราะหากทำการไถกลับก็จะทำให้เกิดรายจ่ายมากขึ้น แต่ก็มีข้อดีสามารถย่อยสลาย กลายเป็นปุ๋ยให้กับพื้นดิน มีธาตุอาหาร แต่หากผู้ปลูกข้าวรีบทำนาต่อไปก็มักจะใช้วิธีการเผาต่อซังข้าวทิ้ง เนื่องจากต้องเตรียมดินปลูกข้าวเร่งวันให้เร็วขึ้น เป็นการใช้จ่ายน้อย แต่ก็มีข้อเสียหากนำต่อซังข้าวไปใช้ประโยชน์ เพราะลักษณะใกล้เคียงกับ ฟางข้าว ต่างแค่ความแข็งและอ่อน ถ้าเอาไปเผาก็เป็นขี้เถ้ามีธาตุอาหารน้อย ต่อซังข้าวมีคุณสมบัติที่สามารถเอาไปผสมดิน กลับ ไปใช้ในการเพาะปลูกพืช ถ้าหากว่าเก็บต่อซังข้าวแล้วเหลือแต่รากของต้นข้าว ก็จะทำให้ไถกลับได้ง่าย เพราะปัญหาการไม่เผาเปลี่ยนเป็นการไถกลับแทนต่อซังข้าวทำให้เดินไถยาก เปลืองน้ำมัน เพราะต่อซังข้าวยาวและแข็ง การนำต่อซังข้าวมาใช้จึงช่วยในเรื่องของการเผาหรือไม่เผา โดยการนำวัสดุต่อซังข้าวไปใช้ให้เป็นประโยชน์



ภาพที่ 4.4 วงจรการนำต้นข้าวใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ

ที่มา : (ลายเส้นโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากวัสดุทองซังข้าว

4.2.1 ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและการสัมภาษณ์

ผู้วิจัยจึงสืบค้นหาข้อมูลผ่านเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อค้นว่ามีผู้ใดที่นำวัสดุที่เหลือทิ้งทางการเกษตรมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อะไรบ้าง ผู้วิจัยจึงได้ลงพื้นที่สัมภาษณ์ เพื่อศึกษากระบวนการแปรสภาพ กระบวนการอัดขึ้นรูป กาวธรรมชาติ และกระบวนการทำกระดาษ โดยสรุป ดังนี้

4.2.1.1 คุณวิวัฒน์ หาญวงศ์จิรวัดน์ เป็นผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาที่ทำการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางไม้ซึ่งท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านไม้คอมโพสิต ไม้บ่อแห้ง เทคโนโลยีและไม้ฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อสอบถามถึงเกี่ยวกับกระบวนการขั้นตอนและอัดขึ้นรูปจากเศษวัสดุที่เหลือทิ้งทางการเกษตรเบื้องต้นพบว่า ขั้นตอนการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัด ยกตัวอย่าง นำวัสดุที่เหลือทิ้งทางการเกษตรมาตัดให้สั้น ปั่นให้เล็กแล้วอบให้แห้ง ผสมกาว ชั่งน้ำหนัก พอร์มลงแผ่น แล้วอัด ซึ่งกระบวนการอัดขึ้นรูปมี 2 แบบ เช่น การผลิตอัดขึ้นรูปแบบแผ่นกับการอัดเข้าพิมพ์ จากการอัดมี 2 แบบ คือ อัดเย็นกับอัดร้อน การอัดเย็น คือ เป็นงานอัดด้วยมือแต่ตัวงานที่อัดจะช้า เพราะต้องรอปล่อยให้แห้งเอง โดยธรรมชาติ ก่อนที่จะอัดต้องมีกระดาษไขเพื่ออัดให้ผิวหน้ามันเรียบ โดยนำไปตากแดดรอประมาณ 3-5 วันแห้ง ส่วนการอัดร้อนคือ การอัดด้วยเครื่องแข็งตัวก็ประมาณ 8-9 นาที เทคนิคมันจะต่างกันแค่เวลาแต่สามารถนำมาทดสอบได้ ถ้ามีความจำเป็นในการทดสอบ ตามมาตรฐานควรจะใช้ขนาด 30x30 cm. 2 แผ่น ส่วนความหนาหรือน้ำหนักเท่าไรตามที่ต้องการ ตัวอย่างเช่น ความหนา 1 นิ้วก็ได้แค่น้ำหนัก 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มากกว่าหรือน้อยกว่า 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ก็จะเรียกว่า วัสดุพาร์ติเกิลบอร์ด ใช้สำหรับปิดผนัง ห้องเก็บเสียง วัสดุซับเสียง เป็นต้น ถ้าหาก 400-800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรเป็นแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางก็จะเรียกว่า Medium จำพวกเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้าน เป็นต้น ถ้าเป็น 800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขึ้นไป เป็นแผ่นใยไม้อัดความหนาสูง หนัก จะเรียกว่า HDF จำพวกประตูบาน ต่างๆ ส่วนใหญ่เลือก 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขึ้นไป จะเรียกว่า วัสดุเบา เพราะว่าวัสดุฟู ฟูแต่แบน มีความแข็งแรง เรียกว่า วัสดุเบาแต่แข็งแรง ถ้าหากว่าจะมาทดสอบควรปฏิบัติตามมาตรฐาน ต้องควบคุมวัตถุดิบ กาวและตามปริมาณที่ใช้ในการผลิตอัดขึ้นรูป ของ มอก. 876-2547

เมื่อสอบถามถึงความคิดเห็นเพิ่มเติมพบว่าต้องทำทดลองถ้าการอัดด้วยมือ นำแผ่นเหล็กมา 2 แผ่น เจาะรูใส่น็อต ข้างละ 2 รู ทั้ง 2 ข้าง เป็นแผ่นละ 4 รู เตรียมอัดให้ได้ขนาดคงที่ แล้วจึงจะไขน็อต ตามที่คุณคาดไว้ในส่วนผสมแบบไหนจึงเหมาะสมมีลักษณะเด่นอย่างไรแล้วนำมาทดสอบตามมาตรฐานมอก.เพื่อที่จะได้มีผลต่อการออกแบบเมื่อได้วัสดุหรือผลิตภัณฑ์มาแล้วควรดูต้นทุนของวัสดุและการผลิตด้วย อาจารย์มีความคิดเห็นว่า ควรจะทำเป็นของตกแต่งบ้านเน้นความเป็นธรรมชาติ

4.2.1.2 อาจารย์สุจยา ฤทธิศร เป็นอาจารย์ประจำสาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

เมื่อสอบถามถึงกระบวนการผลิตกระดาษเบื้องต้น พบว่า ลักษณะของฟางข้าวกับทองซังข้าวผลของการทดสอบหาค่าของเส้นใยนั้นไม่เหมือนกัน ใกล้เคียง จะบอกค่า เซลลูโลสเท่าไร กูโคสโพลีเมอร์เท่าไร แล้วมีย่อยๆอีก แล้วถึงจะทำการกระดาษ ยกตัวอย่างกระบวนการทำกระดาษฟางข้าว ซึ่งฟางข้าวที่ได้มาจากที่เหลือทิ้ง จะมีทั้งใบและก้านด้วย ควรจะริดเอาใบออกเพื่อที่จะเอาก้าน จากลำต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสร็จแล้ว จะหมักด้วยน้ำเปล่าทิ้งไว้หนึ่งคืน เพื่อให้ก้านเยื่ออ่อนนุ่ม หลังจากนั้นจะบ่งเป็นท่อนๆ สั้นๆ เอาฟางข้าวมาล้างให้สะอาด ขั้นตอนต่อไปก็คือ การตีปั่นเยื่อ เพื่อให้แตกกระจายเยื่อก็จะได้ลักษณะเป็นเส้นใยของฟางข้าว ที่ตีกระจายเป็นลักษณะเส้นๆต่างจากรูปแบบเดิม หลังจากนั้นแล้วก็เอาไปต้มด้วยโซดาไป ตามปริมาณสัดส่วนของน้ำกับฟางข้าว ต้มไฟอ่อนจนน้ำเดือดเล็กน้อย ประมาณ 80 องศาเซลเซียส ถึงค่อยใส่เยื่อลงไปต้ม นาน 2 ชั่วโมง ก็จะเอาเยื่อที่ได้ในหม้อ ไปล้างน้ำออกก่อน ให้เมือกของโซดาออกให้หมด หลังจากนั้นก็จะมาขึ้นเฟรม ขนาดประมาณกระดาษ A4 ขนาด 22x32 เซนติเมตร เยื่อที่จะกระจายจะใช้ประมาณ 50 กรัม เมื่อขึ้นเฟรมเรียบร้อยแล้ว ก็เอาไปผึ่งแดดอ่อนๆ ไม่ควรตากกลางแจ้ง ในขณะที่แดดแรงหลังจากนั้นนำไปตากทิ้งไว้ 1 วันหรือจนกระทั่งกระดาษแห้งแล้ว ถ้าเอาใบข้าวมาทำเป็นกระดาษ ใบข้าวจะมีลักษณะหยาบกว่าก้าน ซึ่งก้านจะละเอียด ดูผิวเนียนเรียบ แต่ถ้าเอาระหว่างใบกับก้านมารวมกัน ก็จะมีลวดลายของเส้นใยปนกันไป

เมื่อสอบถามเกี่ยวกับงานวิจัยและความเป็นไปได้ในการพัฒนากระดาษต่อซังข้าว พบว่าต่อซังข้าวเป็นส่วนที่เหลือทิ้งทางการเกษตรซึ่งไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ต่อซังข้าวมีคุณสมบัติแข็งเป็นวัสดุที่ไม่นิยมนำมาใช้กันแต่ถ้านำต่อซังข้าวมาใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ได้ก็เป็นผลดีต่อซังข้าวควบคู่กับระบบสิ่งแวดล้อมทั้งสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ตลอด แต่สามารถนำเอาประโยชน์ตรงนี้มาใช้ได้ไม่ว่าจะเอามาทำเป็นอะไรก็ตาม เป็นการรณรงค์ เป็นการเพิ่มมูลค่า เป็นการต่อยอด เพื่อชุมชนที่ดีอีกอย่างหนึ่ง

4.2.1.3 อาจารย์สีลัง สุพวงแก้ว ภาควิชาศิลปะการออกแบบและเทคโนโลยี คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

เมื่อสอบถามถึงกาธรรมชาติ อะไรนำมาเป็นตัวประสานวัสดุเส้นใยต่อซังข้าว พบว่า กาธรรมชาติที่ใช้ มีอยู่ 5 อย่าง 1.ยางมะเดื่อ 2.ยางมะขวิดหรือยางกระถิน 3.กระเทียม 4.ยางรัก 5.ข้าว (แป้ง) แต่ละชนิดก็มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน ยางมะเดื่อ กระเทียมไม่เหนียวพอที่จะนำไปใช้ ถ้าเป็นยางรักมันเหนียวหนึบ แต่ถ้าเอาไปใช้ มันจะทำให้เป็นงานออกมาเป็นสีดำ แต่ถ้าเป็นยางมะขวิดกับยางกระถิน คือเรียกตัวเดียวกันคล้ายกันเพราะคุณสมบัติเหมือนกัน สามารถละลายน้ำด้วยดีโดยการแช่น้ำหรือต้มน้ำให้เดือด การที่ได้ยางมะขวิดหรือยางกระถินนี้ มักจะทำให้หน้าแล้ง โดยการสับลำต้นให้เป็นผลทิ้งไว้ สักประมาณ 5-7 วัน จึงจะไปเก็บเอาของที่ไหลออกมา เอาส่วนยางที่ออกมาละลายน้ำหรือต้มให้ละลาย กรองเอากากออกไปใช้เป็นกาว คุณสมบัติที่ดีของยางมะขวิด คือยางที่แห้งสนิทจะไม่ไวต่อความชื้น ทำให้ทำงานได้สะดวกในหน้าฝนหรือใช้ยางกระถินแทนก็ได้ พูดถึงกาวยางทั้งหมดมีความเหนียวที่แตกต่าง แต่ก็มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน ซึ่งดีที่สุด เหนียวที่สุด จับตัวดีที่สุด คือยางรัก แต่ข้อเสียจะทำให้งานของคุณที่จะมาใช้ร่วมต่อซังข้าว นั้นเป็นสีดำ แต่ไม่ควรทำเป็นผลิตภัณฑ์ เพราะถ้าไปสัมผัสแล้วจะคันแน่นอน แต่ยางรักสามารถทาสีทับได้

เมื่อสอบถามเกี่ยวกับงานวิจัย และความเป็นไปได้ในการนำไปพัฒนาจากเศษวัสดุต่อซังข้าว พบว่า ถ้าจะเอาไปกาธรรมชาติไปใช้ พวกกาวแป้งเปียก ยางกระถินหรือยางรัก ลองเอาไปทำเป็นตัวประสานดู แม้จะทำเป็นผลิตภัณฑ์อะไร แต่ก็ลองทดสอบดูว่าผลจะออกมาเป็นอย่างไร อย่าใช้ความคิดว่าแค่มองๆ นึกภาพเอาเองว่าทำออกมาแล้วมันจะออกมาเป็นอย่างไร ต้องคิด ต้องทดลองทำ แล้วเอาไปทดสอบประสิทธิภาพดูว่ามันสามารถเป็นผลิตภัณฑ์อะไรได้บ้าง งานนี้อาจจะเป็นของตกแต่งใช้ในบ้าน หรือวอลเปเปอร์ แต่กาวไม่ได้มีเยอะมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาข้อมูลวัสดุที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลโดยวิธีการสังเกต สอบถาม และทดลอง ซึ่งสรุปได้วัสดุที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่ใช้เศษวัสดุต่อซังข้าวเป็นวัตถุดิบหลัก คือ กระจาดจากเศษวัสดุต่อซังข้าว กระบวนการอัดขึ้นรูปประเภทผลิตภัณฑ์ของตงเต่างบ้าน โดยวิเคราะห์ข้อมูลภายใต้กรอบแนวคิดการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ (ณัชวิชญ์ ติกุล.2551: 92-98) ซึ่งประกอบไปด้วย (1) การใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติให้มากที่สุด (2) กระบวนการผลิตให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (3) วัสดุสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (4) การใช้เทคโนโลยีที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาใช้ในการผลิต เพื่อให้ข้อมูลมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

4.2.2.1 ข้อมูลวิเคราะห์ กระจาดจากเศษวัสดุต่อซังข้าว

การใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติให้มากที่สุดในการผลิตกระจาดจากเศษต่อซังข้าว นั้น ต้องใช้ส่วนก้านและลำต้น มีแต่ข้อปล้องและใบเท่านั้นที่ไม่สามารถเอามาใช้ในการผลิตได้ โดยส่วนหลักๆ ใช้ก้านและลำต้นที่ทำให้ได้วัสดุกระจาดนั้นมีผิวเรียบ เนียน ถ้าเอาส่วนใบมารวมกับก้านและลำต้นนั้น ก็สามารถทำได้ แต่ก็จะมีลวดลายของเส้นใยปนกันไป ถึงแม้การผลิตกระจาดสามารถใช้ได้ทั้งหมดวัน แต่ส่วนข้อปล้องนี้จะทิ้งไปไม่ได้ใช้ประโยชน์เพราะไม่สามารถใช้ในกระบวนการทำกระจาดได้

กระบวนการผลิตให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในการผลิตกระจาดนั้นใช้วัสดุต่อซังข้าวเป็นวัตถุดิบหลัก โดยการนำขึ้นก้านลำต้นต่อซังข้าวแบ่งเป็นท่อนๆ ประมาณ 600 กรัม มาทำการต้มทำเยื่อในหม้อขนาด 3 ลิตร ใส่ปริมาณสัดส่วนของฟางข้าว ใช้เวลา 2 ชั่วโมง เมื่อต้มเยื่อต่อซังข้าวเรียบร้อยแล้ว เมื่อมีความอ่อนตัวจนสามารถแยกเยื่อในหม้อไปล้างน้ำให้สะอาด หลังจากนั้นนำเยื่อที่ได้ไปปั่นให้ละเอียด เยื่อที่จะกระจายใช้ประมาณ 70 กรัม แล้วนำมาขึ้นเฟรม ซึ่งกระบวนการผลิตกระจาดนี้ใช้โซดาไฟในการผลิต สารโซดาไฟเป็นสารเคมีที่ไม่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้การผลิตกระจาดยังจำเป็นต้องใช้น้ำปริมาณมากในการล้างและขัดเยื่อก่อนขึ้นเฟรม

วัสดุสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ กระจาดจากวัสดุต่อซังข้าว นั้นสามารถนำมาผลิตได้ใหม่ ไม่ว่าจะเป็นการปรับปรุงกระจาด โดยการแช่น้ำและนำไปผึ่งแดดอีกรอบ หรือนำกระจาดไปต้มน้ำอีกรอบก็สามารถทำกระจาดได้

การใช้เทคโนโลยีที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาใช้ในการผลิต ในการผลิตกระจาดจากวัสดุต่อซังข้าว คือ การใช้เตาไฟที่ใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงหรือการใช้เตาไฟที่ใช้ความร้อนจากแก๊สก็สามารถใช้ได้เช่นกัน ซึ่งการใช้พลังงานความร้อนจากไฟ นั้นย่อมทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้



ภาพที่ 4.5 พื้นผิวกระจาด

ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.2 ข้อมูลวิเคราะห์ กระบวนการอัดขึ้นรูปจากเศษวัสดุต่อซังข้าว

การใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติให้มากที่สุดวัสดุต่อซังข้าวเป็นวัตถุดิบหลักที่หาได้ง่ายสามารถใช้ส่วนลำต้นของต่อซังข้าวได้ทั้งหมดและในกระบวนการอัดขึ้นรูปนั้นจะต้องใช้วัสดุปริมาณมากในกระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ในการกระบวนการอัดขึ้นรูปจากเศษวัสดุต่อซังข้าว นั้น มาตัดเป็นท่อนๆ ชิ้นเล็กๆ แล้วนำไปแปรสภาพวัสดุผ่านกระบวนการใช้เครื่องบดและป้อนให้ออกมามีลักษณะเป็นเส้นใยและผงเล็กน้อย จากนั้นมาผสมกาวพอลิเอสเตอร์ เป็นกาวสังเคราะห์แล้วขึ้นฟอร์มอัดแผ่น ซึ่งกระบวนการผลิตนั้นมีสารเคมีและอาจมีผลกระทบต่อร่างกายเล็กน้อยเพราะการสูดดมหรือสัมผัสกับผิวเป็นเวลานานอาจจะมีผลต่อร่างกาย

วัสดุสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เนื่องจากการผลิตในกระบวนการอัดขึ้นรูปนั้นสามารถนำกลับมาผลิตใหม่ได้ โดยการย่อยสลายแล้วนำกลับมาอัดขึ้นรูปใหม่ได้อีกครั้ง

การใช้เทคโนโลยีที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาใช้ในการผลิต เนื่องจากกระบวนการอัดขึ้นรูปมีการอัดร้อน อัดเย็น หรือจะอัดด้วยมือก็ได้ ซึ่งเป็นการอัดเย็นด้วยมือแต่จะใช้เทคโนโลยีที่ไม่กระทบต่อสิ่งแวดล้อมเพราะใช้เพียงแรงงานคนและใช้ต้นทุนน้อย มีเพียงแต่อุปกรณ์ช่วยบด และกาวธรรมชาติเท่านั้นในการผลิตนั้นไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม



ภาพที่ 4.6 กระบวนการอัดขึ้นรูป

ที่มา : (ภาพโดย อรชลดา ทับทิมดี. 2557)

4.2.3 ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลความสอดคล้องของวัสดุกับงานวิจัย

ในการวิเคราะห์ความสอดคล้องของวัสดุกับงานวิจัย ผู้วิจัยได้ใช้ทฤษฎีต่างๆ เพื่อหาความเหมาะสมในการนำไปผลิตในขั้นต่อไป โดยใช้กรอบแนวคิดการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจในอุตสาหกรรม (ณัชวิษญ์ ตีกุล. 2551 : 92-98) ซึ่งประกอบไปด้วย (1) การใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติให้มากที่สุด (2) กระบวนการผลิตให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (3) วัสดุสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (4) การใช้เทคโนโลยีที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาใช้ในการผลิต เป็นกรอบในการตัดสินใจและใช้ทฤษฎี SWOT เพื่อเรียบเรียงข้อมูลและหาความเหมาะสมกับงานวิจัย

4.2.3.1 วิเคราะห์วัสดุ กระดาษตอซังข้าว สีอ้วสด กระดาษตอซังข้าว



ภาพที่ 4.7 กระดาษตอซังข้าว
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2558)

ตารางที่ 4.1 แสดงการวิเคราะห์วัสดุกระดาษตอซังข้าวด้วยทฤษฎี SWOT

S : Strength (จุดแข็ง)	W : Weakness (จุดอ่อน)
<ul style="list-style-type: none"> - ใช้เศษวัสดุตอซังข้าวในการผลิตได้ - นำไปทำผลิตภัณฑ์ต่อยอดได้หลากหลาย - สามารถผสมสีได้ - สามารถผสมวัสดุอื่นๆได้หลากหลาย - กระบวนการผลิตเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม 	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้ทรัพยากรในการผลิตมาก และหลากหลาย - ใช้ระยะเวลาในการผลิตนาน
O : Opportunity (โอกาส)	T : Threat (อุปสรรค)
<ul style="list-style-type: none"> - ผลิตภัณฑ์ต่อยอดได้หลากหลาย - เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีมานานแล้ว 	<ul style="list-style-type: none"> - ข้อปล้องของตอซังข้าวไม่สามารถนำไปใช้ในการผลิตได้ - กระบวนการผลิตที่ไม่ได้ใช้สารโซดาไฟ - มีกลุ่มที่ผลิตกระดาษแบบชนิดอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.2 วิเคราะห์วัสดุ กาวแป้งเปียก ชื่อวัสดุ กาวแป้งเปียก



ภาพที่ 4.8 กาวแป้งเปียก

ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2556)

ตารางที่ 4.2 แสดงการวิเคราะห์วัสดุกาวแป้งเปียกด้วยทฤษฎี SWOT

S : Strength (จุดแข็ง)	W : Weakness (จุดอ่อน)
<ul style="list-style-type: none"> - กรรมวิธีการผลิตที่เรียบง่าย - กาวแป้งเปียกเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม - ช่วยลดในการใช้กาวสังเคราะห์ - กระบวนการผลิตเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม - กระบวนการผลิตทำให้โครงสร้างมีความแข็งแรง 	<ul style="list-style-type: none"> - กาวแป้งเปียกจะไม่คงทนเท่ากับกาวสังเคราะห์ - ใช้ระยะเวลาในการผลิต ขึ้นอยู่กับรูปทรงและขนาดของผลิตภัณฑ์
O : Opportunity (โอกาส)	T : Threat (อุปสรรค)
<ul style="list-style-type: none"> - กาวแป้งเปียกเป็นวัสดุที่ไม่เป็นอันตราย - มีผลิตภัณฑ์ที่ทำจากกาวแป้งเปียกเป็นวัสดุประสาน - กระบวนการสามารถนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่อยอดที่ง่าย 	<ul style="list-style-type: none"> - กาวแป้งเปียก ถ้าใช้ปริมาณมาก ราคาถูก - ประสิทธิภาพของกาวธรรมชาติต่างจากกาวสังเคราะห์ได้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.3 วิเคราะห์วัสดุ กาวยางกระถิน ชื่อวัสดุ กาวยางกระถิน



ภาพที่ 4.9 กาวยางกระถิน
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2556)

ตารางที่ 4.3 แสดงการวิเคราะห์วัสดุ กาวยางกระถิน ด้วยทฤษฎี SWOT

S : Strength (จุดแข็ง)	W : Weakness (จุดอ่อน)
<ul style="list-style-type: none"> - กรรมวิธีการผลิตที่เรียบง่าย - กาวยางกระถินเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม - ช่วยลดในการใช้กาวสังเคราะห์ - กระบวนการผลิตเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม - โครงสร้างแข็งแรง และมีน้ำหนักเบา 	<ul style="list-style-type: none"> - กาวยางกระถินจะไม่คงทนเท่ากับ กาวสังเคราะห์ - ยังไม่ตลาดรองรับ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัสดุประสานใหม่ - ใช้ระยะเวลาในการผลิต ขึ้นอยู่กับรูปทรงและขนาดของผลิตภัณฑ์
O : Opportunity (โอกาส)	T : Threat (อุปสรรค)
<ul style="list-style-type: none"> - กาวยางกระถินเป็นวัสดุที่ไม่เป็นอันตราย - กระบวนการสามารถนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่อยอดที่ง่าย - ลดต้นทุนการผลิต ด้วยการนำแนวคิดเรื่องผลิตภัณฑ์เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม 	<ul style="list-style-type: none"> - กาวยางกระถินจะมีเศษเปลือกไม้ติดอยู่ - กาวยางกระถิน ถ้าใช้ปริมาณมาก ราคาจะค่อนข้างสูง - ประสิทธิภาพของกาวธรรมชาติต่างจากกาวสังเคราะห์ได้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.4 วิเคราะห์วัสดุ กาวยางพารา ซีอีวีสดู กาวยางพารา



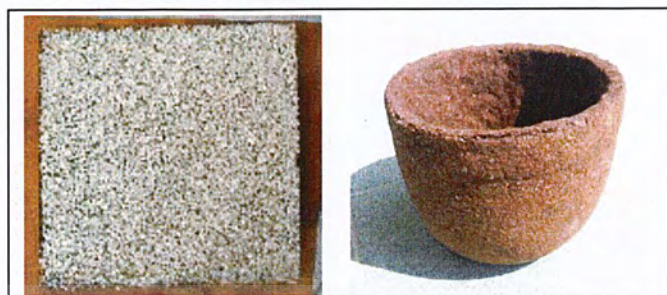
ภาพที่ 4.10 กาวยางพารา
ที่มา : (ภาพโดย อรชลดดา ทับทิมดี. 2556)

ตารางที่ 4.4 แสดงการวิเคราะห์วัสดุ กาวยางพารา ด้วยทฤษฎี SWOT

S : Strength (จุดแข็ง)	W : Weakness (จุดอ่อน)
<ul style="list-style-type: none"> - กรรมวิธีการผลิตที่เรียบง่าย - กาวพาราเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม - ช่วยลดในการใช้กาวสังเคราะห์ - กระบวนการผลิตเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม - โครงสร้างแข็งแรง ทนทานต่อสภาพอากาศ 	<ul style="list-style-type: none"> - ถ้าถูกความร้อนจะทำให้วัสดุเหนียว - ใช้ระยะเวลาในการผลิต ขึ้นอยู่กับรูปทรงและขนาด
O : Opportunity (โอกาส)	T : Threat (อุปสรรค)
<ul style="list-style-type: none"> - กาวยางพาราเป็นวัสดุที่ไม่เป็นอันตราย - กระบวนการสามารถนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่อยอดที่ง่าย - มีผลิตภัณฑ์ที่ทำจากกาวยางพาราเป็นวัสดุประสาน - ลดต้นทุนการผลิต ด้วยการนำแนวคิดเรื่องผลิตภัณฑ์เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม 	<ul style="list-style-type: none"> - กาวยางพารา ถ้าใช้ปริมาณมาก ราคาค่อนข้างสูง - ราคาของพารามีราคาสูงกว่า และมีแนวโน้มอยู่ในระดับสูงกว่าราคาของสังเคราะห์ - ประสิทธิภาพของกาวธรรมชาติต่างจาก กาวสังเคราะห์ได้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.5 วิเคราะห์วัสดุ การอัดขึ้นรูป ซีอิ้วสด การอัดขึ้นรูป



ภาพที่ 4.11 การอัดขึ้นรูป

ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2558)

ตารางที่ 4.5 แสดงการวิเคราะห์วัสดุการอัดขึ้นรูปด้วยทฤษฎี SWOT

S : Strength (จุดแข็ง)	W : Weakness (จุดอ่อน)
<ul style="list-style-type: none"> - ใช้เศษวัสดุต่อซึ่งข้าวในการผลิตได้ทั้งหมด - นำไปทำผลิตภัณฑ์ต่อยอดได้หลากหลาย - สามารถผสมสีได้ - สามารถผสมวัสดุอื่นๆได้หลากหลาย - กระบวนการผลิตเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม 	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้ทรัพยากรในการผลิตมาก และหลากหลาย - ใช้ระยะเวลาในการผลิตนาน
O : Opportunity (โอกาส)	T : Threat (อุปสรรค)
<ul style="list-style-type: none"> - ผลิตภัณฑ์ต่อยอดได้หลากหลาย - กระบวนการสามารถนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่อยอดที่ง่าย 	<ul style="list-style-type: none"> - ข้อปล้องของต่อซึ่งข้าวไม่สามารถนำไปใช้ในการผลิตได้ - มีกลุ่มที่ผลิตกระดาดชนิดอื่นๆ - การพัฒนากระบวนการขึ้นรูปแบบเข้าพิมพ์เป็นไปได้ยาก

4.2.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการพัฒนากระบวนการผลิต

จากการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นโดยทำการทดลองตามกรรมวิธีการผลิตที่ได้จากการศึกษา มาทำการวิเคราะห์ เพื่อนำไปพัฒนาเป็นวัสดุและผลิตภัณฑ์ขั้นตอนต่อไป

ผู้วิจัยได้เตรียมวัตถุดิบและอุปกรณ์ก่อนทดลองการอัดขึ้นรูปนั้นต้องตัดวัสดุต่อซึ่งข้าว 2-3 เซนติเมตร และนำเข้าเครื่องปั่นและเครื่องบดวัตถุดิบ โดยใช้เวลาในการกำหนด ซึ่งย่อยวัตถุดิบก่อนนั้นจะเป็นผลดีเมื่อนำมาอัดขึ้นรูป

4.2.4.1 ผลการวิเคราะห์ทดลองแปรสภาพของเศษวัสดุต่อซึ่งข้าว

จากการทดลองแปรสภาพของเศษวัสดุต่อซึ่งข้าว โดยจะทำการศึกษากการวิเคราะห์เกี่ยวกับเศษวัสดุต่อซึ่งข้าว ที่ใช้วิธีการนำเอาเศษวัสดุไปแปรสภาพด้วยเครื่องปั่นและเครื่องบด ทั้ง 2 แบบ ออกมามีลักษณะดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลของคุณลักษณะเศษวัสดุต่อซังข้าว โดยใช้ระยะเวลาในกระบวนการปั่น

รูปแบบเส้นใย	ปั่นความเร็ว	ลักษณะของเส้นใย
	30 วินาที	ลักษณะเส้นใยที่ได้ ไม่ต่างจากเส้นใยที่ไม่ผ่าน การปั่น แต่เส้นใยยังมีลักษณะหยาบไม่ ละเอียด
	1 นาที	ลักษณะเส้นใยที่ได้ เริ่มจะแตก แต่เส้นใยจะมี บางส่วนลักษณะหยาบ ยังไม่ละเอียด
	1:30 นาที	ลักษณะเส้นใยที่ได้ เริ่มมีการปั่นทั่วถึง แต่เส้น ใยบางส่วนยังมีลักษณะหยาบ ยังไม่ละเอียด
	2 นาที	ลักษณะเส้นใยที่ได้ เริ่มมีการแตกละเอียดขึ้น แต่ลักษณะของเส้นใยก็เริ่มจะละเอียดขึ้น
	2:30 นาที	ลักษณะเส้นใยที่ได้ เริ่มมีการแตกละเอียด ทั่วถึง แต่ลักษณะของเส้นใยก็จะเริ่มละเอียด มากขึ้น
	83 นาที	ลักษณะเส้นใยที่ได้ เริ่มมีการแตกละเอียด ทั่วถึงมากยิ่งขึ้น ลักษณะของเส้นใยละเอียด สามารถนำมาใช้ในการเป็นผลิตภัณฑ์
	5 นาที	ลักษณะเส้นใยที่ได้ เริ่มมีการแตกละเอียด ทั่วถึงมากยิ่งขึ้น ลักษณะของเส้นใยละเอียด มากขึ้น เกือบจนเป็นผง

จากตารางที่ 4.6 พบว่า เศษวัสดุต่อซังข้าวที่ใช้ระยะเวลาในการกำหนด โดยแบ่งตามปั่น ความเร็วต่อนาที เมื่อเทียบในแต่ละนาทีแล้วนั้น ได้เศษวัสดุต่อซังข้าวมีลักษณะเป็นเส้นใยสั้นและยาว ในบางส่วนจะมีความหยาบ ละเอียด และเห็นเส้นใยต่อซังข้าวได้ชัดเจน แต่อย่างไรก็ตามที่จะนำมาอัด เป็นแผ่นวัสดุทดแทนหรือเป็นผลิตภัณฑ์ที่คืนนั้น ควรมีการแยกขนาดของวัสดุเพื่อการยืดเกาะที่มี ประสิทธิภาพมากขึ้นต่อขั้นตอนการดำเนินงานและผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลของคุณลักษณะเศษวัสดุต่อซังข้าว โดยใช้กระบวนการบด จากเครื่องบด

รูปแบบเส้นใย	ร่อนผ่านตะแกรง คัดขนาดด้วยมือ	ลักษณะของวัสดุ
	เศษวัสดุที่ผ่านการบด ไม่ใช่ตะแกรงร่อน	ลักษณะวัสดุที่ได้ มีความหยาบเป็น ชิ้นใหญ่เล็กผสมกัน และผงจำนวน น้อยผสมปนกันจะเห็นได้ชัดเจน
	เศษวัสดุที่ไม่สามารถผ่าน ตะแกรงร่อน 1.5 มิลลิเมตร	ลักษณะวัสดุที่ได้ แยกเส้นใยที่ไม่ สามารถผ่านตะแกรงร่อนไปได้ ซึ่งมี ความหยาบ มีความสั้นและยาวกว่า ผสมกัน และผงผสมกันเล็กน้อย
	เศษวัสดุที่สามารถผ่าน ตะแกรงร่อน 1.5 มิลลิเมตร	ลักษณะวัสดุที่ได้ ที่ผ่านตะแกรงร่อน ไปได้ เป็นเส้นเล็กๆ จำนวนน้อย และ มีผงที่มีขนาดเล็กปนกัน จะละเอียด มาก ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจน

จากตารางที่ 4.7 พบว่า เศษวัสดุต่อซังข้าวที่ลักษณะชิ้นใหญ่ ชิ้นเล็กผสมปนกันจนไปถึงเป็นผง โดยแบ่งตามเศษวัสดุที่ไม่ใช้ตะแกรงร่อนกับที่ใช้ตะแกรงร่อน เมื่อไม่ใช่ตะแกรงร่อน จะมีเศษวัสดุ ที่มีเม็ดใหญ่เล็กผสมปนกันจนไปถึงเป็นผง ส่วนที่ร่อนผ่านตะแกรงไปได้ จะมีเศษวัสดุที่เป็นเส้นเล็กๆเรื่อยๆจนไปถึงเป็นผง และส่วนที่ร่อนผ่านตะแกรงไม่ได้ จะมีเศษวัสดุที่เป็นเม็ดใหญ่เล็กปนกันขนาดเท่ากันเรื่อยๆ มีลักษณะกายภาพที่ต่างกัน

4.2.4.2 ผลการวิเคราะห์กระบวนการทดสอบอัดขึ้นรูปเป็นแผ่นจากเศษวัสดุต่อซังข้าว

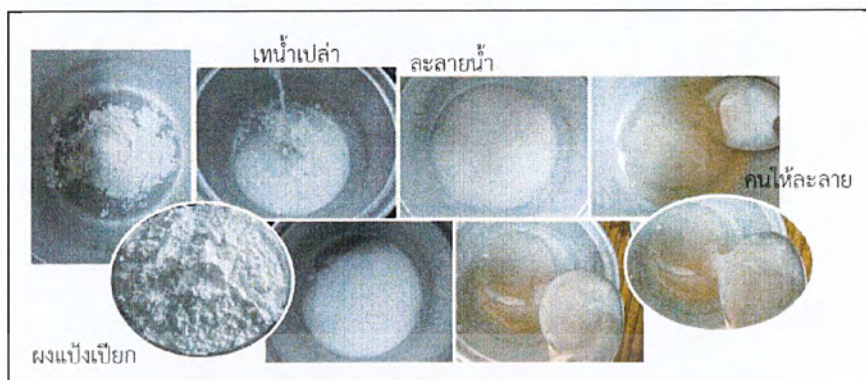
ด้วยกรรมวิธีและการเตรียมตัวประสานในรูปแบบต่างๆ เพื่อพิจารณาและเลือกแนวทางการผลิตที่เหมาะสม ด้วยกรรมวิธีต่างๆ ขึ้นตอนดังนี้

(1) การเตรียมตัวประสานจากธรรมชาติที่หาได้ทั่วไป การเตรียมตัวประสานที่จะนำมาผสมเพื่อการทดลองเป็นวัสดุ

(2) การขึ้นรูปวัสดุแบบแผ่น คือ การขึ้นรูปแบบแผ่น โดยใช้ตัวประสานที่หาได้ง่ายตามท้องถิ่น แบ่งตามชนิดตัวประสานได้ ดังนี้

การเตรียมตัวประสานจากธรรมชาติ โดยคัดเลือกเป็นกาวที่ได้จาก แป้ง ยางกระถิน และ ยางพารา

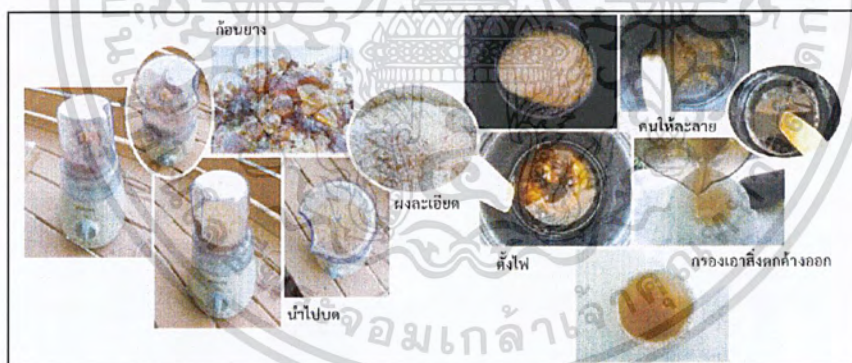
(2.1) ตัวประสานกาวแป้งเปียก



ภาพที่ 4.12 ขั้นตอนการทำกาวแป้งเปียก
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2556)

จากภาพที่ 4.12 ขั้นตอนการนำผงแป้งเปียก 200 กรัม ต่อ น้ำ ½ ลิตร ลงภาชนะความร้อน แล้วคนให้เข้ากันจากนั้นนำไปตั้งบนเตาไฟ โดยใช้ไฟอ่อนๆ คนไปเรื่อยๆ จนเหนียวเป็นกาวใสๆ แล้วยกลงจากเตาทิ้งไว้ให้เย็น

(2.2) ตัวประสานกาวยางกระถิน



ภาพที่ 4.13 ขั้นตอนการทำกาวยางกระถิน
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2556)

จากภาพที่ 4.13 ขั้นตอนการนำก้อนยางกระถินมาใส่เครื่องบดละเอียดเป็นผงๆ 300 กรัม ต่อน้ำ 100 ลิตร ลงภาชนะความร้อนแล้วคนให้เข้ากันจากนั้นนำไปตั้งบนเตาไฟโดยใช้ไฟอ่อนๆ คนไปเรื่อยๆ จนละลายเป็นน้ำใสๆคล้ายกาวแป้งเปียก แล้วยกลงจากเตาทิ้งไว้ให้เย็น

(2.3) ตัวประสานกาวยางพารา



ภาพโดย 4.14 กาวยางพารา

ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2556)

จากภาพที่ 4.14 กาวยางพาราเป็นกาวที่สำเร็จรูปมาใช้ในการกระบวนการผลิตอัดขึ้นรูป

(3) การเตรียมเศษวัสดุต่อซึ่งข้าวผสมคลุกให้เข้ากันกับตัวประสานเพื่อให้ได้อัตราส่วนระหว่างประสานและเศษวัสดุบดทั้ง 2 ชนิดเหมาะสมในการอัดแผ่นแบบเรียบ



ภาพที่ 4.15 การเตรียมวัสดุบด

ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2557)

จากภาพที่ 4.15 การเตรียมเศษวัสดุต่อซึ่งข้าวต้องมีการชั่งน้ำหนักของเศษวัสดุให้แน่นอน เพื่อให้ได้นามาผสมคลุกเข้ากับตัวประสานว่าจะใช้ในสัดส่วนเท่าไรจึงจะเหมาะสมและพอดี



ภาพที่ 4.16 เทกาวประสานในอัตราส่วนที่เหมาะสม

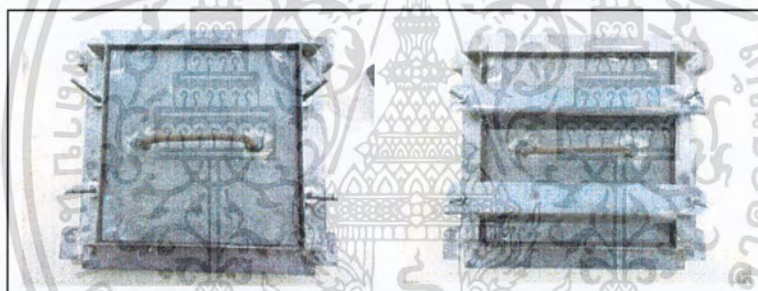
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2557) นั้น ไม่นอญูตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.16 เมื่อเทกาวประสานลงไปแล้ว ให้ทำการคลุกให้เข้ากันจนมีความรู้สึกกว่ากาว และเศษวัสดุจับตัวเป็นก้อนกับเนื้อวัสดุและตัวประสานกระจายตัวกันเข้ากันได้ดี



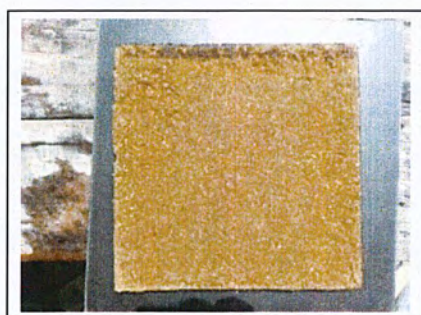
ภาพที่ 4.17 นำมาอัดใส่บล็อกพิมพ์ที่เตรียมไว้
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2557)

จากภาพที่ 4.17 เมื่อเศษวัสดุและตัวประสานเข้ากันได้ดีแล้ว จึงนำมาอัดใส่บล็อกอัดแผ่นที่เตรียมไว้ โดยนำมาไม้พายมาเกลี่ยกระจายให้มีความหนาที่เท่ากัน



ภาพที่ 4.18 นำมาอัดขึ้นรูปด้วยบล็อกอัดแผ่น
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2557)






จากภาพที่ 4.18 เมื่อเศษวัสดุและตัวประสานเข้ากันได้ดีแล้ว จึงนำแผ่นกดทับกดลงไป แล้วใช้แผ่นสำหรับยึดกดลงไป ไขน็อตทั้งสองข้างให้แน่น หลังจากนั้นนำไปตากแดด ประมาณ 3-5 วัน



ภาพที่ 4.19 นำแผ่นออกมาตากแดด เพื่อให้กาวและความชื้นแห้งสนิท
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในวงจำกัด โดยที่เอกสารนี้สงวนไว้เพื่อใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2557)

จากภาพที่ 4.19 โดยทำการทดลองอัดขึ้นรูปเป็นแผ่นวัสดุ และใช้กาวเป็นตัวประสานเพื่อทดสอบคุณสมบัติในด้านต่างๆ เพื่อตรวจสอบหาความแข็งแรงและสวยงามของเศษวัสดุ โดยจะเลือกอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบและกาวประสานที่ดีที่สุดสรุปลงในตารางเพื่อเปรียบเทียบและนำวัสดุที่ได้ นั้น ไปทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547)

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการทดสอบการอัดขึ้นรูปจากกระบวนการปั่นความเร็วต่อนาที โดยใช้กาวธรรมชาติเป็นตัวประสานในอัตราที่เหมาะสม

ตัวประสาน	กระบวนการทดลอง	รูปแบบวัสดุ	การวิเคราะห์คุณสมบัติ
กาวแป้งเปียก	ปั่นความเร็ว 1 นาที		ลักษณะการอัดขึ้นรูปที่พบ คือ มีลักษณะการจัดเรียงของเส้นใยไม่แน่น เนื่องจากวัสดุมีลักษณะแตกต่าง เมื่อใช้ตัวประสานเข้าแทรกซึมเกาะตัวได้แต่ทำให้วัสดุมีการพองตัว ไม่เรียบเนียน ทำให้มีผิวหน้าหยาบ และมีน้ำหนักรเบา
กาวแป้งเปียก	ปั่นความเร็ว 3 นาที		ลักษณะการอัดขึ้นรูปที่พบ คือ มีลักษณะการจัดเรียงของเส้นใยประสานกันได้แน่น เนื่องจากใช้ตัวประสานเข้าแทรกซึมเกาะตัวได้ดี ทำให้มีลักษณะผิวละเอียดแบบสม่ำเสมอ เรียบเนียน มีน้ำหนักรเบาและความแข็งแรง
กาวแป้งเปียก	ปั่นความเร็ว 5 นาที		ลักษณะการอัดขึ้นรูปที่พบ คือ มีลักษณะการจัดเรียงของเส้นใยได้แน่น เนื่องจากใช้ตัวประสานเข้าแทรกซึมเกาะตัวได้ดี ทำให้มีลักษณะผิวละเอียดมาก เรียบเนียน แต่ทำให้แตกหักง่าย เพราะไม่มีเส้นใยยึดเกาะกันได้
กาวยางกระถิน	ปั่นความเร็ว 1 นาที		ลักษณะการอัดขึ้นรูปที่พบ คือ มีลักษณะการจัดเรียงของเส้นใยแน่น เนื่องจากตัวประสานเข้าแทรกซึมเกาะตัวได้แต่ทำให้วัสดุมีเกาะตัวแน่น ทำให้มีผิวหน้าหยาบ ไม่เรียบเนียน และมีน้ำหนักรเบา
กาวยางกระถิน	ปั่นความเร็ว 3 นาที		ลักษณะการอัดขึ้นรูปที่พบ คือ มีลักษณะการจัดเรียงของเส้นใยประสานกันได้แน่น เนื่องจากใช้ตัวประสานเข้าแทรกซึมเกาะตัวได้ดี ทำให้มีลักษณะผิวละเอียดแบบสม่ำเสมอ เรียบเนียน มีน้ำหนักรมากกว่ากาวแป้งเปียกเล็กน้อยและมีความแข็งแรง






เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

ตัว ประสาน	กระบวนการ การทดลอง	รูปแบบวัสดุ	การวิเคราะห์คุณสมบัติ
กาว ยาง กระถิน	ปั่นความเร็ว 5 นาที		ลักษณะการอัดขึ้นรูปที่พบ คือ มีลักษณะการจัดเรียงของเส้นใยได้แน่น เนื่องจากใช้ตัวประสานเข้าแทรกซึมเกาะตัวได้ดี ทำให้มีลักษณะผิวละเอียดมาก เรียบเนียน มีน้ำหนักมากกว่า กาวแป้งเปียกเล็กน้อยและมีความแข็งแรง
กาว ยางพารา	ปั่นความเร็ว 1 นาที		ลักษณะการอัดขึ้นรูปที่พบ คือ มีลักษณะการจัดเรียงของเส้นใยแน่น เนื่องจากใช้ตัวประสานเข้าแทรกซึมเกาะตัวได้แต่ทำให้วัสดุมีการยืดหยุ่น ทำให้มีผิวหน้าขรุขระ และมีความแข็งแรง
กาว ยางพารา	ปั่นความเร็ว 3 นาที		ลักษณะการอัดขึ้นรูปที่พบ คือ มีลักษณะการจัดเรียงของเส้นใยประสานกันแน่น เนื่องจากใช้ตัวประสานเข้าแทรกซึมเกาะตัวได้ดี ทำให้มีลักษณะผิวละเอียดแบบสม่ำเสมอ เห็นลวดลายของเส้นใยได้ชัดเจน และมีความแข็งแรง
กาว ยางพารา	ปั่นความเร็ว 5 นาที		ลักษณะการอัดขึ้นรูปที่พบ คือ มีลักษณะการจัดเรียงของเส้นใยได้แน่น เนื่องจากใช้ตัวประสานเข้าแทรกซึมเกาะตัวได้ดี ทำให้มีลักษณะผิวละเอียดมาก เรียบเนียน ทำให้วัสดุมีการยืดหยุ่น เห็นลวดลายของเส้นใยได้ชัดเจน และมีความแข็งแรง

จากตารางที่ 4.8 พบว่า แสดงให้เห็นถึงการขึ้นรูปแบบแผ่น โดยอาศัยตัวประสานและวิธีการต่างๆ เพื่อที่จะพิจารณาวัสดุและตัวประสานที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ซึ่งเห็นว่าการวิธีการในการผลิตนั้นคือกาวประสานยางกระถินเหมาะสมที่สุด กับเศษวัสดุที่ปั่นความเร็วต่อ 3 นาที เนื่องจากผลการอัดแผ่นเรียบมีความสม่ำเสมอของแผ่น และเห็นวัสดุได้ชัดเจน ที่มีความแข็งแรงดีในการรับน้ำหนักและทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการทดสอบการอัดขึ้นรูปจากกระบวนการบด โดยใช้กาวธรรมชาติ เป็นตัวประสานในอัตราที่เหมาะสม

ตัวประสาน	กระบวนการทดลอง	รูปแบบวัสดุ	การวิเคราะห์คุณสมบัติ
กาวแป้งเปียก	เศษวัสดุที่ผ่านการบด ไม่ใช่ตะแกรงร่อน		ลักษณะการอัดขึ้นรูปที่พบ คือ วัสดุ มีการจัดเรียงแบบสม่ำเสมอ เนื่องจาก ตัวประสานเข้าแทรกซึมเกาะตัวได้แต่ ทำให้วัสดุมีเกาะตัวแน่น มีความแข็งแรง
กาวแป้งเปียก	เศษวัสดุที่ไม่สามารถผ่านตะแกรงร่อน 1.5 มิลลิเมตร		ลักษณะการอัดขึ้นรูปที่พบ คือ วัสดุ มีการจัดเรียงแบบสม่ำเสมอ มีลักษณะ ผิวละเอียดมาก เนื่องจากตัวประสานเข้าแทรกซึมเกาะตัวได้แต่ทำให้วัสดุมีเกาะตัวแน่น แต่หักแตกง่าย
กาวยางกระถิน	เศษวัสดุที่ผ่านการบด ไม่ใช่ตะแกรงร่อน		ลักษณะการอัดขึ้นรูปที่พบ คือ วัสดุ มีการจัดเรียงแบบสม่ำเสมอ เนื่องจาก ตัวประสานเข้าแทรกซึมเกาะตัวได้แต่ ทำให้วัสดุมีเกาะตัวแน่น มีความแข็งแรง
กาวยางกระถิน	เศษวัสดุที่ไม่สามารถผ่านตะแกรงร่อน 1.5 มิลลิเมตร		ลักษณะการอัดขึ้นรูปที่พบ คือ วัสดุ มีการจัดเรียงแบบสม่ำเสมอ มีลักษณะ ผิวละเอียดมาก เนื่องจากตัวประสานเข้าแทรกซึมเกาะตัวได้แต่ทำให้วัสดุมีเกาะตัวแน่น มีความแข็งแรง
กาวยางพารา	เศษวัสดุที่ผ่านการบด ไม่ใช่ตะแกรงร่อน		ลักษณะการอัดขึ้นรูปที่พบ คือ วัสดุ มีการจัดเรียงแบบสม่ำเสมอ เนื่องจาก ตัวประสานเข้าแทรกซึมเกาะตัวได้แต่ ทำให้วัสดุมีเกาะตัวแน่น ยืดหยุ่น มีความแข็งแรง
กาวยางพารา	เศษวัสดุที่ไม่สามารถผ่านตะแกรงร่อน 1.5 มิลลิเมตร		ลักษณะการอัดขึ้นรูปที่พบ คือ วัสดุ มีการจัดเรียงแบบสม่ำเสมอ มีลักษณะ ผิวละเอียดมาก เนื่องจากตัวประสานเข้าแทรกซึมเกาะตัวได้แต่ทำให้วัสดุมีเกาะตัวแน่น ยืดหยุ่น มีความแข็งแรง

จากตารางที่ 4.9 พบว่า แสดงให้เห็นถึงการขึ้นรูปแบบแผ่นโดยอาศัยตัวประสานและวิธีการต่างๆ เพื่อที่จะพิจารณาวัสดุและตัวประสานที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ซึ่งเห็นว่าการรวมวิธีการในการผลิตนั้นคือกาวประสานยางกระถินเหมาะสมที่สุดกับเศษวัสดุที่เศษวัสดุที่ผ่านการบด ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บด ไม่ใช่ตะแกรงร่อน เนื่องจากผลการอัดแผ่นเรียบมีความสม่ำเสมอของแผ่นและเห็นวัสดุได้ชัดเจนที่มีความความแข็งแรงดีในการรับน้ำหนักและทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี

4.2.4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบด้วยเครื่องทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547)

จากการอัดขึ้นรูปเป็นแผ่นจากเศษวัสดุต่อซังข้าวที่เหลือทิ้งทางการเกษตรด้วยกระบวนการพัฒนาจากการใช้ตัวประสานจากธรรมชาติ จำนวน 15 แผ่น ด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจงโดยการเลือกแผ่นออกมา 3 แผ่น ผู้วิจัยได้เลือกแผ่นที่นำไปทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547) ดังนี้



ภาพที่ 4.20 เศษวัสดุต่อซังข้าวที่ขึ้นรูปแบบแผ่น ขนาด 30x30 เซนติเมตร ที่มา : (ภาพโดย อรชลดดา ทับทิมดี. 2557)

จากภาพที่ 4.20 จากการทดสอบวัสดุต่อซังข้าวที่ขึ้นรูปแบบแผ่น จำนวน 3 แผ่น พบว่า เศษวัสดุที่ได้นำไปทดสอบคือตัวประสานจากกาวยางกระถินไปทำการวิเคราะห์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547) พบว่า 1. มีค่าความชื้นที่ 9.25 (Moisture content) 2. ความหนาแน่นที่ 0.37 (Density) 3. การพองตัวตามความหนาที่ 10.22 (Thickness Swelling) 4. ค่าสัมประสิทธิ์การแตกหักที่ 0.41 (MOR) 5. ค่าสัมประสิทธิ์การยืดหยุ่นที่ 124.20 (MOE) และ 6. ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า 0.004 (Internal Bonding) การที่ได้ผลการทดสอบหาค่าคุณสมบัติตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547) เพื่อให้ได้ผลการทดลองแผ่นวัสดุที่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน เพื่อที่จะนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ของการศึกษาและพัฒนาระบบการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว เมื่อผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบออกมาแล้วสามารถนำมาผลิตและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อีกทางหนึ่ง

4.2.4.4 ผลการวิเคราะห์กระบวนการทดลองการอัดเข้าพิมพ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

จากการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัดผลที่ได้คือ ตัวประสานกาวยางกระถิน ผู้วิจัยได้ทำการทดลองการอัดเข้าพิมพ์ด้วยกรรมวิธีและการเตรียมตัวประสานกาวยางกระถินทำการอัดเข้าพิมพ์ในรูปแบบต่างๆ เพื่อพิจารณาและเลือกแนวทางการผลิตที่เหมาะสม ด้วยกรรมวิธีต่างๆ ขึ้นตอนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4.4.1 การเตรียมแม่พิมพ์ ที่ใช้วัสดุอัดเข้าพิมพ์



ภาพที่ 4.21 การเตรียมอัดเข้าพิมพ์
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2558)

จากภาพที่ 4.21 การเตรียมแม่พิมพ์ แล้วทาวาสลินตามผิวด้านใน ปิดผิวด้วยพลาสติกห่ออาหารด้านใน จากนั้นประกบเข้าหากัน แล้วมัดด้วยเชือกเพื่อป้องกันไม่ให้คลาดเคลื่อน



ภาพที่ 4.22 การเตรียมวัสดุขี้ผึ้งและเทกาวประสานในอัตราส่วนที่เหมาะสม
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2558)

จากภาพที่ 4.22 การเตรียมเศษวัสดุต่อซึ่งข้าวมามผสมคลุกเคล้ากับตัวประสานว่าจะใช้ในสัดส่วนเท่าไรจึงจะเหมาะสมและพอดี



ภาพที่ 4.23 นำมาอัดเข้าพิมพ์ที่เตรียมไว้
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2558)

จากภาพที่ 4.23 เมื่อเศษวัสดุและตัวประสานเข้ากันได้ดีแล้ว จึงนำวัสดุมาแปะกดทับเรื่อยๆ ให้เต็มแม่พิมพ์และกดจนมีความหนาที่เท่ากัน แล้วนำไปตากแดด ประมาณ 3-4 วัน
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.24 นำวัสดุถอดออกมาตากแดด เพื่อให้กาวและความชื้นแห้งสนิท
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2558)

จากภาพที่ 4.24 โดยทำการทดลองอัดเข้าพิมพ์ และใช้กาวยางกระถินเป็นตัวประสาน ซึ่งสามารถทำได้หลายรูปแบบและมีความแข็งแรง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการอัดเป็นแผ่นและการอัดเข้าพิมพ์ จะใช้ระยะเวลาการรอให้แห้งต่างกัน ซึ่งการอัดเข้าพิมพ์จะใช้เวลาได้เร็วกว่าการอัดแผ่น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดการศึกษาใช้หลักการกระบวนการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ (ณัชวิชัย ติกุล. 2551 : 92-98) ซึ่งประกอบไปด้วย (1) การใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติให้มากที่สุด (2) กระบวนการผลิตให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (3) วัสดุสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (4) การใช้เทคโนโลยีที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาใช้ในการผลิต เป็นกรอบในการตัดสินใจและนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อีกทางหนึ่ง

4.2.4.5 ผลการวิเคราะห์กระบวนการทดลองทำกระดาดจากเศษวัสดุต่อซังข้าว

จากการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล จากการสัมภาษณ์ในเรื่องกรรมวิธีการทำกระดาด ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่การทดลองการทำกระดาดด้วยกรรมวิธีและการเศษวัสดุต่อซังข้าว ทำการขึ้นเฟรมประมาณ A3 ขนาด 30x42 เซนติเมตร เพื่อพิจารณาและเลือกแนวทางการผลิตที่เหมาะสม ด้วยกรรมวิธีต่างๆ ขึ้นตอนดังนี้

4.2.4.5.1 การเตรียมเศษวัสดุต่อซังข้าว ตัดเอาข้อปล้องออก แล้วแบ่งเป็นท่อนๆ 1-2 นิ้ว เพื่อที่จะเอาก้านและลำต้น แขน้ำทิ้งไว้ 1 คืน



ภาพที่ 4.25 การเตรียมวัสดุต่อซังข้าว
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2556)

จากภาพที่ 4.25 นำวัสดุต่อซังข้าวขึ้นมาทิ้งไว้สักระยะเพื่อที่จะเตรียมใส่ในหม้อต้ม ขึ้นที่แบ่งเป็นท่อนไว้ ประมาณ 600 กรัม มาย่อยในหม้อต้มเยื่อ ขนาด 3 ลิตร ใส่น้ำตามปริมาณสัดส่วนของฟางข้าว ใช้เวลาต้ม 2 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.26 นำวัสดุต่อซึ่งข้าวไปย่อยในหม้อต้ม
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2556)

จากภาพที่ 4.26 เมื่อต้มเยื่อเรียบร้อยแล้ว นำเยื่อที่ได้ในหม้อไปล้างน้ำให้สะอาด แล้วเตรียมตะแกรงสำหรับล้างเยื่อเพื่อล้างเมือกออกให้หมดนำเยื่อที่ได้ไปปั่นให้ละเอียด แล้วนำมาขึ้นเฟรมขนาดประมาณ 30x42 CM.



ภาพที่ 4.27 นำเยื่อล้างให้สะอาด
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2556)

จากภาพที่ 4.27 นำเยื่อที่จะกระจายจะใช้ประมาณ 70 กรัมเมื่อขึ้นเฟรมเรียบร้อยแล้ว นำไปผึ่งแดดอ่อนๆ ไม่ควรตากกลางแจ้ง ตากทิ้งไว้ประมาณ 1 วันหรือจนกระทั่งกระดาษแห้ง



ภาพที่ 4.28 นำวัสดุทอดออกมาตากแดด เพื่อให้กาวและความชื้นแห้งสนิท
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2556)

จากภาพที่ 4.28 จากการทดลองทำกระดาษ ผู้วิจัยทดลองแนวคิดหลักกระบวนการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ โดยไม่ใช้สารโซดาไฟ ให้กระดาษวัสดุต่อซึ่งข้าวมีลวดลายของเส้นใยปนกัน เพื่อที่จะนำแนวทางไปออกแบบผลิตภัณฑ์ และนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อีกทางหนึ่ง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการออกแบบผลิตภัณฑ์สิ่งแวดล้อมโดยการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

4.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสอบถามผู้บริโภค

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการสอบถามความคิดเห็นต่อเศษวัสดุต่อซังข้าวเพื่อศึกษาเป็นแนวทางในการศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม ตามวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษวัสดุต่อซังข้าว โดยการสอบถามเป็นกลุ่มผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว แบบสอบถามมีข้อความพร้อมภาพร่าง 20 แบบ ดังนี้



ภาพที่ 4.29 ภาพร่างชุดที่1 จำนวน 20 แบบ
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2558)

แบบสอบถามความคิดเห็นการพัฒนาระบบการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 5 ข้อ

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีเศษวัสดุต่อซังข้าวต่อจำนวน 5 ข้อ

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

4.3.1.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ลำดับ	รายการ	จำนวน n=(103)	ร้อยละ
1. เพศ	ชาย	26	28.16
	หญิง	74	71.84
รวม		103	100
2. อายุ	ต่ำกว่า 20 ปี	0	0.00
	20 – 25 ปี	3	2.91
	26 – 30 ปี	20	19.42
	31 – 35 ปี	27	26.21
	36 – 40 ปี	17	16.50
	41 – 45 ปี	21	20.39
	46 – 50 ปี	10	9.71
	มากกว่า 50 ปีขึ้นไป	5	4.85
รวม		103	100
3. อาชีพ	นักเรียน / นักศึกษา	10	9.71
	รับราชการ	34	33.01
	รัฐวิสาหกิจ	4	3.88
	พนักงานบริษัท	33	32.04
	ธุรกิจส่วนตัว	15	14.56
	อื่นๆ.....	7	6.80
รวม		130	100
4. ระดับรายได้เฉลี่ยต่อเดือน	ต่ำกว่า 5,000 บาท	13	12.62
	5,001 – 10,000 บาท	15	14.56
	10,001 – 20,000 บาท	25	24.27
	20,001 – 30,000 บาท	31	30.10
	30,001 – 40,000 บาท	12	11.65
	มากกว่า 40,000 บาท ขึ้นไป	7	6.80
รวม		103	100
5. ภูมิลำเนา	สุพรรณบุรี	75	72.82
	ต่างจังหวัด	28	27.18
รวม		103	100

จากตารางที่ 4.10 แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามพบว่า กลุ่มผู้บริโภครวมและผู้ที่มีสนใจในสินค้าผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว โดยการเรียงคะแนนจากมากไปหาน้อย 3 อันดับ ดังนี้ เป็นเพศหญิงมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 71.84 รองลงมาเป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 28.16 มีอายุระหว่าง 31 - 35 ปีมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 26.21 รองลงมาคือ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนเวลาไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อายุระหว่าง 41 - 45 ปี คิดเป็นร้อยละ 20.39 มีอายุระหว่าง 26 - 30 ปีน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 19.42 มีอาชีพรับราชการมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 33.01 รองลงมาคือ พนักงานบริษัท คิดเป็นร้อยละ 32.04 มีอาชีพธุรกิจส่วนตัวน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 14.56 มีรายได้เฉลี่ย 20,001 - 30,000 บาท มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 30.10 รองลงมาคือ 10,001 - 20,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 24.27 มีรายได้ 5,001 - 10,000 บาทน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 14.56 มีภูมิลำเนาอยู่ในจังหวัดสุพรรณบุรีมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 72.82 รองลงมาคือ อยู่ต่างจังหวัด คิดเป็นร้อยละ 27.18

4.3.1.2 ข้อมูลแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อเศรษฐกิจพอเพียง

ตารางที่ 4.11 แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อเศรษฐกิจพอเพียง

ลำดับ	รายการ	จำนวน n=(103)	ร้อยละ
1.	ท่านเคยเห็นเศรษฐกิจพอเพียงหรือผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากเศรษฐกิจพอเพียงหรือไม่		
	เคยเห็น	4	3.88
	ไม่เคยเห็น	99	96.12
	รวม	103	100
2.	ท่านคิดว่าเศรษฐกิจพอเพียงมีความน่าสนใจหรือไม่		
	มีความน่าสนใจ	99	96.12
	ไม่มีความน่าสนใจ	4	3.88
	รวม	103	100
3.	ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรกับการนำเศรษฐกิจพอเพียงมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์		
	มีความสวยงาม	34	33.01
	มีความน่าสนใจ	38	36.89
	มีความแปลกใหม่	27	26.21
	อื่นๆ	0	0.00
	ไม่มีความคิดเห็น	4	3.88
	รวม	103	100
4.	ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์จากเศรษฐกิจพอเพียงเหมาะสมกับการนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
	ฉลากกันห้อง	42	20.79
	กล่องเก็บของ	26	12.87
	เฟอร์นิเจอร์	45	23.76
	บรรจุภัณฑ์	8	3.96
	โคมไฟ	68	33.66
	ชุดรองอุปกรณ์รับประทานอาหาร	6	2.97
	อื่นๆ	4	1.98
	รวม	202	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	จำนวน n=(103)	ร้อยละ
5.	หากท่านต้องการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ ท่านจะพิจารณาเลือกซื้อจากองค์ประกอบใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
	มีความแปลกใหม่	26	11.06
	หน้าที่ของผลิตภัณฑ์ตรงตามการใช้สอย	41	17.45
	มีความปลอดภัยในการใช้งาน	22	9.36
	มีความแข็งแรงทนทาน	37	15.74
	สามารถใช้งานได้สะดวกสบาย	39	16.17
	มีรูปลักษณ์ที่สวยงาม	36	15.32
	ราคาเหมาะสม	21	8.94
	สามารถซ่อมแซมได้	14	5.96
	รวม	235	100

จากตารางที่ 4.11 แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อเศษวัสดุต่อซังข้าว พบว่า กลุ่มผู้บริหารและผู้สนใจในสินค้าผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว เมื่อสอบถามว่าท่านเคยเห็นเศษวัสดุต่อซังข้าวหรือผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากเศษวัสดุต่อซังข้าวหรือไม่พบว่ามีเคยเห็นมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 96.12 รองลงมาคือ เคยเห็น คิดเป็นร้อยละ 3.88 เมื่อสอบถามว่าท่านคิดว่าเศษวัสดุต่อซังข้าว มีความน่าสนใจมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 96.12 รองลงมาคือ ไม่มีความน่าสนใจ คิดเป็นร้อยละ 3.88 เมื่อสอบถามว่าท่านมีความคิดเห็นอย่างไรกับการนำเศษวัสดุต่อซังข้าวมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ พบว่า มีความน่าสนใจมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 36.89 รองลงมาคือ มีความสวยงาม คิดเป็นร้อยละ 33.01 รองลงมาคือ มีความแปลกใหม่ คิดเป็นร้อยละ 26.21 เมื่อสอบถามว่าท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าวเหมาะสมกับการนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใด พบว่า เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์ประเภทโคมไฟมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 33.66 รองลงมาคือ เฟอร์นิเจอร์ คิดเป็นร้อยละ 23.76 รองลงมาคือ ฉากกันห้อง คิดเป็นร้อยละ 20.79 เมื่อสอบถามว่าหากท่านต้องการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติท่านจะพิจารณาเลือกซื้อจากองค์ประกอบใดบ้าง พบว่า หน้าที่ของผลิตภัณฑ์ตรงตามการใช้สอยมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 17.45 รองลงมาคือ สามารถใช้งานได้สะดวกสบาย คิดเป็นร้อยละ 16.17 รองลงมาคือความแข็งแรงทนทาน คิดเป็นร้อยละ 15.74

4.3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

โดยการวิเคราะห์จากแบบสอบถามด้านในตัวผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเศษวัสดุต่อซังข้าว และความต้องการในการนำเศษวัสดุต่อซังข้าวไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทใด ซึ่งจะนำผลจากแบบสอบถามมาวิเคราะห์ทางด้านความต้องการในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ เพื่อมาเป็นแนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์ ที่เหมาะสมกับกลุ่มผู้บริหาร โดยการใช้เศษวัสดุต่อซังข้าวที่เหลือทิ้งทางการเกษตรมาทำเป็นผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามจากกลุ่มของผู้บริโภคมีความต้องการให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเศษวัสดุต่อซังข้าว เป็นประเภทชุดผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านโดยเลือกเป็นโคมไฟ และกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่อยู่ในช่วง วัยทำงานที่มีช่วงอายุ 31-35 ปี และให้ความสนใจในเรื่องของการนำเศษวัสดุต่อซังข้าวนำกลับมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความคุ้มค่าด้านประโยชน์ใช้สอย ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดในการออกแบบการออกแบบผลิตภัณฑ์ของ (สถาพร ดิบุญมี ณ ชุมแพ. 2550 : 54-59) เพื่อเลือกความสอดคล้องของภาพร่างผลิตภัณฑ์ประเภทของตกแต่งบ้าน เป็นโคมไฟ จำนวน 55 แบบ โดยใช้แนวความคิดจากเครื่องจักสาน ในรูปลักษณะเครื่องจักสานมีมาตั้งแต่สมัยก่อนที่เกิดคู่กับการดำรงชีวิตประจำวัน เป็นสิ่งสะท้อนถึงวิถีชีวิตของชาวบ้าน อันเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของท้องถิ่นและเป็นศิลปะของชาวบ้าน เครื่องจักสานพื้นบ้านของภาคกลางมีประเภทของใช้ครัวเรือน เครื่องใช้จับ ดัก กัก ต่างๆ ได้นำแรงบันดาลใจไปใช้หลักการออกแบบเพื่อหาแบบร่างที่มีความเหมาะสม ในการผลิต 5 แบบ มีดังนี้



ภาพที่ 4.30 ภาพร่างการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 50 แบบ
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2558)

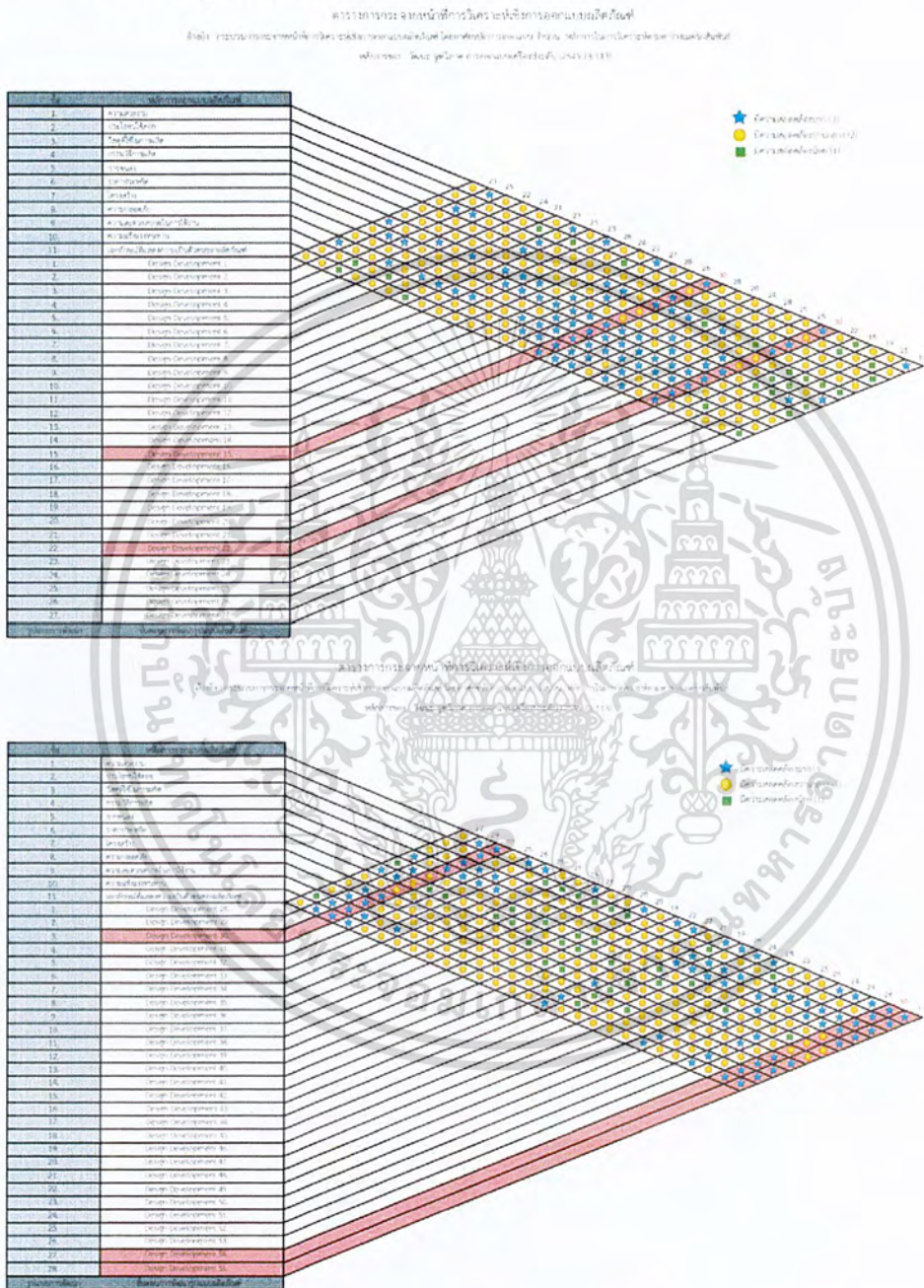
4.3.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการผลิตผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงการออกแบบตามตารางเมตริกสัมพัทธ์

การออกแบบร่าง เพื่อหารูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว โดยใช้ทฤษฎีวิิศวกรรมย้อนรอย โดยอาศัยหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ (วิรุณ ตั้งเจริญ. 2526 : 19) นำมาสร้างเกณฑ์หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์

ในการออกแบบครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำทฤษฎีวิศวกรรมย้อนรอย มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หารูปแบบในการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว โดยการสร้างแบบร่างแล้วนำมา ตัดทอนด้วยเกณฑ์พิจารณาค่าน้ำหนักคะแนน โดยใช้หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ 11 หลักการ 1.ความสวยงาม 2.ประโยชน์ใช้สอย 3.วัสดุที่ใช้ในการผลิต 4.กรรมวิธีการผลิต 5.การขนส่ง 6.ราคาประหยัด 7.โครงสร้าง 8.ความปลอดภัย 9.คามสะดวกสบายในการใช้งาน 10.ความแข็งแรงทนทาน 11.เอกลักษณ์ที่แสดงความเป็นตัวตนของผลิตภัณฑ์ เพื่อหาค่าคะแนนที่อยู่ในระดับสูงและรองลงมาตามลำดับ นำเข้าสู่เกณฑ์พิจารณาต่อไปโดยสร้างเครื่องมือแบบสอบถามเพื่อนำเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และการออกแบบ พิจารณาให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ โดยการสร้างตารางมี
เกณฑ์ตัดสินค่าคะแนนดังนี้

ตารางที่ 4.12 แสดงการพิจารณารูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว โดยใช้ทฤษฎีการกระจาย
หน้าที่เชิงคุณภาพ วิศวกรรมย้อนรอย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

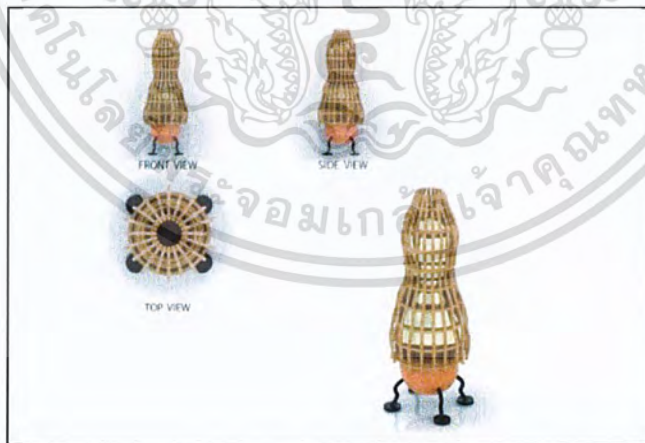
ตารางที่ 4.13 แสดงการวิเคราะห์สรูปผลตัดทอนรูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

รูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

				
รูปแบบที่ 1 (หมายเลข 15)	รูปแบบที่ 2 (หมายเลข 22)	รูปแบบที่ 3 (หมายเลข 30)	รูปแบบที่ 4 (หมายเลข 54)	รูปแบบที่ 5 (หมายเลข 55)

จากตารางที่ 4.13 แสดงการวิเคราะห์ผลสรูปการตัดทอนรูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าวที่ร่วมกับการสาน จำนวน 10 รูปแบบให้เหลือเพียง 5 รูปแบบ โดยใช้ทฤษฎีวิิศวกรรมย้อนรอยพบว่า รูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าวที่ใช้แนวความคิดจากจักสานภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีความน่าสนใจและสอดคล้องกับกรอบแนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์ ได้แก่ รูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าวที่ใช้แนวความคิดจากจักสานภูมิปัญญาท้องถิ่น หมายเลข 15,22,30,54 และ 55

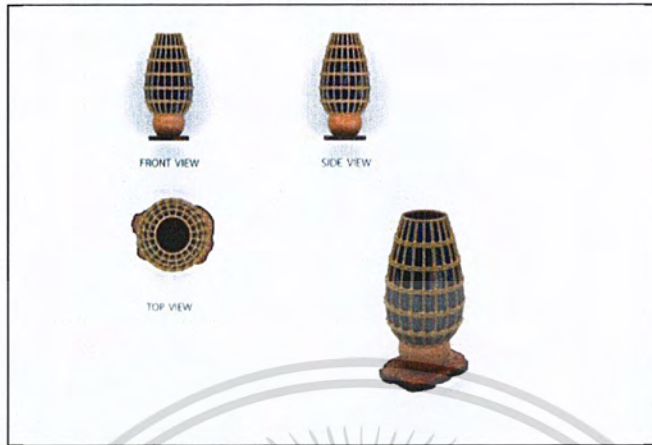
4.3.2.2 ผลการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว ได้มีการศึกษาถึงสวดลาย การสานของภูมิปัญญาท้องถิ่นมาผสมผสานกัน โดยสอดคล้องกับแนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์ และใช้วิศวกรรมย้อนรอยในการตัดทอนรูปแบบผลิตภัณฑ์ให้เหลือจำนวน 5 รูปแบบ นำไปเขียนโปรแกรม 3 มิติด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้รูปแบบผลิตภัณฑ์มีความสมจริงมากที่สุด จากนั้นนำรูปแบบที่ได้ให้ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการผลิตและการออกแบบผลิตภัณฑ์ประเมินผลดังนี้



ภาพที่ 4.31 รูปแบบผลิตภัณฑ์ รูปแบบที่ 1
ที่มา : (ภาพโดย อรชลดา หับทิมดี. 2558)

จากรูปแบบที่ 4.31 ผู้วิจัยได้ออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าวที่ใช้แนวความคิดจากจักสานภูมิปัญญาท้องถิ่น เป็นรูปทรงที่ได้แรงบันดาลใจจากไซตักปลาของภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งเอารูปลักษณะของไซตักปลามาประยุกต์ใช้ในการออกแบบรูปทรงมาผสมผสานกัน จากโครงสร้างเป็นวัสดุเอกลีสารเป็นเอกลีสารทสวงนโสภาหีบการเข่งานเพื่อกการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างๆ ประกอบด้วยไม้ไผ่เส้นเล็กๆนำมาสานกัน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีรูปลักษณะที่โดดเด่นและแสดงถึงความเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นด้วย



ภาพที่ 4.32 รูปแบบผลิตภัณฑ์ รูปแบบที่ 2
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2558)

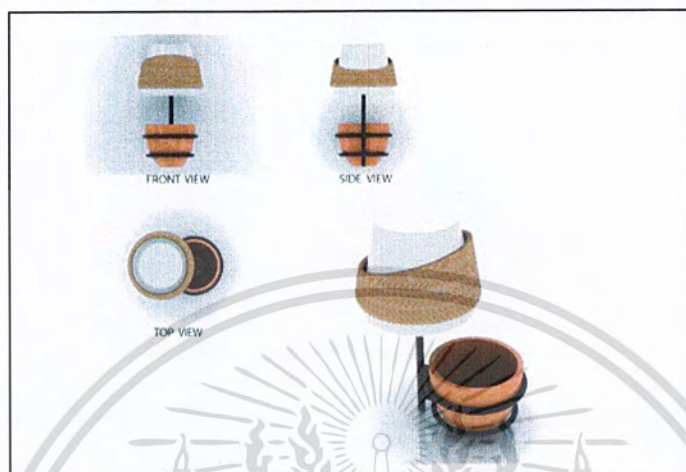
จากรูปแบบที่ 4.32 ผู้วิจัยได้ออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าวที่ใช้แนวคิดจากจักสาน โดยใช้รูปทรงที่ได้แรงบันดาลใจจากส้มจับปลาของภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งเอารูปลักษณะของส้มจับปลา และลวดลายการสาน มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบรูปทรงโดยการตัดทอนแล้วมาผสมผสานกัน จากโครงสร้างเป็นวัสดุต่างๆ ประกอบด้วยไม้ไผ่นำมาสาน และแสงไฟเป็นองค์ประกอบให้ได้ภาพลักษณ์ของความแข็งแรงและสวยงาม เป็นผลิตภัณฑ์ที่แสดงถึงความเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นอีกด้วย



ภาพที่ 4.33 รูปแบบผลิตภัณฑ์ รูปแบบที่ 3
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2558)

จากรูปแบบที่ 4.33 ผู้วิจัยได้ออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าวที่ใช้แนวคิดจากจักสาน โดยนำเอาลวดลายการสานที่ได้แรงบันดาลใจจากซุงที่เป็นการจักสานของภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งเอาไม่วากรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปลักษณะของลวดลายมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบรูปทรงโดยการตัดทอนแล้วมาผสมผสานกัน จากโครงสร้างเป็นวัสดุต่างๆ ประกอบด้วยไม้ไผ่สาน เหล็กและแสงไฟเป็นองค์ประกอบให้ได้ ภาพลักษณะของความแข็งแรงและสวยงาม ประโยชน์ใช้สอยจะทำให้สามารถวางได้ในหลายสถานที่ และเป็นผลิตภัณฑ์ที่แสดงถึงความเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นอีกด้วย



ภาพที่ 4.34 รูปแบบผลิตภัณฑ์ รูปแบบที่ 4
ที่มา : (ภาพโดย อรชลดดา ทับทิมดี. 2558)

จากรูปแบบที่ 4.34 ผู้วิจัยได้ออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซึ่งข้าวที่ใช้แนวคิดจากจักสาน โดยนำเอาลวดลายการสานที่ได้แรงบันดาลใจจากขนางเป็นเครื่องจักสานของภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งเอารูปลักษณะของลวดลายมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบรูปทรงโดยการตัดทอนแล้วมาผสมผสานกัน จากโครงสร้างเป็นวัสดุต่างๆ ประกอบด้วยไม้ไผ่สาน เหล็กและแสงไฟเป็นองค์ประกอบให้ได้ ภาพลักษณะของความแข็งแรงและสวยงาม และเป็นผลิตภัณฑ์ที่แสดงถึงความเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นอีกด้วย



ภาพที่ 4.35 รูปแบบผลิตภัณฑ์ รูปแบบที่ 5

ที่มา : (ภาพโดย อรชลดดา ทับทิมดี. 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนเวลาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปแบบที่ 4.35 ผู้วิจัยได้ออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าวที่ใช้แนวคิดจากจักสาน โดยนำเอารูปทรงที่ได้แรงบันดาลใจจากกระติบข้าวเหนียว ซึ่งเอารูปลักษณะของการจักสานมาประยุกต์ ใช้ในการออกแบบรูปทรงโดยการตัดทอนแล้วมาผสมผสานกัน จากโครงสร้างเป็นวัสดุต่างๆ ประกอบด้วยไม้ไผ่สาน เหล็กและแสงไฟเป็นองค์ประกอบให้ได้ภาพลักษณ์ของความแข็งแรงและสวยงาม ประโยชน์ ใช้สอยจะทำให้สามารถวางได้ในหลายสถานที่ และเป็นผลิตภัณฑ์ที่แสดงถึงความเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่น อีกด้วย

4.3.5 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์จากกระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

ผลการวิเคราะห์แบบประเมินการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าวทำการประเมิน โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์ประเมินตามมาตรฐานประเมินค่าระดับ (Rating Scale) ดังนี้



ภาพที่ 4.36 รูปแบบผลิตภัณฑ์จากจากกระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว ทั้ง 5 แบบ

ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 แสดงผลการวิเคราะห์แบบประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว รูปแบบที่ 1

ลำดับ	เกณฑ์การประเมิน	ระดับความคิดเห็นรูปแบบที่ 1 (n= 6 คน)		
		ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ค่าเบี่ยงเบน (S.D.)	ระดับ ความ คิดเห็น
1. ด้านความคิดสร้างสรรค์				
1.1	รูปทรงและลวดลายมีความเหมาะสมกับการใช้งาน	4.17	0.41	มาก
1.2	รูปลักษณะของผลิตภัณฑ์มีความเอกลักษณ์เฉพาะตัวที่โดดเด่น	4.33	0.52	มาก
1.3	ผลิตภัณฑ์ช่วยสร้างความแปลกใหม่ให้กับรูปแบบสินค้าที่มีในท้องตลาด	3.83	0.41	มาก
รวม		4.11	1.59	มาก
2. ด้านความสวยงาม				
2.1	ความสวยงามของผลิตภัณฑ์	4.33	0.52	มาก
2.2	ลวดลายของผลิตภัณฑ์	3.50	0.55	ปานกลาง
2.3	วัสดุมีความสวยงาม	3.67	0.52	มาก
2.4	รูปทรงมีความสวยงาม	3.83	0.41	มาก
2.5	ความสวยงามของการผสมผสานระหว่างวัสดุ	3.83	0.41	มาก
รวม		3.83	0.48	มาก
3.ด้านประโยชน์ใช้สอย				
3.1	ผลิตภัณฑ์ที่ใช้สอยมากขึ้น	4.17	0.75	มาก
3.2	ผลิตภัณฑ์ตอบสนองการใช้งานได้ดี	4.17	0.75	มาก
3.3	รูปทรงเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอย	4.00	0.52	มาก
รวม		4.11	0.71	มาก


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 (ต่อ)

ลำดับ	เกณฑ์การประเมิน	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ค่า เบี่ยงเบน (S.D.)	ระดับ ความ คิดเห็น
4.ความเหมาะสมกับวัสดุและกระบวนการผลิต				
4.1	วัสดุมีความเหมาะสมกับกรรมวิธีการผลิตที่มีผลต่อ สิ่งแวดล้อม	4.50	0.55	มาก
4.2	วัสดุมีความแข็งแรงทนทาน	3.83	0.41	มาก
4.3	การผสมผสานระหว่างวัสดุ	3.83	0.41	มาก
4.4	กรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสม	3.83	0.41	มาก
รวม		4.00	0.45	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด		3.99	0.51	มาก
ระดับความเหมาะสม		มาก		

จากตารางที่ 4.14 แบบประเมินการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว ผลการประเมินของรูปแบบที่ 1 ในภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=3.99$) (S.D.=0.51) และเมื่อพิจารณารายข้อรวมพบว่า ส่วนใหญ่สอดคล้องกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากันในระดับมาก ดังนี้ มีความคิดเห็นในด้านความคิดสร้างสรรค์มากที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=4.11$) (S.D.=1.59) รองลงมา ด้านประโยชน์ใช้สอยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=4.11$) (S.D.=0.71) รองลงมา ด้านความเหมาะสมกับวัสดุและกระบวนการผลิตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=4.00$) (S.D.=0.45) และด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=3.83$) (S.D.=0.48) อยู่ในลำดับสุดท้าย

ตารางที่ 4.15 แสดงผลการวิเคราะห์แบบประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว รูปแบบที่ 2

ลำดับ	เกณฑ์การประเมิน	ระดับความคิดเห็นรูปแบบที่ 2 (n= 6 คน)		
		ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ค่า เบี่ยงเบน (S.D.)	ระดับความ คิดเห็น
				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 (ต่อ)

ลำดับ	เกณฑ์การประเมิน	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ค่า เบี่ยงเบน (S.D.)	ระดับ ความ คิดเห็น
1. ด้านความคิดสร้างสรรค์				
1.1	รูปทรงและลวดลายมีความเหมาะสมกับการใช้งาน	4.17	0.41	มาก
1.2	รูปลักษณะของผลิตภัณฑ์มีความเอกลักษณ์เฉพาะตัวที่โดดเด่น	4.50	0.55	มาก
1.3	ผลิตภัณฑ์ช่วยสร้างความแปลกใหม่ให้กับรูปแบบสินค้าที่มีในท้องตลาด	3.67	0.52	มาก
รวม		4.11	0.49	มาก
2. ด้านความสวยงาม				
2.1	ความสวยงามของผลิตภัณฑ์	4.33	0.52	มาก
2.2	ลวดลายของผลิตภัณฑ์	3.67	0.52	มาก
2.3	วัสดุมีความสวยงาม	3.67	0.52	มาก
2.4	รูปทรงมีความสวยงาม	3.83	0.41	มาก
2.5	ความสวยงามของการผสมผสานระหว่างวัสดุ	3.67	0.52	มาก
รวม		3.83	0.50	มาก
3.ด้านประโยชน์ใช้สอย				
3.1	ผลิตภัณฑ์ที่ใช้สอยมากขึ้น	4.17	0.75	มาก
3.2	ผลิตภัณฑ์ตอบสนองการใช้งานได้ดี	4.17	0.75	มาก
3.3	รูปทรงเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอย	4.33	0.52	มาก
รวม		4.22	0.67	มาก
4.ความเหมาะสมกับวัสดุและกระบวนการผลิต				
4.1	วัสดุมีความเหมาะสมกับกรรมวิธีการผลิตที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อม	4.50	0.55	มาก
4.2	วัสดุมีความแข็งแรงทนทาน	3.67	0.52	มาก
4.3	การผสมผสานระหว่างวัสดุ	3.83	0.41	มาก
4.4	กรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสม	3.83	0.41	มาก
รวม		3.96	0.47	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด		4.00	0.52	มาก
ระดับความเหมาะสม		มาก		

จากตารางที่ 4.15 แบบประเมินการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว ผลการประเมินของรูปแบบที่ 2 ในภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=4.00$) (S.D.=0.52) และเมื่อพิจารณารายข้อรวมพบว่า ส่วนใหญ่สอดคล้องกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากันในระดับมาก ดังนี้ มีความคิดเห็นในด้านประโยชน์ใช้สอยมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

($\bar{x}=4.22$) (S.D.=0.67) รองลงมา ด้านความคิดสร้างสรรค์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=4.11$) (S.D.=0.49) รองลงมา ด้านความเหมาะสมกับวัสดุและกระบวนการผลิตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=4.00$) (S.D.=0.45) และด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=3.83$) (S.D.=0.48) อยู่ในลำดับสุดท้าย

ตารางที่ 4.16 แสดงผลการวิเคราะห์แบบประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว รูปแบบที่ 3

ลำดับ	เกณฑ์การประเมิน	ระดับความคิดเห็นรูปแบบที่ 3 (n= 6 คน)		
		ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ค่า เบี่ยงเบน (S.D.)	ระดับ ความ คิดเห็น
1. ด้านความคิดสร้างสรรค์				
1.1	รูปทรงและลวดลายมีความเหมาะสมกับการใช้งาน	4.17	0.75	มาก
1.2	รูปลักษณะของผลิตภัณฑ์มีความเอกลักษณ์เฉพาะตัวที่โดดเด่น	3.83	0.75	มาก
1.3	ผลิตภัณฑ์ช่วยสร้างความแปลกใหม่ให้กับรูปแบบสินค้าที่มีในท้องตลาด	3.67	0.52	มาก
รวม		3.89	0.67	มาก
2. ด้านความสวยงาม				
2.1	ความสวยงามของผลิตภัณฑ์	4.17	0.41	มาก
2.2	ลวดลายของผลิตภัณฑ์	3.33	0.52	มาก
2.3	วัสดุมีความสวยงาม	3.50	0.55	มาก
2.4	รูปทรงมีความสวยงาม	3.83	0.41	มาก
2.5	ความสวยงามของการผสมผสานระหว่างวัสดุ	3.50	0.55	มาก
รวม		3.67	0.49	มาก
3.ด้านประโยชน์ใช้สอย				
3.1	ผลิตภัณฑ์ที่ใช้สอยมากขึ้น	4.17	0.41	มาก
3.2	ผลิตภัณฑ์ตอบสนองการใช้งานได้ดี	4.17	0.41	มาก
3.3	รูปทรงเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอย	3.83	0.41	มาก
รวม		4.06	0.41	มาก


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

ลำดับ	เกณฑ์การประเมิน	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ค่า เบี่ยงเบน (S.D.)	ระดับ ความ คิดเห็น
4.ความเหมาะสมกับวัสดุและกระบวนการผลิต				
4.1	วัสดุมีความเหมาะสมกับกรรมวิธีการผลิตที่มีผลต่อ สิ่งแวดล้อม	4.17	0.41	มาก
4.2	วัสดุมีความแข็งแรงทนทาน	3.50	0.55	ปานกลาง
4.3	การผสมผสานระหว่างวัสดุ	3.83	0.41	มาก
4.4	กรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสม	3.67	0.52	มาก
รวม		3.79	0.47	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด		3.82	0.50	มาก
ระดับความเหมาะสม		มาก		

จากตารางที่ 4.16 แบบประเมินการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว ผลการประเมินของรูปแบบที่ 3 ในภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=3.82$) (S.D.=0.50) และเมื่อพิจารณารายข้อรวมพบว่า ส่วนใหญ่สอดคล้องกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากันในระดับมาก ดังนี้ มีความคิดเห็นในด้านประโยชน์ใช้สอยมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=4.06$) (S.D.=0.41) รองลงมา ด้านความคิดสร้างสรรค์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=3.89$) (S.D.=0.67) รองลงมา ด้านความเหมาะสมกับวัสดุและกระบวนการผลิตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=3.79$) (S.D.=0.47) และด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=3.67$) (S.D.=0.49) อยู่ในลำดับสุดท้าย

ตารางที่ 4.17 แสดงผลการวิเคราะห์แบบประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว รูปแบบที่ 4

ลำดับ	เกณฑ์การประเมิน	ระดับความคิดเห็นรูปแบบที่ 4 (n= 6 คน)		
		ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ค่า เบี่ยงเบน (S.D.)	ระดับ ความ คิดเห็น
				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 (ต่อ)

ลำดับ	เกณฑ์การประเมิน	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ค่า เบี่ยงเบน (S.D.)	ระดับ ความ คิดเห็น
1. ด้านความคิดสร้างสรรค์				
1.1	รูปทรงและลวดลายมีความเหมาะสมกับการใช้งาน	3.67	0.75	มาก
1.2	รูปลักษณะของผลิตภัณฑ์มีความเอกลักษณ์เฉพาะตัวที่โดดเด่น	3.67	0.75	มาก
1.3	ผลิตภัณฑ์ช่วยสร้างความแปลกใหม่ให้กับรูปแบบสินค้าที่มีในท้องตลาด	3.33	0.52	ปานกลาง
รวม		3.56	0.67	มาก
2. ด้านความสวยงาม				
2.1	ความสวยงามของผลิตภัณฑ์	4.17	0.41	มาก
2.2	ลวดลายของผลิตภัณฑ์	3.50	0.55	มาก
2.3	วัสดุมีความสวยงาม	3.67	0.52	มาก
2.4	รูปทรงมีความสวยงาม	3.67	0.52	มาก
2.5	ความสวยงามของการผสมผสานระหว่างวัสดุ	3.67	0.52	มาก
รวม		3.74	0.50	มาก
3.ด้านประโยชน์ใช้สอย				
3.1	ผลิตภัณฑ์ที่ใช้สอยมากขึ้น	4.00	0.63	มาก
3.2	ผลิตภัณฑ์ตอบสนองการใช้งานได้ดี	4.17	0.75	มาก
3.3	รูปทรงเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอย	4.00	0.63	มาก
รวม		4.06	0.67	มาก
4.ความเหมาะสมกับวัสดุและกระบวนการผลิต				
4.1	วัสดุมีความเหมาะสมกับกรรมวิธีการผลิตที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อม	4.17	0.41	มาก
4.2	วัสดุมีความแข็งแรงทนทาน	3.67	0.52	มาก
4.3	การผสมผสานระหว่างวัสดุ	3.83	0.41	มาก
4.4	กรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสม	3.50	0.55	ปานกลาง
รวม		3.79	0.47	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด		3.78	0.55	มาก
ระดับความเหมาะสม		มาก		

จากตารางที่ 4.17 แบบประเมินการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว ผลการประเมินของรูปแบบที่ 4 ในภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=3.78$) (S.D.=0.55) และเมื่อพิจารณารายข้อรวมพบว่า ส่วนใหญ่สอดคล้องกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากันในระดับมาก ดังนี้ มีความคิดเห็นในด้านประโยชน์ใช้สอยมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

($\bar{x}=4.06$) (S.D.=0.67) รองลงมา ด้านความเหมาะสมกับวัสดุและกระบวนการผลิตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=3.79$) (S.D.=0.47) รองลงมา ด้านความสวยงามมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=3.74$) (S.D.=0.50) และ ด้านความคิดสร้างสรรค์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=3.56$) (S.D.=0.67) อยู่ในลำดับสุดท้าย

ตารางที่ 4.18 แสดงผลการวิเคราะห์แบบประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว รูปแบบที่ 5

ลำดับ	เกณฑ์การประเมิน	ระดับความคิดเห็นรูปแบบที่ 5 (n= 6 คน)		
		ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ค่า เบี่ยงเบน (S.D.)	ระดับ ความ คิดเห็น
1. ด้านความคิดสร้างสรรค์				
1.1	รูปทรงและลวดลายมีความเหมาะสมกับการใช้งาน	3.83	0.41	มาก
1.2	รูปลักษณะของผลิตภัณฑ์มีความเอกลักษณ์เฉพาะตัวที่โดดเด่น	4.00	0.89	มาก
1.3	ผลิตภัณฑ์ช่วยสร้างความแปลกใหม่ให้กับรูปแบบสินค้าที่มีในท้องตลาด	3.33	0.52	ปานกลาง
รวม		3.72	0.61	มาก
2. ด้านความสวยงาม				
2.1	ความสวยงามของผลิตภัณฑ์	4.17	0.41	มาก
2.2	ลวดลายของผลิตภัณฑ์	3.67	0.52	มาก
2.3	วัสดุมีความสวยงาม	3.83	0.41	มาก
2.4	รูปทรงมีความสวยงาม	3.83	0.41	มาก
2.5	ความสวยงามของการผสมผสานระหว่างวัสดุ	3.83	0.41	มาก
รวม		3.87	0.43	มาก
3.ด้านประโยชน์ใช้สอย				
3.1	ผลิตภัณฑ์ที่ใช้สอยมากขึ้น	4.17	0.75	มาก
3.2	ผลิตภัณฑ์ตอบสนองการใช้งานได้ดี	4.33	0.82	มาก
3.3	รูปทรงเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอย	4.17	0.75	มาก
รวม		4.22	0.77	มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 (ต่อ)

ลำดับ	เกณฑ์การประเมิน	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ค่า เบี่ยงเบน (S.D.)	ระดับ ความ คิดเห็น
4.ความเหมาะสมกับวัสดุและกระบวนการผลิต				
4.1	วัสดุมีความเหมาะสมกับกรรมวิธีการผลิตที่มีผลต่อ สิ่งแวดล้อม	4.33	0.52	มาก
4.2	วัสดุมีความแข็งแรงทนทาน	3.83	0.41	มาก
4.3	การผสมผสานระหว่างวัสดุ	3.83	0.41	มาก
4.4	กรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสม	3.67	0.52	ปานกลาง
รวม		3.92	0.47	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด		3.92	0.54	มาก
ระดับความเหมาะสม		มาก		

จากตารางที่ 4.18 แบบประเมินการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว ผลการประเมินของรูปแบบที่ 4 ในภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=3.92$) (S.D.=0.54) และเมื่อพิจารณารายข้อรวมพบว่า ส่วนใหญ่สอดคล้องกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากันในระดับมาก ดังนี้ มีความคิดเห็นในด้านประโยชน์ใช้สอยมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=4.22$) (S.D.=0.77) รองลงมา ด้านความเหมาะสมกับวัสดุและกระบวนการผลิตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=3.92$) (S.D.=0.47) รองลงมา ด้านความสวยงามมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=3.87$) (S.D.=0.43) และด้านความคิดสร้างสรรค์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=3.72$) (S.D.=0.61) อยู่ในลำดับสุดท้าย

ข้อเสนอแนะ ควรจะใช้เศษวัสดุทำขึ้นทั้งรูปแบบ, ควรจะเน้นวัสดุให้เด่นกว่านี้, ควรน่าจะทำเป็นวัสดุขึ้นทั้งรูปแบบให้เด่นกว่าจักรสาน, ควรจะทำผลิตภัณฑ์ใช้สอยได้มากกว่า, ผลิตภัณฑ์มีความน่าสนใจหากใช้วัสดุขึ้นรูปทั้งชุดเลยจะดี

จากการประเมินการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าวทั้ง 5 รูปแบบ พบว่า ผลิตภัณฑ์โคมไฟรูปแบบที่ 2 มีความเหมาะสมในการนำไปผลิตจริง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}=3.99$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.51) รองลงมาคือ ผลิตภัณฑ์โคมไฟรูปแบบที่ 1 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}=4.00$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.52) รองลงมาคือ ผลิตภัณฑ์โคมไฟรูปแบบที่ 5 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}=3.92$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.54) รองลงมาคือ ผลิตภัณฑ์โคมไฟรูปแบบที่ 3 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}=3.82$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.50) และผลิตภัณฑ์โคมไฟรูปแบบที่ 4 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}=3.78$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.55)

4.3.5 ขั้นตอนกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์จากกระบวนการผลิตวัสดุที่ทำจากเศษวัสดุต่อ ซึ่งข้าวที่เหลือทิ้งทางการเกษตร

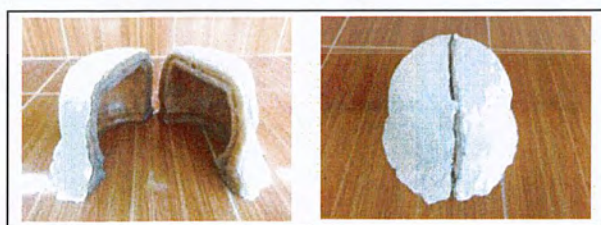
ผู้วิจัยได้ดำเนินการผลิต โดยมีลำดับขั้นตอนสรุปได้ดังนี้

1. เตรียมเศษวัสดุต่อซึ่งข้าวที่ได้ทำการทดลองและวิเคราะห์แล้วว่ามีความเหมาะสมที่สุด จะนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านประเภทโคมไฟ
2. นำแบบแม่พิมพ์เพื่อที่จะขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์โคมไฟ
3. ใช้กระบวนการขึ้นรูปโดยนำวัสดุต่อซึ่งข้าวอัดเข้าพิมพ์ที่ทำขึ้นเองตามขนาดของผลิตภัณฑ์โคมไฟ
4. นำเศษวัสดุต่อซึ่งข้าวผสมกับตัวประสานมาอัดเข้าพิมพ์ตามรูปแบบแม่พิมพ์ที่กำหนดไว้
5. เก็บรายละเอียดของชิ้นงานวัสดุที่ได้อัดเข้าพิมพ์ตามต้นแบบแม่พิมพ์
6. นำฐานไม้ ยึดติดกับฐานตัวชิ้นงานวัสดุ
7. ทำการติดตั้งหลอดไฟในตัวผลิตภัณฑ์โคมไฟ
8. ทำฐานเพื่อขึ้นตัวโคมไฟ ด้วยการสานไม้ไผ่
9. นำตัวโคมไฟไม้ไผ่ ติดกระดาษวัสดุต่อซึ่งข้าว
10. จากนั้นนำมาประกอบเป็นผลิตภัณฑ์โคมไฟ



ภาพที่ 4.37 เตรียมเศษวัสดุต่อซึ่งข้าว
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2557)

จากภาพที่ 4.37 จากการคัดเลือกเศษวัสดุต่อซึ่งข้าวที่ผ่านการบดไม่ใช่ตะแกรงร้อน มีคุณสมบัติที่เหมาะสมคือ การคัดเลือกที่มีเศษขนาดชิ้นใหญ่เล็กปนกันมีการยึดเกาะตัวได้ดี เป็นกระบวนการที่ใช้เวลาได้วัสดุเร็วขึ้น



ภาพที่ 4.38 แบบแม่พิมพ์ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2558)

จากภาพที่ 4.38 เตรียมแบบแม่พิมพ์มียางพาราเสริมอยู่ด้านใน เพื่อที่จะขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์
โคมไฟ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.39 การเตรียมอัดเข้าพิมพ์
ที่มา : (ภาพโดย อรชลดา ทับทิมดี. 2558)

จากภาพที่ 4.39 ทาวาสลีนตามผิวของยางพารา แล้วปิดด้วยพลาสติกห่ออาหาร จากนั้นนำมาประกบเข้าหากัน แล้วมัดด้วยเชือกเพื่อป้องกันไม่ให้คลาดเคลื่อน



ภาพที่ 4.40 การเตรียมวัตถุดิบและตัวกาวประสาน
ที่มา : (ภาพโดย อรชลดา ทับทิมดี. 2558)

จากภาพที่ 4.40 นำเศษวัสดุต่อซึ่งข้าวมาผสมคลุกเคล้ากับตัวประสานในสัดส่วนว่าจะใช้ในสัดส่วนเท่าไรจึงจะเหมาะสมและพอดี



ภาพที่ 4.41 นำมาอัดเข้าพิมพ์ที่เตรียมไว้
ที่มา : (ภาพโดย อรชลดา ทับทิมดี. 2558)

จากภาพที่ 4.41 เมื่อเศษวัสดุกับตัวประสานเข้ากันดีแล้ว นำเศษวัสดุมาแปะกุดเรื่อยๆ ให้เต็มแม่พิมพ์และกุดจนมีความหนาที่เท่ากัน แล้วนำไปตากแดด 3 -4 วัน



ภาพที่ 4.42 นำวัสดุถอดออกจากแม่พิมพ์
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2558)

จากภาพที่ 4.42 เมื่อตากครบวันแล้ว แกะบล็อกแม่พิมพ์ออกจากนั้นค่อยๆดึงยางพาราออกจากตัวชิ้นงาน



ภาพที่ 4.43 นำตัวชิ้นงานไปตากแดด
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2558)

จากภาพที่ 4.43 เมื่อถอดตัวชิ้นงานออกเรียบร้อยแล้วนำไปตากแดดอีกครั้ง เพื่อให้กาวและความชื้นแห้งสนิท จากนั้นเก็บรายละเอียดผิวของชิ้นงาน



ภาพที่ 4.44 ประกอบติดฐานกับตัวชิ้นงานและขั้วหลอดไฟ
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2558)

จากภาพที่ 4.44 นำแผ่นไม้ติดตั้งเป็นฐานยึดรองวัสดุ และใส่หลอดไฟที่มีการติดตั้งขั้วไฟเข้ากับสายไฟเพื่อใช้ในการเปิดปิดสวิตช์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.45 จักสานตัวโคมไฟ
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2558)

จากภาพที่ 4.45 ตัวโคมไฟผู้วิจัยได้ออกแบบให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตสานเป็นตัวโคมไฟตามแบบที่ผู้วิจัยกำหนด



ภาพที่ 4.46 นำประกอบติดกระดาษจากเศษวัสดุต่อซึ่งข้าว
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2558)

จากภาพที่ 4.46 เมื่อผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตสานตัวโคมเรียบร้อยแล้ว นำกระดาษที่ผู้วิจัยได้ทดลองจากเศษวัสดุต่อซึ่งข้าว มาตัดแต่งประกอบติดกับตัวโคมไฟให้สวยงาม



ภาพที่ 4.47 ชุดผลิตภัณฑ์โคมไฟ
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา ทับทิมดี. 2558)

จากภาพที่ 4.47 เมื่อผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตสานตัวโคมเรียบร้อยแล้ว นำกระดาษที่ผู้วิจัยได้ทดลองจากเศษวัสดุต่อซึ่งข้าว มาตัดแต่งประกอบติดกับตัวโคมไฟให้สวยงาม
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว



ภาพที่ 4.48 โคมไฟผลิตถ่านจากเศษวัสดุต่อซังข้าว
ที่มา : (ภาพโดย อรชลลดา หับทิมดี. 2558)

4.4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ผลิตที่มีต่อผลิตภัณฑ์ จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ผลิตที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว ทำการประเมินโดย ผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์ รวมกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 3 คน ด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง แบบประเมินความพึงพอใจผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน

ตอนที่ 2 แบบประเมินความพึงพอใจกลุ่มผู้ผลิตที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

ตารางที่ 4.19 แสดงผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจกลุ่มผู้ผลิตที่มีต่อผลิตภัณฑ์
จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

ลำดับ	เกณฑ์การประเมิน	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ค่า เบี่ยงเบน (S.D.)	ระดับ ความพึง พอใจ
1. ด้านหน้าที่ใช้ใช้สอย				
1.1	ผลิตภัณฑ์มีความสะดวกสบายในการใช้งาน	4.33	0.58	มาก
1.2	ผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมถูกต้องตามหลักสรีระ ของผู้ใช้	4.67	0.58	มากที่สุด
1.3	ภาพลักษณ์ผลิตภัณฑ์เหมาะสมกับการใช้สอย	4.33	0.58	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม		4.44	0.58	มาก
2. ด้านความปลอดภัย				
2.1	การใช้งานมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค	4.67	0.37	มากที่สุด
2.2	โครงสร้างของผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงทนทาน	4.33	0.50	มาก
2.3	ความปลอดภัยโดยรวมของผลิตภัณฑ์	4.33	0.45	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม		4.44	0.58	มาก
3. ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน				
3.1	รูปแบบง่ายต่อการใช้งาน	4.67	0.58	มากที่สุด
3.2	ความเหมาะสมในการบำรุงรักษาได้สะดวก	4.33	0.58	มาก
3.3	ความเหมาะสมในการตกแต่งที่เข้ากับภายในห้อง	4.33	0.58	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม		4.44	0.58	มาก
4. ด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต				
4.1	รูปแบบของวัสดุที่ใช้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	4.67	0.58	มากที่สุด
4.2	คุณสมบัติของวัสดุมีความแข็งแรงต่อการใช้งาน	4.33	0.58	มากที่สุด
4.3	ความเหมาะสมในกระบวนการผลิตเป็นมิตรต่อ สิ่งแวดล้อม	4.67	0.58	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม		4.56	0.58	มากที่สุด
5. ด้านความสวยงาม				
5.1	ความสวยงามจากลักษณะผิวของเศษวัสดุต่อซัง ข้าว	4.33	0.58	มาก
5.2	ความสวยงามจากการผสมผสานของวัสดุ	4.33	0.58	มากที่สุด
5.3	ความสวยงามโดยรวมของผลิตภัณฑ์จากเศษ วัสดุต่อซังข้าว	4.33	0.58	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม		4.44	0.58	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด		4.51	0.58	มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.19 แสดงผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจกลุ่มผู้ผลิตที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว พบว่า กลุ่มผู้ผลิตมีความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว ในภาพรวมทั้งหมดมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.51$) (S.D.=0.58) และเมื่อพิจารณารายข้อรวม พบว่า

ด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต ในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.56$) (S.D.=0.58) โดยมีความเหมาะสมในกระบวนการผลิตเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=4.67$) (S.D.=0.58) รองลงมา รูปแบบของวัสดุที่ใช้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=4.67$) (S.D.=0.58) และคุณสมบัติของวัสดุมีแข็งแรงต่อการใช้งาน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=4.44$) (S.D.=0.58) ตามลำดับ

รองลงมาคือ ด้านความสวยงาม ในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.33$) (S.D.=0.58) โดยมีความสวยงามจากการผสมผสานของวัสดุ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=4.33$) (S.D.=0.58) รองลงมา ความสวยงามโดยรวมของผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=4.33$) (S.D.=0.58) และความสวยงามจากลักษณะผิวของเศษวัสดุต่อซังข้าว มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=4.33$) (S.D.=0.58) ตามลำดับ

รองลงมาคือ ด้านความปลอดภัย ในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.44$) (S.D.=0.58) โดยมีการใช้งานมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.67$) (S.D.=0.58) รองลงมา โครงสร้างของผลิตภัณฑ์ มีความแข็งแรง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.33$) (S.D.=0.58) และความปลอดภัยโดยรวมของผลิตภัณฑ์ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.33$) (S.D.=0.58) ตามลำดับ

รองลงมาคือ ด้านหน้าที่ใช้สอย ในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.44$) (S.D.=0.58) โดยมีผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมถูกต้องตามหลักสรีระของผู้ใช้ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=4.67$) (S.D.=0.58) รองลงมา ภาพลักษณ์ผลิตภัณฑ์เหมาะสมกับการใช้สอย มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=4.33$) (S.D.=0.58) ผลิตภัณฑ์มีความสะดวกสบายในการใช้งาน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=4.33$) (S.D.=0.58) ตามลำดับ

ด้านสะดวกสบายในการใช้งาน ในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.44$) (S.D.=0.58) โดยมีรูปแบบง่ายต่อการใช้งาน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.67$) (S.D.=0.58) รองลงมา ความเหมาะสมในการบำรุงรักษาได้สะดวก มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.33$) (S.D.=0.58) และความเหมาะสมในการตกแต่งที่เข้ากับภายในห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.33$) (S.D.=0.58) ตามลำดับ

4.4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้บริโภครที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจกลุ่มผู้บริโภครที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว ทำการประเมินโดยผู้บริโภครและผู้ที่ได้เดินทางมาเยี่ยมชมสินค้าและผลิตภัณฑ์โคมไฟ ภายในงานแสดงและจำหน่ายสินค้าโอท็อปในจังหวัดสุพรรณบุรีจำนวน 103 คน โดยใช้ตารางสำเร็จรูปของ Yamane ความคาดเคลื่อน 7% (Yamane. 1967 อ้างอิงใน นิรัชสุดสังข์. 2548 : 50) แบบประเมินความพึงพอใจผู้ผลิตและผู้บริโภครที่มีต่อผลิตภัณฑ์ แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน

ตอนที่ 2 แบบประเมินความพึงพอใจกลุ่มผู้บริโภครที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

4.4.2.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน

ตารางที่ 4.20 แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน

ลำดับ	รายการ	จำนวน n=(103)	ร้อยละ
1. เพศ	ชาย	24	23.30
	หญิง	79	76.70
	รวม	103	100
2. อายุ	ต่ำกว่า 20 ปี	0	0.00
	20 – 25 ปี	17	16.50
	26 – 30 ปี	24	23.30
	31 – 35 ปี	19	18.45
	36 – 40 ปี	12	11.65
	41 – 45 ปี	10	9.71
	46 – 50 ปี	17	16.50
	มากกว่า 50 ขึ้นไป	4	3.88
	รวม	103	100
3. อาชีพ	นักเรียน / นักศึกษา	17	16.50
	รับราชการ	27	26.21
	รัฐวิสาหกิจ	4	3.88
	พนักงานบริษัท	24	23.30
	ธุรกิจส่วนตัว	22	21.36
	อื่นๆ.....	9	8.74
	รวม	103	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.20 (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	จำนวน n=(103)	ร้อยละ
4. ระดับรายได้เฉลี่ยต่อเดือน	ต่ำกว่า 5,000 บาท	15	14.56
	5,001 – 10,000 บาท	11	10.68
	10,001 – 20,000 บาท	28	27.18
	20,001 – 30,000 บาท	29	28.16
	30,001 – 40,000 บาท	11	10.68
	มากกว่า 40,000 บาท ขึ้นไป	9	8.74
รวม		103	100
5. ภูมิลำเนา	สุพรรณบุรี	95	92.23
	ต่างจังหวัด	8	7.77
	รวม	103	100

จากตารางที่ 4.20 แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมินพบว่า กลุ่มผู้บริโภครวมและผู้ที่มีส่วนได้เสียในสินค้าผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าวโดยการเรียงคะแนนจากมากไปหาน้อย 3 อันดับ ดังนี้ เป็นเพศหญิงมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 76.70 รองลงมาเป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 23.30 มีอายุระหว่าง 26 - 30 ปีมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 23.30 รองลงมาคืออายุระหว่าง 31-35 ปี คิดเป็นร้อยละ 18.45 มีอายุระหว่าง 20 - 25 ปีน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 16.50 มีอาชีพรับราชการมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 26.21 รองลงมาคือพนักงานบริษัท คิดเป็นร้อยละ 23.30 มีอาชีพธุรกิจส่วนตัวน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 21.36 มีรายได้เฉลี่ย 20,001 - 30,000 บาท มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 28.16 รองลงมาคือ 10,001 - 20,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 27.18 มีรายได้ต่ำกว่า 5,000 บาทน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 14.56 มีภูมิลำเนาอยู่ในจังหวัดสุพรรณบุรีมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 92.23 รองลงมาคืออยู่ต่างจังหวัด คิดเป็นร้อยละ 7.77

ตารางที่ 4.21 แสดงผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจกลุ่มผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

ลำดับ	เกณฑ์การประเมิน	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ค่าเบี่ยงเบน (S.D.)	ระดับ ความพึง พอใจ
1. ด้านหน้าที่ใช้ใช้สอย				
1.1	ผลิตภัณฑ์มีความสะดวกสบายในการใช้งาน	4.17	0.37	มาก
1.2	ผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมถูกต้องตามหลักสรีระ ของผู้ใช้	4.66	0.48	มากที่สุด
1.3	ภาพลักษณ์ผลิตภัณฑ์เหมาะสมกับการใช้สอย	4.38	0.49	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม		4.40	0.45	มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.21 (ต่อ)

ลำดับ	เกณฑ์การประเมิน	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ค่า เบี่ยงเบน (S.D.)	ระดับ ความพึง พอใจ
2. ด้านความปลอดภัย				
2.1	การใช้งานมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค	4.75	0.44	มากที่สุด
2.2	โครงสร้างของผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงทนทาน	4.66	0.48	มาก
2.3	ความปลอดภัยโดยรวมของผลิตภัณฑ์	4.38	0.49	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม		4.43	0.44	มาก
3. ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน				
3.1	รูปแบบง่ายต่อการใช้งาน	4.63	0.48	มากที่สุด
3.2	ความเหมาะสมในการบำรุงรักษาได้สะดวก	4.23	0.42	มาก
3.3	ความเหมาะสมในการตกแต่งที่เข้ากับภายในห้อง	4.15	0.35	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม		4.34	0.42	มาก
4. ด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต				
4.1	รูปแบบของวัสดุที่ใช้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	4.86	0.34	มากที่สุด
4.2	คุณสมบัติของวัสดุมีความแข็งแรงต่อการใช้งาน	4.67	0.47	มากที่สุด
4.3	ความเหมาะสมในกระบวนการผลิตเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	4.90	0.30	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม		4.81	0.37	มากที่สุด
5. ด้านความสวยงาม				
5.1	ความสวยงามจากลักษณะผิวของเศษวัสดุต่อซังข้าว	4.43	0.50	มาก
5.2	ความสวยงามจากการผสมผสานของวัสดุ	4.77	0.42	มากที่สุด
5.3	ความสวยงามโดยรวมของผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว	4.68	0.47	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม		4.58	0.45	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด		4.52	0.42	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.21 แสดงผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว พบว่ากลุ่มผู้บริโภคมีความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว ในภาพรวมทั้งหมดมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.52$) (S.D.=0.42) และเมื่อพิจารณารายข้อรวม พบว่า

ด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต ในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.81$) (S.D.=0.37) โดยมีรูปแบบของวัสดุที่ใช้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=4.63$) (S.D.=0.48) รองลงมาคือ ความเหมาะสมในกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=4.90$) (S.D.=0.30) และคุณสมบัติของวัสดุมีแข็งแรงต่อการใช้งาน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=4.67$) (S.D.=0.47) ตามลำดับ

รองลงมาคือ ด้านความสวยงาม ในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.58$) (S.D.=0.45) โดยมีความสวยงามจากการผสมผสานของวัสดุ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=4.77$) (S.D.=0.42) รองลงมาคือ ความสวยงามโดยรวมของผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=4.68$) (S.D.=0.47) และความสวยงามจากลักษณะผิวของเศษวัสดุต่อซังข้าว มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=4.43$) (S.D.=0.50) ตามลำดับ

รองลงมาคือ ด้านความปลอดภัย ในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.43$) (S.D.=0.44) โดยมีการใช้งานมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.75$) (S.D.=0.44) รองลงมาคือ โครงสร้างของผลิตภัณฑ์ มีความแข็งแรง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.66$) (S.D.=0.48) และความปลอดภัยโดยรวมของผลิตภัณฑ์ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.38$) (S.D.=0.49) ตามลำดับ

รองลงมาคือ ด้านหน้าที่ใช้สอย ในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.40$) (S.D.=0.45) โดยมีผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมถูกต้องตามหลักสรีระของผู้ใช้ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=4.66$) (S.D.=0.48) รองลงมาคือ ภาพลักษณ์ผลิตภัณฑ์เหมาะสมกับการใช้สอย มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=4.38$) (S.D.=0.49) และผลิตภัณฑ์มีความสะดวกสบายในการใช้งาน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=4.17$) (S.D.=0.37) ตามลำดับ

ด้านสะดวกสบายในการใช้งาน ในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.34$) (S.D.=0.42) โดยมีรูปแบบง่ายต่อการใช้งาน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.63$) (S.D.=0.48) รองลงมาคือ ความเหมาะสมในการบำรุงรักษาได้สะดวก มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.23$) (S.D.=0.42) และความเหมาะสมในการตกแต่งที่เข้ากับภายในห้อง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.15$) (S.D.=0.35) ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการทำวิจัย การศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยได้สรุปผลของการวิจัย การอภิปรายผลและข้อเสนอแนะของการวิจัย ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย การศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าวสำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม

ประกอบด้วยผลการศึกษิตตามวัตถุประสงค์ในการวิจัย ดังนี้

5.1.1 สรุปผลการศึกษิตคุณลักษณะทางกายภาพของเศษวัสดุต่อซังข้าวที่เหลือทิ้งทางการเกษตร

5.1.1.1 ผลการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเศษวัสดุต่อซังข้าว จากการลงพื้นที่เกษตรกรกรม หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว จะพบว่า เหลือต่อซังข้าวยืนต้นในที่นา มีลักษณะเป็นลำต้นแข็ง ตั้งตรง มีข้อปล้อง กาบ ใบ สีเขียว เหลือง น้ำตาล และมีความสูงของต่อซังข้าว ประมาณ 25-50 เซนติเมตร จึงได้ทำการสังเกตโดยการนำเอาวัสดุต่อซังข้าวไปแปรสภาพเป็นชิ้นเล็กๆ ตัดเป็นท่อนๆ ซึ่งทำให้เห็นว่าลักษณะทางกายภาพของเศษวัสดุต่อซังข้าวที่มีความเหนียวและแข็ง เมื่อเทียบกับส่วนของฟางข้าวแล้ว เป็นส่วนที่ผู้ปลูกข้าวเก็บเกี่ยวเอาผลผลิตไปนั้นมีความอ่อน เบา บางกว่าต่อซังข้าว

5.1.1.2 ผลการรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ จากการลงพื้นที่สำนักงานเกษตรจังหวัด การปลูกข้าวและปัญหา พบว่า หลังจากการเก็บเกี่ยวข้าวแล้ว ผู้ปลูกข้าวส่วนใหญ่จะทิ้งพื้นที่เกษตรกรรวมไว้ 3-7 วัน เพื่อกำจัดต่อซังข้าวโดยวิธีการเผาทั้งเป็นทุกปีและเป็นวิธีการลดต้นทุนในการผลิตแต่มีปัญหามากมายทั้งเรื่องดินและสภาพแวดล้อม เพื่อที่จะเตรียมดินในการปลูกถัดไปจะมีความแตกต่างจากการย่อยสลายและไถกลบ เนื่องจากการย่อยสลายจะใช้เวลานาน 20 วัน เพื่อที่จะย่อยสลายต่อซังข้าว แล้วไถพรวนดินเตรียมปลูก ปัญหาคือใช้เวลานานในการเตรียมดินปลูก ส่วนวิธีการไถกลบ ไถพรวนดินทิ้งไว้ 7-15 วัน แล้วไถพรวนดินอีกครั้ง ซึ่งการไถกลบต่อซังข้าว ต่อซังมีลักษณะแข็งและทำให้ไถกลบยาก แล้วกินน้ำมัน ซึ่งจะใช้ต้นทุนสูงและใช้เวลานานในการไถกลบ จึงทำให้ผู้วิจัยสร้างทางออกให้กับปัญหา ดังกล่าว คือ พัฒนาการกระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว เนื่องจากเศษวัสดุต่อซังข้าวไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์

5.1.2 สรุปผลการวิจัยการศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

5.1.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว โดยเริ่มจากการนำวัสดุต่อซังข้าวตัดเป็นท่อนๆชิ้นเล็กๆ ไปสู่กระบวนการแปรสภาพโดยใช้เครื่องปั่นและเครื่องบด เพื่อที่หาคุณสมบัติเป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการไปใช้ประโยชน์ในขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2.2 ผลการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการอัดขึ้นรูป พบว่า กระบวนการอัดแผ่น การอัดร้อน อัดเย็น และการอัดเข้าพิมพ์ ซึ่งมีขั้นตอนที่ต้องใช้วัสดุอัดร่วมกับตัวกาวประสาน ฉะนั้นผู้วิจัยได้ตั้งกรอบแนวคิดเชิงนิเวศเศรษฐกิจไว้ จึงได้มีการเลือกใช้กาวประสานจากธรรมชาติมา 3 ชนิด คือ แป้งเปียก กาวยางกระถิน และกาวยางพารา เป็นตัวประสาน เพื่อหาคุณสมบัติของการอัดขึ้นรูปต่อไป

5.1.2.3 ผลการวิเคราะห์จากการอัดขึ้นรูปแบบแผ่น ผู้วิจัยได้เลือกแผ่นวัสดุ 3 แผ่น ของแต่ละตัวกาวประสาน นำไปทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876-2547) พบว่า แผ่นกาวยางกระถิน 1. มีค่าความชื้นที่ 9.25 (Moisture content) 2.ความหนาแน่นที่ 0.37 (Density) 3. การพองตัวตามความหนาที่ 10.22 (Thickness Swelling) 4. ค่าสัมประสิทธิ์การแตกหักที่ 0.41 (MOR) 5. ค่าสัมประสิทธิ์การยืดหยุ่นที่ 124..20 (MOE) และ 6. ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า 0.004 (Internal Bonding) เมื่อผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบออกมาแล้วสามารถนำมาผลิตและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อีกทางหนึ่ง โดยการอัดเข้าพิมพ์ ซึ่งสามารถทำได้หลายรูปแบบและมีความแข็งแรง เมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างการอัดเป็นแผ่นและการอัดเข้าพิมพ์ จะใช้ระยะเวลาการรอให้แห้งต่างกัน ซึ่งการอัดเข้าพิมพ์จะใช้เวลาได้เร็วกว่าการอัดแผ่น

5.1.2.4 ผลการวิเคราะห์ลักษณะของกาวยางกระถินที่นำไปใช้อัดขึ้นรูปแบบแผ่น โดยการนำกาวยางกระถินมาทำการผสมกับเศษวัสดุต่อซังข้าวเพื่อที่จะนำมาอัดขึ้นรูปแบบแผ่น ลักษณะของวัสดุมีความเหนียว แข็งตัวได้ไวเมื่อโดนแดด โดนลม มีการยึดเกาะตัวได้ดี ผิวเรียบเนียน มีน้ำวาว มีน้ำหนกเบา และแข็งแรง

5.1.2.5 ผลการวิเคราะห์จากการทำกระดาษ โดยผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการต้มเยื่อโดยไม่ใช้สารโซดาไฟ เนื่องจากสารโซดาไฟเป็นสารเคมี ดังนั้นผู้วิจัยได้ทำการต้มเยื่อโดยใช้เศษวัสดุต่อซังข้าวลิดเอาข้อปล้องออก มีผลสบ้างเล็กน้อย เพื่อให้ผิวกระดาษมีลักษณะเห็นเส้นใยได้ชัดเจน และเป็นเอกลักษณ์ของวัสดุต่อซังข้าวได้อีกด้วย

5.1.3 สรุปผลการวิจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

5.1.3.1 ผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับความคิดเห็นต่อเศษวัสดุต่อซังข้าว เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยทำแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มผู้บริโภคและผู้ที่สนใจในสินค้าผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว โดยการเรียงคะแนนจากมากไปหาน้อย 3 อันดับ ดังนี้ คือ ลำดับเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย มีอายุระหว่าง 31-35 ปีมากที่สุด รองลงมาคืออายุระหว่าง 41-45 ปี และมีอายุระหว่าง 26-30 ปีน้อยที่สุด มีอาชีพรับราชการมากที่สุด รองลงมาคือพนักงานบริษัท และมีอาชีพธุรกิจส่วนตัวน้อยที่สุด มีรายได้เฉลี่ย 20,001-30,000 บาท มากที่สุด รองลงมาคือ 10,001-20,000 บาท และมีรายได้ 5,001-10,000 บาทน้อยที่สุด มีภูมิลำเนาอยู่ในจังหวัดสุพรรณบุรีมากที่สุด รองลงมาคือ อยู่ต่างจังหวัด มีความต้องการในการนำวัสดุต่อซังข้าวมาใช้ในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทโคมไฟมากที่สุด รองลงมาคือ เฟอร์นิเจอร์ และฉากกั้นห้องน้อยที่สุด เลือกซื้อผลิตภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติโดยพิจารณาจาก หน้าที่ของผลิตภัณฑ์ตรงตามการใช้สอยมากที่สุด รองลงมาคือ สามารถใช้งานได้สะดวกสบาย และความแข็งแรงทนทานน้อยที่สุด

5.1.3.2 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินการออกแบบโคมไฟจากเศษวัสดุต่อซังข้าว โดยผู้วิจัยได้ใช้แนวความคิดในการออกแบบจากเครื่องจักสาน ในรูปลักษณะเครื่องจักสานมีมาตั้งแต่สมัยก่อนที่เกิดคู่กับการดำรงชีวิตประจำวัน เป็นสิ่งสะท้อนถึงวิถีชีวิตของชาวบ้าน อันเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของท้องถิ่น เพื่อให้สื่อถึงภูมิปัญญาท้องถิ่น มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ ด้วยรูป ทั้ง 5 แบบ ไม่วากรณ์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและผู้ผลิตที่มีต่อรูปแบบ พบว่า ผลิตภัณฑ์โคมไฟรูปแบบที่ 2 มีความเหมาะสมในการนำไปผลิตจริง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}=3.99$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.=0.51$) รองลงมา ผลิตภัณฑ์โคมไฟรูปแบบที่ 1 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}=4.00$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.=0.52$) รองลงมา ผลิตภัณฑ์โคมไฟรูปแบบที่ 5 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}=3.92$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.=0.54$) รองลงมา ผลิตภัณฑ์โคมไฟรูปแบบที่ 3 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}=3.82$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.=0.50$) และ ผลิตภัณฑ์โคมไฟรูปแบบที่ 4 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}=3.78$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.=0.55$)

5.1.4 สรุปผลการวิจัยการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีต่อรูปแบบของผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

5.1.4.1 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ผลิตที่มีต่อรูปแบบของผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

กลุ่มผู้ผลิตมีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว พบว่า กลุ่มผู้ผลิตมีความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว ในภาพรวมทั้งหมดมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.51$) ($S.D.=0.58$) และเมื่อพิจารณารายข้อรวม พบว่า ด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิตมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.56$) ($S.D.=0.58$) รองลงมาคือ ด้านความสวยงาม มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.44$) ($S.D.=0.58$) รองลงมาคือ ด้านความปลอดภัย มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.44$) ($S.D.=0.58$) รองลงมาคือ ด้านหน้าที่ใช้สอย มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.44$) ($S.D.=0.58$) และด้านสะดวกสบายในการใช้งาน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.44$) ($S.D.=0.58$) น้อยสุด ตามลำดับ

5.1.4.2 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้บริโภคที่มีต่อรูปแบบของผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

กลุ่มผู้บริโภคและผู้สนใจในสินค้าผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าวที่ประเมินความพึงพอใจ โดยการเรียงคะแนนจากมากไปหาน้อย 3 อันดับ ดังนี้ ลำดับเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย มีอายุระหว่าง 26-30 ปีมากที่สุด รองลงมาคืออายุระหว่าง 31-35 ปี และมีอายุระหว่าง 20-25 ปี น้อยที่สุด มีอาชีพรับราชการมากที่สุด รองลงมาคือพนักงานบริษัท และมีอาชีพธุรกิจส่วนตัวน้อยที่สุด มีรายได้เฉลี่ย 20,001-30,000 บาทมากที่สุด รองลงมาคือ 10,001-20,000 บาท และมีรายได้ต่ำกว่า 5,000 บาท น้อยที่สุด มีภูมิลำเนาอยู่ในจังหวัดสุพรรณบุรีมากที่สุด รองลงมาคืออยู่ต่างจังหวัดตามลำดับ

กลุ่มผู้บริโภคและผู้สนใจในสินค้าผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าวที่ประเมิน ความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว ในภาพรวมทั้งหมดมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.52$) ($S.D.=0.43$) และเมื่อพิจารณารายข้อรวม พบว่า ด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.81$) ($S.D.=0.38$) รองลงมาคือ ด้านความสวยงาม มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.58$) ($S.D.=0.47$) รองลงมาคือ ด้านความปลอดภัย มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.44$) ($S.D.=0.44$) รองลงมาคือ ด้านหน้าที่ใช้สอย มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่ากับ ($\bar{x}=4.41$) (S.D.=0.45) และด้านสะดวกสบายในการใช้งาน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.34$) (S.D.=0.43) ตามลำดับ

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยได้นำอภิปรายผลการวิจัย โดยแบ่งตามวัตถุประสงค์ ได้ดังนี้

5.2.1 อภิปรายผลขั้นตอนการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ ของเศษวัสดุต่อซังข้าวที่เหลือทิ้งทางการเกษตร พบว่า ต่อซังข้าว คือส่วนหนึ่งที่มาจากต้นข้าว เป็นพีชล้มลุกตระกูลหญ้าที่มีเมล็ดถูกจัดอยู่ในสกุลออไรซา ของวงศ์เกรมินี มีลักษณะภายนอกส่วนต่างๆ คือ ราก ลำต้น ใบ และรวงข้าว (บุญหงส์ จงคิด. 2547 : 63 - 70) ซึ่งนับเป็นพืชเศรษฐกิจที่ทำให้เกษตรกรได้ผลผลิตสูง แต่สิ่งสำคัญที่สุดคือการเตรียมดินที่จะทำการเพาะปลูก ซึ่งจะต้องมีการตากกลางแจ้งเพื่อกำจัดเศษพืช วิธีการที่ง่าย สะดวกและประหยัด สำหรับเกษตรกรที่นิยมใช้กันมาก คือ การเผา เช่น การเผาเศษฟางข้าว แม้ว่าปัจจุบันการนำเครื่องจักรมาใช้ในระบบการผลิตข้าว ได้แก่ การเตรียมดิน ด้วยรถไถแทนแรงงานสัตว์ การเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องจักร โดยเฉพาะข้าวนาปรังที่มีการปลูกข้าวติดต่อกันอย่างน้อยปีละ 2-3 ครั้งต้องใช้ความเร่งรีบในการเตรียมดิน ไม่สามารถรอเวลาในการหมักฟางในนาให้นิ่มย่อยสลายก่อน การไถกลบ ปัญหาที่เกิดจากรถไถนาไม่สามารถตัดบดฟางข้าวและไถกลบในนาได้ง่าย ทำให้เกษตรกรหันมาใช้วิธีการเผาต่อซังข้าวในนาให้หมดไป ก่อนที่จะใช้รถไถกลบเตรียมดินปลูกข้าวต่อไป ผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่า เศษวัสดุต่อซังข้าวนี้มีจำนวนมาก จึงเลือกทางหนึ่งนำมาให้เกิดประโยชน์ และเป็นการลดต้นทุนในการไถกลบอีกด้วย

5.2.2 อภิปรายผลขั้นตอนการศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว โดยนำเศษวัสดุต่อซังข้าวมาทำตามกระบวนการที่ได้ ศึกษาจากการเริ่มบดย่อยขนาดของเศษวัสดุเหลือใช้ จากนั้นนำมาผสมผสมกับกาวธรรมชาติ แล้วไปพิ้งแดดเพื่อขับเพื่อไล่ความชื้นที่อยู่ภายในเศษวัสดุต่อซังข้าว เพื่อให้ง่ายต่อขั้นตอนการการทดลอง โดยผู้วิจัยได้นำแนวคิดจากกรรมวิธีการผลิตภัณฑ์วัสดุทดแทนไม้จากเศษไม้และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (วรรณธรรม อุณจิตติชัย. 2550) ด้วยกรรมวิธีและการเตรียมตัวประสานที่ทำได้ง่ายตามท้องถิ่น เพื่อทดลองเป็นแผ่นวัสดุทดแทนไม้แผ่นเรียบโดยไม่มีลวดลาย โดยใช้แบ่งตามชนิดตัวประสานได้ ดังนี้ การเตรียมกาวธรรมชาติเพื่อประสาน โดยการคัดเลือก ประเภทกาว ย่อยก่อนแข็งของกาวยางให้มีขนาดเล็ก แล้วนำไปตั้งไฟคนให้ละลายได้อย่างทั่วถึง เพื่อนำไปใช้เป็นตัวประสานด้วยวิธีการอัดขึ้นรูป

5.2.3 อภิปรายผลขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว ประเมินตามกรอบแนวคิดเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ของ (วิรุณ ตั้งเจริญ. 2539 : 19) ผู้วิจัยพบว่า ผลิตภัณฑ์ประเภทของตกแต่งบ้าน เป็นผลิตภัณฑ์โคมไฟ มีความเหมาะสมที่สุด ในการประยุกต์ใช้เศษวัสดุต่อซังข้าว ผู้วิจัยได้ออกแบบผลิตภัณฑ์โคมไฟโดยการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว โดยใช้แนวคิดที่สืบเนื่องจากเครื่องจักสาน มาเป็นแรงบันดาลใจจากรูปลักษณะเครื่องจักสานมีมาตั้งแต่สมัยก่อน ที่เกิดคู่กับการดำรงชีวิตประจำวัน เป็นสิ่งสะท้อนถึงวิถีชีวิตของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชาวบ้าน อันเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของท้องถิ่น เพื่อให้สื่อถึงภูมิปัญญาท้องถิ่น ด้วยเหตุที่ผู้วิจัยได้กล่าวไว้ในบทที่ 4 และทำการสรุปผลตัดทอนรูปแบบผลิตภัณฑ์โคมไฟ โดยใช้ทฤษฎีการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ วิศวกรรมย้อนรอย เป็นผลิตภัณฑ์โคมไฟ ทั้ง 5 รูปแบบการวิเคราะห์และประเมิน โดยผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยพบว่าผลิตภัณฑ์โคมไฟ รูปแบบที่ 2 มีความเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการผลิตและนำไปสู่ ต้นแบบขั้นสมบูรณ์ ตามกรอบแนวคิด

5.2.4 อภิปรายผลขั้นตอนการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีต่อรูปแบบของผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว การวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ผลิตและผู้บริโภค ที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าวตามกรอบแนวคิดของ (นิรัช สุดสังข์, 2548 : 31) ในภาพรวมผู้วิจัยพบว่า กลุ่มผู้ผลิตมีความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว ผลรวมทั้งหมดอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}=4.51$) (S.D.=0.45) โดยในด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}=4.74$) (S.D.=0.42) ด้านความสวยงาม อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}=4.51$) (S.D.=0.50) ด้านความปลอดภัย อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}=4.49$) (S.D.= 0.44) ด้านหน้าที่ใช้สอย อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}=4.40$) (S.D.=0.42) และด้านสะดวกสบายในการใช้งาน อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}=4.39$) (S.D.=0.46)

ในส่วนของกลุ่มผู้บริโภคมีความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว ผลรวมทั้งหมดอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}=4.52$) (S.D.=0.42) โดยในด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}=4.81$) (S.D.=0.37) ด้านความสวยงาม อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}=4.58$) (S.D.=0.45) ด้านความปลอดภัย อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ($\bar{x}=4.43$) (S.D.=0.44) ด้านหน้าที่ใช้สอย อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}=4.40$) (S.D.=0.45) และด้านสะดวกสบายในการใช้งาน อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{x}=4.34$) (S.D.=0.42) ซึ่งมุมมองของผู้ผลิตและผู้บริโภคจากการประเมินมีความสอดคล้องกับนิรัช สุดสังข์ (2548 : 31) กล่าวไว้ว่าการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ต้นนัย่อมเกิดจากการออกแบบที่ดี ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้สัมพันธ์กับหน้าที่การใช้สอย ความปลอดภัย ความสะดวกสบายในการใช้งานและวัสดุและกรรมวิธีการผลิตนั่นเอง

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเรื่องการศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อมมีข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ และเพื่อทำการวิจัยในครั้งต่อไป ดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

- 1) วัสดุที่นำมาใช้ร่วมกับผลิตภัณฑ์ สามารถเลือกวัสดุได้หลากหลายชนิด เพื่อให้เกิดความหลากหลายในงาน
- 2) รูปแบบของโคมไฟสามารถพัฒนาได้หลากหลายรูปแบบแล้วแต่การนำไปใช้งาน
- 3) การสร้างงานด้านความงามต่างๆ เช่นการวาดลวดลาย การย้อมสีหรือสร้างจากเทคนิคการพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

- 1) ในด้านกระบวนการผลิตจากเศษวัสดุต่อซังข้าว สามารถผสมสีธรรมชาติหรือสีเคมี เพื่อได้โทนสีที่แปลกใหม่ และผสมผสานสีให้เกิดโทนสีที่สวยงาม
- 2) ผสมผสานลวดลายพื้นถิ่นเข้าไปในตัวงาน เพื่อสร้างความเป็นเอกลักษณ์ของชุมชนมากขึ้น
- 3) การผสมผสานกับเส้นใยวัสดุอื่นๆ เพื่อเพิ่มความแปลกใหม่ให้กับงาน
- 4) ควรส่งเสริมและให้ความรู้เกี่ยวกับการเห็นคุณค่าประโยชน์ของเศษวัสดุที่เหลือทิ้งทางการเกษตรในด้านต่างๆ มากมาย และเป็นการปลูกจิตสำนึกที่ดีอีกทางหนึ่ง
- 5) ควรคำนึงถึงด้านต้นทุนในการผลิตและการเลือกวัสดุที่จะนำมาผสมตัวประสานว่าอันตรายหรือไม่ และมีผลต่อสภาพแวดล้อมอย่างไร
- 6) กระบวนการทำต้นแบบเพื่อการทดลอง และตอบโจทย์ในการทำวัสดุที่เหลือทิ้งทางการเกษตรมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ได้ และสามารถนำแผ่นที่ผ่านการทดลองมาทำการตัดขึ้นรูปได้เช่นกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิษ. 2548. แผนแม่บทแห่งชาติว่าด้วย การควบคุมการเผาในที่โล่ง. กรุงเทพฯ : กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมควบคุมมลพิษ . 2550. โครงการติดตามและประเมินสถานการณ์การเผาในที่โล่งในพื้นที่การเกษตรของประเทศไทย. กรุงเทพฯ : กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมควบคุมมลพิษ. 2556. แผนแม่บทแห่งชาติว่าด้วย การควบคุมการเผาในที่โล่ง. กรุงเทพฯ : กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. คู่มือจัดการเผาตอซังสร้างดินยั่งยืนพื้นที่สิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2556. ศักยภาพของวัสดุเหลือใช้ในประเทศไทย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.dede.go.th>.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2549. การควบคุมการเผาในพื้นที่เกษตรกรรม. กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมการเกษตรและกรมควบคุมมลพิษ.
- กัลยา นาคลังกา. 2551. ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมเผาตอซัง-ฟางข้าวของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอลาดบัวหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. วิทยาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์เกษตร. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ไกรภพ ภาสภิรมย์ “การหมุนเวียนวัสดุเหลือใช้เพื่อการประหยัดสิ่งแวดล้อม: กรณีศึกษาการเปรียบเทียบกระถางเพาะชำที่ผลิตจากซังข้าวโพดกับวัสดุเหลือใช้อื่นๆ” คุรุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. คณะคุรุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ณัชวิษญ์ ดิกุล. 2553. การออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจในงานสถาปัตยกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- ธนพรรณ บุนนิตกลินและคณะ. 2546. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กระดาษฟางข้าว. รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตชวติเวช.
- นวลน้อย บุญวงศ์. 2539. หลักการออกแบบ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิรัช สุดสังข์. 2548. การวิจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- บุญธรรม ภัทราจารุกุล. 2553. กรรมวิธีการผลิต. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- บุญหงษ์ จงคิด. 2547. ข้าวและเทคโนโลยีการผลิต. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ปริญญ์ บุญนิษฐ และอรรรคเจตต์ อภิขจรศิลป์. 2553. การออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจในงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : ฝ่ายสารสนเทศและวิชาการสถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์.
- พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550. วิธีวิทยาการวิจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

พีรเดช ทองอำไพ. 2548. กาวติดไม้ยางพารา. [Online]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.arada.or.th.122.155.171.22.no-domain.name>.

วชิระ สุขเพิ่ม และชัยรัตน์ เงินทองขำ “การศึกษาและพัฒนาฝ้ายพาดานจากซังข้าว กรณีศึกษา หมู่บ้านหนองเทพ ตำบลหนองเทพ อำเภอโนนนารายณ์ จังหวัดสุรินทร์” สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.

วิรุณ ตั้งเจริญ. 2539. การออกแบบ. กรุงเทพฯ : วิมวลอาร์ต.

เศกสิทธิ์ บุญเสริม “การศึกษาและพัฒนาแผ่นประกอบจากวัสดุเหลือทิ้งในอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์มะขาม” วิศวกรรมอุตสาหการมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ และ พิชัย สดภิบาล. 2553. วัสดุพื้นถิ่นภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ใช้ในการผลิตครุภัณฑ์. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

สมชาย บุญพิทักษ์ “การศึกษาและพัฒนากระดาษเหลือใช้ เป็นแผ่นประกอบทดแทนไม้” วิศวกรรมอุตสาหการมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สาคร คันธโชติ. 2547. การออกแบบผลิตภัณฑ์งานไม้. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

สาคร คันธโชติ. 2529. วัสดุศาสตร์. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เล่ม 3. 2548. กรุงเทพฯ: โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2556. “การศึกษาอิทธิพลการเผาต่อซัง-ไม้เผาต่อซัง” วารสารเศรษฐกิจการเกษตร. 59(674) : 2-4.

สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน. 2549. วิจัยและพัฒนาอินทรีย์วัตถุเพื่อการเกษตร สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน. กรุงเทพฯ.

สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน. 2553. วิจัยและพัฒนาอินทรีย์วัตถุเพื่อการเกษตร สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน. กรุงเทพฯ.

สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน. 2555. วิจัยและพัฒนาอินทรีย์วัตถุเพื่อการเกษตร สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน. กรุงเทพฯ.

สุชีรา นวลกำแหง. 2554. “การทดลองผลิตแผ่นวัสดุจากฟางข้าวสำหรับงานก่อสร้าง” สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมก่อสร้าง. คณะเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

อมรา แก้วบุตรสา. 2552. “การศึกษาและพัฒนาเฟอร์นิเจอร์จากวัสดุเหลือทางการเกษตรประเภททดแทนไม้ กรณีศึกษาไม้อัดฟาง” วิศวกรรมอุตสาหการมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/ 3427



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

กันยายน ๒๕๕๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน คุณเฉลิมชาติ ฤาไชยคาม

ด้วย นางสาวอรชลลดา ขันหิมดี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์จะขอสมัครงาน เรื่องต่อจิ้ง-ฟางข้าว ขอข้อมูลเกี่ยวกับต้นข้าว
ต่อจิ้ง-ฟางข้าว เอกสารเผยแพร่ที่เกี่ยวข้อง และขอยกยวาทขณะสมัครงาน เพื่อประกอบการจัดเตรียม
หัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อจิ้ง-
ฟางข้าวเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์สำหรับสิ่งแวดล้อม"

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่า
จะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ สุนทรคนกพงศ์)

รองคณบดี สำนักดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติกรแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. ๐๒-๓๒๔-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๕๒

โทรสาร. ๐๒-๓๒๔-๘๔๓๖

ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๘๐-๘๗๐-๐๐๔๕

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/ 3427



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

กันยายน ๒๕๕๖

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน คุณพิเชษฐ์ ชินประหัชชรุ

ด้วย นางสาวอรชุลลดา ทับทิมดี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์จะขอสัมภาษณ์ เรื่องต่อซัง-ฟางข้าว ขอข้อมูลเกี่ยวกับต้นข้าว
ต่อซัง-ฟางข้าว ขอเอกสารเผยแพร่ที่เกี่ยวข้อง และขอลายภาพขณะสัมภาษณ์ เพื่อประกอบการจัดเตรียม
หัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซัง-
ฟางข้าวเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์สำหรับสิ่งแวดล้อม"

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่า
จะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดี ก้าวทันดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. ๐๒-๓๒๕-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๕๒

โทรสาร. ๐๒-๓๒๕-๘๕๓๖

ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๘๐-๙๗๐-๐๐๕๕

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/ 2402

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๓๐ มิถุนายน ๒๕๕๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน คุณชูชีพ นาคสำฤทธิ์

ด้วย นางสาวอรชลดา หับทิมดี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า
คุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์จะขอสัมภาษณ์ท่าน เรื่องข้อมูลเกี่ยวกับต้นข้าวและการเก็บเกี่ยวข้าว
และ ขอถ่ายภาพ ขณะสัมภาษณ์ เพื่อประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่อง
"การศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อขังข้าว เพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์สำหรับ
สิ่งแวดล้อม"

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะ
ได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. ๐๒-๓๒๙-๘๐๐๐ ต่อ ๓๒๙๒

โทรสาร. ๐๒- ๓๒๙-๘๔๓๖

ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๘๐-๙๗๐-๐๐๕๕

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/ 1155



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

มีนาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน นายอำนาจ ไสโรถาวร

ด้วย นางสาวอรชอลดา ทับทิมดี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า
คุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์จะขอสัมภาษณ์ท่าน ด้านการเกษตรเกี่ยวกับต้นข้าว และ ขอ
ถ่ายภาพ บันทึกเสียง ขณะสัมภาษณ์ เพื่อประกอบการจัดเต็มหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง
"การศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซึ่งข้าว เพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์สำหรับ
สิ่งแวดล้อม"

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะ
ได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ


(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรคนกงศ์)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. ๐๒-๓๒๕-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๙๒

โทรสาร. ๐๒-๓๒๕-๘๔๓๖

ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๘๐-๙๗๐-๐๐๔๕

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศบ ๐๕๒๕.๐๔/ 2355

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๒๕ มิถุนายน ๒๕๕๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน คุณพิชัย เข็มเงิน

ด้วย นางสาวอรชลดดา หับหิมดี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า
คุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์จะขอเข้ามาทำนันทนาการด้านเกษตรเกี่ยวกับต้นข้าวและการแปรรูปข้าว
และ ขอถ่ายภาพ บันทึกเสียง ขณะสัมภาษณ์ เพื่อประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์
เรื่อง "การศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุคอกขี้วัว เพื่อยกรออกแบบผลิตภัณฑ์
สำหรับสิ่งแฉกถัอม"

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะ
ได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรภณหงษ์)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติกรรณงานคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. ๐๒-๓๒๔-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๔๒

โทรสาร. ๐๒-๓๒๔-๘๔๓๖

ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๘๐-๙๗๖ ๐๐๔๕

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/ 1038

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๒๑ มีนาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน ผศ.ดร.วิวัฒน์ หาญวงศ์วิวัฒน์

ด้วย นางสาวอรชุลดา ทับทิมดี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า
คุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์จะขอสัมภาษณ์ เรื่อง วิจัยและการผลิตผลิตภัณฑ์จากต่อขี้ข้าว
ขอเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวัสดุและการผลิต ขอด้วยภาพขณะสัมภาษณ์และบันทึกเสียง เพื่อประกอบการ
จัดเตรียมหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุ
ต่อขี้ข้าว เพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์สำหรับสิ่งแวดล้อม"

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะ
ได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดี สำนักศูนย์งานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. ๐๒-๓๒๔-๘๖๐๐ ต่อ ๓๖๕๒

โทรสาร. ๐๒-๓๒๔-๘๔๓๖

ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๘๔-๑๑๕-๖๓๖๒

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/ 1155

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๗ มีนาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน ผศ.ดร.สุจยา ฤทธิสาร

ด้วย นางสาวอรชลดา ทับทิมดี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า
คุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์จะขอสัมภาษณ์ท่าน ด้านวัสดุที่เลือกใช้ทางการเกษตรจากต่อขังฟาง
ข้าว และ ขอลายภาพ บันทึกเสียง ขณะสัมภาษณ์ เพื่อประกอบกรจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษ
การศึกษและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อขังข้าว เพื่อการ
ออกแบบผลิตภัณฑ์สำหรับสิ่งแวดล้อม"

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะ
ได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์สุทธิ สุนทรภณพงศ์)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและนันทิตศึกษา

ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. ๐๒-๓๒๕๔-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๕๒

โทรสาร. ๐๒-๓๒๕๔-๘๔๓๖

ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๘๐-๙๗๐-๐๐๔๕

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทบ ๐๔๕๔.๐๔/ 2355



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า
คุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๖๕ มิถุนายน ๒๕๕๗

เรื่อง ขะความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน อาจารย์สิริลิ่ง สุพวงแก้ว

ด้วย นางสาวอรชลดา หับทิมตี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า
คุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์จะขอสมัครงาน ตำแหน่ง วิศวกรและการผลิตผลิตภัณฑ์ และ ขอ
ถ่ายภาพ บันทึกเสียง และสัมภาษณ์ เพื่อประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง
"การศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อจิ้งจิว เพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์สำหรับ
สิ่งแวดล้อม"

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะ
ได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิภาณี สุนทรภณภพดี)

รองคณบดี ฝ่ายบัณฑิตยงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. ๐๒-๓๒๕-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๕๖

โทรสาร. ๐๒-๓๒๕-๘๔๓๖

ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๔๐-๗๒๐-๐๐๔๕

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร. ๓๖๔๒
ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔ / 1131 วันที่ ๒ มีนาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน อาจารย์ธีรชาติ เลิศชำของกุล

ด้วย นางสาวอรชลลดา หับทิมดี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า
คุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์จะขอสัมภาษณ์ท่าน ด้านการออกแบบจากวัสดุ ขอถ่ายภาพ
บันทึกเสียง ขณะสัมภาษณ์ และขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการวิจัย เพื่อประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและ
เค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อสังขีขาว เพื่อการ
ออกแบบผลิตภัณฑ์สำหรับสิ่งแฉดล้อม”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะ
ได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์วิรุทธิ์ สุนทรภณพงศ์)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/ 1131

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

มีนาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน อาจารย์คมสัน เรืองโกศล

ด้วย นางสาวอรชลลดา ทับทิมดี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า
คุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์จะขอสัมภาษณ์ท่าน ด้านการออกแบบจากวัสดุ ขอถ่ายภาพ
บันทึกเสียง ขณะสัมภาษณ์ และขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในกรณีวิจัย เพื่อประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและ
เค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุคอตจิ้งข้าว เพื่อการ
ออกแบบผลิตภัณฑ์สำหรับสิ่งแวดล้อม"

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะ
ได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. ๐๒-๓๒๕๔-๘๐๐๐ ต่อ ๓๒๘๒
โทรสาร. ๐๒-๓๒๕๔-๘๔๓๖
ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๘๐-๙๗๐-๐๐๔๕

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/ 1131

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า
คุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

มีนาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน อาจารย์ศรีศิลป์ โสภณสกุลวงศ์

ด้วย นางสาวอรชลดดา หันหิมดี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า
คุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์จะขอสัมภาษณ์ท่าน ด้านการออกแบบจากวัสดุ ขอดำยภาพ
บันทึกเสียง ขณะสัมภาษณ์ และขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการวิจัย เพื่อประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและ
เค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุคอกขังข้าว เพื่อการ
ออกแบบผลิตภัณฑ์สำหรับสิ่งแฉดล้อม"

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะ
ได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรภณกพงศ์)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติภาระแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. ๐๒-๓๒๕-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๕๒
โทรสาร. ๐๒-๓๒๕-๘๔๓๖
ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๘๐-๙๗๐-๐๐๔๕

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.๓๖๔๒
ที่ ศร ๐๕๒๔.๐๔ / 2670 วันที่ ๑๘ กรกฎาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรียน ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์

ด้วย นางสาวอรชลลดา ทับทิมดี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า
คุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จาก
เศษวัสดุคอตซังข้าว สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม" โดยมี ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกอุฒวิงศา
เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ว่าที่ร้อยโทพิชัย สดคิบาล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถาม นี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสม
มากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นางสาวอรชลลดา ทับทิมดี มีความ
สมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบสอบถามเพื่อการวิจัยมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรภณพงศ์)
รองคณบดีฝ่ายดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฎิบัติการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/ 2670



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๑๖ กรกฎาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรียน รศ.ดร.ปานฉัตร อินทร์คง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวอรชลลดา ทับทิมดี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า
คุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จาก
เศษวัสดุคอกซังข้าว สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม" โดยมี ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวงฉิงศา
เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ว่าที่ร้อยโทพิชัย สดภิบาล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถาม นี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสม
มากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นางสาวอรชลลดา ทับทิมดี มีความ
สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรภณพงศ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติกรแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. ๐๒-๓๒๔-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๔๒

โทรสาร. ๐๒-๓๒๔-๘๔๓๖

ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๘๐-๙๗๐-๐๐๔๕

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/ 2670

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า
คุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๑๙ กรกฎาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.จุฑามาศ เจริญพงษ์มาลา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวอรชลดา ทับทิมดี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า
คุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จาก
เศษวัสดุคอกขังข้าว สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม” โดยมี ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกภูมิจงดา
เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.วาทิรร้อยโทพิชัย สดภิบาล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถาม นี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสม
มากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นางสาวอรชลดา ทับทิมดี มีความ
สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. ๐๒-๓๒๕-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๕๒
โทรสาร. ๐๒- ๓๒๕-๘๔๓๖
ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๘๐-๙๗๐-๐๐๔๕

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นที่มีต่อเศษวัสดุต่อซังข้าว
2. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์
3. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบที่มีต่อผลิตภัณฑ์
4. แบบประเมินความพึงพอใจกลุ่มผู้ผลิตที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว
5. แบบประเมินความพึงพอใจกลุ่มบริโภคที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว
7. แบบประเมินเพื่อหาค่าความสอดคล้อง (IOC) ในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นที่มีต่อเศษวัสดุต่อซังข้าว

คำชี้แจง : แบบสอบถามนี้ใช้เพื่อรวบรวมความคิดเห็นเกี่ยวกับเศษวัสดุต่อซังข้าวที่เหลือทิ้งทางการเกษตร เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการทำงานวิจัย เรื่องศึกษาและกระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าวสำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม

ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามจะนำไปจัดหาความเหมาะสมในด้านวัสดุที่เหลือทิ้งทางการเกษตร เพื่อได้แนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว เพื่อให้ได้ตรงต่อความต้องการและพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม

แบบสัมภาษณ์ แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (กลุ่มเจ้าหน้าที่การเกษตร)

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นที่มีต่อเศษวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตรจากต่อซังข้าว

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยหวังอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านในการตอบแบบสอบถามในครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มเจ้าหน้าที่การเกษตร : โปรดกรอกข้อมูลของท่าน

- ชื่อ.....นามสกุล.....
- อาชีพ/ตำแหน่งทางวิชาการ.....
- สถานที่.....
- ประสบการณ์ในการทำงาน.....ปี

นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นำออกจำหน่ายไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นที่มีต่อเศษวัสดุที่เหลือทิ้งทางการเกษตร

1. ลักษณะต่อซึ่งข้าวที่เหลือทิ้งทางการเกษตร มีลักษณะทางกายภาพอย่างไร

2. หลังจากการเก็บเกี่ยวข้าวเสร็จแล้ว เกษตรกรจะกำจัดต่อซึ่งข้าวที่มีจำนวนมากด้วยวิธีใด

3. วิธีการกำจัดต่อซึ่งข้าว ระหว่างการไถกลบต่อซึ่ง กับการเผาต่อซึ่งนั้น มีข้อดี ข้อเสียอย่างไร

4. ท่านเคยซื้อผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุที่เหลือใช้หรือวัสดุทดแทนไม้หรือไม่

5. ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรกับการนำวัสดุต่อซึ่งข้าวที่เหลือทิ้งทางการเกษตรมาผ่านกระบวนการเปลี่ยนเศษเหลือทิ้งเพื่อใช้ทดแทนวัสดุประเภทไม้

6. ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรกับการนำวัสดุต่อซึ่งข้าวมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อลดปัญหาการเผาต่อซึ่งข้าว ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ขอกราบขอบพระคุณ

นางสาวอรชลดา ทับทิมดี (ผู้วิจัย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์
จากการศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

คำชี้แจง : แบบสอบถามนี้ใช้เพื่อรวบรวมความคิดเห็นผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากการศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

ฉะนั้นจึงใคร่ขอความกรุณาท่านได้ตอบแบบสอบถามนี้ตามความเป็นจริง และตอบให้ครบทุกข้อ โดยทำเครื่องหมาย (✓) ลงใน หรือเติมคำลงในช่องว่างที่กำหนดให้

แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

- ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 5 ข้อ
- ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อเศษวัสดุต่อซังข้าว จำนวน 5 ข้อ
- ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ผู้วิจัยหวังอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านในการตอบแบบสอบถามในครั้งนี้อย่างดียิ่งขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ตอนที่ 1. คำถามเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย (✓) ลงใน ตามความเป็นจริง

1. เพศ

ชาย

หญิง

2. อายุ

ต่ำกว่า 20 ปี

20 - 25 ปี

26 - 30 ปี

31- 35 ปี

36 - 40 ปี

41- 45 ปี

46 - 50 ปี

มากกว่า 50 ปี ขึ้นไป

3. อาชีพ

นักเรียน/นักศึกษา

รับราชการ

รัฐวิสาหกิจ

พนักงานบริษัท

ธุรกิจส่วนตัว

อื่นๆ.....

4. ระดับรายได้เฉลี่ยต่อเดือน

ต่ำกว่า 5,000 บาท

5,001 - 10,000 บาท

10,001 - 20,000 บาท

20,001 - 30,000 บาท

30,001 - 40,000 บาท

มากกว่า 40,000 บาท ขึ้นไป

5. ภูมิลำเนา

สุพรรณบุรี

ต่างจังหวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2. แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อเศษวัสดุต่อซังข้าว

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย (✓) ลงใน หรือเติมคำลงในช่องว่างที่กำหนดให้

1. ท่านเคยเห็นเศษวัสดุต่อซังข้าวหรือผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากเศษวัสดุต่อซังข้าวหรือไม่

เคยเห็น ไม่เคยเห็น

2. ท่านคิดว่าเศษวัสดุต่อซังข้าวมีความน่าสนใจหรือไม่

มีความน่าสนใจ ไม่มีความน่าสนใจ

3. ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรกับการนำเศษวัสดุต่อซังข้าวมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์

.....

.....

.....

4. ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าวเหมาะสมกับการนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ฉากกั้นห้อง
- กล่องเก็บของ
- เฟอ์นเจอร์
- บรรจุภัณฑ์
- โคมไฟ
- ชุดรองอุปกรณ์รับประทานอาหาร
- อื่นๆ (โปรดระบุ.....)

5. หากท่านต้องการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ ท่านจะพิจารณาเลือกซื้อจากองค์ประกอบใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- มีความแปลกใหม่
- หน้าที่ของผลิตภัณฑ์ตรงตามการใช้สอย
- มีความปลอดภัยในการใช้งาน
- มีความแข็งแรงทนทาน
- สามารถใช้งานได้สะดวกสบาย
- มีรูปลักษณ์ที่สวยงาม
- ราคาเหมาะสม
- สามารถซ่อมแซมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 3. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ขอกราบขอบพระคุณ
นางสาวอรชลดา ทับทิมดี (ผู้วิจัย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบที่มีต่อผลิตภัณฑ์
ที่ได้จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

คำชี้แจง : แบบประเมินการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จาก
เศษวัสดุต่อซังข้าว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษวัสดุต่อซังข้าวภายใต้หลักการ
ออกแบบผลิตภัณฑ์ของ (วิรุณ ตั้งเจริญ, 2526 : 19) ประกอบไปด้วย

- (1) รูปแบบที่สร้างสรรค์
- (2) มีความงดงามที่น่าสนใจ
- (3) สัมพันธ์กับประโยชน์ใช้สอย
- (4) เหมาะสมกับวัสดุ
- (5) สอดคล้องกับการผลิต

ฉะนั้นจึงใคร่ขอความกรุณาท่านได้ตอบแบบสอบถามนี้ตามความเป็นจริง และตอบให้ครบทุก
ข้อโดยทำเครื่องหมาย (✓) ลงใน หรือเติมค่าลงในช่องว่างที่กำหนดให้ โดยระดับคะแนน
แบ่งเป็น

5 = พึงพอใจมากที่สุด 4 = พึงพอใจมาก 3 = พึงพอใจปานกลาง
2 = พึงพอใจน้อย 1 = พึงพอใจน้อยที่สุด

แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน

ตอนที่ 2 แบบประเมินความคิดเห็นทางด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยการประยุกต์ใช้
ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน

1. ชื่อ-นามสกุล.....
2. ตำแหน่ง.....
3. สถานที่.....
4. ประสบการณ์ในการทำงาน.....ปี

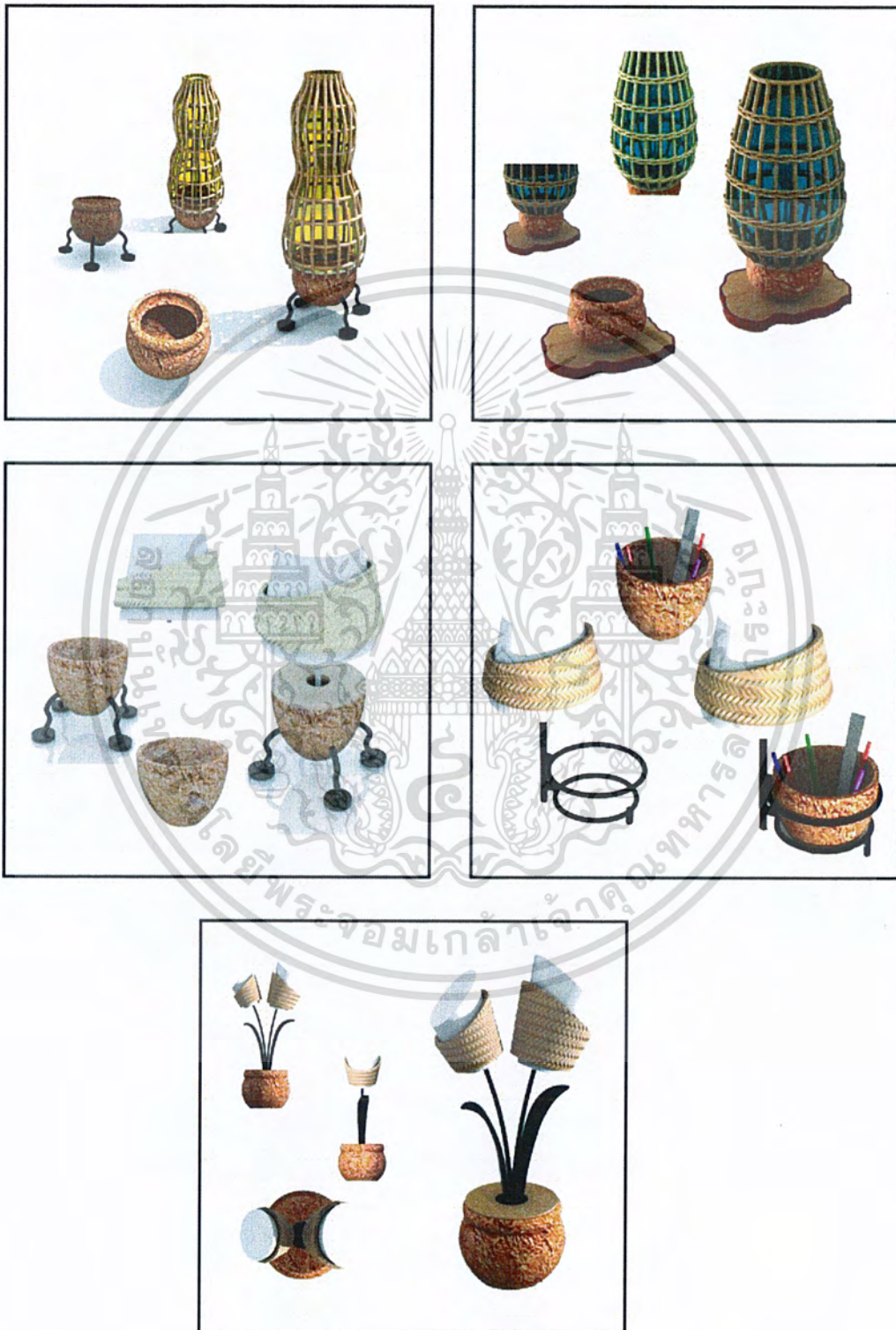
นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้เห็นเห็นใบประเมินนี้เป็นการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 แบบประเมินความคิดเห็นทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้
ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อขังข้าว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แบบประเมินความพึงพอใจกลุ่มผู้ผลิตที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

คำชี้แจง : แบบประเมินความพึงพอใจกลุ่มผู้ผลิตที่มีพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีต่อรูปแบบจากเศษวัสดุต่อซังข้าว ภายใต้หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ของ (นิรัช สุตสังข์, 2548 : 31) ประกอบไปด้วย

- (1) หน้าที่ใช้สอย (Function)
- (2) ความปลอดภัย (Safety)
- (3) ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomic)
- (4) วัสดุและกรรมวิธีการผลิต (Materials and Production)
- (5) ความสวยงาม (Aesthetics)

ฉะนั้นจึงใคร่ขอความกรุณาท่านได้ตอบแบบสอบถามนี้ตามความเป็นจริง และตอบให้ครบทุกข้อโดยทำเครื่องหมาย (✓) ลงใน หรือเติมค่าลงในช่องว่างที่กำหนดให้ โดยระดับคะแนนแบ่งเป็น

- 5 = พึงพอใจมากที่สุด 4 = พึงพอใจมาก 3 = พึงพอใจปานกลาง
 2 = พึงพอใจน้อย 1 = พึงพอใจน้อยที่สุด

แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน

ตอนที่ 2 แบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีต่อรูปแบบจากเศษวัสดุต่อซังข้าว

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน

1. ชื่อ-นามสกุล.....
2. ตำแหน่ง.....
3. สถานที่.....
4. ประสบการณ์ในการทำงาน.....ปี

นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2. แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบจากเศษวัสดุต่อซังข้าว
คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย (✓) ลงใน หรือเติมค่าลงในช่องว่างที่กำหนดให้



ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น ต่อความเหมาะสมการใช้งาน				
		5	4	3	2	1
1.	ด้านหน้าที่ใช้สอย					
1.1	ผลิตภัณฑ์มีความสะดวกสบายในการใช้งาน					
1.2	ผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมถูกต้องตามหลักสรีระของผู้ใช้					
1.3	ภาพลักษณ์ผลิตภัณฑ์เหมาะสมกับการใช้สอย					
2.	ความปลอดภัย					
2.1	การใช้งานมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค					
2.2	โครงสร้างของผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงทนทาน					
2.3	ความปลอดภัยโดยรวมของผลิตภัณฑ์					
3.	ความสะดวกสบายในการใช้งาน					
3.1	รูปแบบง่ายต่อการใช้งาน					
3.2	ความเหมาะสมในการบำรุงรักษาได้สะดวก					
3.3	ความเหมาะสมในการตกแต่งที่เข้ากับภายในห้อง					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น ต่อความเหมาะสมการใช้งาน				
		5	4	3	2	1
4.	วัสดุและกรรมวิธีการผลิต					
4.1	รูปแบบของวัสดุที่ใช้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม					
4.2	คุณสมบัติของวัสดุมีความแข็งแรงต่อการใช้งาน					
4.3	ความเหมาะสมในกระบวนการผลิตเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม					
5.	ด้านความสวยงาม					
5.1	ความสวยงามจากลักษณะผิวของเศษวัสดุต่อซังข้าว					
5.2	ความสวยงามจากการผสมผสานของวัสดุ					
5.3	ความสวยงามโดยรวมของผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว					

ตอนที่ 3. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอกราบขอบพระคุณ
นางสาวอรชลดา ทับทิมดี (ผู้วิจัย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แบบประเมินความพึงพอใจกลุ่มผู้บริโภคที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

คำชี้แจง : แบบประเมินความพึงพอใจกลุ่มผู้บริโภคร่วมพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีต่อรูปแบบจากเศษวัสดุต่อซังข้าว ภายใต้หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ของ (นิรัช สุคสังข์, 2548 : 31) ประกอบไปด้วย

- (1) หน้าที่ใช้สอย (Function)
- (2) ความปลอดภัย (Safety)
- (3) ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomic)
- (4) วัสดุและกรรมวิธีการผลิต (Materials and Production)
- (5) ความสวยงาม (Aesthetics)

ฉะนั้นจึงใคร่ขอความกรุณาท่านได้ตอบแบบสอบถามนี้ตามความเป็นจริง และตอบให้ครบทุกข้อโดยทำเครื่องหมาย (✓) ลงใน หรือเติมค่าลงในช่องว่างที่กำหนดให้ โดยระดับคะแนนแบ่งเป็น

5 = พึงพอใจมากที่สุด 4 = พึงพอใจมาก 3 = พึงพอใจปานกลาง
 2 = พึงพอใจน้อย 1 = พึงพอใจน้อยที่สุด

แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน

ตอนที่ 2 แบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีต่อรูปแบบจากเศษวัสดุต่อซังข้าว

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการแข่งขันเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้ใช้ใบประเมินนี้ท่านควรค่า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1. คำถามเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม
คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย (✓) ลงใน ตามความเป็นจริง

1. เพศ

ชาย

หญิง

2. อายุ

ต่ำกว่า 20 ปี

20 - 25 ปี

26 - 30 ปี

31- 35 ปี

36 - 40 ปี

41- 45 ปี

46 - 50 ปี

มากกว่า 50 ปี ขึ้นไป

3. อาชีพ

นักเรียน/นักศึกษา

รับราชการ

รัฐวิสาหกิจ

พนักงานบริษัท

ธุรกิจส่วนตัว

อื่นๆ.....

4. ระดับรายได้เฉลี่ยต่อเดือน

ต่ำกว่า 5,000 บาท

5,001 – 10,000 บาท

10,001 – 20,000 บาท

20,001 – 30,000 บาท

30,001 – 40,000 บาท

มากกว่า 40,000 บาท ขึ้นไป

5. ภูมิลำเนา

สุพรรณบุรี

ต่างจังหวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2. แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบจากเศษวัสดุต่อซังข้าว
คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย (✓) ลงใน หรือเติมค่าลงในช่องว่างที่กำหนดให้



ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น ต่อความเหมาะสมการใช้งาน				
		5	4	3	2	1
1.	ด้านหน้าที่ใช้สอย					
1.1	ผลิตภัณฑ์มีความสะดวกสบายในการใช้งาน					
1.2	ผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมถูกต้องตามหลักสรีระของผู้ใช้					
1.3	ภาพลักษณ์ผลิตภัณฑ์เหมาะสมกับการใช้สอย					
2.	ความปลอดภัย					
2.1	การใช้งานมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค					
2.2	โครงสร้างของผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงทนทาน					
2.3	ความปลอดภัยโดยรวมของผลิตภัณฑ์					
3.	ความสะดวกสบายในการใช้งาน					
3.1	รูปแบบง่ายต่อการใช้งาน					
3.2	ความเหมาะสมในการบำรุงรักษาได้สะดวก					
3.3	ความเหมาะสมในการตกแต่งที่เข้ากับภายในห้อง					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น ต่อความเหมาะสมการใช้งาน				
		5	4	3	2	1
4.	วัสดุและกรรมวิธีการผลิต					
4.1	รูปแบบของวัสดุที่ใช้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม					
4.2	คุณสมบัติของวัสดุมีความแข็งแรงต่อการใช้งาน					
4.3	ความเหมาะสมในกระบวนการผลิตเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม					
5.	ด้านความสวยงาม					
5.1	ความสวยงามจากลักษณะผิวของเศษวัสดุต่อซังข้าว					
5.2	ความสวยงามจากการผสมผสานของวัสดุ					
5.3	ความสวยงามโดยรวมของผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว					

ตอนที่ 3. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอกราบขอบพระคุณ
นางสาวอรชลลดา ทับทิมดี (ผู้วิจัย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แบบสอบถามความคิดของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์
จากการศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว
แบบตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC)

แบบสอบถามความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างข้อประเมินกับ
วัตถุประสงค์ (Index of item Objective Congruence หรือ IOC) ชุดนี้เป็นแบบตรวจสอบ
แบบสอบถามเพื่อศึกษาหาแนวทางเรื่อง ศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว
สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นการศึกษาใน ระดับปริญญาโท หลักสูตรปริญญา
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ภาควิชา
ศิลปะการออกแบบและเทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง โดยท่านผู้ทรงคุณวุฒิโปรดพิจารณาให้ระดับคะแนน ตามที่ท่านเห็นความสอดคล้อง
ระหว่างข้อความกับจุดประสงค์โดยทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่อง -1, 0, +1 โดยมีเกณฑ์การให้
คะแนน ดังนี้

ระดับคะแนนที่ให้ มีความหมายดังนี้	
-1	เมื่อแน่ใจว่า ข้อประเมินนั้นไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
0	เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อประเมินนั้นไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
+1	เมื่อแน่ใจว่า ข้อประเมินนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านในการประเมินเพื่อหาความ
เที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจึงขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากการศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย (✓) ลงใน หน้าข้อความที่ตรงกับข้อมูลความจริงของท่าน

ตอนที่ 1. คำถามเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อ	รายละเอียด	การให้คะแนน			
		+1	0	-1	หมายเหตุ
1.	เพศ <input type="checkbox"/> ชาย <input type="checkbox"/> หญิง				
2.	อายุ <input type="checkbox"/> ต่ำกว่า 20 ปี <input type="checkbox"/> 20 - 25 ปี <input type="checkbox"/> 26 - 30 ปี <input type="checkbox"/> 31- 35 ปี <input type="checkbox"/> 36 - 40 ปี <input type="checkbox"/> 41- 45 ปี <input type="checkbox"/> 46 - 50 ปี <input type="checkbox"/> มากกว่า 50 ปี ขึ้นไป				
3.	อาชีพ <input type="checkbox"/> นักเรียน/นักศึกษา <input type="checkbox"/> รับราชการ <input type="checkbox"/> รัฐวิสาหกิจ <input type="checkbox"/> พนักงานบริษัท <input type="checkbox"/> ธุรกิจส่วนตัว <input type="checkbox"/> อื่นๆ.....				
4.	ระดับรายได้เฉลี่ยต่อเดือน <input type="checkbox"/> ต่ำกว่า 5,000 บาท <input type="checkbox"/> 5,001 – 10,000 บาท <input type="checkbox"/> 10,001 – 20,000 บาท <input type="checkbox"/> 20,001 – 30,000 บาท <input type="checkbox"/> 30,001 – 40,000 บาท <input type="checkbox"/> มากกว่า 40,000 บาท ขึ้นไป				
5.	ภูมิลำเนา <input type="checkbox"/> สุพรรณบุรี <input type="checkbox"/> ต่างจังหวัด				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2. แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อเศษวัสดุต่อซังข้าว

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย (✓) ลงใน หรือเติมคำลงในช่องว่างที่กำหนดให้

ข้อ	รายละเอียด	การให้คะแนน			
		+1	0	-1	หมายเหตุ
1.	ท่านเคยเห็นเศษวัสดุต่อซังข้าวหรือผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากเศษวัสดุต่อซังข้าวหรือไม่ <input type="checkbox"/> เคยเห็น <input type="checkbox"/> ไม่เคยเห็น				
2.	ท่านคิดว่าเศษวัสดุต่อซังข้าวมีความน่าสนใจหรือไม่ <input type="checkbox"/> มีความน่าสนใจ <input type="checkbox"/> ไม่มีความน่าสนใจ				
3.	ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรกับการนำเศษวัสดุต่อซังข้าวมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์				
4.	ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าวเหมาะสมกับการนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) <input type="checkbox"/> ฉากกันห้อง <input type="checkbox"/> ก่องเก็บของ <input type="checkbox"/> เฟอร์นิเจอร์ <input type="checkbox"/> บรรจุภัณฑ์ <input type="checkbox"/> โคมไฟ <input type="checkbox"/> ชุดรองอุปกรณ์รับประทานอาหาร <input type="checkbox"/> อื่นๆ (โปรดระบุ.....)				
5.	หากท่านต้องการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติ ท่านจะพิจารณาเลือกซื้อจากองค์ประกอบใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) <input type="checkbox"/> มีความแปลกใหม่ <input type="checkbox"/> หน้าที่ของผลิตภัณฑ์ตรงตามการใช้สอย <input type="checkbox"/> มีความปลอดภัยในการใช้งาน <input type="checkbox"/> มีความแข็งแรงทนทาน <input type="checkbox"/> สามารถใช้งานได้สะดวกสบาย <input type="checkbox"/> มีรูปลักษณ์ที่สวยงาม <input type="checkbox"/> ราคาเหมาะสม <input type="checkbox"/> สามารถซ่อมแซมได้				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 3. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ขอกราบขอบพระคุณ
นางสาวอรชลดา ทับทิมดี (ผู้วิจัย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณด้านการออกแบบที่มีต่อผลิตภัณฑ์
ที่ได้จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว
แบบตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC)

แบบสอบถามความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างข้อประเมินกับ
วัตถุประสงค์ (Index of item Objective Congruence หรือ IOC) ชุดนี้เป็นแบบตรวจสอบ
แบบสอบถามเพื่อศึกษาหาแนวทางเรื่อง ศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว
สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษวัสดุ
ต่อซังข้าวภายใต้หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ของ (วิรุณ ตั้งเจริญ, 2526 : 19) ประกอบไปด้วย

- (1) รูปแบบที่สร้างสรรค์
- (2) มีความงดงามที่น่าสนใจ
- (3) สัมพันธ์กับประโยชน์ใช้สอย
- (4) เหมาะสมกับวัสดุ
- (5) สอดคล้องกับการผลิต

โดยท่านผู้ทรงคุณวุฒิโปรดพิจารณาให้ระดับคะแนน ตามที่ท่านเห็นความสอดคล้อง ระหว่างข้อ
คำถามกับจุดประสงค์โดยทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่อง -1, 0, +1 โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ระดับคะแนนที่ให้ มีความหมายดังนี้	
-1	เมื่อแน่ใจว่า ข้อประเมินนั้นไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
0	เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อประเมินนั้นไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
+1	เมื่อแน่ใจว่า ข้อประเมินนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ผู้วิจัยหวังว่าเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านในการประเมินเพื่อหาความ
เที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจึงขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

นักศึกษาาระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณด้านการออกแบบที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซัง

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย (✓) ลงใน หน้าข้อความที่ตรงกับข้อมูลความจริงของท่าน

ตอนที่ 1. คำถามเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อ	รายละเอียด	การให้คะแนน			
		+1	0	-1	หมายเหตุ
1.	แบบสอบถามเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ประเมิน				
	1.สภาพภาพและข้อมูลทั่วไป				

ตอนที่ 2. แบบประเมินความคิดเห็นทางด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว

--	--	--	--	--

รูปแบบที่ 1

รูปแบบที่ 2

รูปแบบที่ 3

รูปแบบที่ 4

รูปแบบที่ 5

ข้อ	รายละเอียด	การให้คะแนน			
		+1	0	-1	หมายเหตุ
2.	แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อเศษวัสดุต่อซังข้าว				
2.1	ด้านความคิดสร้างสรรค์				
	1. รูปทรงและลวดลายมีความเหมาะสมกับการใช้งาน				
	2. รูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์มีความเอกลักษณ์เฉพาะตัวที่โดดเด่น				
	3. ผลิตภัณฑ์ช่วยสร้างความแปลกใหม่ให้กับรูปแบบสินค้าที่มีในท้องตลาด				
2.2	ด้านความสวยงาม				
	1. ความสวยงามของผลิตภัณฑ์				
	2. ลวดลายของผลิตภัณฑ์				
	3. วัสดุมีความสวยงาม				
	4. รูปทรงมีความสวยงาม				
	5. ความสวยงามของการผสมผสานระหว่างวัสดุ				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ	รายละเอียด	การให้คะแนน			
		+1	0	-1	หมายเหตุ
2.3 ด้านประโยชน์ใช้สอย					
	1. ผลิตภัณฑ์ที่ใช้สอยมากขึ้น				
	2. ผลิตภัณฑ์ตอบสนองการใช้งานได้ดี				
	3. รูปทรงเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอย				
2.4 ความเหมาะสมกับวัสดุและกระบวนการผลิต					
	1. วัสดุมีความเหมาะสมกับกรรมวิธีการผลิตที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อม				
	2. วัสดุมีความแข็งแรงทนทาน				
	3. การผสมผสานระหว่างวัสดุ				
	4. กรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสม				

ตอนที่ 3. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอกราบขอบพระคุณ
นางสาวอรชลดา ทับทิมดี (ผู้วิจัย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แบบประเมินความพึงพอใจกลุ่มผู้ผลิตที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว
แบบตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC)

แบบสอบถามความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างข้อประเมินกับ วัตถุประสงค์ (Index of item Objective Congruence หรือ IOC) ชุดนี้เป็นแบบตรวจสอบ แบบสอบถามเพื่อศึกษาหาแนวทางเรื่อง ศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษวัสดุ ต่อซังข้าว ภายใต้หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ของ (นิรัช สุกสังข์, 2548 : 31) ประกอบไปด้วย

- (1) หน้าที่ใช้สอย (Function)
- (2) ความปลอดภัย (Safety)
- (3) ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomic)
- (4) วัสดุและกรรมวิธีการผลิต (Materials and Production)
- (5) ความสวยงาม (Aesthetics)

โดยท่านผู้ทรงคุณวุฒิโปรดพิจารณาให้ระดับคะแนน ตามที่ท่านเห็นความสอดคล้อง ระหว่างข้อ คำถามกับจุดประสงค์โดยทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่อง -1, 0, +1 .โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ระดับคะแนนที่ให้ มีความหมายดังนี้	
-1	เมื่อแน่ใจว่า ข้อประเมินนั้นไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
0	เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อประเมินนั้นไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
+1	เมื่อแน่ใจว่า ข้อประเมินนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ผู้วิจัยหวังว่าเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านในการประเมินเพื่อหาความ เที่ยงตรงเชิงเนื้อหาซึ่งขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความพึงพอใจกลุ่มผู้ผลิตที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว
คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย (✓) ลงใน หน้าข้อความที่ตรงกับข้อมูลความจริงของท่าน
ตอนที่ 1. คำถามเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อ	รายละเอียด	การให้คะแนน			
		+1	0	-1	หมายเหตุ
1.	แบบสอบถามเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ประเมิน				
	1.สภาพภาพและข้อมูลทั่วไป				

ตอนที่ 2. แบบประเมินความคิดเห็นทางด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์
จากเศษวัสดุต่อซังข้าว



รูปภาพ

ข้อ	รายละเอียด	การให้คะแนน			
		+1	0	-1	หมายเหตุ
2.	แบบสอบถามความพึงพอใจกลุ่มผู้ผลิตที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว				
2.1	ด้านหน้าที่ใช้สอย				
	1. ผลิตภัณฑ์มีความสะดวกสบายในการใช้งาน				
	2. ผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมถูกต้องตามหลัก สรีระของผู้ใช้				
	3. ภาพลักษณ์ผลิตภัณฑ์เหมาะสมกับการใช้สอย				
2.2	ความปลอดภัย				
	1. การใช้งานมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค				
	2. โครงสร้างของผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงทนทาน				
	3. ความปลอดภัยโดยรวมของผลิตภัณฑ์				
2.3	ความสะดวกสบายในการใช้งาน				
	1. รูปแบบง่ายต่อการใช้งาน				
	2. ความเหมาะสมในการบำรุงรักษาได้สะดวก				
	3. ความเหมาะสมในการตกแต่งที่เข้ากับ ภายในห้อง				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ	รายละเอียด	การให้คะแนน			
		+1	0	-1	หมายเหตุ
2.4 วัสดุและกรรมวิธีการผลิต					
	1. รูปแบบของวัสดุที่ใช้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม				
	2. คุณสมบัติของวัสดุมีความแข็งแรงต่อการใช้งาน				
	3. ความเหมาะสมในกระบวนการผลิตเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม				
2.5 ด้านความสวยงาม					
	1. ความสวยงามจากลักษณะผิวของเศษวัสดุต่อซังข้าว				
	2. ความสวยงามจากการผสมผสานของวัสดุ				
	3. ความสวยงามโดยรวมของผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว				

ตอนที่ 3. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ขอกราบขอบพระคุณ
นางสาวอรชลดา ทับทิมดี (ผู้วิจัย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แบบประเมินความพึงพอใจกลุ่มผู้บริโภคที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว
แบบตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC)

แบบสอบถามความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างข้อประเมินกับ วัตถุประสงค์ (Index of item Objective Congruence หรือ IOC) ชุดนี้เป็นแบบตรวจสอบ แบบสอบถามเพื่อศึกษาหาแนวทางเรื่อง ศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษวัสดุ ต่อซังข้าว ภายใต้ออกแบบผลิตภัณฑ์ของ (นิรัช สุตสังข์, 2548 : 31) ประกอบไปด้วย

- (1) หน้าที่ใช้สอย (Function)
- (2) ความปลอดภัย (Safety)
- (3) ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomic)
- (4) วัสดุและกรรมวิธีการผลิต (Materials and Production)
- (5) ความสวยงาม (Aesthetics)

โดยท่านผู้ทรงคุณวุฒิโปรดพิจารณาให้ระดับคะแนน ตามที่ท่านเห็นความสอดคล้อง ระหว่างข้อ คำถามกับจุดประสงค์โดยทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่อง -1, 0, +1 .โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ระดับคะแนนที่ให้ มีความหมายดังนี้	
-1	เมื่อแน่ใจว่า ข้อประเมินนั้นไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
0	เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อประเมินนั้นไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
+1	เมื่อแน่ใจว่า ข้อประเมินนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ผู้วิจัยหวังว่าเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านในการประเมินเพื่อหาความ เที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจึงขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

นักศึกษาในระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความพึงพอใจกลุ่มผู้บริโภครที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว
คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย (✓) ลงใน หน้าข้อความที่ตรงกับข้อมูลความจริงของท่าน
ตอนที่ 1. คำถามเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อ	รายละเอียด	การให้คะแนน			
		+1	0	-1	หมายเหตุ
1.	แบบสอบถามเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ประเมิน				
	1.สภาพภาพและข้อมูลทั่วไป				

ตอนที่ 2. แบบประเมินความคิดเห็นทางด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกระบวนการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว



รูปภาพ

ข้อ	รายละเอียด	การให้คะแนน			
		+1	0	-1	หมายเหตุ
2.	แบบสอบถามความพึงพอใจกลุ่มผู้บริโภครที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว				
2.1	ด้านหน้าที่ใช้สอย				
	1. ผลิตภัณฑ์มีความสะดวกสบายในการใช้งาน				
	2. ผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมถูกต้องตามหลักสรีระของผู้ใช้				
	3. ภาพลักษณ์ผลิตภัณฑ์เหมาะสมกับการใช้สอย				
2.2	ความปลอดภัย				
	1. การใช้งานมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค				
	2. โครงสร้างของผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงทนทาน				
	3. ความปลอดภัยโดยรวมของผลิตภัณฑ์				
2.3	ความสะดวกสบายในการใช้งาน				
	1. รูปแบบง่ายต่อการใช้งาน				
	2. ความเหมาะสมในการบำรุงรักษาได้สะดวก				
	3. ความเหมาะสมในการตกแต่งที่เข้ากับภายในห้อง				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ	รายละเอียด	การให้คะแนน			
		+1	0	-1	หมายเหตุ
2.4 วัสดุและกรรมวิธีการผลิต					
	1. รูปแบบของวัสดุที่ใช้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม				
	2. คุณสมบัติของวัสดุมีความแข็งแรงต่อการใช้งาน				
	3. ความเหมาะสมในกระบวนการผลิตเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม				
2.5 ด้านความสวยงาม					
	1. ความสวยงามจากลักษณะผิวของเศษวัสดุต่อซังข้าว				
	2. ความสวยงามจากการผสมผสานของวัสดุ				
	3. ความสวยงามโดยรวมของผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว				

ตอนที่ 3. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ขอกราบขอบพระคุณ

นางสาวอรชลดา ทับทิมดี (ผู้วิจัย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. จากการลงพื้นที่



ภาพที่ ค.1 ภาพสภาพแวดล้อมของตอซังข้าวที่ถูกเผาไหม้
(ที่มา : อรชลลดา ทับทิมดี. ถ่ายเมื่อวันที่ 30/04/56)

2. ลักษณะทางกายภาพ



ภาพที่ ค.2 ลักษณะทางกายภาพของเศษตอซังข้าว
(ที่มา : อรชลลดา ทับทิมดี. ถ่ายเมื่อวันที่ 30/04/56)

3. ลงพื้นที่สอบถามข้อมูล



ภาพที่ ค.3 สำนักงานเกษตรและศูนย์วิจัยข้าว สอบถามข้อมูล
(ที่มา : อรชลลดา ทับทิมดี. ถ่ายเมื่อวันที่ 18/07/56)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. กลุ่มเจ้าหน้าที่การเกษตรจังหวัด



ภาพที่ ค.4 กลุ่มเจ้าหน้าที่การเกษตรจังหวัด
(ที่มา : อรชลดา ทับทิมดี. ถ่ายเมื่อวันที่ 06/08/56)

5. กลุ่มเจ้าหน้าที่การเกษตรอำเภอ



ภาพที่ ค.5 กลุ่มเจ้าหน้าที่การเกษตรอำเภอ
(ที่มา : อรชลดา ทับทิมดี. ถ่ายเมื่อวันที่ 06/08/56)

6. กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าว



ภาพที่ ค.6 กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าว
(ที่มา : อรชลดา ทับทิมดี. ถ่ายเมื่อวันที่ 09/05/57)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. กลุ่มผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัสดุและการผลิต



ภาพที่ ค.7 กลุ่มผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัสดุและการผลิต
(ที่มา : อรชลลดา ทับทิมดี. ถ่ายเมื่อวันที่ 25/03/57)

8. กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบ



ภาพที่ ค.8 กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบ
(ที่มา : อรชลลดา ทับทิมดี. ถ่ายเมื่อวันที่ 25/3/57)

9. กลุ่มผู้ผลิตและกลุ่มผู้บริโภค

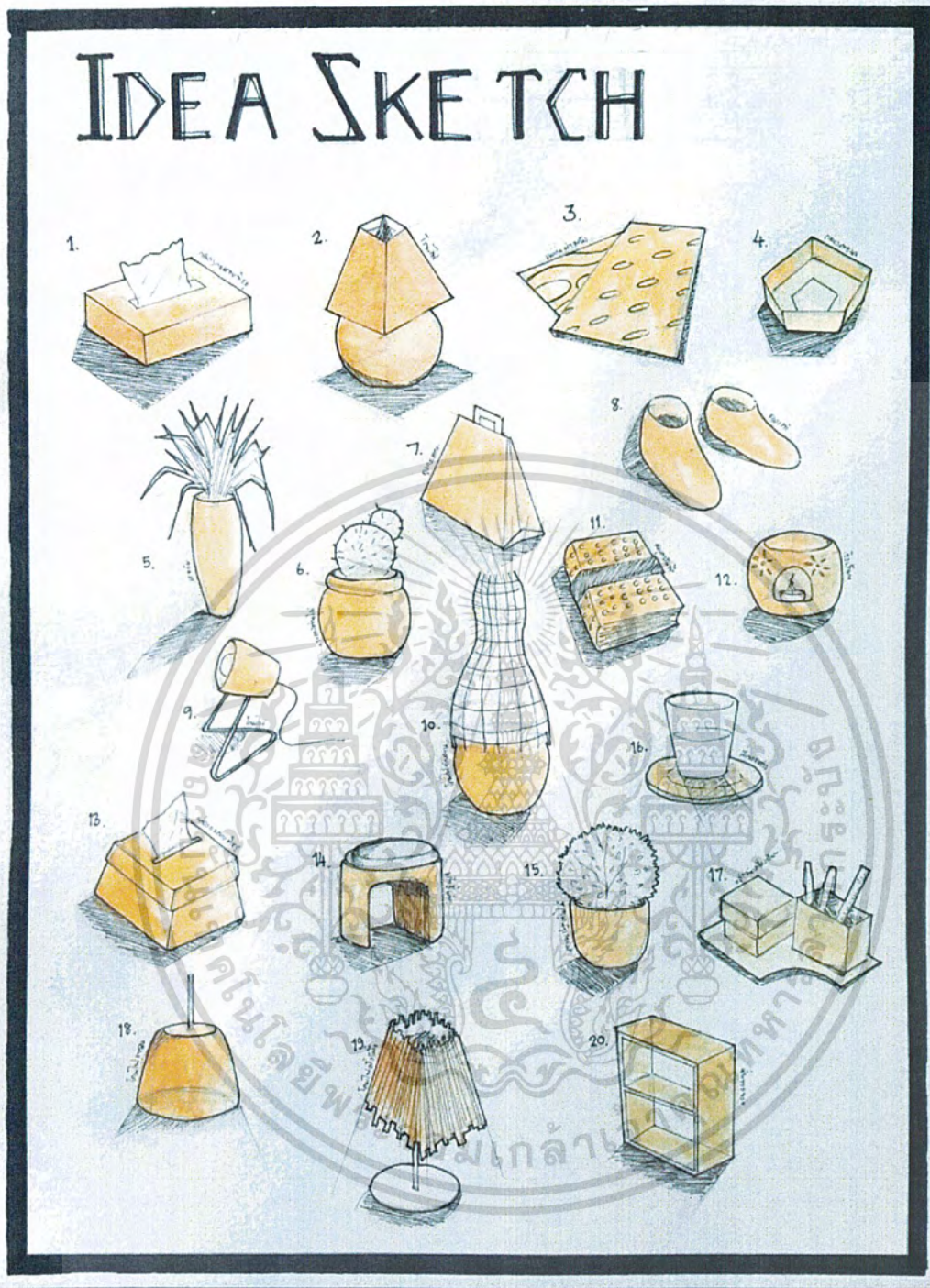


ภาพที่ ค.9 กลุ่มผู้ผลิตและกลุ่มผู้บริโภค
(ที่มา : อรชลลดา ทับทิมดี. ถ่ายเมื่อวันที่ 15/08/58)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

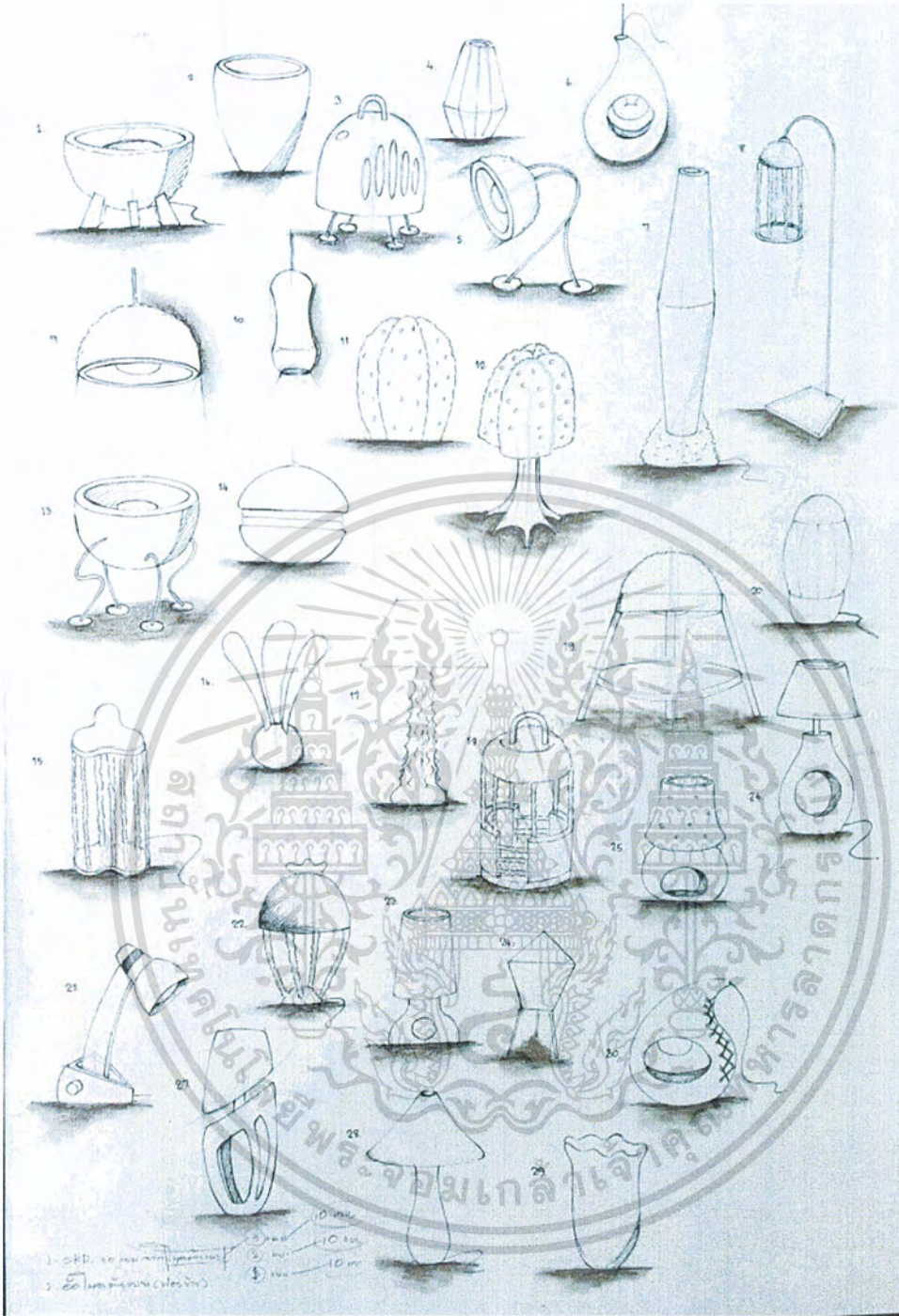


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



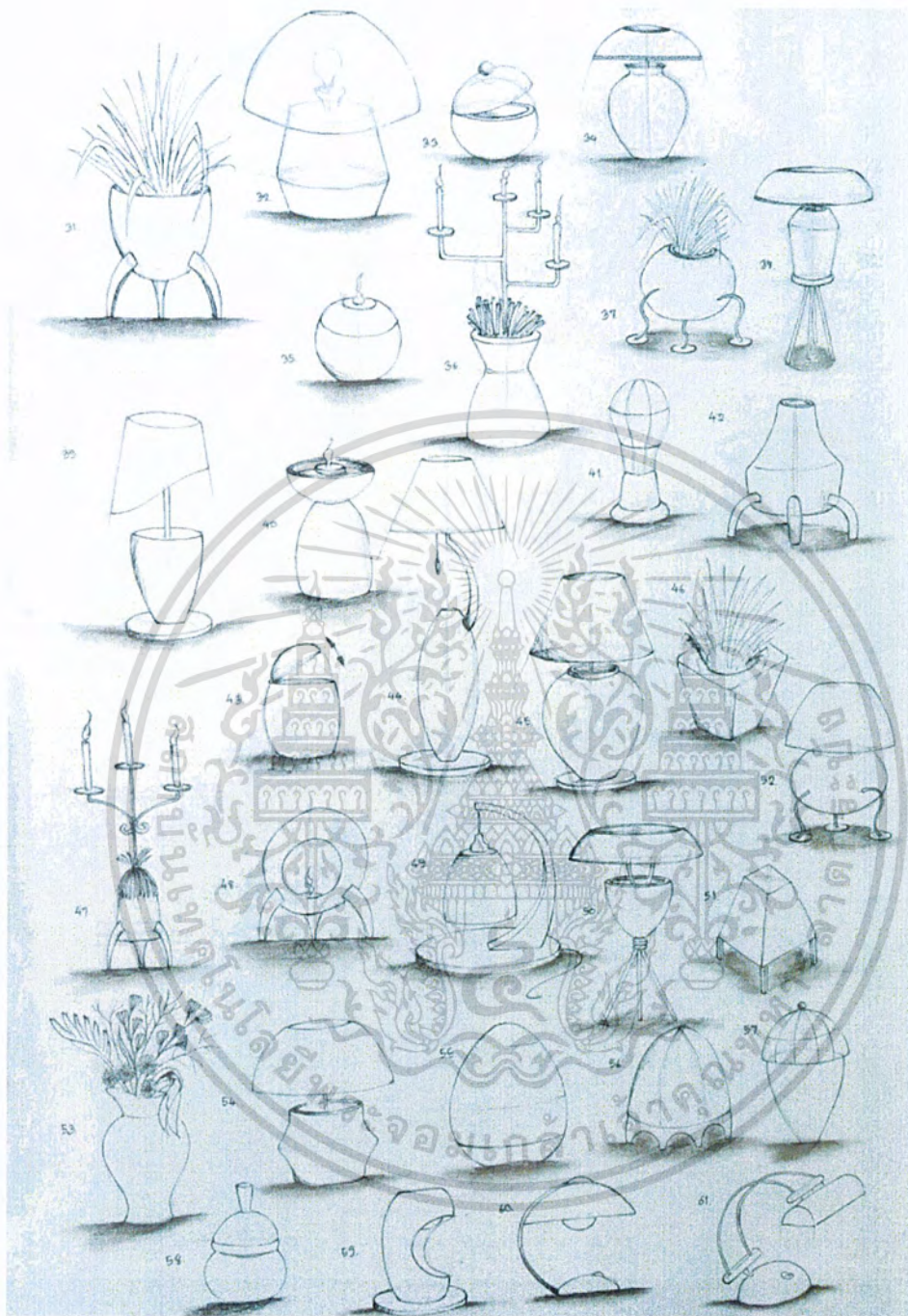
ภาพที่ จ.1 ภาพร่างเบื้องต้น ของรูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุของแข็งข้าว
(ที่มา : วาดโดย อรชลลดา ทับทิมดี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



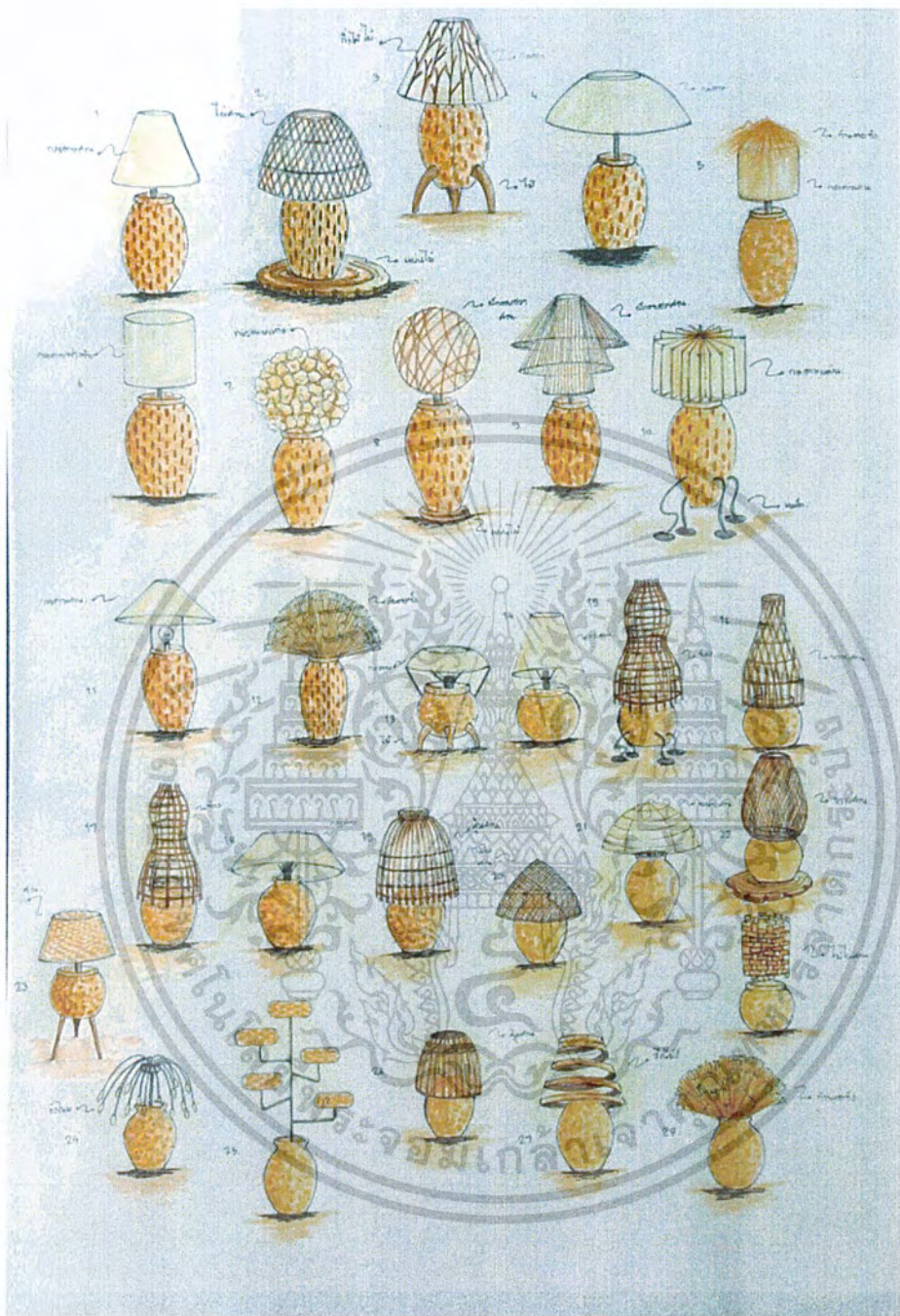
ภาพที่ จ.2 ภาพร่างเบื้องต้น ของรูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว
(ที่มา : วาดโดย อรชลลดา ทับทิมดี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



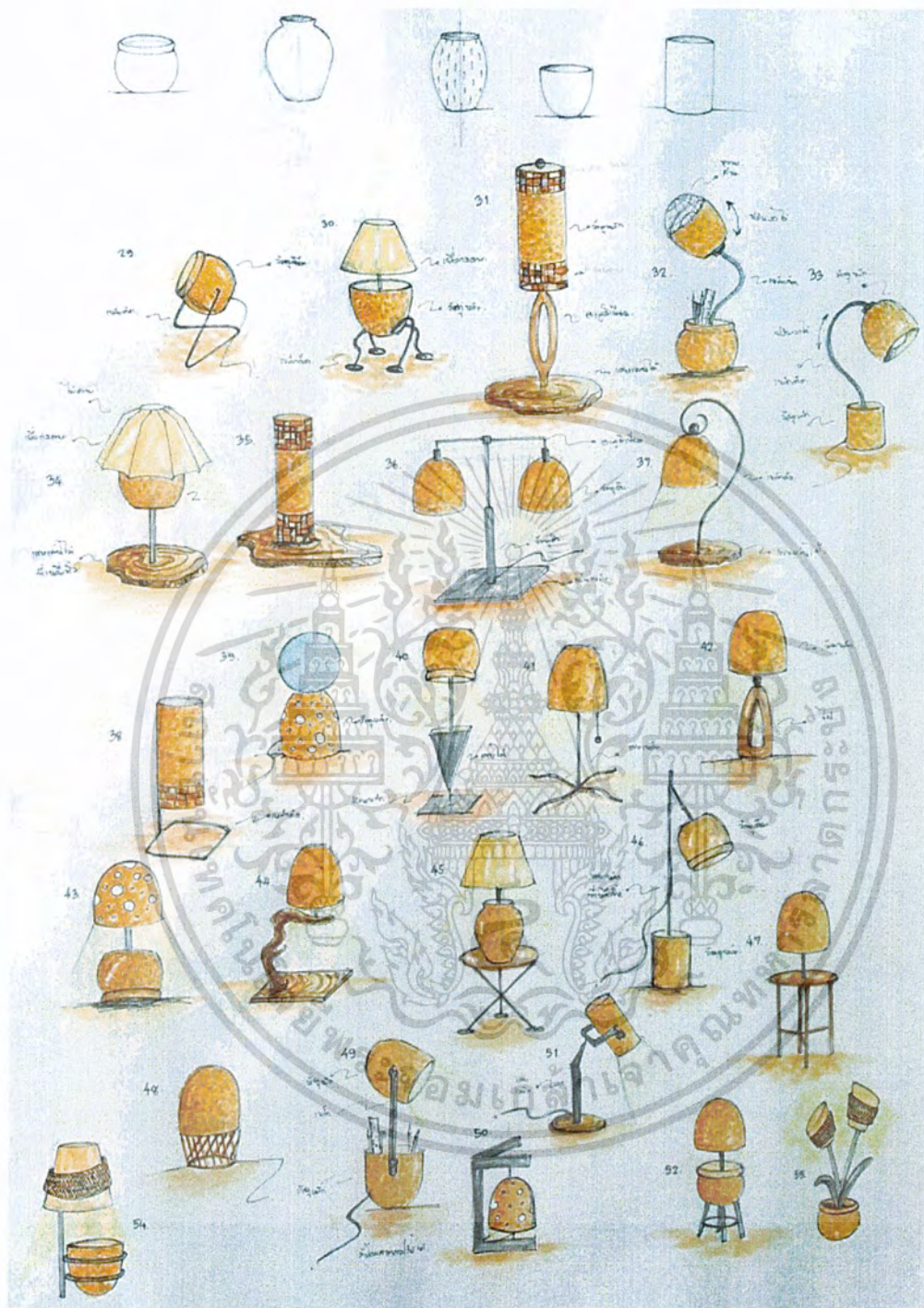
ภาพที่ จ.3 ภาพร่างเบื้องต้น ของรูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่อซังข้าว
(ที่มา : วาดโดย อรชลลดา ทับทิมดี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



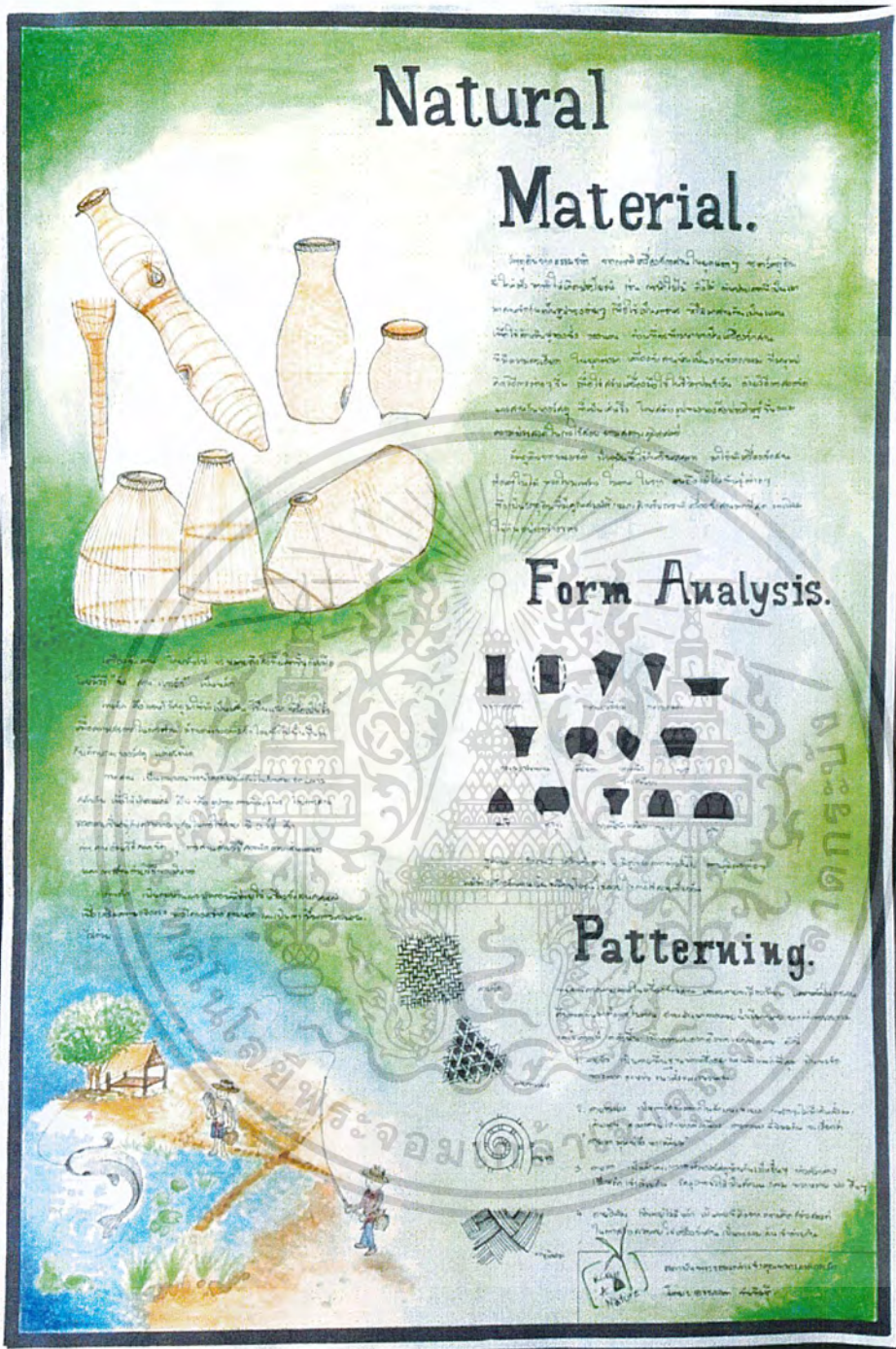
ภาพที่ จ.4 ภาพร่างเบื้องต้น ของรูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุของแข็งข้าว
(ที่มา : วาดโดย อรชลดา ทับทิมดี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



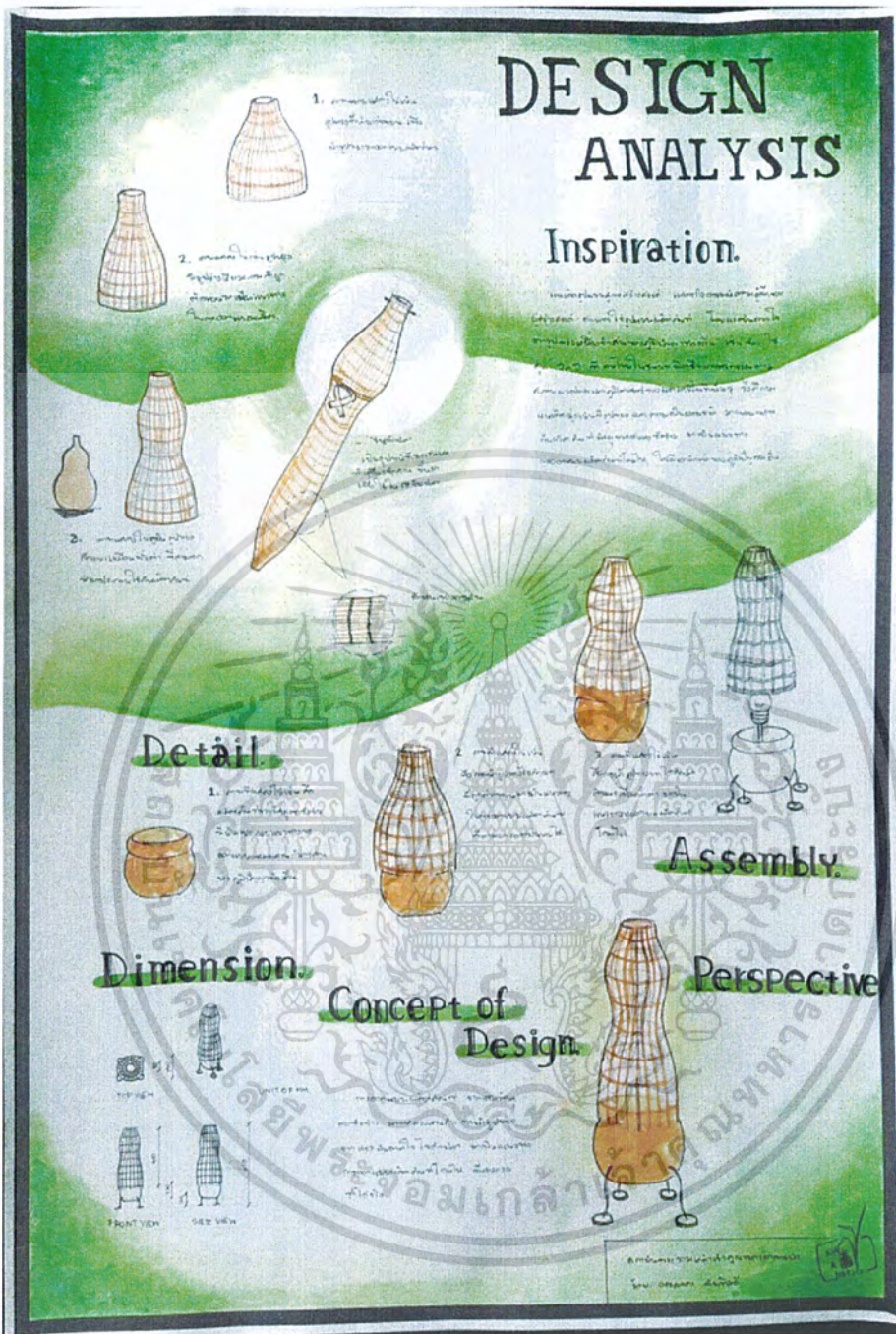
ภาพที่ จ.5 ภาพร่างเบื้องต้น ของรูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุของแข็งข้าว
(ที่มา : วาดโดย อรชลลดา ทับทิมดี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



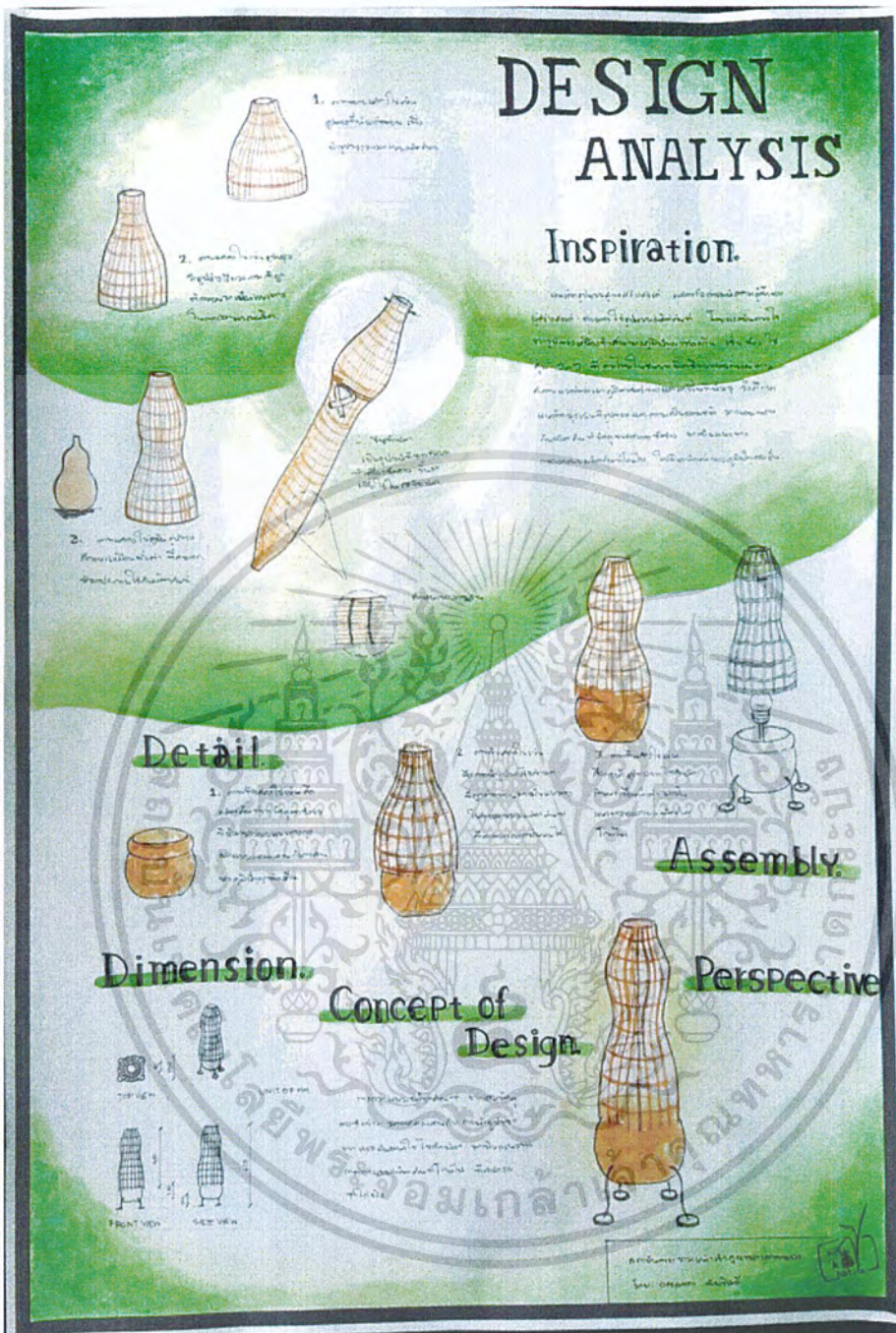
ภาพที่ จ.6 ภาพร่างแรงบันดาลใจเครื่องจักสาน จากแนวคิดภูมิปัญญาท้องถิ่น
(ที่มา : วาดโดย อรชลลดา ทับทิมดี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ จ.7 ภาพร่างแรงบันดาลใจเครื่องจักสาน จากแนวคิดภูมิปัญญาท้องถิ่น (ที่มา : วาดโดย อรชลดา ทับทิมดี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ จ.8 ภาพร่างแรงบันดาลใจเครื่องจักสาน จากแนวคิดภูมิปัญญาท้องถิ่น (ที่มา : วาดโดย อรชลลดา ทับทิมดี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ จ.9 ภาพการขึ้นต้นแบบสามมิติ ผลิตภัณฑ์โคมไฟจากเศษวัสดุต่อซังข้าว รูปแบบที่ 1
(ที่มา : วาดโดย อรชลลดา ทับทิมดี)



ภาพที่ จ.10 ภาพการขึ้นต้นแบบสามมิติ ผลิตภัณฑ์โคมไฟจากเศษวัสดุต่อซังข้าว รูปแบบที่ 2
(ที่มา : วาดโดย อรชลลดา ทับทิมดี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ จ.11 ภาพการขึ้นต้นแบบสามมิติ ผลิตภัณฑ์โคมไฟจากเศษวัสดุต่อซังข้าว รูปแบบที่ 3
(ที่มา : วาดโดย อรชลลดา ทับทิมดี)

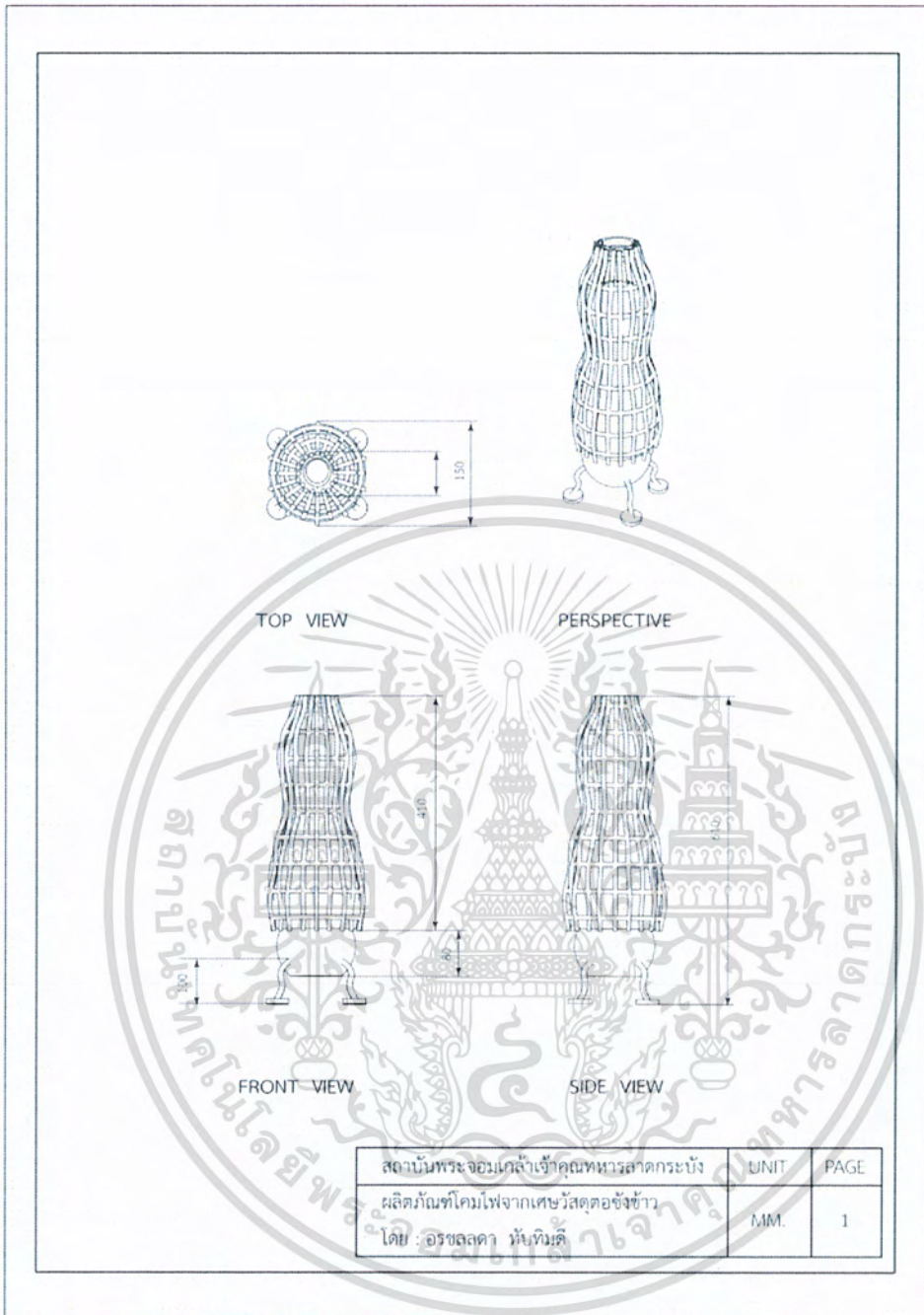


ภาพที่ จ.12 ภาพการขึ้นต้นแบบสามมิติ ผลิตภัณฑ์โคมไฟจากเศษวัสดุต่อซังข้าว รูปแบบที่ 4
(ที่มา : วาดโดย อรชลลดา ทับทิมดี)



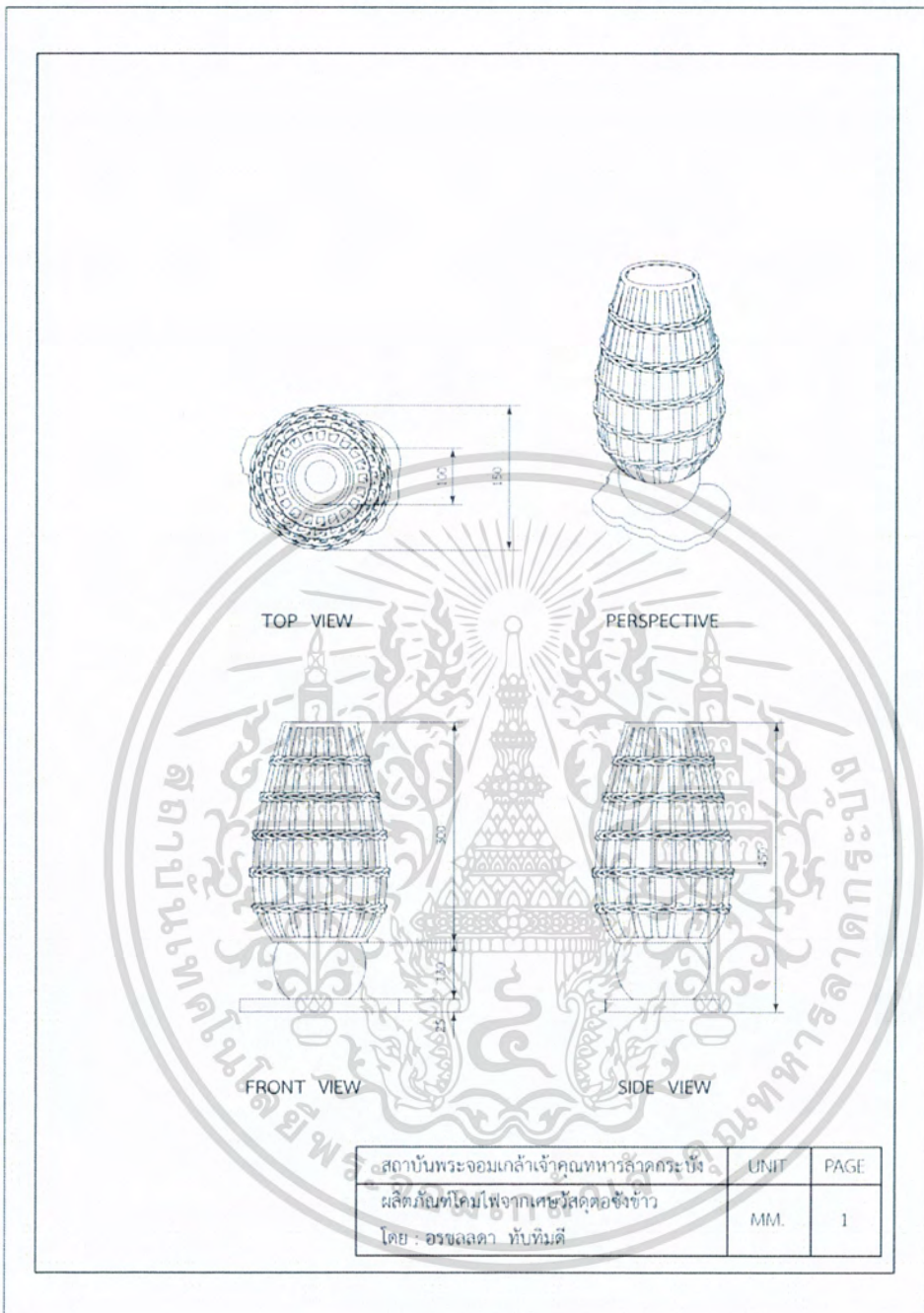
ภาพที่ จ.13 ภาพการขึ้นต้นแบบสามมิติ ผลิตภัณฑ์โคมไฟจากเศษวัสดุต่อซังข้าว รูปแบบที่ 5
(ที่มา : วาดโดย อรชลลดา ทับทิมดี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ จ.14 ภาพการเขียนแบบเพื่อการผลิตคอมพิวเตอร์จากเศษวัสดุทองซังข้าว
(ที่มา : วาดโดย อรชลลดา หับหิมดี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ จ.15 ภาพการเขียนแบบเพื่อการผลิตคอมพิวเตอร์ จากเศษวัสดุของข้าว
(ที่มา : วาดโดย อรชลลดา ทับทิมดี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ จ.16 ภาพชิ้นงานต้นแบบผลิตภัณฑ์โคมไฟจากเศษวัสดุต่อซังข้าว
(ที่มา : วาดโดย อรชลลดา ทับทิมดี)



ภาพที่ จ.17 ภาพชิ้นงานต้นแบบผลิตภัณฑ์โคมไฟจากเศษวัสดุต่อซังข้าว
(ที่มา : วาดโดย อรชลลดา ทับทิมดี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้