

การพัฒนาหมวกกันรังสีจากกระดาษฟางข้าวผสมเนื้อครามธรรมชาติ

The Development of UV Protection Hat Made from Rice Straw Paper Mixed with Natural Indigo

♦ อรพินท์ สุขยศ

อาจารย์ ประจำสาขาวิชาคหกรรมศาสตร์-การศึกษาปฐมวัย คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Orapin Sukyos

Lecturer, Early Childhood Education Program, Faculty of Home Economics Technology,
Rajamagala University of Technology Thanyaburi, E-Mail: orapinth@mutt.ac.th

Received: September 14, 2020 ; Revised: September 28, 2020 ; Accepte: October 12, 2020

Abstract

The purposes of research are 1) to study the best rice straw pulp process; 2) to study the balance portion between the rice straw and the natural indigo for paper production; and 3) To study the UV protection property of 3 types of rice straw papers which are pure rice straw paper, natural indigo mixed with rice straw paper, and the twist rice straw paper covered with natural indigo.

The study of three sizes of rice straw for 2, 4, and 6 centimeter long in Effective Microgranisms for 5, 10, and 15 days showed that the best rice straw pulp came from the rice straw in 4 centimetres long with 5 days of fermentation. It created the delicated rice straw pulp for the suitable paper thickness. Then, the balance portion from mixed the rice straw pulp with the natural indigo in 3 levels: 1:1, 1:2, and 1:3 (weight-to-weight) belonged to 1:3 as it revealed the strongest navy shade for a paper production. Lastly, the UV protection property of 3 types of rice straw papers showed that every types were able to absorb UV rays and equally contained UV protection property ($p>0.05$). Therefore, the recommended rice straw paper would be the twist rice straw paper covered with natural indigo for UV protection hat according to its durability.

Keyword : Rice Straw, Natural Indigo, UV Rays, UV Protection Hat

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษากระบวนการผลิตกระดาษจากเยื่อฟางข้าวที่เหมาะสม 2) เพื่อศึกษาอัตราส่วนผสมระหว่างเยื่อฟางข้าวและเนื้อครามธรรมชาติในการทำกระดาษ และ 3) เพื่อศึกษาคุณสมบัติในการป้องกันรังสียูวีของหมวกจากกระดาษฟางข้าว 3 ชนิด ได้แก่ กระดาษฟางข้าว กระดาษฟางข้าวผสมเนื้อครามธรรมชาติและกระดาษฟางข้าวลายขัดสานเคลือบเนื้อครามธรรมชาติ

ผลการผลิตเยื่อฟางข้าวจากการตัดฟางข้าวยาว 3 ขนาด ได้แก่ 2 4 และ 6 เซนติเมตร และนำไปหมักให้นุ่มด้วยน้ำหัวเชื้อ EM นาน 5 10 และ 15 วัน พบว่า ฟางข้าวขนาด 4 เซนติเมตรที่หมักระยะเวลา 5 วัน จะทำให้ได้เยื่อฟางข้าวที่นำไปผลิตกระดาษมีผิวเนียนละเอียดและมีความหนาเหมาะสมที่สุด และเมื่อนำเยื่อฟางข้าวไปผสมกับเนื้อครามธรรมชาติด้วยอัตราส่วนฟางข้าวต่อเนื้อครามธรรมชาติ 3 ระดับ คือ 1:1 1:2 และ 1:3 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) พบว่า เยื่อฟางข้าวที่ผสมด้วยเนื้อครามธรรมชาติที่ระดับ 1:3 ปรากฏสีครามที่ชัดเจนเหมาะสมต่อการนำไปผลิตกระดาษต่อไป สุดท้ายการศึกษาประสิทธิภาพในการป้องกันรังสียูวีของกระดาษ 3 ประเภท พบว่า กระดาษฟางข้าวทุกประเภทมีสมบัติในการป้องกันรังสียูวีในการดูดกลืนรังสียูวีไว้ในตัวเองและพบว่า กระดาษฟางข้าวทั้ง 3 ประเภทมีสมบัติในการป้องกันรังสียูวีไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ซึ่งกระดาษฟางข้าวลายขัดสานเคลือบเนื้อครามธรรมชาติมีความทนทานมากที่สุด ทำให้เหมาะสมต่อการนำไปผลิตเป็นหมวกกันรังสียูวีต่อไป

คำสำคัญ : ฟางข้าว เนื้อครามธรรมชาติ รังสียูวี หมวกกันรังสียูวี

บทนำ

ฟางข้าว วัสดุเหลือใช้จากภาคเกษตรกรรมของกรรมวิธีการผลิตข้าว พืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ที่สร้างรายได้ทั้งในประเทศและส่งออกต่างประเทศ นิยมเพาะปลูกเป็นลักษณะข้าวนาปีเนื่องจากสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยที่เอื้ออำนวยมากกว่าข้าวนาปรัง ซึ่งประกอบไปด้วย สายพันธุ์ที่เป็นที่รู้จัก ได้แก่ ข้าวเจ้าหอมมะลิ ข้าวเจ้าปทุมธานี ข้าวเหนียว ข้าวเจ้าชนิดอื่น ๆ เป็นต้น โดยมีพื้นที่ในการเพาะปลูก 61.702 ล้านไร่ คิดเป็นอัตราการเติบโตเปรียบเทียบกับปี 2562 ร้อยละ 0.82 และมีเนื้อที่เก็บเกี่ยว 56.831 ล้านไร่ คิดเป็นอัตราการเติบโตเปรียบเทียบกับปี 2562 ร้อยละ 5.03 ส่งผลให้ปริมาณของวัสดุเหลือใช้อย่างฟางข้าวเพิ่มขึ้นตามลำดับ (Office of Agricultural Economics, 2021) ดังนั้น การพัฒนาคุณภาพและสินค้าจากฟางข้าวจะช่วยลดปริมาณขยะจากภาคการเกษตรที่เสี่ยงจากการเผาทำลายในที่โล่ง นำมาซึ่งปัญหาฝุ่นละอองน้อยกว่าหรือเท่ากับอนุภาค 2.5 ที่เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจของมนุษย์เป็นสัดส่วนถึงร้อยละ 80 (Pollution Control Department, 2018) อีกทั้งลักษณะเฉพาะของฟางข้าว คือ เป็นพืชเส้นใยสั้นและบาง ทำให้กระดาษที่ผลิตจากเยื่อฟางข้าวมีความทึบแสงและทนทานต่อแรงฉีกขาดได้ดี ภาคอุตสาหกรรมจึงนิยมนำฟางข้าวเป็นองค์ประกอบหลักในการผลิตกระดาษ อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีงานวิจัยใดปรากฏถึงการพัฒนาต่อยอดฟางข้าวเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบอื่น ๆ จนถึงปัจจุบัน

(Boonyaruthutkalin and Others, 2002) ในขณะที่ยังมีการนำครามธรรมชาติที่ปัจจุบันได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมสิ่งทอมาประยุกต์รวมกับการพัฒนากระดาษฟางข้าวในครั้งนี้เป็นการเพิ่มมูลค่าในเชิงธุรกิจ อีกทั้งโดยทั่วไปครามธรรมชาติจะถูกนำมาใช้ในการย้อมครามร่วมกับผ้าฝ้ายและผ้าไหมเป็นหลัก ด้วยคุณสมบัติเฉพาะตัวที่เป็นเจดสีที่ง่ายต่อการใช้งาน เป็นพืชมีฤทธิ์เย็นและคงคุณสมบัติในการป้องกันรังสียูวีซึ่งเหมาะสำหรับการนำไปผลิตหมวกกันรังสียูวีในครั้งนี้ ผลการทดสอบผ้าฝ้ายย้อมครามแสดงให้เห็นว่า ครามมีคุณสมบัติในการป้องกันรังสียูวีได้อย่างดีเยี่ยม โดยประสิทธิภาพในการป้องกันรังสียูวีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการย้อมคราม (Puepat, 2009) รวมถึงประสิทธิภาพในการป้องกันรังสียูวีเป็นอย่างดีเมื่อย้อมร่วมกับผ้าไหมด้วยเช่นกัน ถือว่าเป็นการย้อมครามช่วยประหยัดต้นทุนและพลังงานได้ดีกว่าการย้อมแบบอื่น ๆ (Mongkhorrattanasit and others, 2015) ผลิตภัณฑ์จากครามชาตินอกจากจะไม่ก่อให้เกิดอาการระคายเคืองต่อผิวหนังและไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการผลิตกระดาษฟางข้าวผสมเนื้อครามธรรมชาติเพื่อนำไปพัฒนาหมวกกันรังสียูวีจึงเป็นประโยชน์กับผู้บริโภคในการใช้ประโยชน์ภายในครัวเรือนได้เป็นอย่างดี

วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษากระบวนการผลิตกระดาษจากเยื่อฟางข้าวที่เหมาะสม
- 2) เพื่อศึกษาอัตราส่วนผสมระหว่างเยื่อฟางข้าวและเนื้อครามธรรมชาติในการทำกระดาษ
- 3) เพื่อศึกษาคุณสมบัติในการป้องกันรังสียูวีของหมวกกันรังสียูวีจากหมวกกระดาษฟางข้าว 3 ชนิด ได้แก่ กระดาษฟางข้าว กระดาษฟางข้าวผสมเนื้อครามธรรมชาติ กระดาษฟางข้าวลายขัดสานเคลือบเนื้อครามธรรมชาติ

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านเนื้อหา :

1. ฟางข้าว ที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ คือ ฟางข้าวอัดก้อนจากข้าวหอมปทุมธานี 1 เก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวข้าวภายในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี ระยะการเก็บเกี่ยวอยู่ระหว่าง 104-126 วัน จำนวน 10 กิโลกรัม
2. ครามธรรมชาติ ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้มาจากเป็นพันธุ์ครามฝักตรง (ครามบ้าน) จากจังหวัดสกลนคร จำนวน 30-50 กิโลกรัม ผ่านกระบวนการหมักเป็นเวลา 24 ชั่วโมงในการสกัดน้ำครามและเนื้อครามธรรมชาติ
3. ความหนาของกระดาษฟางข้าวที่กำหนดอยู่ที่ 50 ไมครอน หรือ 0.05 มิลลิเมตร
4. ตรวจสอบทดสอบคุณสมบัติการป้องกันรังสียูวีด้วยเครื่อง PerkinElmer UV/VIS/NIR Spectrophotometer (with integrating sphere attachment) Model: Lambda 950 จากกรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่จะทำงานด้วยการส่องลำแสงผ่านตัวกลางและ

ทำการวัดความเข้มข้นของปริมาณแสงที่สร้าง และวัดปริมาณแสงที่เล็บบนตัวกลาง เป็นค่าการส่องผ่านที่ อยู่ระหว่าง ร้อยละ 0 ถึง 100 (Hardesty and Attili, 2010)

5. รูปทรงหมวกกันรังสียูวีที่กำหนด คือ ทรงหมวกปีกกว้างที่มีขนาดของปีกหมวกโดยรอบ 7.5 เซนติเมตรขึ้นไป เพื่อให้หมวกสามารถป้องกันได้ครอบคลุมบริเวณพื้นที่ใบหน้า ลำคอ และหูของผู้สวมใส่

ขอบเขตด้านระยะเวลา : การวิจัยในครั้งนี้มีการดำเนินการ 1 ปี

การทบทวนทบทวนวรรณกรรม

การผลิตกระดาษฟางข้าวแบบพื้นบ้าน

กระบวนการผลิตกระดาษฟางข้าวแบบพื้นบ้านเป็นการนำวัสดุเหลือใช้การเกษตรมาพัฒนาให้มี ประโยชน์ และเพื่อผลิตให้ได้กระดาษฟางข้าวที่มีคุณภาพที่ดี จึงศึกษาถึงการนำของโซเดียมไฮดรอกไซด์มา ใช้ในกระบวนการผลิตที่มีความเข้มข้นที่แตกต่างกัน พบว่า โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 20 จะทำให้กระดาษฟางข้าวมีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีที่สุด โดยจะได้ค่าดัชนีความต้านแรงดึง 22.63 นิวตัน ความยืดร้อยละ 1.24 ความต้านทานการหักพับ 3.26 ครั้ง ค่าดัชนีความต้านทานแรงดันทะลุ 1.18 กิโลปาสกาล และค่าความขาวสว่างร้อยละ 32.45 ซึ่งเป็นวิธีที่ทำให้กระดาษฟางข้าวมีคุณภาพที่ดีขึ้น กระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมทั่วไป (Sampoompuang and others, 2007)

แสงและประเภทของรังสียูวี

แสงที่มีแหล่งกำเนิดจากดวงอาทิตย์ในระบบสุริยะจักรวาลเดินทางมายังโลกในรูปแบบของ พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า ความถี่ของคลื่นจะเป็นตัวกำหนดคุณภาพของพลังงาน โดยความถี่จะแปรผกผันกับ ความยาวของคลื่น ดังนั้นคลื่นที่มีความยาวอย่าง คลื่นบรอดแคส (Broadcast bands) คลื่นวิทยุ (Radio) คลื่นเรดาร์ (Radar) คลื่นไมโครเวฟ (Microwaves) คลื่นอินฟราเรด (Infrared) เป็นคลื่นมีความปลอดภัย ต่อมนุษย์สูงเนื่องจากมีความถี่ต่ำ ในขณะที่คลื่นที่สูงอย่าง รังสีคอสมิก (Cosmic Rays) รังสีแกมมา (Gamma Rays) รังสีเอ็กซ์ (X-Rays) รังสียูวี (Ultraviolet) จะเป็นอันตรายต่อมนุษย์ได้ ซึ่งแสงที่มองเห็น (Visible Light) จะมีความยาวคลื่นอยู่ระหว่างรังสียูวีและคลื่นอินฟราเรด หรือ 400 – 700 นาโนเมตร (Watso, 2018)

รังสียูวี (Ultraviolet) จะมีความยาวคลื่นระหว่าง 100 – 400 นาโนเมตร แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ รังสียูวีเอ (UVA) รังสียูวีบี (UVB) รังสียูวีซี (UVC) (Skin Cancer Foundation, 2014) โดยรังสียูวีเอ (UVA) สามารถทะลุชั้นบรรยากาศของโลกได้ถึงร้อยละ 95 ทำให้เข้าทำลายผิวหนังได้ลึกถึงระดับชั้นในหรือ ชั้นหนังแท้ (Dermis) อันเป็นสาเหตุของการเกิดสารอนุมูลอิสระที่นำมาซึ่งริ้วรอย ฝ้า กระ บนใบหน้าและ ผิวหนัง ซึ่งหากได้รับรังสียูวีเอสะสมเป็นปริมาณมากอาจเพิ่มโอกาสเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็งผิวหนังต่อไป ในขณะที่รังสียูวีบี (UVB) ทะลุผ่านเข้ามาได้เพียงร้อยละ 10 ซึ่งประโยชน์ของได้รับรังสียูวีบี (UVB) จะ กระตุ้นให้ร่างกายสร้างวิตามินดีต่อระบบภูมิคุ้มกัน แต่หากได้รับในปริมาณที่มากเกินไปจะส่งผลให้เกิด การทำลายผิวหนังชั้นนอกหรือชั้นหนังกำพร้า (Epidemis) หรือเกิดอาการผิวไหม้ขึ้นนั่นเอง ส่วนรังสียูวีซี

(UVC) เป็นรังสียูวีที่มีความอันตรายสูงที่สุดเนื่องจากมีความถี่สูง แต่เพราะชั้นบรรยากาศของโลกทำหน้าที่ช่วยกรองรังสียูวี (UVC) ไว้ได้ จึงทำให้อันตรายของรังสียูวี (UVC) ไม่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์ (American Cancer Society, 2015)

หลักในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์สำหรับเด็ก

การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์สำหรับเด็กจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัย 2 ประการ ได้แก่ การออกแบบให้เหมาะสมกับพัฒนาการในแต่ละช่วงวัยของเด็ก และการพิจารณาตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าของผู้ปกครอง โดยปกติเด็กและผู้ปกครองจะมีความแตกต่างในการพิจารณาด้านประโยชน์ใช้สอยอย่างชัดเจน เด็กจะใช้อารมณ์ ความสนุก และความเข้าใจในตัวผลิตภัณฑ์เป็นตัวนำในการเลือกสรรผลิตภัณฑ์ที่ตนเองชอบก่อนจะสื่อสารไปยังผู้ปกครองของตน ในขณะที่ผู้ปกครองจะให้ความสำคัญที่ความปลอดภัย และเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ ซึ่งอำนาจผูกขาดในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อยู่ที่ผู้ปกครองเป็นหลัก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของผลิตภัณฑ์ในการเลือกใช้ด้วย (Jinseok and Maryah , 2009) โดยทั่วไปของหมวกกันรังสียูวีจะเป็นหมวกที่มีปีกหมวกกว้าง หรือเรียกว่า Bucket Hats ที่ควรมีความกว้างของปีกหมวก 7.5 เซนติเมตรเป็นอย่างน้อย (Diffey and Cheeseman, 1992) เพื่อให้ปีกหมวกสามารถป้องกันรังสียูวีได้ครอบคลุมทั้งบริเวณใบหน้า ลำคอ และใบหูของเด็กได้ (Gies and others, 2007)

วิธีดำเนินการวิจัย

วัสดุและอุปกรณ์ : ฟางข้าวปทุมธานีอัดก้อน 10 กิโลกรัม เนื้อครามธรรมชาติสด 1 กิโลกรัม น้ำหัวเชื้อ EM โซเดียมไฮดรอกไซด์ หม้อต้มเบอร์ 32 ถังน้ำ เครื่องปั่นทั่วไป กรอบแม่พิมพ์กระดาษขนาด 42 x 59.4 เซนติเมตร ถ้วยตวงปริมาตร 100 มิลลิลิตร เครื่องวัดความหนา Thickness Gage Digital (Mitutoyo) แปรงทาสีขนาด 2 นิ้ว เครื่องจำลองรังสียูวี PerkinElmer UV/VIS/NIR Spectrophotometer (with integrating sphere attachment) Model: Lambda 950

วิธีการดำเนินวิจัย

1) นำฟางข้าวพันธุ์ข้าวปทุมธานีอัดก้อนจำนวน 1 กิโลกรัม ตัดและแบ่งกลุ่มตามความยาว 3 ระดับ คือ 2 4 และ 6 เซนติเมตร อย่างละ 300 กรัม หลังจากนั้นนำไปใส่ลงในถังที่มีน้ำหัวเชื้อ EM ผสมกับน้ำในอัตราส่วน 1:3 หมักเป็นระยะเวลา 5 10 และ 15 วัน เพื่อสกัดใยหยาบ แล้วคัดเลือกระยะเวลาการหมักที่ให้ฟางข้าวมีความนุ่มและเหลือความหยาบน้อยที่สุด จากนั้นเตรียมผสมโซเดียมไฮดรอกไซด์ ผสมในระดับความเข้มข้นร้อยละ 20 กับปริมาตรของน้ำสะอาด ต้มให้เดือดเป็นเวลา 120 นาทีด้วยไฟแรง (Sampoompuang and others, 2007) ก่อนนำฟางข้าวทั้ง 3 ขนาดไปสกัดเยื่อฟางข้าวด้วยการปั่น และนำเยื่อฟางข้าวที่ได้ไปขึ้นรูปกระดาษฟางข้าวขนาด 42 x 59.4 เซนติเมตร จำนวน 36 ถ้วยตวง เคลือบให้สม่ำเสมอแล้วนำไปตากให้แห้ง นำกระดาษฟางข้าวที่ได้ออกจากกรอบแม่พิมพ์ ตรวจสอบความหนาของกระดาษให้ได้ 50 ไมครอนแล้วคัดเลือกกระดาษฟางข้าวที่ผิวเนียนที่สุด 1 สภาวะ แล้วนำฟางข้าวผลิตเป็นกระดาษฟางข้าวตามกระบวนการที่คัดเลือกไว้เป็นจำนวน 3 แผ่น แบ่งกระดาษฟางข้าวตัดออกเป็นเส้น

ความกว้างเส้นละ 4 มิลลิเมตร แล้วนำไปขัดสานลายขึ้น 1 ลง 1 สลับกันไปมาเป็นจำนวน 3 แผ่น จะได้เป็นกระดาษฟางข้าว และกระดาษฟางข้าวลายขัดสาน

2) นำเยื่อฟางข้าวที่ผ่านการคัดเลือกสภาวะมาผสมกับเนื้อครามธรรมชาติ 3 ระดับ คือ 1:1 1:2 และ 1:3 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) นวดส่วนผสมให้เข้ากัน นำเยื่อฟางข้าวผสมเนื้อครามธรรมชาติทั้ง 3 ระดับไปขึ้นรูปแม่พิมพ์กระดาษขนาด 42×59.4 เซนติเมตร ด้วยปริมาณ 36 ถ้วยตวง เกลี่ยให้กระจายตัวทั่วทั้งแม่พิมพ์ นำไปตากให้แห้งจะได้กระดาษฟางข้าวผสมเนื้อครามธรรมชาติ คัดเลือก 1 สภาวะที่ดีที่สุด ต่อไปนำเนื้อครามธรรมชาติที่ได้ทาเคลือบลงบนกระดาษฟางข้าวลายขัดสาน เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติในการป้องกันรังสียูวีของกระดาษฟางข้าว ในกรณีที่มีเนื้อครามธรรมชาติและไม่มีเนื้อครามธรรมชาติผสมอยู่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ โดยทุกครั้งที่ทาเนื้อครามธรรมชาติจะต้องตากแดดให้แห้งอย่างต่ำ 3 ชั่วโมงแล้วจึงจะทาซ้ำได้ ทำทั้งหมด 3 รอบ เพื่อให้ได้สีครามที่ชัดเจน

3) จำลองรังสียูวีด้วยเครื่อง PerkinElmer UV/VIS/NIR Spectrophotometer (with integrating sphere attachment) Model: Lambda 950 ส่องผ่านตัวกลาง 3 ชนิด ได้แก่ กระดาษฟางข้าว กระดาษฟางข้าวผสมเนื้อครามธรรมชาติ และกระดาษฟางข้าวลายขัดสานเคลือบเนื้อครามธรรมชาติ โดยวัดค่าดูดกลืนรังสียูวีจากการส่องลำแสง (Incident light: I_0) ผ่านตัวกลาง จากนั้นวัดค่าของแสงที่เหลือผ่านออกมา (I_1) และเปรียบเทียบค่าทั้งสอง หลังจากนั้นจึงวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว One-Way ANOVA

ผลการวิจัย

1) การสกัดใยหยาบของฟางข้าวด้วยน้ำหัวเชื้อ EM เกิดการย่อยสลายของเซลลูโลสในฟางข้าวได้ดี ทำให้ผิวสัมผัสของฟางข้าวมีความเรียบเนียนและอ่อนนุ่มมากกว่าผิวสัมผัสของฟางข้าวแช่น้ำทั่วไป อย่างไรก็ตาม การเพิ่มระยะเวลาในกระบวนการสกัดใยหยาบไม่ได้ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่อสภาวะทางกายภาพของฟางข้าวในทุกขนาด โดยระยะเวลาที่มีประสิทธิภาพในการสกัดใยหยาบคือ 5 วัน ตามตารางที่ 1

การสกัดใยหยาบจะช่วยให้กระบวนการสกัดเยื่อฟางข้าวด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ง่ายขึ้น เนื่องจากโซเดียมไฮดรอกไซด์จะทำปฏิกิริยากับเซลลูโลสในฟางข้าว ทำให้เกิดการบวมตัวและสามารถละลายเซลลูโลสที่โมเลกุลต่ำได้ (Namwang C., 2016) ซึ่งการต้มด้วยไฟแรงเป็นระยะเวลา 120 นาที จะพบว่าสภาวะทางกายภาพของเส้นใยฟางข้าวในแต่ละขนาดมีความบางลงอย่างชัดเจน และง่ายต่อการนำไปปั่นสกัดเยื่อ เนื่องจากใยหยาบและความกระด้างของฟางข้าวได้โดยย่อยสลายไปกับน้ำหมักหัวเชื้อ EM และโซเดียมไฮดรอกไซด์ในกระบวนการก่อนหน้านี้ หลังจากนั้นเมื่อนำเยื่อฟางข้าวที่ได้ไปขึ้นรูปกระดาษด้วยกรอบแม่พิมพ์ขนาด 42×59.4 เซนติเมตร ด้วยปริมาณ 36 ถ้วยตวง จะได้กระดาษฟางข้าวที่มีความหนาของกระดาษอยู่ที่ 50 ไมครอน หรือ 0.05 มิลลิเมตร ผิวสัมผัสของกระดาษที่ได้จากฟางข้าวขนาด 2 4 และ 6 เซนติเมตร จะมีความแตกต่างกันไปตามความละเอียดของฟางข้าว ซึ่งขนาดที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกระดาษฟางข้าวสำหรับหมวกกันรังสียูวีคือ กระดาษที่ทำจากฟางข้าวขนาด 4 เซนติเมตร เนื่องจากกระดาษมีความทึบแสงอยู่ในระดับปานกลางและผิวสัมผัสเนียนละเอียดต่อผิวหนังมนุษย์เมื่อเปรียบเทียบ

กับขนาดอื่น ๆ โดยสามารถผลิตกระดาษฟางข้าวจากเยื่อฟางข้าวที่มีขนาด 4 เซนติเมตรได้จำนวน 20 แผ่น จากปริมาณฟางข้าว 9 กิโลกรัม เมื่อนำกระดาษฟางข้าวมาขัดสานลายขึ้น 1 ลง 1 จะเป็นการเพิ่มความแข็งแรงให้กระดาษฟางข้าว ความหนาของกระดาษภายหลังการขัดสานคือ 90 ไมครอน หรือ 0.09 มิลลิเมตร กระดาษมีความทึบแสงเพิ่มขึ้นตามลวดลายขัดสาน ซึ่งการผลิตหมวกกันรังสียูวี 1 ใบ จะต้องใช้กระดาษฟางข้าวแต่ละประเภทจำนวนอย่างต่ำ 2 ถึง 5 แผ่น ขึ้นอยู่กับขนาดของผลิตภัณฑ์ของกลุ่มเป้าหมาย

ตารางที่ 1 ผลการตรวจด้วยสายตาและการสัมผัสฟางข้าวภายหลังการหมักด้วยน้ำหัวเชื้อ EM

ขนาดฟางข้าว	ระยะเวลาการหมัก	ลักษณะของฟางข้าว	ผิวสัมผัสของฟางข้าว
2 ซม.	5 วัน	1. ความยาวคงที่ 2. สีเหลืองฟางข้าว	1. ความขรุขระระหว่างรอยต่อลดลง 2. ผิวสัมผัสนุ่มขึ้น
	10 วัน	1. ความยาวคงที่ 2. สีเหลืองเข้ม	1. ความขรุขระลดลง คล้ายคลึงกับระยะเวลา 5 วัน 2. ผิวสัมผัสนุ่ม คล้ายคลึงกับระยะเวลา 5 วัน
	15 วัน	1. ความยาวคงที่ 2. สีน้ำตาลอ่อน	1. ความขรุขระลดลง คล้ายคลึงกับระยะเวลา 5 และ 10 วัน 2. ผิวสัมผัสนุ่ม คล้ายคลึงกับระยะเวลา 5 วัน และ 10 วัน
4 ซม.	5 วัน	1. ความยาวคงที่ 2. สีเหลืองฟางข้าว	1. ความขรุขระระหว่างรอยต่อลดลง 2. ผิวสัมผัสนุ่มขึ้น
	10 วัน	1. ความยาวคงที่ 2. สีเหลืองเข้ม	1. ความขรุขระลดลง คล้ายคลึงกับระยะเวลา 5 วัน 2. ผิวสัมผัสนุ่ม คล้ายคลึงกับระยะเวลา 5 วัน
	15 วัน	1. ความยาวคงที่ 2. สีน้ำตาลอ่อน	1. ความขรุขระลดลง คล้ายคลึงกับระยะเวลา 5 วัน และ 10 วัน 2. ผิวสัมผัสนุ่ม คล้ายคลึงกับระยะเวลา 5 วัน และ 10 วัน
6 ซม.	5 วัน	1. ความยาวคงที่ 2. สีเหลืองฟางข้าว	1. ความขรุขระระหว่างรอยต่อลดลง 2. ผิวสัมผัสนุ่มขึ้น
	10 วัน	1. ความยาวคงที่ 2. สีเหลืองเข้ม	1. ความขรุขระลดลง คล้ายคลึงกับระยะเวลา 5 วัน 2. ผิวสัมผัสนุ่ม คล้ายคลึงกับระยะเวลา 5 วัน
	15 วัน	1. ความยาวคงที่ 2. สีน้ำตาลอ่อน	1. ความขรุขระลดลง คล้ายคลึงกับระยะเวลา 5 วัน และ 10 วัน 2. ผิวสัมผัสนุ่ม คล้ายคลึงกับระยะเวลา 5 วัน และ 10 วัน

2) เมื่อนำเยื่อฟางข้าวจากฟางข้าวขนาด 4 เซนติเมตรมาผสมกับเนื้อครามธรรมชาติตามอัตราส่วน 1:1 1:2 และ 1:3 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) พบว่า ภายหลังการนวดส่วนผสมระหว่างเยื่อฟางข้าวผสมเนื้อครามธรรมชาติด้วยอัตราส่วน 1:3 จะทำให้ได้คุณภาพของเยื่อฟางข้าวผสมเนื้อครามธรรมชาติที่มีสีครามชัดเจนที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วนอื่น ๆ ดังตารางที่ 2

จากนั้นให้นำไปขึ้นรูปกระดาษด้วยกรอบแม่พิมพ์ขนาด 42 X 59.4 เซนติเมตร ด้วยจำนวน 36 ถ้วยตวงเท่ากับปริมาตรของการผลิตกระดาษฟางข้าวปกติ ตากแดดร้อนจัดให้แห้งสนิทจึงจะได้เป็น

กระดาษฟางข้าวผสมเนื้อครามธรรมชาติที่มีความหนา 50 ไมครอน แต่เนื่องจากสีครามจากกระดาษฟางข้าวผสมเนื้อครามธรรมชาติไม่ทนทานต่อการใช้งาน เมื่อกระดาษได้รับความชื้นจะทำให้สีครามละลายออกจากตัวกระดาษ เกิดความไม่สะดวกต่อการใช้งาน กระดาษฟางข้าวผสมเนื้อครามธรรมชาติจึงอาจไม่ใช่ตัวเลือกที่เหมาะสมสำหรับการนำไปผลิตเป็นหมวกกันรังสียูวี แต่ด้วยคุณสมบัติในการป้องกันรังสียูวีสรรพคุณของพืชที่มีฤทธิ์เย็น และสีสันทึบสวงามจึงทำให้เนื้อครามธรรมชาติยังคงมีความจำเป็นต่อการผลิตหมวกกันรังสียูวีจากกระดาษฟางข้าว โดยศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของประสิทธิภาพในการป้องกันรังสียูวีระหว่างการผสมเนื้อครามธรรมชาติในเยื่อฟางข้าวตั้งแต่กระบวนการผลิตกระดาษ และการทำเนื้อครามธรรมชาติเข้มข้นเคลือบลงบนกระดาษฟางข้าวลายขัดสาน

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาอัตราส่วนผสมระหว่างเยื่อฟางข้าวและเนื้อครามธรรมชาติ

อัตราส่วนการผสม	สีเยื่อฟางข้าวผสมเนื้อครามธรรมชาติ
เยื่อฟางข้าว : เนื้อครามธรรมชาติ (1 : 1)	สีเขียวอ่อนถึงอ่อนมาก
เยื่อฟางข้าว : เนื้อครามธรรมชาติ (1 : 2)	สีฟ้าอ่อน
เยื่อฟางข้าว : เนื้อครามธรรมชาติ (1 : 3)	สีครามเข้ม

3) การทดสอบคุณสมบัติในการป้องกันรังสียูวี พบว่า กระดาษฟางข้าว กระดาษฟางข้าวผสมเนื้อครามธรรมชาติ และกระดาษฟางข้าวลายขัดสานเคลือบเนื้อครามธรรมชาติ มีคุณสมบัติในการดูดกลืนรังสียูวีที่ความยาวคลื่นระหว่าง 300 – 400 นาโนเมตร ได้เป็นอย่างดี เมื่อวัดค่าแสงที่เหลือจากตัวกลาง (I_1) เปรียบเทียบกับลำแสงรังสียูวีตั้งต้น (I_0) ไม่ปรากฏรังสียูวีทะลุออกมา โดยค่าดูดกลืนรังสียูวี อยู่ระหว่างร้อยละ 0 ถึง 100 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบคุณสมบัติการดูดกลืนรังสียูวีของกระดาษฟางข้าว 3 ประเภท

ประเภทของกระดาษ	ค่าการดูดกลืนรังสียูวี	ปริมาณแสงที่เหลือ (I_1)
กระดาษฟางข้าว	100	0
กระดาษฟางข้าวผสมเนื้อครามธรรมชาติ	100	0
กระดาษฟางข้าวลายขัดสานเคลือบเนื้อครามธรรมชาติ	100	0

หมายเหตุ: ผลทดสอบจากกรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จากกฎของเบียร์และแลมเบิร์ต (Beer-Lambert Law) กล่าวว่า ความเข้มข้นของแสงจะแปรผันตรงต่อความเข้มข้นของตัวกลาง (Hardesty and Attili, 2010) ดังนั้นกระดาษฟางข้าวทั้ง 3 ประเภท ดังนั้นความหนาที่ 50 ไมครอนหรือ 0.05 มิลลิเมตรของกระดาษฟางข้าวและกระดาษฟางข้าวผสมเนื้อครามธรรมชาติ และความหนาที่ 90 ไมครอนหรือ 0.09 มิลลิเมตรของกระดาษฟางข้าวลายขัดสานเคลือบเนื้อครามธรรมชาติ ทั้งคู่มีความหนาที่เหมาะสมสำหรับการนำไปผลิตเป็นหมวกกันรังสียูวี

จากตารางที่ 4 ผลการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพในการป้องกันรังสียูวีของกระดาษฟางข้าวทุกประเภทพบว่า ค่าการดูดกลืนรังสียูวีของกระดาษฟางข้าวเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มและภายในกลุ่มพบว่า ค่าการดูดกลืนรังสียูวีของกระดาษฟางข้าว กระดาษฟางข้าวผสมเนื้อครามธรรมชาติ และกระดาษฟางข้าวลายขัดสานเคลือบเนื้อครามธรรมชาติไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของการป้องกันรังสียูวีของกระดาษฟางข้าวแต่ละประเภท

	แหล่งความ แปรปรวน	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ค่าการดูดกลืนรังสียูวี	ระหว่างกลุ่ม	6.16667	2	3.08333	0.12238	0.88625
	ภายในกลุ่ม	2.26750	9	2.51944		
	รวม	2.32917	11			

หมายเหตุ: นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผล

1) ฟางข้าว เป็นหนึ่งในพืชเส้นใยสายสั้น ที่มีความนิยมในการนำไปผลิตกระดาษในระดับอุตสาหกรรม ด้วยคุณสมบัติของฟางข้าวที่เมื่อนำไปผลิตกระดาษจะทำให้มีความทนต่อแรงฉีกขาดและมีความทึบแสงที่ดีโดยการผลิตกระดาษฟางข้าวเพื่อพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ การผลิตกระดาษเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อย่างหมวกกันรังสียูวีถือเป็นการเปิดโอกาสทางธุรกิจให้กับภาคอุตสาหกรรมครัวเรือนที่มีต้นทุนไม่สูงมากสำหรับการผลิตต่อครั้ง ซึ่งการศึกษานี้ได้ใช้ฟางข้าวจากข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่ผ่านการตัดแต่งความยาวเส้นละ 4 เซนติเมตร ก่อนนำไปย่อยสลายโยหยาบด้วยน้ำหัวเชื้อ EM เป็นระยะเวลา 5 วัน เพื่อลดผิวขรุขระและเพิ่มความอ่อนนุ่มให้กับเส้นฟางข้าวกว่าการแช่น้ำปกติ แล้วจึงนำไปสกัดเยื่อด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์เพื่อย่อยสลายโยหยาบในฟางข้าวเพิ่มเติมอีก 120 นาที ก่อนนำไปปั่นให้ละเอียดเพื่อเตรียมขึ้นรูปกระดาษ โดยกำหนดปริมาตรของเยื่อฟางข้าวในการขึ้นรูปแต่ละครั้งอยู่ที่ 36 ถ้วยตวง หรือ 3600 มิลลิลิตรต่อแม่พิมพ์ขนาด 42 X 59.4 เซนติเมตร เพื่อให้ได้กระดาษฟางข้าวที่มีความหนา 0.05 มิลลิเมตรหรือ 50 ไมครอน เนื่องจากกระดาษฟางข้าวที่ได้จากการสกัดด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นที่นิยมอย่างมากสำหรับงานประดิษฐ์และงานหัตถกรรมจากผู้บริโภค (Boonyaruthutkalin and othes, 2002). ดังนั้น การเพิ่มมูลค่าด้วยการหัตถกรรมลายขัดสานแบบขึ้น 1 ลง 1 จากกระดาษฟางข้าวที่มีขนาดเส้นละ 4 มิลลิเมตร ให้กับกระดาษฟางข้าวและเป็นการเพิ่มความแข็งแรงให้กับกระดาษฟางข้าวในกรณีที่น่าไปสร้างผลิตภัณฑ์อย่างหมวกกันรังสียูวีต่อไป ซึ่งกระดาษฟางข้าวลายขัดสานมีความหนามากกว่ากระดาษฟางข้าวปกติที่ 0.09 มิลลิเมตรหรือ 90 ไมครอน

2) ครามมีคุณสมบัติในการป้องกันรังสียูวี และมีการนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยส่วนใหญ่จะเป็นการใช้ร่วมกับผ้าฝ้ายหรือผ้าไหม การเพิ่มประสิทธิภาพให้กับหมวกกันรังสียูวีจากกระดาษฟางข้าวด้วยเนื้อครามธรรมชาติจะช่วยสนับสนุนให้ผลิตภัณฑ์เป็นที่น่าสนใจมากขึ้น (Puepat, 2009) อย่างไรก็ตามอัตราส่วนระหว่างเยื่อฟางข้าวและเนื้อครามธรรมชาติจำเป็นต้องอยู่ที่อัตรา 1:3 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ก่อนนำไปนวดให้เข้าเนื้อครามธรรมชาติซึมเข้าเนื้อเยื่อฟางข้าวอย่างเต็มที่ จะได้เป็นเยื่อฟางที่ปรากฏสีครามชัดเจน หลังจากนั้นนำไปขึ้นรูปกระดาษด้วยปริมาตร 3600 มิลลิเมตรต่อแม่พิมพ์ขนาด 42 X 59.4 เซนติเมตร เช่นเดียวกับกระดาษฟางข้าวปกติ เพื่อให้ได้กระดาษฟางข้าวที่มีความหนา 0.05 มิลลิเมตรหรือ 50 ไมครอน แต่เมื่อกระดาษฟางข้าวผสมเนื้อครามได้รับความชื้น สีของเนื้อครามธรรมชาติจะเกิดการละลายตัว เนื่องจากตัวกระดาษยังไม่สามารถต้านการดูดซึมน้ำ สมบัติด้านการต้านทานของกระดาษฟางข้าวผสมเนื้อครามธรรมชาติมีน้อยเกินกว่าจะนำไปผลิตเป็นหมวกกันรังสียูวีต่อไปได้ (Boonyaruthukalin and othes, 2002) ทำให้ยากต่อการใช้งานและยากต่อยอดการผลิตเป็นหมวกกันรังสียูวี อย่างไรก็ตาม การนำเนื้อครามธรรมชาติประยุกต์ใช้เพื่อเสริมประสิทธิภาพในการป้องกันรังสียูวีให้กับกระดาษฟางข้าวยังคงมีความจำเป็นในมุมมองของการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ จึงทาเคลือบเนื้อครามธรรมชาติลงบนกระดาษฟางข้าวลายขัดสาน ก่อนจะนำไปทดสอบเปรียบเทียบความแตกต่างของประสิทธิภาพในการป้องกันรังสียูวีของกระดาษฟางข้าวผสมเนื้อครามธรรมชาติและกระดาษฟางข้าวลายขัดสานเคลือบเนื้อครามธรรมชาติต่อไป

3) การทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันรังสียูวีของกระดาษฟางข้าว กระดาษฟางข้าวผสมเนื้อครามธรรมชาติ และกระดาษฟางข้าวลายขัดสานเคลือบเนื้อครามธรรมชาติ จะพิจารณาจากคุณสมบัติในการดูดกลืนรังสียูวีของกระดาษฟางข้าวทั้ง 3 ประเภท ซึ่งพิจารณาจากค่าของแสงที่เหลือจากการส่องผ่านด้วยลำแสงของรังสียูวีจำลองที่มีความยาวคลื่นระหว่าง 300 ถึง 400 นาโนเมตร จากเครื่อง PerkinElmer UV/VIS/NIR Spectrophotometer พบว่า การเพิ่มขึ้น 1 หน่วยของค่าแสงที่เหลือจากการส่องผ่านหมายถึง ประสิทธิภาพในการดูดกลืนรังสียูวีที่ลดลงของตัวกลางในการส่องผ่าน ซึ่งกระดาษฟางข้าว กระดาษฟางข้าวผสมเนื้อครามธรรมชาติ และกระดาษฟางข้าวลายขัดสานเคลือบเนื้อครามธรรมชาติมีค่าแสงเหลือจากการส่องผ่านอยู่ที่ร้อยละ 0 กล่าวได้ว่า กระดาษฟางข้าวทุกประเภทมีคุณสมบัติในการดูดกลืนรังสียูวีที่มีความยาวอยู่ในช่วง 300 ถึง 400 นาโนเมตรได้อย่างสมบูรณ์ โดยเมื่อทดสอบความแตกต่างของประสิทธิภาพการป้องกันรังสียูวีระหว่างกลุ่มพบว่า ค่าการดูดกลืนรังสียูวีของกระดาษฟางข้าวทั้ง 3 ประเภทไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในเชิงสถิติ ($p > 0.05$) โดยวัสดุที่ดีที่สุดสำหรับการผลิตหมวกกันรังสียูวีจากกระดาษฟางข้าว คือ กระดาษฟางข้าวลายขัดสานเคลือบเนื้อครามธรรมชาติ เนื่องจากมีความแข็งแรงทางด้านกายภาพ ความสวยงามจากสีครามและให้ฤทธิ์เย็นจากครามที่ส่งเสริมการต่อ ยอดผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติมากที่สุด

ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

ข้อเสนอแนะในการนำงานวิจัยไปใช้

1. การนำบทสรุปจากงานวิจัยในครั้งนี้ไปต้นแบบในการประยุกต์ใช้กับพืชผลทางการเกษตรที่มีโครงสร้างพันธุกรรมที่คล้ายคลึงกัน อาทิเช่น มันสำปะหลัง พางข้าวโพด เป็นต้น นอกจากจะเป็นสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ต่อผู้บริโภคและเป็นส่วนช่วยในการลดขยะทางเกษตรได้อีกทาง รวมถึงเป็นการหลีกเลี่ยงการทำลายขยะทางเกษตรที่เหลือใช้ด้วยการเผาที่จะนำมาซึ่งปัญหามลภาวะทางอากาศอย่าง PM 2.5 ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์

2. การนำองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยไปเผยแพร่ให้กับชุมชนที่อยู่ในพื้นที่ เพื่อจุดประสงค์ในการลดปริมาณขยะทางการเกษตรและช่วยสร้างอาชีพให้แก่ชุมชน กิจกรรมดังกล่าวจะช่วยให้ผู้ประกอบการมีความเข้าใจเกี่ยวกับประโยชน์และโทษของแสงแดดพร้อมกับสร้างความตระหนักในการดูแลสุขภาพของตนเองและลูกหลานและคนในครอบครัวได้ดีมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะในงานวิจัยครั้งต่อไป

1. การผลิตหมวกกันรังสียูวีที่เป็นผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ สามารถนำไปต่อยอดให้เหมาะกับกลุ่มเป้าหมายได้หลากหลายรวมไปถึงเด็กปฐมวัย โดยศึกษาจากรูปทรงที่เป็นหมวกปีกกว้างที่มีขนาดตั้งแต่ 7.5 เซนติเมตรขึ้นไป เพื่อให้เป็นการปกป้องบริเวณที่บอบบางในส่วนของใบหน้า ลำคอ และหูได้ทั้งหมด (Diffey, 1992)

2. ควรนำเครื่องมือในการทดสอบรังสียูวีแบบอื่น ๆ เพิ่มเติมเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการป้องกันรังสียูวีของกระดาษพางข้าวทุกประเภทให้หลากหลายมิติเพิ่มขึ้น

3. ศึกษาเปรียบเทียบผลลัพธ์ของพางข้าวสายพันธุ์อื่นๆ และพางข้าวที่มีกระบวนการเก็บเกี่ยวด้วยมือเปรียบเทียบกับเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องนวด

4. ศึกษาวิธีการผลิตกระดาษพางข้าวผสมเนื้อครามธรรมชาติให้สามารถนำไปใช้งานได้ โดยควบคุมปัจจัยด้านเวลา อุณหภูมิ และการเพิ่มคุณสมบัติในการต้านทานน้ำและความชื้น

References

- American Cancer Society. (2015). *What is Ultraviolet (UV) Radiation?*. (Online).
From:<https://www.cancer.org/cancer/cancer-causes/radiation-exposure/uv-radiation/uv-radiation-what-is-uv.html>
- Boonyaruthukalin, T. , Wichiranon, S., and Polyium, U. (2002). *The Development of Rice Paper Straw Products*. Rajamangala University of Technology Phra Nakhon. (inThai)
- Diffey, B.L. and Cheeseman, J. (1992). *Sun Protection with Hats*. British Journal of Dermatology, 127(1): 10-12.

- Gies, P. and others (2006). *Measurement of the UVE Protection Provided by Hats Used in School*. Photochemistry and Photobiology, 82(3): 750-754.
- Hardesty J. and Attili B. (2010). *Spectrophotometry and the Beer-Lambert Law: An Important Analytical Technique in Chemistry*. (Online). Collin College.
From: <http://vfilesieux.free.fr/1Seuro/BeerLaw.pdf>
- Jinseok, K. and Maryah, S. F. (2009). *Profiles of Choice: Parents' Patterns of Priority in Child Care Decision-Making*". Early Childhood Research Quarterly. 24(1): 77-91.
- Mongkholrattanasit, R. and others. (2015). *UV-Protection property of silk fabric dyed with Natural Indigo by using Padding Technique: A focus on Effect of Ferrous Sulfate Mordant*. Applied Mechanics and Materials, 804, 217-220.
- Namwang, C. (2016). *Synthesis of Cellulose Sponge from Rice Straw*. Ubon Ratchathani University (in Thai)
- Office of Agricultural Economics. (2021). *The Forecast of Production as of December 2020*. (Online). From: http://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/forecastdata/files/forecast/region/1T_RI.pdf (in Thai)
- Puncreobutr, V. and others. (2019). *The Cause Source and Preventive Ways of PM2.5 Dust in Bangkok, Thailand*. (online) SSRN Electronic Journal.
From: doi:10.2139/ssrn.3329098.
- Puepat, A. (2009). *Textile and UV Protection : Case Study on Cotton Fabric with Kram Dye*. Rajamangala University of Technology Thanyaburi. (in Thai)
- Sampoompuang C. and others. (2007). *Process Development of Traditional Rice Straw Paper*. Proceedings of 45th Kasetsart University Annual Conference: Agricultural Extension and Home Economics, Agro-Industry. Page 332-337.
- Skin Cancer Foundation. (n.d.). *UVA & UVB*. (Online). From: <https://www.skincancer.org/prevention/uva-and-uvb>
- Suwachittanon and others. (2006). *Natural Cellulose Sponge Production from Rice Straw for Grease Absorbent Application in Cosmetic Industry*. Kasetsart Engineering Journal (Thailand). 19(57): 81-87
- Watso, Joseph. C. (2018). *Sunlight & Health*. (Online).
From: <https://www.josephwatso.com/blog/sun>



Orapin Sukyos, Lecturer, Early Childhood Education Program,
Faculty of Home Economics Technology, Rajamagala University of
Technology Thanyaburi.