

การศึกษาประสิทธิภาพการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายด้วยสารสกัดจากแคร์รอตแซนทีน

อภิวิชญ์ ข่ายคำ¹, เบญญาภา วะสะศิริ¹, ทศนีย์ จันทิวาสน์¹ และ ธนาภรณ์ มาศวรรณ^{2*}

¹โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี 12140

²ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

*อีเมลผู้ประพันธ์บรรณกิจ: thanaporn.ma@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มคุณสมบัติการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายด้วยการย้อมด้วยสารสกัดแคร์รอตแซนทีนโดยใช้ยางกล้วยน้ำว้าเป็นสารช่วยยึดติด รวมถึงการประเมินประสิทธิภาพการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายย้อม ผู้วิจัยทำการสกัดสารจากแคร์รอตแซนทีนโดยใช้เอทานอลที่ความเข้มข้น 70% และ 95% ย้อมผ้าฝ้ายด้วยสารสกัดแคร์รอตแซนทีน และใช้ยางกล้วยน้ำว้าเป็นสารช่วยยึดติด วิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพการส่องผ่านแสงยูวีด้วยเครื่อง UV-Vis Diffuse Reflectance Spectrophotometer (UV-Vis DRS) วิเคราะห์คุณสมบัติการป้องกันรังสียูวีโดยเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน Standards Australia/Standards New Zealand (AS/NZS 4399: 1996) ผลการวิจัยพบว่า ผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วย 70% แคร์รอต และ 95% แคร์รอต มีประสิทธิภาพการส่องผ่านแสงยูวีที่ 0.0927 ± 0.03 % และ 0.0121 ± 0.01 % ตามลำดับ ซึ่งมีคุณสมบัติในการป้องกันรังสียูวี ในเกณฑ์ที่ป้องกันได้ดีที่สุด ตามมาตรฐาน AZ/NZS 4399: 1996 และเมื่อทำการประเมินประสิทธิภาพการป้องกันรังสียูวี พบว่า ผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วย 70% แคร์รอต และ 95% แคร์รอต มีประสิทธิภาพในการป้องกันรังสียูวีที่ 99.91 ± 0.03 % และ 99.99 ± 0.01 % ตามลำดับ โดยผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วย 95% แคร์รอต มีประสิทธิภาพในการป้องกันรังสียูวีได้ดีกว่าผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วย 70% แคร์รอต ซึ่งมีค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเทียบกับผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการย้อม พบว่า สารสกัดแคร์รอตแซนทีนสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายได้สูงถึง 18.26% งานวิจัยนี้สามารถใช้ประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมผ้าฝ้ายย้อม เพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิตให้กับเกษตรกรท้องถิ่นได้ในอนาคต

คำสำคัญ: ผ้าฝ้าย; แคร์รอต; ยางกล้วยน้ำว้า; การป้องกันรังสียูวี

Study of UV protection efficiency of cotton fabric with Chantenay Carrots extract

Apiwitch Kraykome¹, Benyapa Wasasiri¹, Tussanee Chantiwas¹ and Thanaporn Maswana^{2,*}

¹Princess Chulabhorn Science High School, Lat Lum Kaeo, Pathum Thani 12140, Thailand

²Scientific Instruments Center, School of Science, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand

*Corresponding author's e-mail: thanaporn.ma@kmitl.ac.th

Abstract

This research aims to enhance the UV protection properties of cotton fabric by dyeing it with carrot extract and using *Musa sapientum* Linn sap as a mordant agent. It also evaluates the UV protection efficiency of the dyed fabric. The researchers extracted the carrot extract using ethanol at 70% and 95% concentrations, dyed the cotton fabric with the extract, and used *Musa sapientum* Linn sap as a natural mordant. The UV transmittance was analyzed using a UV-Vis Diffuse Reflectance Spectrophotometer (UV-Vis DRS), and the UV protection properties were assessed according to the Standards Australia/Standards New Zealand (AS/NZS 4399: 1996) standard. The results revealed that cotton fabric dyed with 70% carrot extract and 95% carrot extract had UV transmittance values of $0.0927 \pm 0.03\%$ and $0.0121 \pm 0.01\%$, respectively, which exhibited the best UV protection performance according to the AS/NZS 4399:1996 standard. When evaluating the UV protection efficiency, it was found that the cotton fabric dyed with 70% carrot extract and 95% carrot extract had UV protection efficiencies of $99.91 \pm 0.03\%$ and $99.99 \pm 0.01\%$, respectively. The fabric dyed with 95% carrot extract provided better UV protection than 70%, with a significant value difference. Compared to untreated cotton, the extract of Chantenay Carrot enhances UV protection efficiency by as much as 18.26%. This research could potentially be applied in the cotton dyeing industry to improve the value of local agricultural products.

Keywords: Cotton; Carrot; *Musa sapientum* Linn sap; UV protection

บทนำ

รังสีอัลตราไวโอเล็ตเป็นรังสีที่อันตรายต่อร่างกายโดยเฉพาะผิวหนัง แบ่งได้เป็น รังสียูวีเอ (UVA) และ รังสียูวีบี (UVB) โดย รังสี UVA ส่งผลกระทบต่อร่างกายสามารถผ่านลงลึกไปในชั้นหนังแท้ ก่อให้เกิดริ้วรอยผิวก่อนวัยอันควร เกิดภูมิแพ้แสงอาทิตย์และผิวไวต่อแดด การกดภูมิคุ้มกัน และเกิดการก่อตัวของอนุมูลอิสระส่งผลกระทบต่อดีเอ็นเอ การกลายพันธุ์ทางพันธุกรรม เกิดเป็นมะเร็งผิวหนังบางชนิด และรังสี UVB ทำให้ผิวไหม้แดด และเป็นสาเหตุสำคัญของโรคมะเร็งผิวหนัง (โรงพยาบาลสุขุมวิท, ม.ป.ป.) โดยวิธีการป้องกันรังสียูวี ได้แก่ การทาครีมกันแดด การแต่งกายด้วยชุดเสื้อผ้าที่คลุมผิวในส่วนต่าง ๆ (กษม เวชคุปต์, 2557) เป็นต้น แต่ปัจจุบันผู้หญิงวัยทำงานในประเทศไทยใช้ผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดเป็นประจำเพียง 5% หรือคิดเป็น 1:20 คน เท่านั้น (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2557)

ผ้าฝ้ายเป็นผ้าที่สร้างจากต้นฝ้ายหรือเรียกว่าปุยฝ้ายทอเป็นผืนผ้า ผ้าฝ้ายเป็นผ้าที่ใสมากที่สุดในการทำเครื่องแต่งกาย เหมาะสำหรับอากาศในฤดูร้อน และภูมิอากาศร้อนชื้น เพราะผ้าฝ้ายมีคุณสมบัติในการซึมซับเหงื่อและระบายออกได้อย่างรวดเร็ว และป้องกันรังสียูวีค่อนข้างมีประสิทธิภาพหากไม่ได้ฟอกขาว (กุลธิดา เบญจมาลา, 2558) อย่างไรก็ตามผ้าฝ้ายจำเป็นที่จะต้องทำการฟอกขาว ไม่เพียงแค่ว่ากับผ้าฝ้ายแต่รวมถึงสิ่งทอชนิดอื่นด้วย เนื่องจากเส้นใยทุกชนิดมักจะต้องมีสิ่งสกปรกเจือปนติดมาด้วยเสมอ ไม่ว่าจะเป็นสิ่งที่ติดมาตามธรรมชาติหรือสิ่งที่ติดมาในขั้นตอนการทอ สิ่งสกปรกเหล่านี้จำเป็นต้องกำจัดออกไปเพื่อให้เส้นใยมีการดูดซึมน้ำได้ดีและสามารถดูดซับสีและสารเคมีอย่างสม่ำเสมอ (สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขา กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2547) ผ้าฝ้ายฟอกขาวมีข้อดีคือซึมซับเหงื่อและระบายออกได้อย่างรวดเร็ว แต่มีข้อเสียในเรื่องการป้องกันรังสียูวี โดยจะมีความสามารถในการป้องกันยูวีต่ำมาก (นันทยา ยานูเมศ, 2552) ซึ่งวัดค่าได้ประมาณ UPF 4 เมื่อเทียบกับผ้าไหม เรยอน ขนสัตว์ ไนลอนและโพลีเอสเตอร์ (กุลธิดา เบญจมาลา, 2558)

สีมีบทบาทสำคัญในชีวิตมนุษย์มาตั้งแต่อดีต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการตกแต่งเสื้อผ้า ในอดีตมนุษย์พึ่งพาสีที่ย้อมจากธรรมชาติ เช่น พืช เปลือกไม้ และแมลง เพื่อสร้างสีสันทัดต้องการ (Cardon, 2007) อย่างไรก็ตาม การปฏิวัติอุตสาหกรรมในศตวรรษที่ 18-19 ได้เปลี่ยนแปลงแนวทางการผลิตสีอย่างสิ้นเชิง เมื่อมีการพัฒนาสารให้สีสังเคราะห์ ซึ่งมีราคาถูกกว่า ผลิตได้ง่าย และให้สีที่ติดทนนานกว่า (Hunger, 2003)

การพัฒนาสีย้อมสังเคราะห์ทำให้การใช้สีย้อมธรรมชาติลดลงอย่างมากเป็นเวลากว่าศตวรรษ อย่างไรก็ตาม ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากกระบวนการผลิตและการใช้งานสีย้อมสังเคราะห์ เช่น การปล่อยสารเคมีอันตรายสู่แหล่งน้ำ ทำให้หลายประเทศ โดยเฉพาะในยุโรปและอเมริกา ออกกฎหมายควบคุมและห้ามใช้สีย้อมบางประเภท เช่น สีย้อมกลุ่มเอโซและแอนทราควิโนน (Epp & Gill, 2008) ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมเหล่านี้ส่งผลให้สีย้อมธรรมชาติได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นอีกครั้ง

ในปัจจุบัน ความต้องการสีย้อมธรรมชาติเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากผู้บริโภคให้ความสำคัญกับผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น นอกจากนี้ การค้นคว้าและพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ช่วยให้การใช้สีย้อมธรรมชาติมีประสิทธิภาพสูงขึ้นในแง่ของความคงทนและความสามารถในการย้อมสีบนวัสดุต่าง ๆ (Shahid et al., 2013) วัสดุจากธรรมชาติ เช่น ใบไม้ เปลือกไม้ ดอกไม้ และพืชบางชนิด ถูกนำมาใช้เป็นแหล่งสีย้อมที่ปลอดภัยและมีศักยภาพในการทดแทนสารสังเคราะห์

แคร่รอตแซนทีเน่ เป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยเบต้าแคโรทีนและแคโรทีนอยด์ชนิดอื่น ๆ ซึ่งไม่เพียงแต่ให้สีส้มกับผลิตภัณฑ์ที่ใช้สีย้อมจากแคร่รอตเท่านั้น แต่ยังมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและสามารถดูดซับรังสียูวีได้ (Gupta & Laha, 2017) จากงานวิจัยของ สุธิดา อัครชนียากร และคณะ (2563) ระบุว่าราก เปลือก และหัวแคร่รอตแซนทีเน่ มีสารเบต้าแคโรทีนสูง ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติ และแคร่รอตยังเป็นพืชที่มีสารเบต้า แคโรทีน ที่มากที่สุดใฝ่ผักสีส้ม (Desobry, 1998) สูงถึง 6,994 ไมโครกรัม (จิระนันท์ วงศ์พิชญ, 2552) โดยเบต้าแคโรทีนในแคร่รอต มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ ยับยั้งการก่อการกลายพันธุ์ ป้องกันการก่อมะเร็ง ปกป้องผิวจากแสงแดด และเพิ่มภูมิคุ้มกันได้ (Bayerl, 2008) ทำให้ถูกนำมาเติมในครีมกันแดด นอกจากนั้นแล้วแคร่รอตยังมีวิตามินอี โดยอยู่ในรูปของ โทโคฟีรอล (Tocopherols) ซึ่งมีคุณสมบัติในการป้องกันยูวีได้ดี อีกทั้งยังมีเอนไซม์ไทโรซิเนส (Tyrosinase) ที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการสะสมเม็ดเมลานิน (Bagus, 2022) การใช้แคร่รอตแซนทีเน่ เป็นสีย้อมผ้าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันรังสียูวีได้ โดยเฉพาะเมื่อใช้ร่วมกับสารช่วย

ย้อม เช่น แทนินหรือโลหะออกไซด์ ซึ่งสามารถช่วยให้สีติดแน่นและเสริมประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดดได้ดียิ่งขึ้น (Samanta & Agarwal, 2009)

ยางกล้วย เป็นสารจากธรรมชาติที่มีสารประกอบแทนนินซึ่งสามารถถูกออกซิไดซ์จากออกซิเจนในอากาศแล้วเปลี่ยนไปเป็นสารประกอบที่ไม่ชอบน้ำ จึงทำให้ติดแน่นซึ่กไม่ออก ซึ่งสารดังกล่าวมีคุณสมบัติช่วยให้สีติดกับเส้นด้ายได้ดีขึ้น และมีคุณสมบัติเป็นตัวประสานที่ดีสามารถนำมาผสมหรือใช้แทนกาวยได้ (ชัยวัฒน์ แก้วคล้ายขจรศิริ และ ประทับใจ ลีक्षा, 2555)

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยสนใจที่จะเพิ่มคุณสมบัติการป้องกันรังสียูวีให้กับผ้าฝ้ายด้วยการย้อมด้วยสารสกัดจากแครอทแทนที่เนโดยใช้ยางกล้วยเป็นสารช่วยยึดติด พร้อมทั้งประเมินประสิทธิภาพการป้องกันยูวีของผ้าฝ้ายตามเกณฑ์มาตรฐาน Standards Australia/Standards New Zealand หรือ AS/NZS4399: 1996

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเพิ่มคุณสมบัติการป้องกันรังสียูวีให้กับผ้าฝ้ายด้วยการย้อมด้วยสารสกัดแครอทแทนที่เน
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายที่ย้อมสารสกัดแครอทแทนที่เน

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยมีรายละเอียดวิธีการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง มี 2 ชนิด คือ ผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดแครอทแทนที่เนที่สกัดด้วย 70% เอทานอล และ ผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสารสกัดแครอทแทนที่เนที่สกัดด้วย 95% เอทานอล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ใช้เครื่อง UV-Vis Diffuse Reflectance Spectrophotometer (UV-Vis DRS) (UV-2600 for ISR, Shimadzu) ในการวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) และเปอร์เซ็นต์การส่องผ่านของแสง (%Transmittance; %T)
2. ใช้โปรแกรม Computer Microsoft Excel ในการคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูล
3. ใช้เกณฑ์การป้องกันรังสียูวีตามมาตรฐาน AS/NZS 4399: 1996 ในการวัดความสามารถการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้าย

การเตรียมสารสกัดแครอทแทนที่เน

นำแครอทแทนที่เนไปล้างน้ำให้สะอาด ขูดให้เป็นเส้น นำไปตากแดด 16 ชั่วโมง จนแห้งแล้วนำแครอทแทนที่เนที่แห้งไปปั่นละเอียดจนเป็นผงด้วยเครื่องปั่น จากนั้นนำผงแครอทแทนที่เน ปริมาณ 250 กรัม แช่ในเอทานอล ปริมาตร 1 ลิตร เป็นเวลา 3 วัน โดยทำการแปรผันความเข้มข้นเอทานอลที่ความเข้มข้นที่ 70 และ 95% เมื่อครบเวลา 3 วัน นำมากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42 นำสารสกัดที่กรองได้มาระเหยตัวทำละลายด้วยเครื่อง Rotatory evaporator ที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 30 นาที นำสารสกัดหยาบที่ได้มาเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 °C ในงานวิจัยนี้จะใช้ “70% แครอท” แทนสารสกัดแครอทแทนที่เนที่สกัดด้วย 70% เอทานอล และจะใช้ “95% แครอท” แทนสารสกัดแครอทแทนที่เนที่สกัดด้วย 95% เอทานอล

การเตรียมยางกล้วยน้ำว้า

ทำการกรีดน้ำยางจากปลีกล้วยน้ำว้าโดยใช้มีดตัด แล้วนำถุงพลาสติกครอบที่ปลีกล้วยแล้วมัดให้แน่น เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นเทน้ำยางใส่ขวดสีชา แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C (อโนดาซ์ รัชเวทย์ และคณะ, 2560)

การเตรียมผ้าฝ้ายและการย้อมผ้าด้วยสารสกัด

ตัดผ้าฝ้ายให้ได้ขนาด 2x2 ตารางเซนติเมตร นำไปซักด้วยสารละลายที่ประกอบด้วยผงซักฟอกและน้ำกลั่น นำมาล้างด้วยน้ำกลั่นแล้วผึ่งให้แห้ง จากนั้นนำผ้าฝ้ายไปแช่ในสารสกัดแคร์รอตแซนทีเน่ ที่อุณหภูมิ 50 °C เป็นเวลา 30 นาที เมื่อครบเวลานำผ้าไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม แล้วนำไปชุบยางกล้วย 3 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที เมื่อครบเวลานำผ้าไปผึ่งให้แห้ง (อโนดาซ์ รัชเวทย์ และคณะ, 2560)

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้ ตัวอย่างที่ศึกษาจะทำการทดลอง 3 ซ้ำ และวิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลด้วยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation, SD) การวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

1. การวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดแคร์รอตแซนทีเน่

หลังจากได้สารสกัดแคร์รอตแซนทีเน่ ทำการวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัด 70% แคร์รอต และ 95% แคร์รอต ในช่วงความยาวคลื่น 290 – 400 นาโนเมตร โดยใช้สารละลาย 70% เอทานอล และ 95% เอทานอล เป็น Blank ทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง UV-Vis DRS

2. การวิเคราะห์ค่าการส่องผ่านของแสงยูวีด้วยเครื่อง UV-Vis DRS

หลังจากย้อมผ้าฝ้ายด้วยสารสกัดเรียบร้อยแล้ว นำผ้าฝ้ายไปวิเคราะห์ค่าการส่องผ่านของแสง (%Transmittance; %T) เปรียบเทียบกับผ้าฝ้ายที่ยังไม่ผ่านการย้อม ในช่วงความยาวคลื่น 290 ถึง 400 นาโนเมตร โดยใช้เครื่อง UV-Vis DRS

3. การคำนวณประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงช่วงยูวี (Effective UVR transmission)

คำนวณประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงช่วงยูวี (Effective UVR transmission) โดยใช้สูตร

$$\text{UVR transmission} = \frac{T_{290} + T_{295} + T_{300} + \dots + T_{395} + T_{400}}{23}$$

โดยที่ T_{λ} = ค่าการส่องผ่านของแสงที่ ความยาวคลื่น (λ) ต่าง ๆ ในช่วง 290 ถึง 400 นาโนเมตร

วิเคราะห์ข้อมูลแล้วสรุประดับความสามารถการป้องกันยูวี โดยพิจารณาจากค่าประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงช่วงยูวี ดังแสดงในตารางที่ 1

4. การคำนวณประสิทธิภาพการป้องกันแสงช่วงยูวี

คำนวณประสิทธิภาพการป้องกันแสงช่วง UV โดยใช้สูตร

$$\text{UV Light blocked (\%)} = 100 - \text{UV Transmittance (\%)}$$

โดยที่ UV Light Blocked (%) = ประสิทธิภาพการป้องกันแสงช่วงยูวี (%)

UV Transmittance (%) = ค่าการส่องผ่านของแสงในช่วงความยาวคลื่น 290 ถึง 400 นาโนเมตร (%)

ตารางที่ 1 การจำแนกปริมาณการส่องผ่านของรังสียูวี

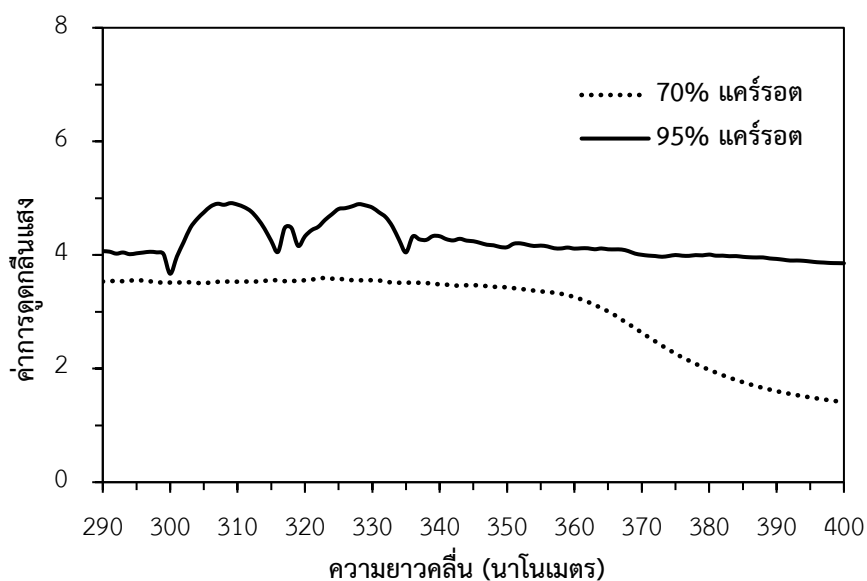
เกณฑ์ในการป้องกัน	ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงช่วงยูวี (%)
ป้องกันได้ดีมาก	6.7-4.2
ป้องกันได้ดีเยี่ยม	4.1-2.6
ป้องกันได้ดีที่สุด	≤ 2.5

หมายเหตุ: ตามวิธี Standards Australia/Standards New Zealand (1996)

ผลการวิจัย

1 ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและเคมีของสารสกัดแคร์รอตแซนทีน

ผลการวิจัยพบว่า สารสกัด 70% แคร์รอต มีสีส้ม และมีความสามารถในการดูดกลืนแสงได้ดีในช่วง 290-360 นาโนเมตร ส่วนสารสกัด 95% แคร์รอต มีสีส้ม และมีความสามารถในการดูดกลืนแสงได้ดีในช่วง 310-330 นาโนเมตร แสดงดังภาพที่ 1 โดยสารสกัด 95% แคร์รอตจะมีความสามารถในการดูดกลืนแสงช่วงยูวีได้ดีกว่าสารสกัด 70% แคร์รอตเล็กน้อย



ภาพที่ 1 ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดแคร์รอตแซนทีน

2. ผลการเพิ่มคุณสมบัติการป้องกันรังสียูวีให้กับผ้าฝ้ายย้อมสารสกัดแคร์รอตแซนทีเน

หลังจากนำตัวอย่างไปวัดค่าการส่องผ่านของแสงยูวีด้วยเครื่อง UV-Vis DRS จากนั้นคำนวณค่าประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงช่วงยูวี หรือ ตั้งแต่ 290 นาโนเมตร ถึง 400 นาโนเมตร แล้วนำไปหาเกณฑ์ในการป้องกันยูวี โดยเทียบจากตารางที่ 1 ได้ผลวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงช่วงยูวี (%) ของผ้าฝ้ายย้อมสารสกัดแคร์รอตแซนทีเน

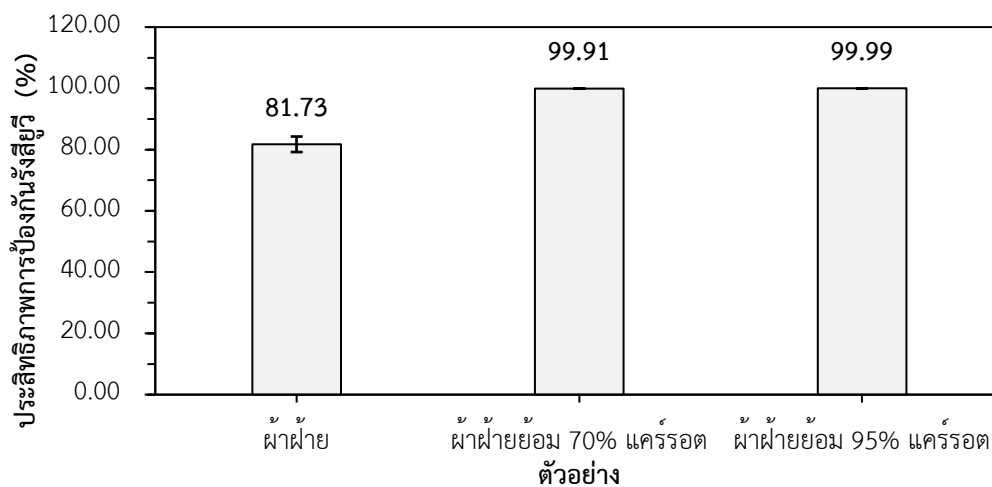
ลำดับที่	รายละเอียด	ประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงช่วงยูวี (%)	เกณฑ์ในการป้องกัน
1	ผ้าฝ้ายไม่ผ่านการย้อม	18.9355 ±2.53	ไม่สามารถระบุได้*
2	ผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วย 70% แคร์รอต	0.0927 ±0.03	ป้องกันได้ดีที่สุด
3	ผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วย 95% แคร์รอต	0.0121 ±0.01	ป้องกันได้ดีที่สุด

หมายเหตุ: เนื่องจากมีค่าที่สูงกว่าช่วงเกณฑ์การป้องกันรังสียูวี ที่กำหนดโดย Standards Australia/Standards New Zealand (1996)

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วย 70% แคร์รอต มีค่าประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงช่วงยูวี คือ 0.0927 ± 0.03 และ ผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วย 95% แคร์รอต มีค่าประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงช่วงยูวี คือ 0.0121 ± 0.01 ซึ่งมีคุณสมบัติในการป้องกันยูวีตามมาตรฐาน Standards Australia/Standards New Zealand (1996) โดยมีเกณฑ์การป้องกันในระดับ ป้องกันได้ดีที่สุดในขณะผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการย้อมมีประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงช่วงยูวีสูงที่สุด.ซึ่งเมื่อเทียบกับเกณฑ์การป้องกันตามมาตรฐาน พบว่า ไม่สามารถระบุได้ เนื่องจากมีค่าที่สูงกว่าช่วงเกณฑ์การป้องกันรังสียูวีตามมาตรฐาน และเมื่อพิจารณาในเรื่องปัจจัยผลของความเข้มข้นเอทานอลที่ใช้ในการสกัดจะเห็นว่าผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วย 95% แคร์รอตจะมีประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงช่วงยูวีที่ต่ำกว่าผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วย 70% แคร์รอตอย่างมีนัยสำคัญ

3. ผลการประเมินประสิทธิภาพการป้องกันรังสียูวี (%) ของผ้าฝ้ายย้อมสารสกัดแคร์รอตแซนทีเน

เมื่อนำค่าประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงช่วงยูวีไปคำนวณประสิทธิภาพการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายย้อมสารสกัดแคร์รอตแซนทีเน ได้ผลแสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ประสิทธิภาพการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายย้อมสารสกัดแคร์รอตแซนทีเน

จากภาพที่ 1 จะเห็นว่า ผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการย้อมมีประสิทธิภาพในการป้องกันรังสียูวีที่ 81.73 % และเมื่อนำผ้าฝ้ายไปย้อมด้วย สารสกัด 70% แครร์รอตและ 95% แครร์รอต พบว่า การย้อมด้วยสารสกัดจากแครร์รอตแทนที่เนสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกัน รังสียูวีถึง 18.18 และ 18.26% ตามลำดับ โดยผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วย 95% แครร์รอต สามารถป้องกันรังสียูวีได้ถึง 99.99% ซึ่งเป็นค่าที่สูงที่สุด และมีค่าที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วย 70% แครร์รอต

สรุปผลการวิจัย

ผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยสารสกัดจากแครร์รอตแทนที่เนที่สกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้น 70% และ 95% โดยใช้ยางกล้วยน้ำว้า เป็นสารช่วยยึดติด มีประสิทธิภาพการส่องผ่านของแสงช่วงยูวีที่ 0.0927 ± 0.03 % และ 0.0121 ± 0.01 % ตามลำดับ โดยมีคุณสมบัติในการป้องกันรังสียูวีตามมาตรฐานการป้องกันรังสียูวีในเกณฑ์ “ป้องกันได้ดีที่สุด” ตามมาตรฐาน Standards Australia/Standards New Zealand (1996) โดยที่สารสกัดจากแครร์รอตแทนที่เนสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายได้สูงสุด 18.26% เมื่อเทียบกับผ้าฝ้ายที่ไม่ผ่านการย้อมสี

อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้สนใจเพิ่มคุณสมบัติการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายด้วยการย้อมด้วยสารสกัดจากแครร์รอตแทนที่เนโดยใช้ยางกล้วยน้ำว้า เป็นสารช่วยยึดติด รวมถึงประเมินประสิทธิภาพการป้องกันรังสียูวีของผ้าฝ้ายย้อมสารสกัดโดยผลการวิจัยพบว่า สารสกัดจากแครร์รอตแทนที่เนสามารถเพิ่มคุณสมบัติในการป้องกันรังสียูวีให้กับผ้าฝ้ายได้ โดยมีเกณฑ์การป้องกันรังสียูวีอยู่ในเกณฑ์ “ป้องกันได้ดีที่สุด” ตาม มาตรฐาน Standards Australia/Standards New Zealand (1996) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Ghosh et al., (2024) โดยสารสกัด จากแครร์รอตแทนที่เนสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันรังสียูวีได้ เนื่องจาก สารสกัดจากแครร์รอตมีเบต้าแคโรทีน ซึ่งมีคุณสมบัติ ในการต้านอนุมูลอิสระ ป้องกันแสงแดด (Bayerl, 2008) และสามารถดูดกลืนแสงได้ตั้งแต่ 290-360 นาโนเมตร (ภาพที่ 1) โดยกลไกที่สำคัญในการป้องกันรังสียูวี คือโมเลกุลของเบต้าแคโรทีนมีพันธะแบบคู่สลับเดี่ยว (conjugated double bonds) โมเลกุลสามารถดูดกลืน รังสีที่มีความยาวคลื่นมากขึ้นจนกระทั่งอยู่ในช่วงแสงวิซิเบิล (Bayerl, 2008) นอกจากนั้นแล้ว แครร์รอตยังมีวิตามินอี โดยอยู่ในรูปของ โทโคฟี รอล (Tocopherols) ซึ่งมีคุณสมบัติในการป้องกันยูวีได้ดี (Bagus, 2022) นอกจากนั้นแล้วเมื่อทำการประเมินประสิทธิภาพการป้องกันรังสี ยูวีของผ้าฝ้ายย้อมสารสกัด พบว่า ผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วย 95% แครร์รอต สามารถป้องกันรังสียูวีได้ถึง 99.99% ในขณะที่ ผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วย 70% แครร์รอต สามารถป้องกันยูวีได้ 99.91% โดยมีค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากเมื่อพิจารณาจากภาพที่ 1 จะเห็นว่า สารสกัด 95% แครร์รอต จะสามารถดูดกลืนแสงช่วงยูวีได้ดีกว่า สารสกัด 95% แครร์รอต แต่อย่างไรก็ตามในแง่ของการที่จะนำไปพัฒนาในระดับ อุตสาหกรรม การเลือกใช้ 70% เอทานอลในการสกัดสารสกัดจากแครร์รอตแทนที่เนเพื่อนำไปย้อมผ้าฝ้ายก็เป็นทางเลือกที่ดี เนื่องจากเมื่อ พิจารณาโดยอ้างอิงตามมาตรฐาน ผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วย 70% แครร์รอต มีเกณฑ์ในการป้องกันยูวีตามมาตรฐานในระดับ ป้องกันได้ดีที่สุด ซึ่งอยู่ ในระดับเดียวกันกับผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วย 95% แครร์รอต อีกทั้งการเลือกใช้ 70% เอทานอล มีแนวโน้มที่จะใช้ต้นทุนในการสกัดน้อยกว่าการใช้ 95% เอทานอล เนื่องจากใช้ปริมาณเอทานอลในการสกัดในปริมาณที่น้อยกว่า

และเพื่อที่จะให้งานวิจัยนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องความเข้มข้นของเอทานอลที่ความเข้มข้นที่ น้อยกว่า 70% รวมถึงการทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันยูวีหลังจากการซักล้าง ทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์เพื่อที่จะนำมาพัฒนาในการ นำมาใช้ทำเสื้อผ้าสำหรับการสวมใส่ ทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัด เช่น การยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ รวมถึงการ ทดสอบประสิทธิภาพการช่วยยึดติดสีย้อมของยางกล้วย

เอกสารอ้างอิง

- กุลธิดา เบญจมาลา. (2558). *การศึกษาสมบัติการป้องกันยูวีและการต้านทานแบคทีเรียของผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยเซรีซินจากน้ำลอกกาวไหม* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- กษม เวชคุปต์. (2557). *ร่มและการป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิตไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จิระนันท์ วงศ์ทัตญญ. (2552). *การพัฒนากระบวนการทำแห้งแครร์รอตแบบใช้ลมร้อนและแบบลดความชื้น โดยใช้เครื่องสูบลมความร้อน* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิตไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชัยวัฒน์ แก้วคล้ายขจรศิริ และ ประทับใจ ลิกขา. (2555). การศึกษากระบวนการฝ้ายอ้อมครามโดยใช้ยางกล้วยน้ำว้าเป็นสารช่วยติด. *วารสารวิชาการศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 3(1), 1-8.
- นันทยา ยานเมศ. (2552). *อาจารย์จุฬาฯ พัฒนาผ้าฝ้ายป้องกันรังสียูวี*. สืบค้นจาก <http://www.chemtrack.org/News-Detail.asp?TID=7&ID=293>
- โรงพยาบาลสุขุมวิท. (ม.ป.ป.). *อันตรายที่คาดไม่ถึงของแสงแดด*. สืบค้นจาก <https://www.sukumvithospital.com/healthcontent.php?id=3223>
- ศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย. (2557). *ผลวิจัยชี้คนไทยแทบไม่รู้เรื่อง “ครีมกันแดด”*. สืบค้นจาก <https://marketeeronline.co/archives/40676>
- สุธิดา อัครชนียากร, ธนสิทธิ์ ตั้งไพบูลย์พงศา, มินตรา เชื้อคำ, ขวัญชนก ดาศิริ, ปัทมา ผาสุถาน, และ นครินทร์ มีทพวิวงศ์. (2562). การหาสถานะที่เหมาะสมของการสกัดน้ำมันและปีตา-แคโรทีนจากเปลือกแครร์รอตโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวด. *วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์*, 18(2), 99.
- สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขา กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. (2547). *กระบวนการฟอกย้อม*. คู่มือเทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมสิ่งทอ. ห้องสมุดกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. สืบค้นจาก <https://library.dip.go.th/elib>
- อโนดาช รัชเวทย์, จิระประภา กวางคำ, สุภาวรรณ ใจนัน, และ วิศณุสรณ์ ชาติอารยะวดี. (2560). การย้อมเส้นใยฝ้ายจากขมิ้น โดยมียางกล้วยน้ำว้าเป็นมอร์แดนท์. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. ธัญบุรี*, 2(7), 44-58.
- B Satriyasa, B. K., Widianti I. G. A., & Manuaba, I. B. G. F. (2022). The potential of carrot extract as a sunscreen to prevent apoptosis in white mice (*Mus musculus*) fibroblast cell cultures exposed to UVB light. *Bali Medical Journal*, 11(2), 527-530.
- Bayerl, C. (2008). Beta-carotene in dermatology: Does it help. *Acta Dermatovenerol Alp Panonica Adriat*, 17(4), 160-162.
- Cardon, D. (2007). *Natural dyes: Sources, tradition, technology and science*. Archetype Publications.
- Desobry, S. A., Netto, F. M., & Labuza, T. P. (1998). Preservation of β -Carotene from Carrots. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 38(5), 381-396.
- Epp, J., & Gill, M. (2008). Environmental impact of synthetic dyes and regulations in textile industry. *Environmental Studies Journal*, 45(3), 112-125.
- Ghosh, J., Repon, M. R., Anas, N. H., Noor, T., Mia, M. N., Khan, F., Sultana, S., & Rupanty, N. S. (2024). Development of UV protective and antimicrobial CVC fabric using colloidal zinc oxide solution with carrot and orange peel extract. *SPE Polymers*, 5(4), 576-589.
- Gupta, D., & Laha, A. (2017). *Natural dyes for textiles: Sources, chemistry, and applications*. Woodhead Publishing.

Hunger, K. (2003). *Industrial dyes: Chemistry, properties, applications*. Wiley-VCH.

Shahid, M., Mohammad, F., Yuliani, S., & Padhan, B. (2013). Advances in the application of natural dyes on textiles: A review. *Journal of Cleaner Production*, 53, 310-331.

Samanta, A. K., & Agarwal, P. (2009). Application of natural dyes on textiles. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 34(4), 384-399.

Standards Australia and Standards New Zealand (1996). *Sun Protective Clothing-Evaluation and Classification*.

[Adobe Digital Editions version]. Retrieved from

<https://www.saiglobal.com/pdftemp/previews/osh/as/as4000/4300/4399.pdf>