

ผ้า

ป้องกันรังสียูวี
และยับยั้งแบคทีเรีย

UV-Protection and Antibacterial Textiles

รองศาสตราจารย์ ดร.มาหามะสุไฮมี มะแซ

ผ้าป้องกันรังสียูวีและยับยั้งแบคทีเรีย

UV-Protection and Antibacterial Textiles

ผู้แต่ง รองศาสตราจารย์ ดร.มาหามะสุไฮมี มะแซ
พิมพ์ครั้งแรก สิงหาคม พุทธศักราช 2569 (รูปแบบอิเล็กทรอนิกส์)
จัดทำโดย รองศาสตราจารย์ ดร.มาหามะสุไฮมี มะแซ
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
เลขที่ 2 ถนนราชดำเนินนอก ตำบลบ่อয়ง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
E-mail: mahamasuhaimi.m@nmutsv.ac.th

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ

มาหามะสุไฮมี มะแซ.
ผ้าป้องกันรังสียูวีและยับยั้งแบคทีเรีย = UV-Protection and Antibacterial Textiles.--
สงขลา : [ม.ป.พ.], 2569.
132 หน้า.

1. ผ้า -- รังสียูวี -- การป้องกันและควบคุม.
2. ผ้า -- ยับยั้งแบคทีเรีย -- การป้องกันและควบคุม. I. ชื่อเรื่อง.

677
ISBN 978-616-637-186-4

ราคา 149 บาท

ออกแบบปก รองศาสตราจารย์ ดร.มาหามะสุไฮมี มะแซ

สงวนลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ (ฉบับเพิ่มเติม) พ.ศ.2565 ห้ามลอกเลียนแบบ ทำซ้ำ ดัดแปลง
แก้ไขไม่ว่าส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ นอกจากจะได้รับอนุญาตจากผู้จัดทำเท่านั้น

คำนำ

แรงบันดาลใจในการเขียนหนังสือเล่มนี้ มาจากความต้องการรวบรวมผลงานวิจัยทางด้านผ้าป้องกันรังสียูวีและผ้ายับยั้งแบคทีเรียของผู้เขียนเพื่อประโยชน์แก่นักศึกษา นักวิจัย ภาคอุตสาหกรรม และบุคคลทั่วไปที่สนใจจะนำไปประยุกต์ใช้กับงานของตนเอง จะเห็นว่าในปัจจุบันผ้าป้องกันรังสียูวีและผ้ายับยั้งแบคทีเรียได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างกว้างขวางในประเทศสหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น สาธารณรัฐประชาชนจีน และสหภาพยุโรป แต่สำหรับประเทศไทยยังไม่ค่อยแพร่หลายนัก จึงตั้งใจจะนำความรู้ที่ได้จากการค้นคว้าและการวิจัยเขียนเป็นหนังสือเพื่อให้อ่านและเข้าใจง่าย และเผยแพร่แก่ผู้ที่สนใจโดยทั่วไป เนื้อหาในหนังสือเล่มนี้จะกล่าวถึงการเพิ่มประสิทธิภาพของผ้าชนิดต่าง ๆ ทำให้มีคุณสมบัติการป้องกันรังสียูวี ยับยั้งแบคทีเรีย ศึกษาความคงทนสีและโครงสร้างจุลภาคของผ้า รวมถึงยกตัวอย่างกรณีศึกษาผ้าป้องกันรังสียูวีและยับยั้งแบคทีเรีย ผู้เขียนหวังว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์แก่นักศึกษาและผู้สนใจ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะมีส่วนช่วยผลักดันการนำความรู้เกี่ยวกับผ้าป้องกันรังสียูวีและยับยั้งแบคทีเรียไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์แก่ตน สังคมและประเทศชาติต่อไป

ท้ายสุดนี้ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับความสำเร็จของหนังสือเล่มนี้ คือ ครอบครัวของผู้เขียนที่เสียสละเวลา สนับสนุนในทุกเรื่องและให้กำลังใจเป็นอย่างดีมาโดยตลอด ผู้เขียนจึงขออุทิศความดีของหนังสือเล่มนี้แก่บิดาผู้ล่วงลับ ขอขอบคุณมารดา ภรรยาและบุตรธิดา ที่เป็นแรงบันดาลใจให้เขียนหนังสือเล่มนี้จนจบ ขอขอบคุณครู-อาจารย์ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้มาเป็นอย่างดี ขอขอบคุณอย่างยิ่งต่อผู้สนับสนุนทุนการวิจัยทั้งหลาย และหน่วยวิจัยเส้นใยและสิ่งทอ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดสงขลา ขอขอบคุณพี่และน้องที่ช่วยตรวจสอบข้อมูลและความถูกต้องของเนื้อหาหนังสือเล่มนี้ ขอขอบคุณหน่วยงานและผู้มีส่วนร่วมอื่น ๆ ที่ไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้ และขอขอบคุณโรงพิมพ์พีซีพีริ้นต์ติ้งที่ช่วยออกแบบและพิมพ์หนังสือเล่มนี้ออกมาได้สวยงาม

สารบัญ

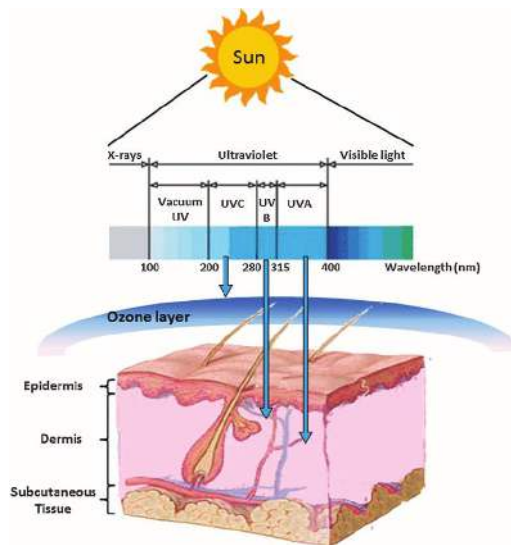
บทที่ 1 การป้องกันรังสีของผ้า	1
1.1 อิทธิพลของรังสีวิทยุต่อมนุษย์.....	3
1.2 การทดสอบการป้องกันรังสีของผ้า.....	6
1.3 มาตรฐานการทดสอบการป้องกันรังสีของผ้าและเสื้อผ้า	7
1.4 การทดสอบแฟกเตอร์การป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตของผ้า	8
1.5 ปัจจัยที่สามารถป้องกันรังสีของผ้า.....	13
เอกสารอ้างอิง.....	17
บทที่ 2 ผ้ายับยั้งแบคทีเรีย	19
2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมของแบคทีเรียบนผ้า.....	19
2.2 โครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์แบคทีเรีย	20
2.3 การจำแนกชนิดของแบคทีเรีย.....	21
2.4 สารยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย	22
2.5 การยับยั้งแบคทีเรียของผ้า	27
2.6 กลไกในการควบคุมหรือการยับยั้งจุลินทรีย์	28
2.7 การทดสอบการยับยั้งแบคทีเรียของผ้า.....	43
2.8 งานวิจัยผ้ายับยั้งแบคทีเรีย	47
เอกสารอ้างอิง.....	52

บทที่ 3 การทดสอบความคงทนสีและโครงสร้างจุลภาคของผ้า	55
3.1 การทดสอบความคงทนของสีของผ้า	56
3.2 การทดสอบความคงทนของสีตามมาตรฐานสหรัฐอเมริกา (AATCC)	58
3.3 การทดสอบสมบัติความแตกต่างของสี (The color difference, ΔC)	58
3.4 การตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (XRD)	60
3.5 การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (FT-IR)	62
3.6 เทคนิคการวิเคราะห์ธาตุด้วยเทคนิคการวัดการกระจายพลังงานของรังสีเอกซ์ (Energy dispersive x-ray spectroscopy, EDS หรือ EDX)	67
3.7 การวิเคราะห์ด้วยเทคนิควัดค่าการดูดกลืนแสง (UV-Visible diffuse reflectance spectroscopy, UV-Vis DRS)	68
3.8 การวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Morphology analysis by scanning electron microscope, SEM)	70
3.9 พฤติกรรมการชอบน้ำและไม่ชอบน้ำของเส้นใย	71
เอกสารอ้างอิง	77
บทที่ 4 กรณีศึกษาผ้าป้องกันยูวีและการยับยั้งแบคทีเรีย	81
4.1 ความคงทนของสีและการป้องกันรังสียูวีของผ้าไหมย้อมชา	81
4.2 การป้องกันรังสียูวีและการยับยั้งแบคทีเรียของผ้าไหมย้อมใบหูกวาง	87
4.3 ความคงทนของสีและการป้องกันรังสียูวีของผ้าไหมย้อมชาอ้อย	95
4.4 การยับยั้งแบคทีเรียและการป้องกันรังสียูวีของผ้าไหมย้อมเปลือกมังคุด	102
4.5 ความคงทนสีและการป้องกันรังสียูวีของผ้าไหมย้อมเปลือกสะตอ	107
เอกสารอ้างอิง	117

บทที่ 1

การป้องกันรังสีของผ้า

ในปัจจุบันปัญหาโลกร้อนเป็นสิ่งสำคัญที่ทุกคนต้องตระหนัก เนื่องจากการดำรงชีวิตของมนุษย์และการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ส่งผลให้โลกของเราร้อนขึ้นเมื่อเทียบกับในอดีต ส่งผลต่อสภาพอากาศผิดปกติหรือเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เช่น เกิดความแห้งแล้ง ฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล อากาศหนาวหรือร้อนอย่างไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน นอกจากนี้ภาวะโลกร้อนยังส่งผลให้น้ำแข็งขั้วโลกละลายเร็วขึ้น เป็นต้น เกิดจากรังสีอัลตราไวโอเลตหรือรังสียูวี (Ultraviolet light, UV) ที่เกิดการแผ่รังสีที่เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic radiation) ซึ่งถูกเปล่งจากแหล่งกำเนิดธรรมชาติ (รูปที่ 1.1) คือ ดวงอาทิตย์หรือแหล่งกำเนิดที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น รังสีเอกซ์ (X-ray) สำหรับรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้นมีปัจจัยการกำเนิดแสงที่แตกต่างกันขึ้นกับการใช้งาน เช่น งานด้านงานอุตสาหกรรมการถ่ายภาพ การเชื่อมโลหะ รังสีที่ใช้ในการแพทย์ เป็นต้น แสงอัลตราไวโอเลตเป็นแสงที่มีคุณสมบัติในการทำให้อิเล็กทรอนิกส์ของอะตอมเกิดการส่งผ่าน (Electronic transmission) เมื่อร่างกายถูกแสงนี้เป็นเวลานานอาจเกิดอันตราย เช่น ผิวหนังไหม้เกรียม เยื่อบุตาถูกทำลาย และอาจทำให้เกิดเป็นมะเร็งของผิวหนังได้ เนื่องจากแสงอัลตราไวโอเลตทำให้ไทมีนเบส (Thymine base) ในนิวคลีอัสของเซลล์รวมตัวกันทำให้การอ่านรหัสพันธุกรรมผิดพลาด เป็นผลให้เซลล์ควบคุมการเจริญเติบโตไม่ได้ เนื่องจากภูมิคุ้มกันถูกแสงยูวีทำลาย ซึ่งความยาวคลื่นของแสงยูวีนี้อยู่ในช่วง 200-400 นาโนเมตร แบ่งออกได้ดังนี้ คือ UV-A เป็นแสงที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 315-400 นาโนเมตร UV-B เป็นแสงที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 280-315 นาโนเมตร และ UV-C เป็นแสงที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 200-280 นาโนเมตร แสง UV-C ได้ถูกดูดกลืนอย่างสมบูรณ์โดยโอโซนในชั้นบรรยากาศเป็นรังสีอัลตราไวโอเลตที่มีความยาวคลื่นสั้นที่สุด และไม่สามารถทะลุผ่านชั้นโอโซนในบรรยากาศลงมาสู่ผิวโลกได้ ทำให้ไม่มีผลต่อการทำอันตรายต่อมนุษย์ สำหรับแสงอาทิตย์ในช่วงความยาวคลื่นของแสง UV-B เป็นสาเหตุให้เกิดการเกรียมแดด เป็นฝ้า และผิวแห้งกร้าน ซึ่งก่อให้เกิดมะเร็งผิวหนังได้ สำหรับแสง UV-A สามารถส่องผ่านกระจก และเมฆเข้าถึงชั้นผิวได้ โดยจะกระตุ้นให้เกิดการสร้างเมลานิน (Melanin) ก่อให้เกิดผิวคล้ำแดดแต่ไม่มีอาการแสบและเป็นสาเหตุให้เกิดรอยเหี่ยวย่น



รูปที่ 1.1 ความยาวคลื่นของรังสียูวี (Gupta et al., 2013)

นักวิจัยหลายท่านได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการป้องกันรังสียูวีของผ้า ได้แก่ องค์ประกอบของผ้า โครงสร้างของผ้า การบิดของเส้นใย ความหนา น้ำหนัก การเปียก ความชื้น การคลายตัว สารเคมีและ สารเติม รวมทั้งสีของผ้า (Kan, 2014) หากวัสดุสิ่งทอ นอกจากเสื้อผ้าสวมใส่แล้ว ยังรวมถึงเครื่องใช้อื่น ๆ เช่น หมวก รองเท้า และร่มกันแดด เป็นต้น สามารถป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลตที่จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ร่างกายของมวลมนุษยชาติได้ ซึ่งแนวโน้มในอนาคตภาวะโลกร้อนจะทวีความรุนแรงขึ้น การศึกษาวัสดุสิ่งทอที่สามารถป้องกันรังสียูวีเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการประยุกต์ใช้ในปัจจุบันและอนาคต (มะแซ et al., 2561) สำหรับ ประเทศไทยตั้งอยู่ในภูมิภาคเขตร้อน ผิวจึงถูกทำลายด้วยรังสีแสงอาทิตย์ได้ง่าย ทำให้คนไทยส่วนใหญ่ มักสรรหาเสื้อผ้าที่สวมใส่สบาย ระบายอากาศได้ดี ไม่ร้อน ซึ่งผ้าฝ้ายเป็นที่นิยมอย่างมาก สามารถใช้ ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางและราคาไม่แพง สามารถใช้เป็นเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มได้ทุกชนิด นอกจากนี้ยังใช้ เป็นผ้าที่ใช้ในบ้าน ผ้าม่านแต่งบ้าน และผ้าที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมได้อย่างดีอีกด้วย ผ้าฝ้ายมีคุณสมบัติดี หลายประการ เช่น สวมใส่สบาย ไม่ร้อน ซักได้ง่าย และดูดซึมน้ำและความชื้นได้ดี นอกจากนั้นผ้าฝ้าย ยังย้อมสีง่าย สีไม่ตกและติดทน ถ้าย้อมสีอย่างถูกวิธี ผ้าฝ้ายจะทนต่อความร้อนและระบายความร้อนได้ดี อีกด้วย การตกแต่งผ้าฝ้ายที่นิยมทำกัน ได้แก่ การทำกันหด ทำให้ทนการยับ และซักแล้วไม่ต้องรีด เป็นต้น ความน่าใช้และสวมใส่สบายเป็นคุณสมบัติเด่นของผ้าฝ้าย นอกจากนี้แล้วผ้าที่คนไทยอนุรักษ์ซึ่งถือเป็นอัตลักษณ์ของชาวไทย คือ ผ้าไหม ผ้าทอเส้นใยไหมเป็นผ้าที่มีลวดลายสวยงามและมีเอกลักษณ์ต่างไป จากผ้าชนิดอื่น ๆ กล่าวคือ มีการทอยกดอกด้วยไหมหรือ ดิ้นเงิน ดิ้นทอง นอกจากตัวผ้าไหมเองแล้ว ลวดลายและสีสันทันยังเป็นปัจจัยที่ช่วยสร้างความสวยงามให้มากยิ่งขึ้น

1.1 อิทธิพลของรังสียูวีต่อมนุษย์

ช่วงค่าของรังสียูวีในแต่ละระดับมีความแตกต่างกันมาก ซึ่งระดับช่วงของ UV-A หรือที่เรียกว่า ช่วงการส่องผ่านกระจก (Glass transmission region) เพราะกระจกทั่วไปสามารถป้องกันรังสีที่มีความยาวคลื่นต่ำกว่า 300 นาโนเมตร (ตารางที่ 1.1) ได้มากกว่าร้อยละ 90 UV-A นั้นมีส่วนทำให้เกิดริ้วรอยก่อนวัยและรอยย่นของผิว ทำลายเส้นใยคอลลาเจนและวิตามินเอ และยังแทรกซึมใต้ผิวหนัง ทำให้เกิดผิวสีแทน โดยผิวสีแทนนี้เป็นกลไกการปกป้องผิวของผิวหนังและปิดกั้นรังสียูวีจากการทำลายเนื้อเยื่อผิว โดยเม็ดสีเมลานินที่น้ำตาจะดูดซับรังสี UV-A และกระจายพลังงานในรูปของความร้อนที่ไม่เป็นอันตราย นอกจากนี้ UV-A ยังสามารถทำลาย DNA ได้ในทางอ้อม ซึ่งเป็นต้นเหตุของโรคมะเร็งผิวหนัง ปัจจุบันนี้ UV-A ถูกใช้เพื่อรักษาโรคติดเชื้อต่าง ๆ เช่น สะเก็ดเงิน โรคต่างขา โรคเรื้อน เริม และโรคเชื้อรา เป็นต้น รังสี UV-B ทำให้ผิวไหม้จากแสงแดด เป็นสาเหตุสำคัญของโรคมะเร็งผิวหนังและต่อกระจก สร้างความเสียหายให้กับ DNA ในระดับโมเลกุล เส้นใยคอลลาเจนและวิตามินเอในผิวหนัง อีกทั้งรังสี UV-B เพิ่มการผลิตเมลานินนำไปสู่ผิวสีแทน กระจกตาเลนส์และม่านตาอาจเสียหายได้หากเราสัมผัสมากเกินไป รังสี UV-B มีประโยชน์ คือ เป็นองค์ประกอบในการผลิตวิตามินดีในผิว ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อระบบการเจริญเติบโตของกระดูก รังสี UV-C รู้จักกันในชื่อ เขตแบคทีเรีย (Bacterial region) ซึ่งเป็นอันตรายอย่างยิ่ง เพราะเป็นรังสีที่มีพลังงานสูงสุด และทำลาย DNA โดยตรง (Dubrovski, 2010) ซึ่งประเทศไทยมีความเสี่ยงจากรังสียูวีจากแสงอาทิตย์มาก โดยระบุได้ด้วยค่าดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet index, UV index) ซึ่งพบว่าในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายน พ.ศ. 2562 ประเทศไทยมีค่าดัชนีรังสียูวีจากแสงอาทิตย์ในระดับสูงสุด คือ ระดับ 11-12 หมายถึง การเตือนถึงผลของรังสีต่ออันตรายต่อสุขภาพในระดับรุนแรงที่สุด โดยควรหลีกเลี่ยงการตากแดด หากจำเป็นควรใส่หมวก กางร่ม ใส่เสื้อแขนยาวและกางเกงขายาว (ศูนย์โอโซนและรังสี, 2020) นอกจากนี้ประเทศไทยมีรังสียูวีอยู่ในระดับอันตรายสูงสุดและเป็นประเทศที่มีระดับสูงที่สุดในโลกชั้นที่ 12 (Extremely high) อีกด้วย

ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตหรือดัชนีรังสียูวี เป็นมาตรฐานระดับสากลในการวัดระดับความเป็นอันตรายของแสงแดดโดยการแผ่รังสีของรังสีอัลตราไวโอเล็ตในพื้นที่หรือเวลานั้น ๆ หน่วยวัดได้รับการพัฒนาโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวแคนาดาในปี พ.ศ. 2535 และได้นำมาปรับใช้ใหม่โดยองค์การอนามัยโลก และองค์การอุตุนิยมวิทยาโลกของสหประชาชาติในปี พ.ศ. 2537 ทำให้ปัจจุบันมาตรฐานนี้จึงถูกใช้เป็นมาตรฐานในการพยากรณ์อากาศประจำวัน และการพยากรณ์อากาศรายชั่วโมง ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเล็ตได้รับการออกแบบจากสมการเชิงเส้น และแปรผันตามความรุนแรงของรังสียูวีที่ส่งผลกระทบต่อผิวหนังของมนุษย์ หากอยู่กลางแจ้งโดยไม่มีสารกันแดด ความรุนแรงจากรังสีแสงแดดจะแปรผันโดยตรงกับเวลา เช่น ผิวจะเกิดการเกรียมแดดในเวลา 30 นาที ที่ดัชนียูวีระดับ 6 และผิวจะเกิดการเกรียมแดดในเวลา 15 นาที ที่ดัชนียูวีระดับ 12 เป็นต้น (ตารางที่ 1.2) วัตถุประสงค์ของการใช้ดัชนียูวีเพื่อให้ผู้คนสามารถป้องกันตนเองจากรังสีอัลตราไวโอเล็ต ซึ่งส่งผลในด้านสุขภาพ เนื่องจากจะทำให้เกิดการทำลายผิวหนังจาก

รังสียูวีในแสงแดด ภาวะผิวเกรียมแดด ผลกระทบต่อ DNA มะเร็งผิวหนัง ภาวะต้านภูมิคุ้มกันและผลกระทบต่อนา เช่น ต้อกระจก โดยองค์การอนามัยโลกแนะนำให้ผู้คนป้องกันตัวเอง เช่น การป้องกันเมื่ออยู่กลางแจ้งด้วยการสวมหมวกและแว่นกันแดดหากอยู่กลางแจ้งด้วยดัชนียูวีระดับ 3 ขึ้นไป (Agency, 2020)

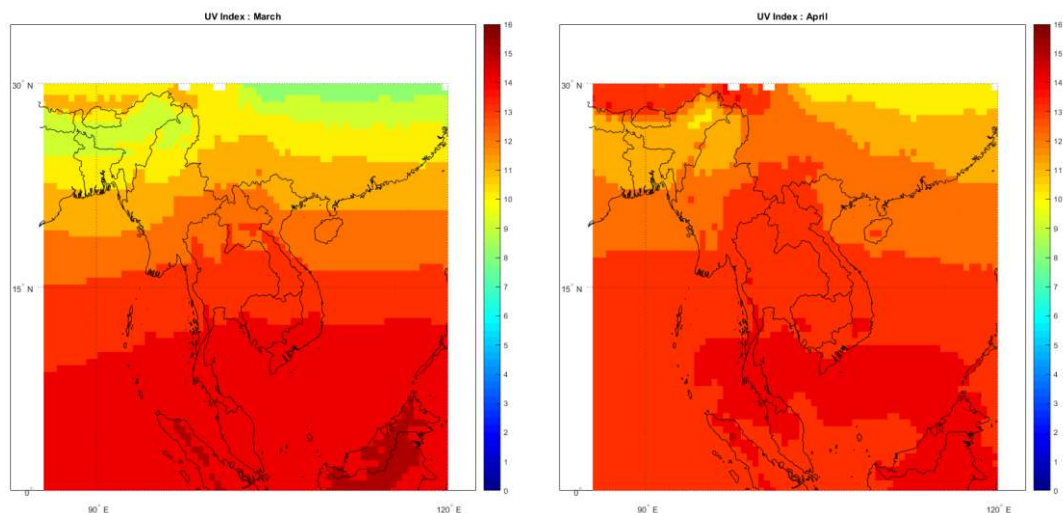
ตารางที่ 1.1 เปรียบเทียบความแตกต่างรังสี UV-A, UV-B และ UV-C (Dubrovski, 2010)

รังสี	UV-A	UV-B	UV-C
ความยาวคลื่น (Wavelength, nm)	400-315	315-280	280-100
พลังงาน (Energy, eV)	3.10-3.94	3.94-4.43	4.43-12.4
พลังงานเฉลี่ย (Mean energy, kJ/mol)	340	400	810
ความเข้มรังสี (Intensity, W/m ²)	27	5	-
พลังงานเฉลี่ยเทียบกับ รังสีช่วงที่มองเห็นได้	1.7 เท่า ¹	2 เท่า ¹	4.1 เท่า ¹
ความเข้มของการแผ่รังสี	7.9% ²	1.5% ²	-
ความอันตรายต่อมนุษย์	ทำลายเส้นใยคอลลาเจนและเร่งริ้วรอยของผิว		
	ทำลายวิตามิน A	ทำลายวิตามิน A และเร่งการผลิตวิตามิน D	ทำลายวิตามิน A
	ทำให้เกิดผิวแทน	เกิดผิวแทน หากโดนรังสีเป็นเวลานาน ทำให้ผิวถูกแดดเผา	ทำให้ผิวถูกแดดเผา
	ทำลาย DNA ในทางอ้อม และเป็นต้นเหตุของโรคมะเร็งผิวหนัง	ทำลาย DNA โดยตรง และเป็นต้นเหตุของโรคมะเร็งผิวหนัง	
	ระบบภูมิคุ้มกัน	มีผลทั้งในเชิงลบและเชิงบวกต่อระบบ	-

รังสี	UV-A	UV-B	UV-C
	การป้องกันจากโรคบางชนิดหรือมีผลในเชิงบวก ต่อผู้อื่น	ภูมิคุ้มกันการป้องกันจากโรคบางชนิด	
	แทรกซึมได้ผิวหนัง	เป็นอันตรายต่อดวงตา	

¹พลังงานเฉลี่ยรังสีช่วงที่มองเห็นได้: 200 kJ/mol,

²ความเข้มของการแผ่รังสี: 342 W/m²



รูปที่ 1.2 ค่าดัชนีรังสียูวีของประเทศไทยในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายน พ.ศ. 2562 (ศูนย์โอโซนและรังสี, 2020)

ตารางที่ 1.2 ตารางการพยากรณ์ดัชนีรังสียูวีในแต่ละวัน และคำแนะนำการป้องกัน (Agency, 2020)

ระดับดัชนีรังสียูวี	สี	ความเสี่ยงหากไม่มีการป้องกัน	การป้องกัน
0-2.9	สีเขียวน	ต่ำ	สวมแว่นกันแดดในวันที่ท้องฟ้าโปร่ง ใช้สารกันแดด หากมีพื้นที่หิมะ ซึ่งจะทำให้เกิดการหักเหของรังสียูวี

3-5.9	สีเหลือง	ปานกลาง	ควรระมัดระวังโดยการปกปิดผิว หากต้องอยู่กลางแจ้ง ให้หลีกเลี่ยงในช่วงเที่ยง เนื่องจากเป็นช่วงที่มีแสงมากที่สุด
6-7.9	สีส้ม	สูง	ปกปิดด้วยเสื้อผ้ากันแดด ใช้สารกันแดดที่มี SPF มากกว่า 30 สวมหมวก อยู่กลางแจ้งให้น้อยกว่า 3 ชั่วโมง สวมแว่นกันแดด
8-10.9	สีแดง	สูงมาก	ใช้สารกันแดดที่มี SPF มากกว่า 30 สวมเสื้อผ้ากันแดด สวมแว่นกันแดด สวมหมวกปีกกว้าง และไม่อยู่กลางแจ้งเป็นเวลานาน
11+	สีม่วง	รุนแรง	ควรระมัดระวังอย่างมาก โดยใช้สารกันแดดที่มี SPF มากกว่า 30 สวมเสื้อแขนยาวและกางเกงขายาว สวมแว่นกันแดด สวมหมวกที่สามารถปกปิดได้มิดชิด และหลีกเลี่ยงการอยู่กลางแจ้งนานกว่า 3 ชั่วโมง

1.2 การทดสอบการป้องกันรังสีของผ้า (Dubrovski, 2010)

การทดสอบการป้องกันรังสีนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ 1) การทดลองทางเครื่องมือ (Vitro method, UPF) และ 2) วิธีทดลองโดยตรงกับผิวหนังมนุษย์ (Vivo method, SPF) ซึ่งตัวบ่งชี้ทั้งสองชนิดสามารถบอกระดับการปกป้องผิวด้วยผ้าจากแสงอาทิตย์ที่มีผลต่อผิวของมนุษย์ โดยทฤษฎีแล้วค่าทั้งสองมีความคล้ายกัน สำหรับแฟกเตอร์การป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตของผ้า (Ultraviolet protection factor of fabrics, UPF) เป็นค่าที่แสดงถึงอัตราส่วนของรังสีที่ส่องผ่านอากาศ (Effective dose, ED) ต่อรังสีที่ส่องผ่านเนื้อผ้า (Effective dose, ED_f) ดังสมการที่ (1.1)

$$UPF = \frac{ED}{ED_f} = \frac{\sum_{280}^{400} E_\lambda S_\lambda A_\lambda}{\sum_{280}^{400} E_\lambda T_\lambda S_\lambda A_\lambda} \quad (1.1)$$

เมื่อ E_λ คือ ปริมาณรังสีที่มีผลกระทบต่อผิวหนังมนุษย์

S_λ คือ ความเข้มแสงในเชิงแถบของรังสีดวงอาทิตย์

T_λ คือ ค่าการส่องผ่านของแสงผ่านชิ้นตัวอย่างที่สามารถวิเคราะห์ได้

A_λ คือ ความยาวคลื่นที่ใช้ทดสอบ (นาโนเมตร)

UPF บ่งบอกว่ามนุษย์สามารถอยู่ภายใต้แสงอาทิตย์ได้นานเท่าใด เมื่อมีการปกป้องผิวด้วยเสื้อผ้า เปรียบเทียบกับเมื่อไม่มีการปกป้องผิว ซึ่งถ้าหาก UPF มีค่ามากก็แสดงถึงความสามารถของผ้าในการปกป้องผิวผู้สวมใส่ และอาจรายงานเป็นค่าปริมาณรังสีส่องผ่าน (Erythema weighted transmittance, EWT) มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 ค่า EWT 1 หมายถึงผ้าจะสามารถปกป้องผิวได้ดี ดังสมการที่ (1.2)

$$EWT = \frac{I}{UPF} \quad (1.2)$$

การทดสอบชนิดนี้เป็นการวัดการส่องผ่านของแสงผ่านผ้าด้วยแสง รังสีจากดวงอาทิตย์ที่ถูกจำลองที่ความยาวคลื่นต่าง ๆ เพื่อวัดรังสี UV-A และ UV-B ซึ่งมี 2 ขั้นตอน คือ การทดสอบการส่องผ่านแสง และการคำนวณผลจากค่าการส่องผ่านแสงที่ได้ การทดสอบใช้แหล่งให้แสงยูวีความยาวคลื่นเดียว (Monochromatic radiation) ส่องไปบนพื้นผ้าตัวอย่างและวัดค่าการส่องผ่านของแสงผ่านชั้นทดสอบผ้า ค่าแฟกเตอร์การป้องกันรังสีจากดวงอาทิตย์ของผ้า (Sun protection factor of fabrics, SPF) แสดงถึงอัตราส่วนของรังสีที่น้อยที่สุดที่ทำให้ผิวไหม้จากดวงอาทิตย์ภายใต้ผ้าและค่า SPF ที่สูงหมายถึงมีการปกป้องผิวจากรังสีดวงอาทิตย์ที่สูงขึ้นด้วย (Dubrovski, 2010) ดังสมการที่ (1.3)

$$SPF = \frac{MED_{ps}}{MED_{us}} \quad (1.3)$$

เมื่อ MED_{ps} คือ ปริมาณของรังสีที่น้อยที่สุดที่ก่อให้เกิดรอยแดงเมื่อผิวได้รับการปกป้อง (Minimum erythema dose of protected skin, จูล)

MED_{us} คือ ปริมาณของรังสีที่น้อยที่สุดที่ก่อให้เกิดรอยแดงเมื่อผิวไม่ได้รับการปกป้อง (Minimum erythema dose of unprotected skin, จูล)

1.3 มาตรฐานการทดสอบการป้องกันรังสียูวีของผ้าและเสื้อผ้า (Dubrovski, 2010)

มาตรฐานการทดสอบของยุโรป (European standard) มีดังนี้

EN 13758-1:2002 มาตรฐานระบุการทดสอบสมบัติการป้องกันรังสียูวีของผ้าที่อยู่ห่างจากแหล่งให้กำเนิดแสงที่มีความยาวคลื่นตั้งแต่ 290-400 นาโนเมตร เช่น ร่ม ซึ่งมีฉลากระบุดังรูปที่ 1.3

EN 13758-2:2003 มาตรฐานระบุหรือบ่งชี้ถึงเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มที่มีสมบัติปกป้องผิวหนังจากรังสียูวี ซึ่งค่า UPF ต้องมากกว่า 40 เปอร์เซนต์ และค่าการส่องผ่าน UV-A น้อยกว่า 5 เปอร์เซนต์



รูปที่ 1.3 ฉลาก EN standard 13758-2 (Dubrovski, 2010)

มาตรฐานการทดสอบของออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ (Australian/New Zealand standard)

มีดังนี้

Australian/New Zealand standard AS/NZS 4399:1996

มาตรฐานระบุถึงเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มที่สวมใส่ ที่มีสมบัติปกป้องผิวจากรังสียูวี ไม่สามารถใช้ได้กับครีมกันแดดและสีของเครื่องนุ่งห่ม

มาตรฐานการทดสอบของสหรัฐอเมริกา (United States) มีดังนี้

AATCC Test Method 183-2004 เป็นมาตรฐานในการทดสอบการป้องกันรังสียูวีของเสื้อผ้า

ASTM D 6544 การป้องกันรังสียูวีของเสื้อผ้าที่ผ่านการซักมาแล้ว 40 ครั้ง ซึ่งเป็นการจำลองสำหรับชุดว่ายน้ำที่ถูกใช้ในสระที่มีคลอรีน

ASTM D 6603-07 เป็นมาตรฐานฉลากที่ระบุบนเครื่องแต่งกายหรือเสื้อผ้าที่มีสมบัติการป้องกันรังสียูวี

1.4 การทดสอบแฟกเตอร์การป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตของผ้า (Colorists, 2010)

การทดสอบแฟกเตอร์การป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตของผ้าตามมาตรฐาน AATCC Test Method 183-2004 ซึ่งจะวัดการส่องผ่านแสงในช่วงความยาวคลื่นรังสียูวีของผ้า และคำนวณแฟกเตอร์การป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต ข้อจำกัดวิธีการนี้ คือ สามารถทดสอบค่า UPF ของผ้าในสภาวะยัดได้ แต่สภาวะดังกล่าวไม่ได้ถูกกำหนดไว้ในนี้ ต้องทำการทดสอบแยกกันออกไป และค่า UPF เปลี่ยนแปลงไปหากผ้าเกิดการยืดตัว เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ หรือเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่มีตัววัดสะท้อนแสง (Integrating sphere) กรณีตัวอย่างวิเคราะห์เปียกจะต้องใช้พลาสติกสำหรับห่ออาหารพอลิไวนิลไคลด์คลอไรด์ (Polyvinylidene chloride) หรือพอลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinylchloride film) และกระดาษซับของ AATCC (Blotting paper) เพื่อซับแห้ง ขนาดชิ้นตัวอย่างจะตัดให้มีขนาด 50×50 มิลลิเมตร หรือรัศมี 50 มิลลิเมตร โดยหลีกเลี่ยงการทำให้ตัวอย่างบิดเบี้ยวระหว่างการเตรียม ควรเลือกตัวอย่างผ้าให้ครอบคลุมสีและโครงสร้างที่แตกต่างกัน ชิ้นงานก่อนการทดสอบจะต้องเก็บอุณหภูมิ 21±1 องศาเซลเซียส (70±2 ฟาเรนไฮต์) อย่างน้อย 4 ชั่วโมง และความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) 65±2