

การพัฒนาตำรับกันแดดจากสารสกัดหญ้าตีนตุ๊กแก

สุธิดา ชาญวนิชกุล*, โองการ วนิชชีวะ และ พนิดา แสนประกอบ

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร 10220

*suthida.sjoy@pnru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาฤทธิ์การต้านออกซิเดชันของสารสกัดหญ้าตีนตุ๊กแก 2) หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสารสกัดหญ้าตีนตุ๊กแก 3) พัฒนาคำรับผลิตภัณฑ์กันแดดจากสารสกัดหญ้าตีนตุ๊กแก ผลการวิจัยพบว่า สารสกัดหญ้าตีนตุ๊กแกที่สกัดด้วยเอทานอล ร้อยละ 95 มีผลผลิตร้อยละเท่ากับ 3.3 ± 0.00 เมื่อนำไปทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันและวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม พบว่า ที่ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิกรัม สารสกัดหญ้าตีนตุ๊กแกมีความสามารถในการต้านออกซิเดชันได้ 56.84% และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมเท่ากับ 73.85 ไมโครกรัมแกลลิกแอซิดต่อมิลลิกรัมสารสกัด สารสกัดหญ้าตีนตุ๊กแกถูกนำไปเป็นส่วนผสมในตำรับกันแดด โดยมีความเข้มข้นอยู่ในช่วงระหว่าง ร้อยละ 0.005-0.03 น้ำหนักต่อน้ำหนัก เมื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ พบว่า สารสกัดหญ้าตีนตุ๊กแกความเข้มข้นร้อยละ 0.02 น้ำหนักต่อน้ำหนักมีความเหมาะสมในการพัฒนาตำรับกันแดด ค่าการป้องกันรังสียูวีบี (SPF) โดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ เท่ากับ 26 ค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 5.35 เนื้อผลิตภัณฑ์ไม่มีการแยกชั้นหรือตกตะกอนทั้งในอุณหภูมิห้อง 45 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส เนื้อผลิตภัณฑ์มีสีเขียวย่นของสารสกัด มีกลิ่นหอมอ่อน และผลิตภัณฑ์มีความสามารถในการซึมสู่ผิวในระดับดี ดังนั้นสารสกัดหญ้าตีนตุ๊กแกมีความเหมาะสมสำหรับนำไปเป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์กันแดด รวมทั้งผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากมีการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดด

คำสำคัญ: หญ้าตีนตุ๊กแก กันแดด SPF ต้านอนุมูลอิสระ

บทนำ

รังสีดวงอาทิตย์ประกอบด้วย รังสีอัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet) รังสีช่วงแสงสว่าง (Visible) และอินฟราเรด (Infrared) รังสีที่มีคุณสมบัติช่วงความยาวคลื่นของรังสีอัลตราไวโอเล็ตประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ 1) ยูวี-ซี (UV-C) ช่วงคลื่น 100-280 นาโนเมตร ถูกดูดกลืนเกือบทั้งหมดโดยโอโซนและออกซิเจนใน บรรยากาศ ทำให้ไม่สามารถผ่านมาถึงพื้นโลกได้ 2) ยูวี-บี (UV-B) ช่วงคลื่น 280-315 นาโนเมตร ถูกดูดกลืนเป็นส่วนใหญ่และส่องถึงพื้นโลกประมาณ 10% ผ่านเข้าไปในผิวหนังชั้นหนังกำพร้าและชั้นต้นของหนังแท้ แต่เป็นตัวการสำคัญทำให้ผิวหนังไหม้แดด ในระยะยาวอาจก่อให้เกิดโรคมะเร็งผิวหนังและเป็นอันตรายต่อกระจกตา และเลนส์แก้วตาอีกด้วย และ 3) ยูวี-เอ (UV-A) ช่วงคลื่น 315-400 นาโนเมตร ไม่ถูกดูดกลืนโดยโอโซนแต่ส่วนมากไม่ทำร้ายสิ่งมีชีวิต ผ่านผิวหนังได้ลึกลงไปถึงชั้นหนังแท้ ถ้าได้รับแสงแดดมากเกินไปจะไปทำลายเนื้อเยื่อคอลลาเจนและอีลาสตินทำให้ ผิวหนังเหี่ยวย่น มีริ้วรอย ก่อหน่วย เกิดฝ้า กระและสิวบางชนิดได้ (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพชร, 2558) รังสีอัลตราไวโอเล็ตชนิด B UVB จะทำให้เกิดอาการผิวหนังร้อนแดง (erythema) หรือเกิดอาการที่เรียกว่าถูกแดดเผา (sunburn) ทำให้ปวดแสบปวดร้อน ส่วน UVA มีความสามารถทะลุทะลวง และทำลายผิวหนัง ทำให้ผิวแก่ ผิวหนังหนา หยิบกร้าน และมีสีคล้ำขึ้น (tanning) (Bernerd, 2000) เนื่องจากเกิดการกระตุ้นเซลล์เม็ดสี ให้สร้างเม็ดสี (melanin pigment) เพิ่มขึ้น รังสี อัลตราไวโอเล็ตในแสงแดดอาจทำให้เกิดโรคมะเร็งที่ผิวหนัง โดยคนผิวขาวจะมีโอกาสเกิดมะเร็งที่ผิวหนังมากกว่าคนที่ผิวคล้ำ ดังนั้นจึงควรปกป้องผิวจากแสงแดดให้มากที่สุด โดยหลีกเลี่ยงการตากแดด หรือสวมใส่เสื้อผ้าให้มิดชิด หรือ ใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีสารป้องกันแสงแดดทาปิดผิวหนัง ในขณะที่กิจกรรมกลางแจ้งเลือกผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่สามารถ ป้องกันได้ทั้งรังสีUVA และ UVB โดยมีการระบุค่าประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ในการป้องกัน UVB ที่เรียกว่าค่า SPF หรือ Sun Protection Factor ตัวเลขที่แสดงค่า SPF นั้นได้จากอัตราส่วนของระยะเวลาที่ผิวหนังได้รับแสงในช่วง UVB ระหว่างผิวที่ทาสาร

ป้องกัน แสงแดดกับผิวที่ไม่ได้ทำสารป้องกันแสงแดดแล้วเกิดอาการ แดงน้อยที่สุด ดังนั้นหากผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดมีค่า SPF เท่ากับ 15 หมายความว่า เมื่อทาผลิตภัณฑ์นี้แล้วสามารถทน UVB ได้นานมากกว่าเดิม 15 เท่า (สุทธิตา และคณะ, 2558)

หญ้าตีนตุ๊กแก มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Tridax procumbens* Linn. อยู่ในวงศ์ COMPOSITAE (หรือ ATERACEAE) เป็นพืชล้มลุก พบได้ทั่วไปในหลายประเทศแถบเขตร้อน ซึ่งได้นำหญ้าตีนตุ๊กแกมาเป็นยาสมุนไพรรักษาโรคต่าง ๆ เช่น โรคกระเพาะ แก้วหวัด ปวดท้อง โรคท้องร่วง โรคบิด เป็นต้น (Taddei et al. 2000) สำหรับในประเทศไทยใช้ส่วนใบมาตำแล้วพอกบริเวณส่วนของร่างกายเพื่อบรรเทาอาการปวด แก้อักเสบและรักษาโรคผิวหนัง เป็นต้น (ดวงพร, 2544)

วิธีดำเนินการวิจัย

เก็บใบของหญ้าตีนตุ๊กแก จากโรงเรียนบ้านท่าอุดม จังหวัดปราจีนบุรีมา 100 กรัม นำมาล้างด้วยน้ำสะอาด แยกเอาสิ่งเจือปนอื่น ๆ รวมทั้งเศษกอนหินที่ปะปนออก แล้วนำตัวอย่างไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม (air-dried) 2 วัน จากนั้นจึงไปปั่นให้ตัวอย่างมีขนาดเล็กด้วยเครื่องและจะนำไปใช้ในการทดสอบต่อไป เก็บรักษาตัวอย่างแห้งที่เตรียมได้แล้วไว้ในตู้ดูดความชื้น

การเตรียมสารสกัด (crude extract) ชั่งตัวอย่างแห้งมา 10 กรัม นำไปสกัดด้วยเอทานอล 200 มิลลิลิตร โดยต้มทิ้งไว้และคนต่อเนื่องเป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส (ทำ 3 ชั่วโมง) จากนั้นกรองส่วนน้ำและฟิซออกจากราก นำสารละลายของสารสกัดที่ได้ไประเหยแห้งภายใต้ความดันสูญญากาศด้วยเครื่อง Rotary evaporator จะได้สารสกัดหยาบ (crude extract) (Doughari JH (2012), Harborne JB (1998) เก็บสารสกัดหยาบในขวดและตู้ดูดความชื้น จากนั้นเตรียมสารสกัดหยาบให้มีความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยเจือจางด้วยเอทานอลก่อนการทดสอบต่อไป

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH free radical scavenging activity (Giusti and Wrolstad, 2001) เป็นการทดสอบฤทธิ์ต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยให้ สารตัวอย่างทำปฏิกิริยากับ DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระที่เสถียรมีสีม่วง เมื่อ DPPH ได้รับอิเล็กตรอนหรืออนุมูลอิสระไฮโดรเจน จะเปลี่ยนเป็น DPPH:H เกิดเป็นสารไม่มีสี โดยทำการทดสอบคือ ทำการเจือจางสารสกัดในความเข้มข้นต่างๆ เพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสม ทำการดูดสารสกัดที่เจือจางที่ความเข้มข้นต่าง ๆ มา 0.1 มิลลิลิตร ลงใน 96-well plate เติมสารละลาย DPPH 0.15 mM ลงไป 0.1 มิลลิลิตร เพื่อทำปฏิกิริยา ทิ้งไว้ 30 นาทีในที่มืด แล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร (การทดลองทำสามซ้ำ) จากนั้นนำไปคำนวณค่าตามสูตร Scavenging effect (%) = [(A control - A sample)/A control] × 100 (โดยที่ A control คือ ค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH และ A sample คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดที่เติมสารละลาย DPPH) นำค่าที่คำนวณได้ไปพล็อตกราฟสารสกัดของพืชเพื่อหาค่า IC₅₀ เทียบกับมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก

การหาปริมาณฟีนอลทั้งหมดด้วยวิธี Folin-Ciocalteu (Singelton, 1999) เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก (Gallic acid) ที่ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 25 มิลลิลิตร เจือจางให้ได้ 20-200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรในหลอดทดลอง จากนั้นเตรียม 7% Na₂CO₃ ทำการเจือจางสารสกัดที่ความเข้มข้นต่างๆ จากนั้นเติมน้ำกลั่น 500 ไมโครลิตร ลงในหลอดทดลอง เติมสารสกัด/สารมาตรฐาน ปริมาตร 125 ไมโครลิตร เติม Folin-Ciocalteu reagent 125 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ 6 นาที เมื่อเวลาครบ ทำการเติม 7% Na₂CO₃ 1250 ไมโครลิตร เติมน้ำกลั่น 1000 ไมโครลิตร เขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้ 90 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 755 นาโนเมตร และพล็อตกราฟระหว่างค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้น (ทำการทดลองสามซ้ำ)

การพัฒนาตำรับผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด เตรียม phase A และ phase B โดย phase A ประกอบด้วย Water, Glycerin, Carbopol, สารสกัดจากใบ และ Tri ethanolamine ส่วน Phase B ประกอบด้วย PEG-10 Dimethicone, Cyclomethicone, Phenoxyethanol และ Perfume โดยการนำ Phase B ทั้งหมดเทใส่ Phase A จากนั้นนำไปปั่นด้วยเครื่อง Homogenizer เพื่อให้ส่วนผสมเข้ากันเป็นเนื้อเดียวกัน บรรจุใส่บรรจุภัณฑ์ และนำไปวิเคราะห์ความค่าความเป็นกรดต่าง ทดสอบการแยกชั้นหรือตกตะกอนของเนื้อผลิตภัณฑ์

การทดสอบประสิทธิภาพการคงตัวของผลิตภัณฑ์ ทดสอบโดยการใช้อุณหภูมิต่ำสลับสูง หรือ Heating cooling cycle คือการเก็บอิมัลชันในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง จากนั้น นำมาเข้าตู้อบที่ 45 องศาเซลเซียส อีก 48 ชั่วโมง นับเป็น 1 รอบ ทำการทดสอบรวมทั้งสิ้น 7 รอบแล้วนำมาประเมินผล (เสาวนีย์ กระสานดิสุข และ หทัยชนก รุณรงค์, 2549)

การทดสอบหาประสิทธิภาพในการป้องกันแสงแดด ทำการวัดค่า SPF (Sun Protection Factor) ด้วยเครื่อง Ultraviolet Spectrophotometry (Mansur et al. 1986) โดยนำสารละลายตัวอย่างที่เตรียมได้ใส่ใน quartz cell ขนาด 1 เซนติเมตร โดยใช้ 95% เอทานอลเป็น blank จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นระหว่าง 290-320 นาโนเมตร ทุก ๆ 5 นาโนเมตร ทำการวัดทั้งหมดสามซ้ำ นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาคำนวณหาค่า SPF โดยใช้สมการของ Mansur et al. (1986)

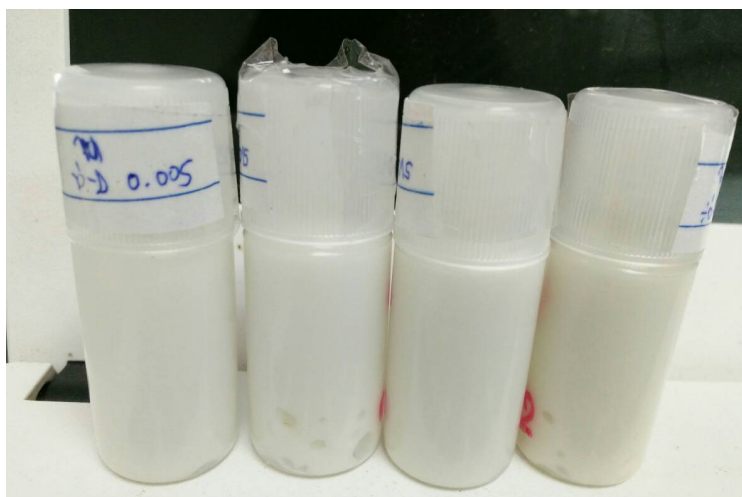
ผลและอภิปรายผล

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยใช้วิธี DPPH radical scavenging สารสกัดจากพืชตีนตุ๊กแก พบว่า หญ้าตีนตุ๊กแกมีความสามารถในการต้านออกซิเดชันได้ 56.84% ที่ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิตร ในขณะที่สารมาตรฐานกรดแอสคอร์บิกมีความเข้มข้น 0.011 mg/mL ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเท่ากัน จะเห็นว่าสารสกัดตีนตุ๊กแกสามารถต้านออกซิเดชันได้ไม่น้อยกว่ากรดแอสคอร์บิก และเมื่อเทียบกับงานวิจัยของ Pooja Singh (2017) ที่ทำการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหญ้าตีนตุ๊กแกเช่นเดียวกันถือว่าออกฤทธิ์ต้านได้น้อยกว่า เนื่องจากงานวิจัยของ Pooja Singh มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.07 มิลลิกรัมต่อมิลลิตร ซึ่งอาจเป็นผลมาจากแหล่งเพราะปลูกที่แตกต่างกันและเก็บเกี่ยวในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน รวมไปถึงสายพันธุ์ที่ต่างกัน จึงทำให้การออกฤทธิ์ทางชีวภาพของสารมีค่าต่างกัน (น้ำฝน, 2556)

ปริมาณฟีนอลิกรวมของสารสกัดจากพืชตีนตุ๊กแก จากการวิเคราะห์โดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu reagent เทียบกับสารมาตรฐานแกลลิกแอซิดในช่วงความเข้มข้น 20-200 ไมโครกรัมต่อมิลลิตร พบว่าสารละลายเกิดสีฟ้าใสถึงสีน้ำเงิน เมื่อเรียงจากความเข้มข้นมากไปหาน้อย แสดงให้เห็นว่าหากมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก สีของสารละลายที่เกิดขึ้นจะมีสีเข้มมาก และเมื่อนำสารสกัดไปตีนตุ๊กแกมาทำปฏิกิริยา พบสารละลายมีสีฟ้าค่อนข้างเข้ม และคำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมเทียบกับแกลลิกแอซิดที่ความเข้มข้น 73.85 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัมสารสกัด

การพัฒนาตำรับผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด จากผลการทดสอบ SPF เบื้องต้นของสารสกัด พบว่า สารสกัดที่ความเข้มข้นช่วงร้อยละ 0.005-0.03 น้ำหนักต่อน้ำหนัก พบว่ามีค่า SPF ซึ่งความเข้มข้นที่คำนวณค่า SPF ได้สูงสุด คือ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงเลือกสารสกัดที่ความเข้มข้นดังกล่าวมาพัฒนาตำรับป้องกันแสงแดด และพบว่าสารสกัดหญ้าตีนตุ๊กแกมีความสามารถในการเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดดได้ จากตำรับเบสที่มีสาร OMC (Octyl methoxycinnamate) ค่า SPF 10.00 เพิ่มขึ้นเป็น 26.00

หลังจากพัฒนาตำรับผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดด้วยความเข้มข้นของสารสกัดที่เหมาะสมแล้ว จึงนำผลิตภัณฑ์ไปทำการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีพบว่า มีค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 5.35 เมื่อทดสอบการแยกชั้นหรือตกตะกอนพบว่าไม่มีการแยกชั้นของเนื้อผลิตภัณฑ์ สีของผลิตภัณฑ์สีเขียวอ่อน (แสดงในรูปที่ 1) และประเมินความพึงพอใจจากผู้ทดลองใช้ผลิตภัณฑ์พบว่า มีความพึงพอใจในระดับมากทั้งในเรื่องของเนื้อบางเบา และซึมสูผิวได้ง่าย และการทดสอบประสิทธิภาพการคงตัวของผลิตภัณฑ์ แบบ Heating cooling cycle หลังครบ 7 รอบ พบว่าเมื่อนำผลิตภัณฑ์ไม่มีการแยกชั้น ค่า pH กลิ่น และสี ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่มีส่วนผสมของสารสกัดหญ้าตีนตุ๊กแก



รูปที่ 2 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่มีส่วนผสมของสารสกัดหญ้าตีนตุ๊กแกหลังจากเก็บแบบ Heating cooling cycle เป็นเวลา 1 เดือน

สรุปผลการวิจัย

หญ้าตีนตุ๊กแกมีสรรพคุณทางการรักษา จึงถูกนำไปใช้เป็นยาสมุนไพรรักษาโรคต่าง ๆ เช่น โรคกระเพาะ บรรเทาอาการหวัด ปวดท้อง รักษาโรคท้องร่วง และโรคบิด เป็นต้น นอกจากนี้ยังนำส่วนใบมาตำแล้วพอกบริเวณส่วนของร่างกาย เพื่อบรรเทาอาการปวด แก้อักเสบและรักษาโรคผิวหนัง ดังนั้นหากมีคุณสมบัติที่สัมพันธ์กับด้านความงามก็น่าจะเป็นอีกหนึ่งช่องทางในการเพิ่มมูลค่าให้แก่พืชชนิดนี้ ซึ่งจากการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมข้างต้น ทำให้ทราบว่า สารสกัดหญ้าตีนตุ๊กแกสามารถออกฤทธิ์ต้านออกซิเดชันได้ และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม จากนั้นนำไปวิเคราะห์ความสามารถในการป้องกันรังสียูวีบี และพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด โดยทดลองทำผลิตภัณฑ์ต้นแบบ พบว่ามีค่า SPF เท่ากับ 26 ดังนั้นสรุปได้ว่าสารสกัดหญ้าตีนตุ๊กแกสามารถถูกพัฒนาให้เป็นส่วนผสมหลักและทำหน้าที่ในการป้องกันแสงแดดได้ จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจที่จะทำการพัฒนาสารสกัดนี้ต่อไปให้มีคุณสมบัติด้านความงามที่หลากหลายขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

บรรณานุกรม

- Berner, F., Vioux, C., & Asselineau, D. (2000). Evaluation of the protective effect of sunscreens on in vitro reconstructed human skin exposed to UVB or UVA irradiation. *Photochemistry Photobiology* 71(3), 314-320.
- Castilho, I.G., Sousa, M.A.A., & Leite, R.M.S. (2006). International sun protection factor test method determinacao do factor de protecao solar por espectrofotometria. *Anais Brasileiros de Dermatologia* 61, 121-124.
- Singh, P., Jain, K., Khare, S., & Shrivastav, P. (2017). Evaluation of phytochemical and antioxidant activity of *Tridax procumbens* extract. *Journal of Pharmaceutical and Biosciences* 2017(5), 41-47.
- Sayre, R.M., Agin, P.P., Levee, G.J., & Marlowe, E. (1979). Comparison of in vivo and in vitro testing of suncreening formulas. *Photochemistry Photobiology* 29, 559-566.
- Singelton, V., Orthifer, R., & Lamuela-Raventos, R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology* 299, 152-178.
- Taddei, A. & Rosas-Romero, A.J. (2000). Bioactivity studies of extracts from *Tridax procumbens*. *Phytomedicine* 7, 235-238.

ดวงพร สุวรรณกุล และ รังสิต สุวรรณเขตนิยม. (2544). วัชพืชในประเทศไทย (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ถนอมวงศ์ กฤษณเพ็ชร. (2558). แสงแดดกับสุขภาพ, 153, 1513-2867.

น้ำฝน เบ้าคำ. (2556). ศึกษาสารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดของเห็ดป่ากินได้ 5 ชนิด จากป่าชุมชนบ้านน้ำจาง ในเขตพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

สุดธิดา หมี่ทอง, นวพร อนันตสินกุล และชมพูกานต์ เขียรชวานนท์. (2558). ผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร : สำนักเครื่องสำอางและวัตถุอันตรายกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กระทรวงสาธารณสุข.

เสาวนีย์ กระสานตีสขุ หทัยชนก รุณรงค์. (2549). การพัฒนาตัวรับโลชั่นบำรุงผิว (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยมหิดล.