

การวัดประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดดของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด

ด้วยวิธีอัลตราไวโอเลต สเปกโตรโฟโตเมทรี

นิลุต มิ่งโมฬี¹ ชัยศักดิ์ จันศรีนิยม² มยุรี กัลยาวัฒนกุล¹

¹สำนักวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

²ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

*ผู้นิพนธ์ที่รับผิดชอบ อีเมล princess-zuyu@hotmail.com โทรศัพท์ +66 53916832 แฟกซ์ +66 53916831

บทคัดย่อ

การศึกษาโดยอิสระนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการวัดประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดด ของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดจำนวน 10 ตัวอย่าง ด้วยวิธีอัลตราไวโอเลต สเปกโตรโฟโตเมทรีเปรียบเทียบกับ การวัดด้วยเครื่อง SPF290S Analyzer พบว่า ผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่มีสารกันแดดชนิดเคมีอย่างเดียวก่อนมีค่าความคลาดเคลื่อนจากค่า SPF ที่ระบุบนฉลากน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่มีสารกันแดดชนิดเคมีผสมกายภาพและกายภาพอย่างเดียว เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองกับการวัดค่า SPF ด้วยเครื่อง SPF 290S Analyzer พบว่ามีแนวโน้มของความคลาดเคลื่อนของการวัดไปในแนวทางเดียวกันกับการใช้วิธีอัลตราไวโอเลต สเปกโตรโฟโตเมทรี

คำสำคัญ: ประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดด/ ผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด/ วิธีอัลตราไวโอเลต สเปกโตรโฟโตเมทรี

บทนำ

แสงที่ส่องมายังพื้นโลกประกอบไปด้วยรังสี UVA ที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 320-400 นาโนเมตร และรังสี UVB ที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 290-320 นาโนเมตร ซึ่งสามารถก่อให้เกิดอันตรายกับผิวหนังโดยรังสี UVA จะทะลุถึงชั้นหนังแท้ทำให้เกิดผิวสีก้ำขึ้นและดูแก่ก่อนวัยได้ ส่วนรังสี UVB มีพลังงานสูงจึงทำลายเซลล์ผิวหนังมาก โดยเฉพาะชั้นหนังกำพร้าเพราะไม่สามารถทะลุถึงชั้นหนังแท้ได้ ทำให้เกิดอาการบวมแดง แดงเผา และมะเร็งผิวหนังได้ ดังนั้นจึงต้องมีการปกป้องผิวหนังจากแสงแดด เช่น สวมเสื้อผ้ามิดชิด สวมหมวกปีกกว้างหรือกางร่ม ตลอดจนการใช้ผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด ซึ่งควรป้องกันได้ทั้งรังสี UVA และ UVB การประเมินประสิทธิภาพของสารป้องกันแสงแดดหรือผลิตภัณฑ์ นิยมใช้การวัดค่า SPF หรือ Sun Protection Factor ซึ่งหมายถึงอัตราส่วนระหว่างปริมาณพลังงานของรังสี UV น้อยที่สุดที่ทำให้ผิวหนังเกิดอาการแดง (minimum erythema dose หรือ MED) เมื่อทาด้วยผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดกับเมื่อไม่ทาด้วยผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด ค่า SPF จึงเป็นค่าที่แสดงว่าสารกันแดดหรือผลิตภัณฑ์มีความสามารถในการป้องกันแสงแดดเป็นกี่เท่า สมการ (Dutra, Oliveira, Kedor-Hackmann & Santoro, 2004)

$$SPF = \frac{\text{minimum erythema dose เมื่อทาผลิตภัณฑ์}}{\text{minimum erythema dose เมื่อไม่ทาผลิตภัณฑ์}}$$

ค่า SPF มักหมายถึงความสามารถในการป้องกันรังสี UVB เพราะเป็นการวัดค่าความแดงของผิวหนัง ในปัจจุบันการวัดค่า SPF ที่นิยมใช้มี 2 วิธีคือ การทดลองในอาสาสมัคร (*in vivo*) และการทดลองในหลอดทดลอง (*in vitro*) สำหรับการทดลองในอาสาสมัครนั้น มีข้อจำกัดในเรื่องราคาแพง นอกจากนี้ยังมีปัจจัยด้านอื่นมาเกี่ยวข้อง เช่น ชนิดและอายุการใช้งานของแหล่งกำเนิดแสง ชนิดของผิวของอาสาสมัคร ความหนาของผิวหนัง การมีเหงื่อ ตลอดจนปริมาณของแสงอินฟราเรดที่มีผลต่อการทดสอบ จึงทำให้มีผู้พยายามศึกษาการทดสอบในหลอดทดลองเพื่อลดปัจจัยที่ทำให้การศึกษาแปรผันและยังเป็นการลดค่าใช้จ่าย แต่การทดสอบในหลอดทดลองไม่สามารถแทนที่การทดสอบในอาสาสมัครได้ แต่เป็นการทดสอบเพื่อเป็นแนวทางในการทดสอบเบื้องต้นระหว่างการพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้ ทดสอบในหลอดทดลองมี 2 วิธี คือ การวัดค่าการดูดกลืน (absorption) หรือการแพร่ผ่าน (transmission) ของแสง UV ผ่านทางการทาสีผลิตภัณฑ์กันแดดบนผิวหนังสังเคราะห์ และอีกวิธีหนึ่งคือ การวัดค่าการดูดกลืนแสงของผลิตภัณฑ์กันแดดในรูปสารละลายด้วยวิธีสเปกโทรโฟโตเมทรี (Mansur, Breder, Mansur & Azulay, 1986)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันแสงแดดโดยการวัด SPF ของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่มีในท้องตลาดด้วยวิธี Ultraviolet Spectrophotometry ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก และราคาไม่แพง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กันแดดเบื้องต้น

ระเบียบวิธีวิจัย

เก็บรวบรวมข้อมูลผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด

ทำการรวบรวมข้อมูลผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด คัดเลือกผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่มีสารกันแดดชนิดเคมีอย่างเดียวกัน, สารกันแดดชนิดกายภาพอย่างเดียวกัน และมีทั้งสารกันแดดชนิดเคมีและกายภาพผสมกัน โดยมีรูปแบบผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น O/W emulsion, W/O emulsion, Oil base, Silicone base และ W/S

การวัดค่า SPF ด้วยวิธี Ultraviolet Spectrophotometry (Mansur et al., 1986)

1. นำสารละลายตัวอย่างที่เตรียมได้ใส่ใน quartz cell ขนาด 1 เซนติเมตร โดยใช้ 95% เอทานอลเป็น blank
2. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นระหว่าง 290-320 นาโนเมตร ทุก 5 นาโนเมตร ทำการวัดทั้งหมด 3 ครั้ง
3. นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาคำนวณหาค่า SPF โดยใช้สมการของ Mansur et al (1986)

$$SPF_{\text{spectrophotometric}} = CF \times \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \times I(\lambda) \times Abs(\lambda)$$

เมื่อ : EE คือ erythral effect spectrum

I คือ solar intensity spectrum

Abs คือ absorbance of sunscreen product

CF คือ correction factor (=10)

ค่าของ $EE \times I$ เป็นค่าคงที่ซึ่งได้ถูกวัดโดย Sayre et al (1979) แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าคงที่ที่ใช้คำนวณค่า SPF

ความยาวคลื่น (λ ; นาโนเมตร)	EE \times I
290	0.0150
295	0.0817
300	0.2874
305	0.3274
310	0.1864
315	0.0839
320	0.0180
Total	1.0000

From Sayre, R.M., Agin, P.P., Levee, G.J., Marlowe, E. (1979). Comparison of *in vivo* and *in vitro* testing of sunscreens formulas. **Photochem. Photobiol.**, 29, 559-566.

การวัดค่า SPF ด้วยเครื่องมือ SPF-290S Analyzer System (ณัฐพร นูฮวด, 2550)

1. นำผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่ต้องการทดสอบทาลงบนแผ่นทรานสปอร์ให้สม่ำเสมอ 2
ไมโครลิตร/ตารางเซนติเมตร
2. นำแผ่นทรานสปอร์ที่ทาผลิตภัณฑ์ตัวอย่างวัดค่า SPF ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

การวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบค่า SPF ที่วัดได้จากการทดลองด้วยเครื่อง UV Spectrophotometer และเครื่อง 290S Analyzer โดยคำนวณเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนระหว่างค่า SPF ที่ระบุอยู่บนฉลากของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด และค่า SPF ที่ได้จากการทดลอง ดังสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน} = \frac{(\text{ค่าที่ระบุ} - \text{ค่าที่วัดได้})}{\text{ค่าที่ระบุ}} \times 100\%$$

เมื่อ เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน คือ ค่าที่คลาดเคลื่อนจากค่าที่ติดไว้บนฉลากของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด

ค่าที่ระบุ คือ ค่า SPF ที่ควรจะเป็นตามที่ระบุไว้บนฉลากของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด

ค่าที่วัดได้ คือ ค่า SPF ที่วัดได้จากผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดในการทดลอง

ค่าบวก(+) แสดงถึง เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของค่า SPF จากการวัดในการทดลองมากกว่าค่า SPF ที่ระบุบนฉลาก

ค่าลบ(-) แสดงถึง เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของค่า SPF จากการวัดในการทดลองน้อยกว่าค่า SPF ที่ระบุบนฉลาก

ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาคุณสมบัติและคุณลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่ใช้ในการวิจัย

คุณสมบัติและลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี รูปแบบผลิตภัณฑ์ คือ อิมัลชันน้ำในน้ำมัน อิมัลชันน้ำมันในน้ำ ออยเบส ซิลิโคนเบส และอิมัลชันน้ำในซิลิโคน ค่า SPF ที่ระบุบนฉลาก อยู่ระหว่าง 8 - 80 และสารสำคัญตัวอย่าง A-E เป็นผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่ประกอบด้วยสารกันแดดชนิดเคมีอย่าง เดียว ส่วนตัวอย่าง F และ G เป็นผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่ประกอบด้วยสารกันแดดชนิดกายภาพอย่างเดียว และ ตัวอย่าง H-J เป็นผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่ประกอบด้วยสารกันแดดชนิดเคมีและกายภาพ

ผลการวัดค่าป้องกันแสงแดด (SPF) ของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดเมื่อวัดด้วยวิธี Ultraviolet

Spectrophotometry

ค่าการป้องกันแสงแดด (SPF) ของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่วัดได้จากการทดลองด้วยวิธี UV Spectrophotometry แสดงดังในตารางที่ 2 พบว่าค่า SPF เฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่มีสารกันแดดชนิดเคมี อย่างเดียวมีความคลาดเคลื่อนจากค่า SPF ที่ระบุ + 26.73 ถึง - 130.16 % (ตัวอย่าง A-E) ส่วนค่า SPF เฉลี่ยของ ผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่มีสารกันแดดชนิดกายภาพอย่างเดียวมีความคลาดเคลื่อนจากค่า SPF ที่ระบุ - 96.73 ถึง - 99.40 % (ตัวอย่าง F และ G) และค่า SPF เฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่มีสารกันแดดชนิดเคมีและกายภาพมี ความคลาดเคลื่อนจากค่า SPF ที่ระบุ - 60.24 ถึง - 83.44 % (ตัวอย่าง H-J)

ตารางที่ 2 ผลการวัดค่า SPF ของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดด้วยวิธี UV Spectrophotometry เปรียบเทียบกับค่า SPF ที่ ระบุบนฉลาก

ตัวอย่าง	SPF ระบุที่ฉลาก	ค่า SPF ที่วัดได้ \pm SD
A	8	18.41 \pm 0.01
B	22	12.54 \pm 0.01
C	30	21.98 \pm 0.00
D	40	20.37 \pm 0.00
E	80	14.02 \pm 0.00
F	60	0.36 \pm 0.00
G	52	1.70 \pm 0.00
H	50	8.28 \pm 0.00
I	50	19.88 \pm 0.01
J	60	18.54 \pm 0.00

ผลการวัดค่าป้องกันแสงแดด (SPF) ของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดเมื่อวัดด้วยเครื่องมือ SPF-290S

Analyzer System

จากการวัดค่าการป้องกันแสงแดด (SPF) ของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดด้วยวิธี UV Spectrophotometry ซึ่งเป็นวิธีเบื้องต้นในการวัดค่า SPF ในหลอดทดลอง พบว่าตัวอย่างมีค่าความคลาดเคลื่อนจาก SPF ที่ระบุมาก จึงทำการวัดด้วยเครื่องมือ SPF-290S Analyzer ซึ่งมีความแม่นยำมากกว่าแสดงดังตารางที่ 3 พบว่าค่า SPF เฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่มีสารกันแดดชนิดเคมีอย่างเดียวมีความคลาดเคลื่อนจากค่า SPF ที่ระบุ + 22.00 ถึง - 71.64 % (ตัวอย่าง A-E) ส่วนค่า SPF เฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่มีสารกันแดดชนิดกายภาพอย่างเดียวมีความคลาดเคลื่อนจากค่า SPF ที่ระบุ - 80.48 ถึง - 94.08 % (ตัวอย่าง F และ G) และค่า SPF เฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่มีสารกันแดดชนิดเคมีและกายภาพมีความคลาดเคลื่อนจากค่า SPF ที่ระบุ - 52.13 ถึง - 76.84 % (ตัวอย่าง H-J)

ตารางที่ 3 ผลการวัดค่า SPF ของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดด้วยเครื่อง SPF 290S Analyzer เปรียบเทียบกับค่า SPF ที่ระบุบนฉลาก

ตัวอย่าง	SPF ระบุที่ฉลาก	ค่า SPF ที่วัดได้ \pm SD
A	8	9.76 \pm 2.66
B	22	9.62 \pm 1.35
C	30	12.35 \pm 1.21
D	40	14.17 \pm 2.54
E	80	22.69 \pm 3.67
F	60	3.55 \pm 0.57
G	52	10.15 \pm 0.73
H	50	18.52 \pm 2.28
I	50	11.58 \pm 1.21
J	60	28.72 \pm 0.14

ผลการคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของการวัดค่า SPF ของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดด้วยวิธี UV Spectrophotometry เปรียบเทียบกับการใช้เครื่อง SPF 290S Analyzer

ตารางที่ 4 ผลการคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของการวัดค่า SPF ของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดด้วยวิธี UV Spectrophotometry เปรียบเทียบกับการใช้เครื่อง SPF 290S Analyzer

ตัวอย่าง	% ความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่า SPF	
	UV Spectrophotometry	SPF 290S Analyzer
A	+ 130.16	+ 22.00
B	- 43.00	- 56.27
C	- 26.73	- 58.83
D	- 49.06	- 64.58
E	- 82.48	- 71.64
F	- 99.40	- 94.08
G	- 96.73	- 80.48
H	- 83.44	- 62.96
I	- 60.24	- 76.84
J	- 69.10	- 52.13

หมายเหตุ + = % ความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่า SPF ที่มากกว่าค่า SPF ที่ระบุบนฉลาก

- = % ความคลาดเคลื่อนจากการวัดค่า SPF ที่น้อยกว่าค่า SPF ที่ระบุบนฉลาก

อภิปรายผลการทดลอง

จากการทดลองวัดค่า SPF ของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดด้วยวิธี UV Spectrophotometry พบว่ามีตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 1 ชนิดที่มีค่า SPF สูงกว่าค่าที่ระบุ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่ประกอบด้วยสารกันแดดชนิดเคมีอย่างเดียว และตัวอย่างที่เหลือมีค่า SPF ต่ำกว่าที่ระบุ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่ประกอบด้วยสารกันแดดชนิดเคมีอย่างเดียว 4 ตัวอย่าง สารกันแดดชนิดกายภาพอย่างเดียว 2 ตัวอย่าง และสารกันแดดชนิดเคมีและกายภาพ 3 ตัวอย่าง ซึ่งเมื่อวัดด้วยเครื่อง SPF 290S Analyzer ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการวัดค่า SPF ในหลอดทดลอง (Diffey & Robson, 1989) พบว่าผลการทดลองมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน

โดยในกลุ่มผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่มีสารกันแดดชนิดเคมีอย่างเดียว (ตัวอย่าง A-E) พบว่าค่า SPF ที่วัดได้ทั้ง 2 วิธีมีแนวโน้มในการคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

ในตัวอย่าง A ค่า SPF ที่วัดได้มีค่ามากกว่าที่ระบุในฉลากทั้ง 2 วิธี แต่วิธี UV Spectrophotometry ค่า SPF ที่วัดได้มีความคลาดเคลื่อนมากกว่า เนื่องมาจากส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์อยู่ในรูปแบบน้ำมันซึ่งมีน้ำมันมะพร้าวที่มีคุณสมบัติในการดูดกลืนแสงได้ (Chanthal & Swarnlata, 2010) จึงทำให้ค่า SPF ที่วัดได้สูงกว่าที่ระบุในฉลาก

ส่วนตัวอย่าง B-D ซึ่งมีค่า SPF น้อยกว่า 40 พบว่าค่า SPF ที่วัดได้ทั้ง 2 วิธี มีค่าต่ำกว่าค่า SPF ที่ระบุ แต่มีความคลาดเคลื่อนจากที่ระบุน้อยที่สุดคือ -26.73 ถึง -49.06 % และ -56.27 ถึง -64.58% เมื่อวัดด้วยวิธี UV Spectrophotometry และเครื่อง SPF 290S Analyzer ตามลำดับ เนื่องมาจากการทำงานของเครื่อง UV Spectrophotometer ใช้หลักการดูดกลืนแสง ดังนั้นสารที่สามารถดูดกลืนแสงได้ เช่น สารกันแดดชนิดเคมี จึงสามารถวัดค่าการดูดกลืนแสงเพื่อคำนวณหาค่า SPF จากสมการของ Mansur (1986) ได้ ในทางเดียวกันเมื่อวัดด้วยเครื่อง SPF 290S Analyzer ค่าที่ได้มีความคลาดเคลื่อนน้อยเช่นกัน แต่หลักการทำงานของเครื่องมือนี้จะวัดแสงที่ผ่านลงมาจากแผ่นทรานสปอร์ที่ทาผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดแล้วแปลผลเป็นค่า SPF ซึ่งความคลาดเคลื่อนของการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้จะอยู่ที่ความสม่ำเสมอในการทาผลิตภัณฑ์ ความสม่ำเสมอของขนาดของรูพรุนของแผ่นทรานสปอร์ที่แตกต่างกัน ในม้วนเดียวกันหรือคนละม้วนซึ่งมีผลต่อการวัดค่า SPF ได้ ส่วนตัวอย่าง E ซึ่งมีค่า SPF ที่ระบุสูง (SPF 80) พบว่าทั้ง 2 วิธีมีความคลาดเคลื่อนสูงเหมือนกันสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pissavini และคณะ (2003) ที่ว่ายิ่งค่า SPF สูง ค่าที่วัดได้ยิ่งมีความคลาดเคลื่อนจากที่ระบุไปมาก

ส่วนผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่มีสารกันแดดชนิดกายภาพอย่างเดียวเป็นองค์ประกอบ(ตัวอย่าง F และ G) ตัวสารกันแดดใช้หลักการสะท้อน ดังนั้นเมื่อนำไปวัดด้วยเครื่อง UV Spectrophotometer จึงมีส่วนที่แสงส่องผ่านมาได้น้อย ค่าการดูดกลืนแสงจึงน้อย ค่า SPF ที่วัดได้จึงมีค่าน้อยทำให้คลาดเคลื่อนจากที่ระบุไปมาก (-96.73 ถึง -99.40%) แต่เมื่อวัดด้วยเครื่อง SPF 290S Analyzer ค่า SPF ที่ได้ก็มีความคลาดเคลื่อนมากเช่นกัน (-80.48 ถึง -94.08) เนื่องจากสูตรตำรับที่มี titanium dioxide เป็นส่วนประกอบ เวลาที่จะไม่เกิดฟิล์มที่ติดบนผิวและมักจับตัวเป็นก้อนทำให้ค่า SPF ที่วัดได้มีค่าลดลง (พิมพ์ ลิลาพรพิสิฐ, 2551)

ส่วนผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่มีทั้งสารกันแดดชนิดเคมีและกายภาพเป็นองค์ประกอบในตัวอย่าง H-J พบว่าค่า SPF ที่วัดได้ด้วยวิธี UV Spectrophotometry มีค่าต่ำกว่าที่ระบุ และมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าสารกันแดดชนิดกายภาพอย่างเดียวเป็นองค์ประกอบอธิบายได้ด้วยเหตุผลดังที่กล่าวมาแล้ว คือมีทั้งสารกันแดดที่ถูกดูดกลืนแสงได้และมีบางส่วนสะท้อนออกมา จึงทำให้ค่าที่ได้ต่ำลง

สำหรับตัวอย่าง H และ I ค่า SPF ที่ระบุมีค่าเท่ากันคือ 50 และมีสารกันแดดชนิดเคมีและกายภาพเหมือนกัน แต่ค่าที่วัดได้มีความแตกต่างกันเนื่องจากตัวอย่าง H มีปริมาณของสารกันแดดชนิดกายภาพมากกว่า และรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันจึงทำให้ค่าที่วัดได้น้อยกว่าตัวอย่าง I แต่เมื่อวัดด้วยเครื่อง SPF 290S Analyzer กลับพบว่าตัวอย่าง H (W/S) มีค่า SPF มากกว่าตัวอย่าง I (Silicone base) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน ทำให้มีผลต่อการทาและความสม่ำเสมอบนแผ่นทรานสปอร์ ความสามารถในการระเหยของตัวทำละลายในตำรับที่ทำให้เกิดฟิล์มของสารกันแดดที่เคลือบแผ่นทรานสปอร์ไว้ต่างกันอีกทั้งในการทดลองนี้ไม่ได้มีการใช้สารมาตรฐานที่รู้ค่า SPF แน่แน่นอนเช่น homosalate 8% ที่มีค่า SPF เท่ากับ 4 เป็นสารมาตรฐานที่ FDA แนะนำให้ใช้ก่อนการทดลองจึงทำให้ค่าที่ได้อาจมีความคลาดเคลื่อน (Kelley et al., 1993)

เนื่องจากผลการทดลองวัดค่า SPF ด้วยวิธี UV Spectrophotometry ที่ได้มีความคลาดเคลื่อนสูง (26.73-130.16 %) ซึ่งเกินมาตรฐานที่ยอมรับได้ของ COLIPA ที่ยอมรับค่าคลาดเคลื่อนที่ 20 % (Wulf et al, 1997) จึงไม่สามารถสรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่คัดเลือกมาศึกษาในการทดลองนี้สามารถวัดค่า SPF ด้วยวิธี UV Spectrophotometry ได้เหมาะสมอันเนื่องมาจากปัจจัยต่อไปนี้

ปัจจัยซึ่งทำให้ค่า SPF ที่วัดได้ด้วยวิธี UV Spectrophotometry มีความแตกต่างจากที่ระบุ เช่น ค่าการละลายที่แตกต่างกันของสารกันแดดในตัวทำละลายเดียวกัน ในการทดลองนี้ใช้เอทานอล 95 % เป็นตัวทำละลายอาจมีการทดลองใช้ตัวทำละลายอื่นที่เหมาะสมกับสารกันแดดชนิดเคมีแต่ละตัวแล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงจากนั้นค่อยนำมาผสมกันแล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงอีกครั้ง สำหรับการพัฒनावิธีวิเคราะห์ต่อไป (Agrapidis –Paloympis et al., 1987) ชนิดของอิมัลชัน ผลของปฏิกิริยาต่อกันของตัวทำละลายในผลิตภัณฑ์ เช่น ester, emollient และ emulsifiers ที่ใช้ในสูตรที่ต่างกันอาจส่งผลต่อค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสูงสุด และส่งผลต่อค่าการดูดกลืนแสงของสารกันแดดชนิดเคมีอย่างเดี่ยวหรือแบบผสม (Riegelman et al., 1960; Agrapidis –Paloympis et al., 1987) ผลนี้จะมีผลต่อผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปโดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีค่า SPF สูงกว่า 15 ผลของตัวทำละลายจะมีผลมาก ซึ่งในการทดลองนี้เป็นไปในทางเดียวกันกับการศึกษาของ Pissavini และคณะ (2003) ยิ่งค่า SPF สูง ค่าที่วัดได้ก็ยิ่งมีความคลาดเคลื่อนมาก ปฏิกิริยาของตัวทำละลายต่อผิวหนัง การเติมสารสำคัญอื่นในสูตรเนื่องจากการใช้สารกันแดดชนิดเคมีมักมีข้อจำกัดในด้านปริมาณที่ใช้สูงสุดของสารแต่ละชนิดทำให้ผู้ผลิตมักใช้สารกันแดดชนิดเคมีหลายชนิดร่วมกันหรืออาจผสมกันสารกันแดดชนิดกายภาพเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่า SPF สูง (พิมพ์ ลิลาพรพิสิฐ, 2551) ซึ่งผลของปฏิกิริยาระหว่างสารกันแดดอาจมีผลต่อค่าการดูดกลืนแสงหากมีการใช้สารกันแดดชนิดเคมีน้อยชนิดค่า SPF ที่ได้ อาจมีการคลาดเคลื่อนน้อยลง การเสื่อมสลายของสารกันแดดชนิดเคมีจากการเก็บไว้เป็นเวลานานหรือในอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้ค่า SPF ที่วัดได้ลดลงจากที่ระบุ (Maier et al, 2001) ผลของ pH ในระบบ และคุณสมบัติการไหลของอิมัลชัน ปัจจัยเหล่านี้มีผลทำให้ค่าการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ในแต่ละสารกันแดด การวัดค่า SPF ในหลอดทดลองจึงเป็นเพียงแนวทางเบื้องต้นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ส่วนผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปก่อนออกวางจำหน่ายนั้นควรทำการทดสอบท้ายในอาสาสมัคร (Dutra et al., 2004)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่ดีนั้น นอกจากความปลอดภัยและค่า SPF ที่สูงแล้ว ผู้ผลิตยังต้องเข้าใจถึงคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของสารกันแดด ไม่เพียงแต่แค่การพิจารณาการดูดกลืนแสง UV ของสารสำคัญเท่านั้น แต่ยังต้องคำนึงถึงองค์ประกอบในตำรับด้วย เช่น ตัวทำละลาย ester, emollient และ emulsifier ที่ใช้ในตำรับซึ่งจะมีผลต่อประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดได้ (Arun et al., 2011)

สรุปผลของการศึกษา

จากการศึกษาค่าป้องกันแสงแดด (SPF) ของผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดด 10 ชนิด ด้วยวิธี UV Spectrophotometry พบว่าผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่มีสารกันแดดชนิดเคมีอย่างเดียวนั้นมีความคลาดเคลื่อนจากค่า SPF ที่ระบุพบมากกว่าผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่มีสารกันแดดชนิดเคมีผสมกายภาพและกายภาพอย่างเดียวจาก

ค่า SPF ที่ระบุบนฉลาก เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองกับการวัดค่า SPF ด้วยเครื่อง SPF 290S Analyzer ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีความนิยมในการวัดค่า SPF ในหลอดทดลองพบว่ามีความคลาดเคลื่อนเป็นไปในทางเดียวกัน

เนื่องจากผลการทดลองวัดค่า SPF ด้วยวิธี UV Spectrophotometry ที่ได้มีความคลาดเคลื่อนสูง (26.73-130.16 %) ซึ่งเกินมาตรฐานที่ยอมรับได้ของ COLIPA ที่ยอมรับค่าคลาดเคลื่อนที่ 20 % (Wulf et al, 1997) จึงไม่สามารถสรุปได้ในการทดลองนี้ว่าการวัดค่า SPF ด้วยวิธี UV Spectrophotometry มีความเหมาะสมในการวัดค่า SPF ในหลอดทดลองสำหรับกลุ่มผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดที่คัดเลือกมาศึกษาในครั้งนี้

แม้ว่าการวัดค่า SPF ด้วยเครื่อง UV Spectrophotometer จะมีข้อดี คือ เป็นวิธีที่ทำได้ง่าย รวดเร็ว ราคาถูก อีกทั้งเป็นเครื่องมือวิเคราะห์พื้นฐานที่มีราคาไม่แพงเมื่อเทียบกับเครื่องมือวิเคราะห์อื่นๆ สามารถนำไปใช้ในภาาวิเคราะห์อื่นทั้งด้านคุณภาพและปริมาณ แต่ยังมีข้อจำกัดต่างๆ ซึ่งมีผลต่อความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ เช่น ปัญหาด้านการละลายของสารกันแดด ปฏิกริยาระหว่างกันของสารกันแดดแต่ละชนิดที่ผสมกัน ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาวิธีวิเคราะห์ต่อไป

รายการอ้างอิง

ณัฐพร บัวรอด. (2550). การศึกษาความคงตัวของบิวทิลเมทอกซีไดเบนโซอิลมีเทนโดยใช้สารเพิ่มความคงตัวต่อแสง. การศึกษาโดยอิสระวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง. มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, เชียงราย.

พิมพร ลีลาพรพิสิฐ. (2551). ผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงแดดและผลิตภัณฑ์ใช้ภายหลัง สัมผัสแสงแดด. ใน เครื่องสำอางสำหรับผิวหน้า (หน้า 207-212). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

Agrapidis-Paloympis, L.E., Nash, R.B. & Shaath, N.A. (1987). The effect of solvents on the ultraviolet absorbance of sunscreens. **Journal of The Society of Cosmetic Chemists**, **38**, 209-221.

Arun, K.M., Amrita, M. & Pronobesh, C. (2011) Evaluation of sun protection factor of some marketed formulations of sunscreens by ultraviolet spectroscopic method. **Journal of Current Pharmaceutical Research.India**. Retrieved March 31, 2013,from [http:// www.jcpronline.com](http://www.jcpronline.com)

Chanchal, D.K. & Swarnlata, S. (2010). *In vitro* sun protection factor determination of herbal oils used in cosmetics. **Pharmacognosy Research India**, **22**, 22-25.

Diffey, B.L. & Robson, J. (1989). A new substrate to measure sunscreen protection factor throughout the ultraviolet spectrum. **Journal of The Society of Cosmetic Chemists**, **40**, 127-133.

Dutra, E.A., Oiveira, D.A.G.C., Kedor-Hackmann, E.R.M. & Santoro, M.I.R.M. (2004) Determination of sun protection factor (SPF) of sunscreens by ultraviolet spectrophotometry. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, **40**, 381-385.

- Kelley, K.A., Laskar, P.A., Ewing, G.D., Dromgoole, S.H., Lichtin, J.L. & Sakr, A.A. (1993) *In vitro* sun protection factor evaluation of sunscreen products. **Journal of The Society of Cosmetic Chemists**, **44**, 139-151.
- Maier, H., Schauburger, G., Brunnhofer, K. & Honigsmann, H. (2001) Change of ultraviolet absorbance of sunscreens by exposure to solar-simulated radiation. **Journal Invest Dermatology**, **11**(7), 256-62
- Mamsur, J.S., Breder, M.N.R., Mansur, M.C.A. & Azulay, R.D. (1986). Determinacao do factor de protecao solar por espectrofotometria. **An.Bras.Dermatol.**, **61**, 121-124.
- Pissavini, M., Ferrero, L., Alaro, V., Heirich, U., Tronnier, H., Kockott, D., Lutz, D., Tournier, V., Zambonin, M. & Meloni, M. (2003) Determination of the *in vitro* SPF. **Cosmetics & Toiletries**, **118**, 63-72.
- Sayre, R.M., Agin, P.P., Levee, G.J., Marlowe, E. (1979). Comparison of *in vivo* and *in vitro* testing of suncreening formulas. **Photochem.Photobiol.**, **29**, 559-566.
- Riegelman, S. & Penna, R.P. (1960). Effect of vehicle components on the absorption characteristics of sunscreens compounds. **Journal of The Society of Cosmetic Chemists**, **11**, 280-291.
- Wulf, H.C., Stender, I.M. & Lock Anderson, J. (1997). Sunscreen used at the beach do not protect against erythema: a new definition of SPF is proposed. **Photodermatol Photoimmunol Photomed**, **13**(4), 129-132.