บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง ของงานวิจัยนี้ คือ ต้นดาหลา จากอำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม

เครื่องมือในการวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือในการวิจัย

1. เครื่องชั่งทศนิยมสี่ตำแหน่ง (Analytical balance) ยี่ห้อ Ohaus รุ่น Adventure
2. เครื่องปั่นผสมความเร็วสูง (Homogenizer) ยี่ห้อ IKA รุ่น RW 20 digital
3. เครื่องปั่นหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) ยี่ห้อ Gemmy Industrial Corp
4. เครื่องกรองสุญญากาศยี่ห้อ JEIOTECH รุ่น Model VE-11 22
5. เครื่องระเหยสารแบบลดความดัน (Rotary Evaporator)
6. เครื่องปั่นน้ำผลไม้ยี่ห้อ Buono รุ่น Professional Line 3
7. ปิเปตอัตโนมัติ (Auto pipette) ยี่ห้อ Brand รุ่น Transferpette® S
8. ตู้อบความร้อน (Hot air oven)
9. เครื่องชั่งทศนิยมสี่ตำแหน่ง (Analytical balance) ยี่ห้อ Ohaus รุ่น Adventure
10. โถดูดความชื้น (Desiccator)
11. อ่างน้ำร้อน (Water bath) ยี่ห้อ wise รุ่น WB-22
12. เครื่องวัดขนาดอนุภาค (Particle size analyzer) ยี่ห้อ MALVERN รุ่น Masterizer S
13. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope) ยี่ห้อ JEOL รุ่น JSM-5800LV
14. เครื่องวิเคราะห์พื้นที่ผิวจำเพาะ (Specific surface area analyzer) ยี่ห้อ Quanta-chrome รุ่น Autosorb-1
15. เครื่องวิเคราะห์โมเลกุลของสาร (Fourier Transform Infrared Spectroscopy)
16. เครื่องเขย่า (Shaker) KS501 digital 230 IKALABORTECHNIK ยี่ห้อ Ikalabor-technik รุ่น KS501 digital 230

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือวัดทางวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ในงานวิจัยนี้จัดเป็นเครื่องมือที่มีมาตรฐาน มีระบบกลไกที่สลับซับซ้อน ให้ผลการวัดที่น่าเชื่อถือมีความแม่นยำและแน่นอนสูง โดยก่อนการใช้เครื่องมือวัดทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้ ต้องทำการปรับเทียบ (Calibration) ก่อนการใช้เครื่องมือ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบโดยการทดลอง (Experiment) เชิงปฏิบัติในห้องปฏิบัติการทดลอง ตามวิธีการทดลองที่กำหนดไว้ และการศึกษาเอกสาร (Documentary study) และทบทวนวรรณกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการวิเคราะห์ผลการทดลอง และเพื่อสามารถหาข้อสรุปของการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ใช้ค่าเฉลี่ย (Mean; $\overline{X}$) ในการหาค่าปริมาณการดูดซับสารให้ความขาวของต้นดาหลาที่นำมาประยุกต์ใช้เป็นวัสดุดูดซับ โดยทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ

2. ใช้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of determination: R^2) ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการดูดซับสารให้ความขาว ของกากต้นดาหลา (แกน Y) กับค่าความเข้มข้นของสารให้ความขาว (แกน X) ตามสมการของการดูดซับ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมและการปรับสภาพวัสดุดูดซับจากต้นดาหลา

1.1 เก็บตัวอย่างต้นดาหลาสด จากอำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม และเตรียมตัวอย่างวัสดุดูดซับจากต้นดาหลา โดยการดัดแปลงจากวิธีของ Ghali et al. (2001) วิธีของ Demir et al. (2008) และวิธีของ Syahrizul et al. (2012)

1.2 นำตัวอย่างต้นดาหลาที่เก็บจากจังหวัดสมุทรสงคราม มาล้างด้วยน้ำกลั่น แยกส่วนต้นและใบออกจากกัน ตัดส่วนต้นดาหลาเป็นชิ้นเล็ก ๆ ความยาวประมาณ 3 เซนติเมตร

1.3 อบต้นดาหลาที่หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ให้แห้ง ด้วยตู้อบลมร้อน ภายใต้อุณหภูมิ 70 องศา-เซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

1.4 นำต้นดาหลาที่แห้งแล้วมากำจัดกัมมี่ แว็กซ์ และปรับสภาพด้วยเบส โดยนำมาต้มในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ด้วยอัตราส่วน 1:1 ภายใต้อุณหภูมิ 100

องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำมาล้างด้วยน้ำกลั่น จนกระทั่งน้ำจากการล้างมีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7 นำไปอบให้แห้ง เก็บรักษาไว้ในโถดูดความชื้น

1.5 นำต้นดาหลาที่ปรับสภาพด้วยเบสแล้ว มาฟอกสี โดยนำมาต้มในสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ด้วยอัตราส่วน 1:1 ภายใต้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำมาล้างด้วยน้ำกลั่น จนกระทั่งน้ำจากการล้างมีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7 นำไปอบให้แห้ง

1.6 เก็บรักษาวัสดุดูดซับจากกากต้นดาหลาไว้ในโถดูดความชื้น

2. การวิเคราะห์องค์ประกอบของวัสดุดูดซับจากกากต้นดาหลา

2.1 การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น

1) นำถ้วยอะลูมิเนียมเปล่ามาอบที่ลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น เป็นเวลา 30 นาที ชั่งน้ำหนักคงที่แล้วนำเข้าอบใหม่ ทำ 3 ซ้ำ จนได้น้ำหนักคงที่และบันทึกค่า

2) ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่าง 2 กรัม ใส่ในถ้วยอะลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้วเกลี่ยตัวอย่างให้สม่ำเสมอ

3) นำตัวอย่างในถ้วยอะลูมิเนียมมาอบที่ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น 30 นาที ชั่งน้ำหนักคงที่ แล้วนำเข้าตู้อบใหม่ ทำ 3 ซ้ำ จนได้น้ำหนักคงที่ บันทึกค่าน้ำหนักหลังอบที่แน่นอน

2.2 การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน

1) นำถ้วยอะลูมิเนียมเปล่ามาอบที่ลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น เป็นเวลา 30 นาที ชั่งน้ำหนักคงที่แล้วนำเข้าอบใหม่ ทำ 3 ซ้ำ จนได้น้ำหนักคงที่และบันทึกค่า

2) ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่าง 1 กรัม ใส่ทิมเบิล

3) ใส่ทิมเบิลลงใน Extraction Tube ของเครื่อง Soxhlet

4) เติมเฮกเซน 50มิลลิลิตรจับเวลา 45 นาที

5) นำไปอบที่ตู้ลมร้อนอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

6) จากนั้นนำไปใส่โถดูดความชื้น 30 นาที

7) ชั่งน้ำหนักคงที่ นำไปอบที่ตู้ลมร้อน ทำ 3 ซ้ำ จนได้น้ำหนักคงที่

2.3 การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า

1) นำ Crucible อบที่ตู้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น เป็นเวลา 30 นาที ชั่งน้ำหนักคงที่แล้วนำเข้าอบใหม่ ทำ 3 ซ้ำ จนได้น้ำหนักคงที่และบันทึกค่า

2) ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่าง 2 กรัม ใส่ใน Crucible ที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน นำไปเผาไล่น้ำและเผาไล่ควันจนหมด

3) นำตัวอย่างไปเผาในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส 3 ชั่วโมง จนตัวอย่างเป็นเถ้าสีขาวหรือสีเทา (ถ้าตัวอย่างยังเป็นสีดำให้นำออกมาหยดน้ำกลั่น 3 หยด แล้วเผาต่อจนได้เถ้าสีขาว)

4) นำออกมาลดอุณหภูมิในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 ชั่วโมง จากนั้นใส่ในโถดูดความชื้น 30 นาที แล้วนำไปชั่งน้ำหนักคงที่ เผาตัวอย่าง 3 ซ้ำ จนได้น้ำหนักที่แน่นอน

2.4 การวิเคราะห์หาปริมาณไฟเบอร์

1) ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่แน่นอน 1 กรัม ลงใน Crucible เติมสาร Celite 1 กรัม แล้วนำเข้าเครื่อง Fiber extraction unit ในส่วน Hot extraction

2) เติมกรดซัลฟิวริก 1.25% ที่ร้อน 250 มิลลิลิตร และหยด Octanol 3 หยด ต้มให้เดือด 3 นาที จากนั้นดูดสารละลายซัลฟิวริกทิ้งโดยการกรอง ล้างด้วยน้ำกลั่นที่ร้อน 25 มิลลิลิตร ทำ 3 ซ้ำ

3) เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.25% ร้อน 250 มิลลิลิตร และหยด Octanol 3 หยด ต้มให้เดือด 30 นาที จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นร้อน 30 มิลลิลิตร ปล่อยน้ำทิ้ง ทำ 3 ซ้ำ

4) จากนั้นนำ Crucible เข้าเครื่อง Cold extraction เติมอะซิโตน 25 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 10 นาที ดูดสารละลายทิ้ง จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่น ทำอีก 2 ครั้ง

5) นำ Crucible เข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักและบันทึกผล

6) จากนั้นนำ Crucible มาเผาที่เตาเผาอุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส 3 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักและบันทึกผล

7) จากนั้นลดอุณหภูมิ โดยการนำมาอบที่ตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นำมาใส่ในโถดูดความชื้น 30 นาที ชั่งน้ำหนักคงที่

2.5 การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน

1) ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่แน่นอน 2 กรัม เติม คอปเปอร์ซัลเฟต 0.5 กรัม และ โปแตส-เซียมซัลเฟต 9 กรัม ลงในหลอดย่อยเพื่อใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

2) ทำ Blank โดยการทำเหมือนกันทุกข้อ แต่ไม่ต้องใส่ตัวอย่างลงไปในหลอดย่อย

3) เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 12 มิลลิลิตร

4) ต่อชุดเครื่องย่อยเข้ากับเครื่องดักจับไอกรด ตั้งอุณหภูมิที่ 420 องศาเซลเซียส

5) ตั้งหลอดย่อยบน Stand ปิด Heat Shield ยก Stand ที่มีหลอดย่อยใส่ลงในหลุมของเตาย่อยปิดฝาหลอดย่อย (Exhaust manifold) เปิดสวิทซ์ชุดจับไอกรด (Scrubber unit)

6) ย่อย 1 ชั่วโมง จนได้สารละลายสีเขียว ย้าย Stand พร้อมหลอดย่อยมาตั้งไว้ข้าง ๆ เครื่องย่อยโดยยังไม่ต้องถอดฝาหลอดย่อย รอให้ไอกรดจึงทิ้งให้เย็น

7) นำไปกลั่นด้วยเครื่องโดยเติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 50 มิลลิลิตร

8) นำขวดรูปชมพู่ใสกรดบอริกเข้มข้น 50 มิลลิลิตร หยดอินดิเคเตอร์ 3 หยด (ให้สารละลายในขวดรูปชมพู่เป็นสีชมพู) นำขวดรูปชมพู่ไปตั้งไว้ที่รองรับของเครื่องกลั่นและนำหลอดย่อยใส่ในเครื่องกลั่น กลั่นประมาณ 5 นาที (จนสารละลายในขวดรูปชมพู่เป็นสีเขียว)

9) ไทเทรตสารละลายด้วยสารมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก 0.1 นอร์มอล จนสารละลายเป็นสีชมพู (จุดยุติ) จดบันทึกปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้

2.6 การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรต

ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (Total carbohydrate) เป็นค่าที่ได้จากการคำนวณ โดยหักลบผลรวมน้ำหนักของโปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้า คำนวณจากน้ำหนักสดลบด้วย ปริมาณโปรตีน ปริมาณความชื้น ปริมาณไขมัน และปริมาณเถ้า (สุคนธ์ชื่น ศรีงาม และคณะ, 2559) จากสูตร

คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (%) = 100 - (โปรตีน (%) + ไขมัน (%) + ความชื้น (%) + เถ้า (%))

3. การศึกษาหาประจุศูนย์บนพื้นผิวของกากต้นดาหลา

3.1 นำกากต้นดาหลาที่ปรับสภาพด้วยเบส จำนวน 0.5 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์จำนวน 12 ใบ โดยบีกเกอร์แต่ละใบจะบรรจุสารละลายวิตามิน บี3 ปริมาณ 50 มิลลิลิตร ความเข้มข้น 0.5 กรัมต่อร้อยมิลลิลิตร บัฟเฟอร์มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ตั้งแต่ 1-12 ตามลำดับ

3.2 แช่กากต้นดาหลาที่ปรับสภาพด้วยเบสไว้ในสารละลายวิตามิน บี3 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.3 เมื่อครบเวลาที่กำหนด นำกากต้นดาหลามากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 และนำสารละลายที่กรองได้มาวัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่องพีเอชมิเตอร์

3.4 นำข้อมูลค่าความเป็นกรด-ด่างที่วัดได้ โดยเครื่องพีเอชมิเตอร์ ไปพล็อตกราฟเพื่อหาค่าประจุศูนย์บนพื้นผิวของกากต้นดาหลา

4. การศึกษาเวลาในการเข้าสู่สมดุล

4.1 ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของกากต้นดาหลาที่ปรับสภาพด้วยเบสจำนวน 0.5 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ จากนั้นเติมสารละลายวิตามิน บี3 ความเข้มข้น 0.5 กรัมต่อร้อยมิลลิลิตร ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างเป็น 8 ปริมาตร 50 มิลลิลิตร

4.2 นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่า ที่ความเร็ว 120 รอบต่อนาที ณ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ตามระยะเวลาต่าง ๆ ได้แก่ 1, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300 และ 1440 นาที ตามลำดับ

4.3 เมื่อครบกำหนดเวลาต่าง ๆ กรองแยกกากต้นดาหลาออก

4.4 นำสารละลายที่ได้จากการกรอง มาวิเคราะห์หาความเข้มข้นของวิตามิน บี3 ที่เหลืออยู่ในสารละลาย โดยตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 262 นาโนเมตร

4.5 ทำซ้ำทั้งหมด 3 ซ้ำ นำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย

5. การศึกษาปริมาณการดูดซับและไอโซเทอร์มการดูดซับ

5.1 การศึกษาปริมาณการดูดซับของกากต้นดาหลา ทำได้โดยชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของกากต้นดาหลาที่ปรับสภาพด้วยเบสจำนวน 0.5 กรัม ซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 8 ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ จากนั้นเติมสารละลายวิตามิน บี3 ความเข้มข้นต่าง ๆ 0.50, 1.00, 1.50, 2.00, 2.50 และ 3.00 กรัมต่อร้อยมิลลิลิตร ปริมาตร 50 มิลลิลิตร

5.2 นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่า ที่ความเร็ว 120 รอบต่อนาที ณ อุณหภูมิต่าง ๆ ได้แก่ 30, 40 และ 50 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ตามระยะเวลาเข้าสู่สมดุล

5.3 เมื่อครบกำหนดเวลาต่าง ๆ กรองแยกกากต้นดาหลาออกจากสารละลาย

5.4 นำสารละลายที่ได้จากการกรอง มาวิเคราะห์หาความเข้มข้นของวิตามิน บี3 ที่เหลืออยู่ในสารละลาย โดยตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 262 นาโนเมตร

5.5 ทำซ้ำทั้งหมด 3 ซ้ำ เพื่อนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย

5.6 การศึกษาไอโซเทอร์มการดูดซับของกากต้นดาหลา ทำได้โดยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาหาปริมาณการดูดซับ มาพล็อตกราฟตามสมการการดูดซับของแลงเมียร์ และของฟรอยด์ลิช ตามลำดับ เพื่อพล็อตกราฟหาสมการเส้นตรง

5.7 วิเคราะห์เปรียบเทียบรูปแบบไอโซเทอร์มการดูดซับสารให้ความขาวของกากดาหลา

6. การศึกษาทางเทอร์โมไดนามิกส์

6.1 นำกากต้นดาหลาที่ปรับสภาพด้วยเบสจำนวน 0.5 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่แต่ละใบที่บรรจุสารละลายวิตามิน บี3 ความเข้มข้นต่าง ๆ ได้แก่ 0.50, 1.00, 1.50, 2.00, 2.50 และ 3.00 กรัมต่อร้อยมิลลิลิตร ซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 8

6.2 นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าเป็นระยะเวลาตามเวลาเข้าสู่สมดุล ที่ความเร็ว 120 รอบต่อนาที ณ อุณหภูมิต่าง ๆ ได้แก่ 30, 40 และ 50 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

6.3 เมื่อครบกำหนดเวลาต่าง ๆ กรองแยกกากต้นดาหลาออกจากสารละลาย นำสารละลายที่ได้จากการกรองไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของวิตามิน บี3 ที่เหลืออยู่ในสารละลาย โดยตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 262 นาโนเมตร

6.4 นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณ โดยใช้สมการทางเทอร์โมไดนามิกส์ เพื่อหาค่าของตัวแปรเอนทาลปี เอนโทรปี และพลังงานอิสระของกิบส์

7. การศึกษาทางจลนพลศาสตร์

7.1 นำกากต้นดาหลาที่ปรับสภาพด้วยเบสจำนวน 0.5 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่แต่ละใบที่บรรจุสารละลายวิตามิน บี3 ความเข้มข้นต่าง ๆ ได้แก่ 0.50, 1.00, และ 2.00 กรัมต่อร้อยมิลลิลิตร ซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 8

7.2 นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่า ที่ความเร็ว 120 รอบต่อนาที ณ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

7.3 เมื่อครบกำหนดเวลาต่าง ๆ กรองแยกกากต้นดาหลาออกจากสารละลาย นำสารละลายที่ได้จากการกรองไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของวิตามิน บี3 ที่เหลืออยู่ในสารละลายตามระยะเวลาต่าง ๆ ได้แก่ 1, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 120 และ 180 นาที โดยตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 262 นาโนเมตร

7.4 นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณ โดยใช้สมการอันดับหนึ่งเทียม และสมการอันดับสองเทียม ตามลำดับ

8. การศึกษาปริมาณการปลดปล่อยวิตามิน บี3

8.1 ชั่งน้ำหนักกากต้นดาหลาที่ปรับสภาพด้วยเบสซึ่งดูดซับวิตามิน บี3 ความเข้มข้น 0.5 กรัมต่อร้อยมิลลิลิตร ไว้แล้ว จำนวน 0.5 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ เติมน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร

8.2 นำไปเขย่าที่เวลา 1, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 90 และ 120 นาที ตามลำดับ ภายใต้อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

8.3 เมื่อเขย่าครบเวลา กรองแยกกากต้นดาหลาออกจากสารละลาย

8.4 นำสารละลายมาวิเคราะห์หาปริมาณการปลดปล่อยวิตามิน บี3 จากนั้นตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 262 นาโนเมตร

9. การวิเคราะห์ลักษณะพื้นผิวของกากต้นดาหลา

9.1 นำผงดาหลาที่แห้งต้องการวิเคราะห์ โรยลงบน stub ที่ติดเทปสองหน้าไว้ โดยพยายามให้ผงดาหลาไม่เกาะกลุ่มกัน พยายามให้เรียงตัวในลักษณะชั้นเดียว เพื่อให้การฉาบผิว ทำได้ทั่วถึง

9.2 ใช้ไม้พันสำลี แล้วเคาะเบา ๆ บน Stub ที่ติดเทปสองหน้าไว้ ใช้ลูกโป่งยางเป่าผงดาหลาส่วนเกินออก แล้วนำไปฉาบผิว

9.3 นำ stub พร้อมตัวอย่างที่เตรียมได้ไปวิเคราะห์ลักษณะพื้นผิว ด้วยภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope; SEM) รุ่น JSM-7610F Field Emission Scanning Electron Microscope

10. การผลิตและทดสอบสมบัติของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางประเภทเจลนวดผิวกาย

10.1 ผลิตเครื่องสำอางประเภทเจลนวดผิวกาย เพิ่มสารให้ความขาวโดยใช้กากต้นดาหลาดูดซับสารให้ความขาว โดยเตรียมสารที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เจลนวดผิวกาย แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงเจลเบสที่ใช้ในตำรับเครื่องสำอางนวดผิวกาย

ส่วนผสม	ชื่อทางการค้า (Trand Name)	ชื่อทางเคมี (INCI Name)	หน้าที่ในสูตร (Function)
A	1. Deionized Water	Deionized Water	Diluent
	2. Vitamin C	L-Ascorbic Acid	Antioxidant
B	3. สารก่อเจล	Carbomer	Thickener
	4. Glycerine	Glycerine	Humectant
C	5. Methylparaben	Methylparaben	Preservative
	6. Propylene Glycol	Propylene Glycol	Humectant
D	7. Triethanolamine	Triethanolamine	Viscosity adjust, Buffer
E	8. กากดาหลาที่ดูดซับสารให้ความขาว (วิตามิน บี3 ความเข้มข้น 4%) เคลือบด้วยปิโตรลาตัม	-	Scrub
	9. วิตามิน บี3	Antioxidant	Antioxidant
	10. Petrolatum	Petrolatum	Emollients
	11. Vitamin E	Tocopheryl Acetate	Antioxidant
	12. สารสกัดดาหลา	-	Additive, Antioxidant
	13. green food color	Food Color	Color additives

วิธีทำสูตรเจลสครับขัดผิวกาย

1. เตรียมส่วนผสม A โดยใส่วิตามิน ซี ลงในน้ำสะอาด แล้วคนให้วิตามินซีละลายหมดเป็นสารละลายเนื้อเดียว

2. เตรียมส่วนผสม B โดยชั่งสารก่อเจล (สารคาร์โบพอล) โดยค่อย ๆ โปรยคาร์โบพอล และโปรยทีละน้อยลงในส่วนผสม A และคนจนกระทั่งคาร์โบพอลละลายหมด สังเกตหากสารคาร์โบพอลจะไม่พบผงสีขาวขุ่น (หากไม่ละลายอาจให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส) หากไม่รีบควรตั้งทิ้งไว้ข้ามคืน หรือตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง เพื่อให้คาร์โบพอลเกิดการพองตัว (Swelling) เต็มที่ จากนั้นเติมกลีเซอรีน แล้วคนให้สารผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

3. เตรียมส่วนผสม C โดยชั่งสารเมทิลพาราเบน ผสมกับสารโพรพิลีน ไกลคอล จากนั้นเทส่วนผสม C ลงในส่วนผสมที่เตรียมได้ แล้วคนกระทั่งสารผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

4. เตรียมส่วนผสม D โดยเติมสารไตรเอทาโนลามีน แล้วคนกระทั่งสารผสมเป็นเนื้อเดียวกัน เพื่อปรับให้มีค่า pH

5. เตรียมส่วนผสม E เริ่มจากการเตรียมกากดาหลาที่ดูดซับสารให้ความขาว (วิตามิน บี3 ความเข้มข้น 4%) เคลือบด้วยปิโตรลาตัม โดยใส่กากดาหลา ลงในภาชนะแล้วเทวิตามิน บี3 ความเข้มข้น 4% ลงไปจนท่วมกากดาหลา นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าความเร็ว 120 รอบต่อนาที เป็นเวลา 180 นาที จากนั้นนำไปอบให้แห้งด้วยตู้อบความร้อน ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส แล้วนำมาเคลือบด้วยปิโตรลาตัม จากนั้นเติมกากดาหลาที่ดูดซับสารให้ความขาวซึ่งเคลือบด้วยปิโตรลาตัม เจลลี่ คนให้กากดาหลากระจายสม่ำเสมอทั่วเจล เติมวิตามิน อี และสารสกัดดาหลา คนกระทั่งสารผสมเป็นเนื้อเดียวกัน สุดท้ายแต่งสีเขียวด้วยสีผสมอาหาร คนกระทั่งสารผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

6. ถ่ายสารที่เตรียมเสร็จแล้วลงใส่ภาชนะที่มีฝาปิดสนิท

7. ทดสอบความคงสภาพของเจลทางกายภาพ

สถานที่ทำการทดลอง

สถานที่ทำการทดลอง ได้แก่ ห้องปฏิบัติการเคมี หลักสูตรเทคโนโลยีเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต เลขทะเบียนห้องปฏิบัติการ 2-0420-0002-7 สถานที่ตั้งเลขที่ 228-228/1-3 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ถนนสิรินธร ตำบลบางพลัด กรุงเทพฯ 10700