

รายงานการวิจัย

เรื่อง

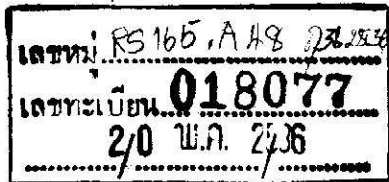


การเตรียมผลิตภัณฑ์ผงแห้งสำเร็จรูปสำหรับประทาน  
จากวุ้นว่านหางจระเข้

THE PREPARATION OF ALOE ORAL POWDER  
FROM ALOE VERA GEL

ฤดีกร วิวัฒนปฐพี  
สิริรัชต์มณี ปิ่นสุวรรณ

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์



ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย

จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ประเภททุนอุดหนุนการวิจัยสำหรับนักวิจัยใหม่

ปี 2533

## Abstract

Aloe oral powders were prepared by freeze dry method from the mixtures of Aloe vera gel and diluents. Lactose, dextrose, sucrose were used as diluents in 2,5,10,12 and 15 %w/v respectively. The product with 12 %w/v lactose was chosen for further studies because of its free flowing and water soluble characteristics . It yielded 10.3 % w/v from the mixture. Physical properties (such as appearance, solubility, pH, viscosity) chemical properties ( glucose and protien levels) and microbial determination of freshly prepared Aloe powder products were compared with Aloe powder products stored in three different conditions ( dark room, daylight, refrigerator) for 1,2,3,4 months . From the experiment, it was found that the physical and chemical properties of Aloe powder products stored in dark room and refrigerator were not significantly different from freshly prepared Aloe powder product . But the products in daylight exposed were changed their color and decreased in their solubility after storage for 3 months while other properties showed significantly indifferrent . Total bacterial count of these products were in permitted limits of standard for foods . Other ingredients such as flavoring agent ,sweetening agent ,coloring agent and buffer were added to Aloe powder products to improve its taste and stability.

## บทคัดย่อ

ว่านหางจระเข้ในรูปผงแห้งสำหรับรับประทานเตรียมจากส่วนผสมของว่านหางจระเข้กับสารเจือจางโดยวิธี freeze dry สารเจือจางที่ใช้ได้แก่ แลคโตส เด็กซ์โตรส ซูโครส 2, 5, 10, 12, 15 %w/v ตามลำดับ ส่วนผสมของว่านหางจระเข้ที่มีแลคโตส 12 %w/v จำนวน 100 มิลลิตรจะให้ผงแห้ง 10.3 กรัม ซึ่งมีลักษณะร่วน เคลื่อนตัวดี และละลายน้ำได้ จึงใช้ส่วนผสมในความเข้มข้นนี้ในการศึกษาต่อไป การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ( เช่น ลักษณะภายนอก ค่าการละลาย pH ความหนืด ) คุณสมบัติทางเคมี ( ระดับของกลูโคสและโปรตีน ) และการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ ทาเปรียบเทียบกันระหว่างผลิตภัณฑ์ว่านหางจระเข้ในรูปผงแห้งที่เตรียมเสร็จใหม่กับผลิตภัณฑ์ที่ดั่งทิ้งไว้ในสภาวะต่างๆ 3 สภาวะ ( ที่มีมืด ที่มีแสง ตู้เย็น ) เป็นระยะเวลา 1, 2, 3, 4 เดือน จากการทดลองพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ดั่งทิ้งไว้ในที่มีมืดและในตู้เย็นมีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่เตรียมใหม่อย่างมีนัยสำคัญ แต่ผลิตภัณฑ์ที่ดั่งทิ้งไว้ในที่มีแสงเป็นเวลา 3 เดือนขึ้นไปมีการเปลี่ยนแปลงและค่าการละลายลดลง ส่วนคุณสมบัติทางกายภาพอื่นๆ และคุณสมบัติทางเคมียังคงเดิม จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีจำนวนไม่เกินที่มาตรฐานอุตสาหกรรมอาหารกำหนดไว้ ผลิตภัณฑ์ว่านหางจระเข้ในรูปผงแห้งนี้มีการเติมสารแต่งกลิ่นรส สารแต่งรสหวาน สารแต่งสี และ บัฟเฟอร์ เพื่อเพิ่มรสชาติและความคงตัว

## สารบัญ

	หน้า
กติกกรมประกาศ.....	ก
บทคัดย่อ (ภาษาไทย).....	ข
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ).....	ค
สารบัญเรื่อง.....	ง
สารบัญตาราง.....	จ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร.....	3
บทที่ 3 สารเคมีและเครื่องมือ.....	6
บทที่ 4 วิธีการวิจัย.....	7
บทที่ 5 ผลการทดลองและวิจารณ์.....	11
บทที่ 6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	18
บรรณานุกรม.....	19
ภาคผนวก.....	21

## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ผงแห้ง วันว่างหางจระเข้ผสมแลคโตสที่ตั้งทิ้งไว้เป็นระยะเวลาต่างๆ.....	12
ตารางที่ 2 แสดงปริมาณกลูโคสในผลิตภัณฑ์ผงแห้งวันว่างหางจระเข้ ผสมแลคโตสที่ตั้งทิ้งไว้เป็นระยะเวลาต่างๆ.....	14
ตารางที่ 3 แสดงปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์ผงแห้งวันว่างหางจระเข้ ผสมแลคโตสที่ตั้งทิ้งไว้เป็นระยะเวลาต่างๆ.....	15
ตารางที่ 4 แสดงจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ผงแห้งวันว่างหางจระเข้ ผสมแลคโตสที่ตั้งทิ้งไว้เป็นระยะเวลาต่างๆ.....	16

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความสำคัญและความ เป็นมาของปัญหา

ปัจจุบันว่านหางจระเข้เป็นพืชสมุนไพรที่กำลังได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายทั้งในและนอกประเทศ สำหรับประเทศไทย กระทรวงสาธารณสุขได้บรรจุพืชชนิดนี้ในโครงการพัฒนาสมุนไพรที่ใช้เป็นยาในแผนพัฒนาสาธารณสุขฉบับที่ 7 เพื่อใช้เป็นยาทาสำหรับแผลไฟไหม้ น้ำร้อนลวก อย่างไรก็ตาม ว่านหางจระเข้ยังมีสรรพคุณอื่นอีกน่ารับประทานทั้งในทางยา เครื่องสำอางและอาหาร ทางด้านเครื่องสำอางได้นำวุ้นจากว่านหางจระเข้มาเป็นส่วนผสมในการผลิตแชมพู สบู่ โลชั่น เพื่อบำรุงผมและผิวพรรณ ส่วนผลิตภัณฑ์ทางด้านอาหารก็มีผู้นำเข้าว่านหางจระเข้ในรูปเครื่องดื่มที่ขึ้นทะเบียนเป็นอาหารชื่อ Aloe Vera Juice วุ้นว่านหางจระเข้ประกอบด้วยโปรตีน วิตามิน แร่ธาตุต่าง ๆ การรับประทานเป็นประจำจะช่วยบำรุงร่างกาย แต่ยังไม่เป็นที่นิยมแพร่หลายในประเทศไทยเนื่องจากผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีราคาแพงและไม่สะดวกในการพกพา นอกจากนี้ยังมีวิสาหกิจในประเทศไทยผลิตวุ้นว่านหางจระเข้เข้ามา เชื่อมบรรจุกระป๋องออกจำหน่ายหลายบริษัท แต่ยังไม่มีการศึกษาถึงความคงตัวของผลิตภัณฑ์เหล่านี้แต่อย่างใด

จากผลการวิจัยเรื่อง การศึกษาความคงตัวของวุ้นว่านหางจระเข้ในรูปผงแห้งเปรียบเทียบกับวุ้นสดของจุทามาศ สุขบรรเทิงและอรุณพร อัฐรัตน์<sup>(1)</sup> พบว่าวุ้นว่านหางจระเข้ในรูปผงแห้งที่เตรียมโดยวิธีแช่แข็ง (Freeze Dry) มีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีไม่แตกต่างจากวุ้นสดสามารถเก็บที่อุณหภูมิห้องได้นาน 4 สัปดาห์ ซึ่งดีกว่าวุ้นสดซึ่งเก็บได้นานเพียง 1 สัปดาห์ในตู้เย็น แต่ข้อเสียของวุ้นว่านหางจระเข้ในรูปผงแห้งคือ ผงที่ได้มีลักษณะเบาและดูความชื้นง่าย เมื่อเปิดภาชนะ ผงวุ้นจะสัมผัสความชื้นในอากาศแล้วเหนียวติดภาชนะทำให้การชั่งหรือถ่ายเทสารไม่สะดวก คณะผู้วิจัยจึงคิดแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านี้โดยผสมสารเจือจางที่เหมาะสมลงไปก่อนการแช่แข็งโดยคาดว่าสารเจือจางจะช่วยเพิ่มปริมาณ เพิ่มความสามารถในการเคลื่อนตัวของผงวุ้น และทำให้ผงวุ้นคงตัวดีขึ้นโดยช่วยดูดซับความชื้น นอกจากนี้ยังทดลองหาสภาวะการเก็บรักษาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์โดยศึกษาผลของแสงและอุณหภูมิต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยจะปรับปรุงสูตรตำรับของวุ้นว่านหางจระเข้ในรูปผงแห้งผสมสารเจือจางให้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูป โดยเติมสารแต่งสี กลิ่น รสที่เหมาะสมลงไป

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเตรียมผลิตภัณฑ์ผงแห้งสำหรับรับประทานจากวันว่างหจระ เข้าโดยผสมสารเจือจาง
2. เพื่อศึกษาความคงตัวของวันว่างในรูปผงแห้งผสมสารเจือจางในสภาวะการเก็บต่าง ๆ
3. ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่ได้ให้มีลักษณะสวยงาม กลิ่นรสน่ารับประทาน

## ประโยชน์ที่จะได้รับ

1. ได้ผลิตภัณฑ์อาหารเสริมจากวันว่างหจระ เข้าในรูปผงแห้งที่มีรูปลักษณะ ความคงตัวดี ราคาถูก และพกพาสะดวก
2. เพื่อพัฒนาการผลิตผลิตภัณฑ์จากวันว่างหจระ เข้าให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
3. สามารถนำแนวทางที่ได้ไปประยุกต์ใช้เพื่อผลิตยาเตรียมรูปแบบอื่นต่อไป เช่น แคปซูล ยาเม็ด เป็นต้น

## บทที่ 2

### ตรวจเอกสาร

ว่านหางจระเข้หรือชื่อพื้นเมืองว่าหางตะเข้ ว่านไฟไหม้ เป็นพืชล้มลุกในวงศ์ Liliaceae<sup>(2)</sup> แหล่งกำเนิดดั้งเดิมอยู่ในแถบชายฝั่งเมดิเตอร์เรเนียนและบริเวณตอนใต้ของทวีปอาฟริกา พันธุ์ของว่านหางจระเข้มีมากมายกว่า 300 ชนิด ซึ่งมีทั้งพันธุ์ที่มีขนาดใหญ่จนถึงพันธุ์ที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ซม.<sup>(3)</sup> ที่นำมาใช้เป็นยามีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Aloe barbadensis* Mill. หรือชื่อพ้องว่า *Aloe vera* Linn. ว่านหางจระเข้มีใบอวบน้ำ ปลายใบแหลมขอบใบมีหนามแหลม ผิวใบมีจุดต่างขาว ภายในมีวุ้นใส ๆ มีน้ำเมือกเหนียว ดอกออกเป็นช่อตรงกลางระหว่างใบ ก้านดอกยาว ดอกสีออกส้มถึงแดง<sup>(2)</sup>

นับเป็นเวลาหลายศตวรรษที่หลายประเทศรู้จักใช้ว่านหางจระเข้เป็นยาขับปัสสาวะและใช้ทาภายนอก รวมทั้งนำมาเป็นเครื่องสำอางบำรุงผิว ในตำรายาสมุนไพรของกรีกที่บันทึกเมื่อทศวรรษที่ 70 แห่งคริสต์ศักราชได้กล่าวไว้ว่า ว่านหางจระเข้มีสรรพคุณในการบำรุงผิว ช่วยให้นอนหลับสบาย บำรุงกำลัง ช่วยให้อาหารย่อยและยังสามารถใช้รักษาโรคกระเพาะลำไส้ โรคตับ อาการหิดหอบ ผลที่อวัยวะเพศ ริดสีดวงทวาร เคล็ดขัดยอก ข้ำบวม โรคผิวหนัง เป็นต้น

ส่วนตำรายาสมุนไพรของอียิปต์ก็มีบันทึกไว้ว่า ว่านหางจระเข้เป็นยาดีสำหรับบำบัดโรคของสภาพสตรี แม้แต่พระนางคลีโอพัตรา ก็เคยใช้น้ำเมือกจากสมุนไพรชนิดนี้เพื่อบำรุงผิวพรรณ สำหรับประเทศจีนก็มีบันทึกเกี่ยวกับการใช้น้ำเมือกจากว่านหางจระเข้รักษากลากฝ้าผื่นและโรคอื่น ๆ<sup>(3)</sup> ส่วนตำรายาไทยโบราณได้กล่าวถึงสรรพคุณของว่านหางจระเข้ในการบำบัดโรค ตัวอย่างเช่นใช้รักษาโรคหนองใน โรคมดกิด ใบรักษาแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวก แก้แผลเรื้อรังจากการฉายรังสี รักษาแผลในปาก รักษาโรคหนองใน แก้ฝีและตะมอย แก้ริดสีดวงทวาร ถ่ายพิษไข้ แก้หิด แก้ปวดศีรษะ ขับปัสสาวะ รักษากระเพาะอาหารและลำไส้เล็กเสบ บำรุงผม ยางสีเหลืองจากว่านหางจระเข้ใช้เป็นยาถ่าย<sup>(4)</sup> ในระยะหลังประเทศทางตะวันตกได้ให้ความสนใจเรื่องสรรพคุณของว่านหางจระเข้ โดยมีการทดลองและสรุปผลว่า วุ้นจากว่านหางจระเข้สามารถรักษาแผลที่เกิดจากรังสีและแสงเอกซ์เรย์ บาดแผลธรรมดาและแผลไฟลวก มีการผลิตยาจากใบว่านหางจระเข้ใช้รักษาโรคที่เกิดจากระบบทางเดินหายใจอักเสบ เจ็บคอ ไอ นอกจากนี้พบว่าวุ้นจากว่านหางจระเข้เข้ากับเครื่องสำอางได้ดี ส่วนประเทศญี่ปุ่นมีการทดลองเกี่ยวกับสรรพคุณของว่านหางจระเข้มากมาย



เช่น พบว่าสารในวุ้นหางจระเข้มีฤทธิ์ต้านมะเร็งเนื้องอกในหนู และสัตว์ที่ได้กินวุ้นหางจระเข้ติดต่อกันเป็นเวลานานพอสมควรจะมีภูมิคุ้มกันโรคมะเร็งมากขึ้น<sup>(5)</sup>

สารสำคัญในส่วนยางสีเหลืองที่อยู่ที่เปลือกของวุ้นหางจระเข้คือสารพวก Anthraquinone เช่น Aloe-emodin, Aloin, Anthranol เป็นต้น สารเหล่านี้จะออกฤทธิ์กระตุ้นการเคลื่อนไหวของลำไส้ใหญ่จึงใช้เป็นยาถ่ายได้<sup>(2)</sup> ส่วนวุ้นของวุ้นหางจระเข้ประกอบด้วยน้ำประมาณ 99.5% ของแข็งส่วนใหญ่เป็นสารพวกคาร์โบไฮเดรต<sup>(6)</sup> สารสำคัญคือ Aloctin-A ซึ่งเป็นสารกลุ่มไกลโค-โปรตีนที่มีฤทธิ์ลดการอักเสบโดยยับยั้งขบวนการสังเคราะห์ Prostaglandin กระตุ้นเม็ดเลือดขาวให้ทำลายเชื้อโรคได้ดีขึ้น และมีฤทธิ์ในการสมานแผลได้<sup>(2)</sup> สารคาร์โบไฮเดรตกลุ่มอื่นได้แก่ Mono-saccharides เช่น D-glucose, D-mannose, Arabinose, Galactose และ xylose เป็นต้น Polysaccharides เช่น Cellulose, Hemicellulose, Pentosans เป็นต้น นอกจากนี้วุ้นวุ้นหางจระเข้ยังประกอบด้วยกรดอะมิโนต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อร่างกายซึ่งร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์เองได้ ได้แก่ Arginine, Methionine, Valine, Histidine, Isoleucine, Leucine, Phenylalanine, Lysine และ Threonine รวมทั้งกรดอะมิโนอื่น ๆ วิตามิน E, B1, B2, B6, B12, C, E, Folic acid, Potassium, Calcium, Magnesium, Sodium เป็นต้น และยังพบเอนไซม์ในกลุ่ม Hydrolase และ Oxidoreductase ซึ่งสามารถออกซิไดส์สารบางชนิดในวุ้นแล้วทำให้วุ้นมีสีเข้มขึ้น ปริมาณสารต่าง ๆ ที่มีในวุ้นวุ้นหางจระเข้อาจแตกต่างกันได้ขึ้นกับอายุของวุ้นซึ่งควรเป็นต้นที่มีอายุ 1 ปีขึ้นไป ชนิดของดินที่เพาะปลูก ฤดูกาล สภาพอากาศ รวมถึงชนิดของพันธุ์ด้วย<sup>(6,7)</sup>

ในประเทศไทยได้มีการนำเอาวุ้นวุ้นหางจระเข้มาทดลองใช้ทางคลินิกหลายราย ตัวอย่างเช่น แพทย์หญิงวิชาว รุ่งวิบูลย์ ทดลองใช้กับผู้ป่วยแผลเรื้อรังและแผลไฟไหม้ที่โรงพยาบาลบางกระพุ่ม จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 23 รายได้ผลดี โดยแผลจะแห้งเร็วและไม่มียาปฏิชีวนะติดเชื้อ<sup>(8)</sup> นันทวัน บุญยะประภัสร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ทดลองใช้กับผู้ป่วยแผลไฟไหม้ 16 รายพบว่าได้ผลดีโดยอาการอักเสบยุบ และไม่เป็นหนอง<sup>(2)</sup> นายแพทย์เกษียร ภั้งคานนท์ คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลศิริราช พบว่าบาดแผลที่ใช้วุ้นวุ้นหางจระเข้รักษาจะหายเร็วกว่าที่ใช้ Povidone Iodine<sup>(9)</sup>

วุ้นวุ้นหางจระเข้มีประสิทธิภาพมากที่สุดเมื่อเป็นวันสด วันสดมีลักษณะใส ไม่มีสีหรือสีเหลืองอ่อน หนืด และลื่น pH ประมาณ 4-5 เมื่อตั้งทิ้งไว้จะไม่คงตัว ความหนืดลดลง สีเข้มขึ้น กลิ่นรสเปลี่ยนไป<sup>(6)</sup> โดยทั่วไปสามารถเก็บไว้ใช้ได้ไม่เกิน 1 วัน หากนำมาแช่ตู้เย็นจะเก็บไว้ได้ไม่เกิน 3 วัน<sup>(5)</sup> ความไม่คงตัวของวุ้นวุ้นหางจระเข้ที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย ยีสต์ รา สามารถป้องกันได้โดยเติมสารถนอม

ให้ความร้อนเพื่อทำให้ปราศจากเชื้อ แขน้เย็น หรือทำให้ปราศจากน้ำ (Dehydration) ส่วนความไม่คงตัวที่เกิดจากปฏิกิริยา Oxidation, Hydrolysis, Photolysis สามารถป้องกันโดยเติมสารต้านออกซิเดชัน, Chelating Agent หรือยุดิการทำงานของเอ็นไซม์ที่มีในวุ้นว่านหางจระเข้<sup>(10)</sup> วิธีนี้นิยมใช้ในการยุดิการทำงานของเอ็นไซม์คือ ใช้อุณหภูมิสูง 75-80 องศาเซลเซียสเป็นเวลาไม่เกิน 3 นาที<sup>(7)</sup> นอกจากนี้การเก็บวุ้นว่านหางจระเข้ควรเก็บในที่มืดและเย็น<sup>(6)</sup> สำหรับประเทศไทย เกษร จันทรศิริได้ศึกษาการทำวุ้นว่านหางจระเข้มีความคงตัวในระยะเวลาหนึ่งโดยเติมสารถนอมคือ Methylparaben 0.2%W/V และ Propylparaben 0.02%W/V หรือใช้ Bronidox L 0.2%W/V สารต้านออกซิเดชันคือ Sodium metabisulfite 0.1%W/V และ Chelating agent คือ EDTA 0.05%W/v<sup>(11)</sup>

ปัจจุบันวุ้นจากว่านหางจระเข้ได้ถูกนำมาใช้เป็นยาและเครื่องสำอางกันอย่างแพร่หลาย ในสหรัฐอเมริกาบริษัทจำนวนมากที่ปลูกว่านหางจระเข้เพื่อเป็นวัตถุดิบภายในประเทศและสำหรับส่งออกทั้งในรูปแบบที่ทำห้คงตัวแล้วและผงแห้ง เนื่องจากมีการแข่งขันทางการค้าสูง แต่ละบริษัทจึงมีการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพและคงตัวมากขึ้นโดยวิธีเฉพาะและไม่ได้เปิดเผย นอกจากนี้ชาวอเมริกันยังนิยมดื่มผลิตภัณฑ์วุ้นว่านหางจระเข้หรือ เติมสารสกัดจากวุ้นว่านหางจระเข้ลงในอาหาร เพื่อเป็นการบำรุงสุขภาพและรักษาโรคบางอย่าง เช่นแผลเรื้อรัง ท้องผูก ไซนัสอักเสบ เป็นต้น โดยปราศจากผลข้างเคียงประกอบกับผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีแคลอรีต่ำจึงเหมาะสมสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมแคลอรีในอาหารอีกด้วย<sup>(6)</sup>

## บทที่ 3

### สารเคมีและเครื่องมือ

#### สารเคมี

- แอนไฮดรัสแลคโตส(Anhydrous lactose) (Pharmatose)
- กลูโคส(Glucose) (May & Baker)
- เดกซ์โตรส(Dextrose) (วิทยาศาสตร์)
- สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน pH 4 และ 7 (Orion Research Incorporation)
- กรดไตรคลอโรวแอซิก (Trichloroacetic acid) (Riedel-de Haen)
- กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (Conc.sulfuric acid) (E-Merck)
- ฟีนอล (Phenol) (Riedel-de Haen)
- โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate) (Fluka Chemie)
- คอปเปอร์ซัลเฟต (Copper sulfate) (E-Merck)
- โบวีน ซีรัม อัลบูมิน (Bovine serum albumin) (Sigma)
- สารละลายโฟลีน-ฟีนอล (Folin-phenol solution) (Sigma)
- เปปโตน (Peptone) (Disco)
- อาหารเลี้ยงเชื้อ (Nutrient agar) (Disco)

#### เครื่องมือ

- Lyophilizer, Freeze Dryer FD-1 (Eyela)
- pH meter SA520 (Orion)
- Oswald viscometer (Thomas)
- Spectrophotometer (Ultrospec) รุ่น 4050 (LKB)
- เครื่องปั่นน้ำผลไม้ (National)
- เครื่องปั่นความเร็วสูง (Centrifuge) รุ่น IEC B-22 (International Equipment Company)
- ตู้อบ (Incubator) รุ่น B5060E (Haracus)
- หม้อนึ่งไอน้ำ (Autoclave) รุ่น AAB 016/C (Astell Hearson)

## บทที่ 4

### วิธีการวิจัย

#### 1. การเตรียมน้ำวุ้นจากวุ้นหางจระเข้

- 1.1 ล้างใบวุ้นหางจระเข้ให้สะอาด ปอกเปลือกออกเอาแต่วุ้นใสโดยไม่นำหนังน้ำยางสีเหลืองติดขึ้นมา
- 1.2 นำวุ้นไปปั่นด้วยเครื่องปั่นน้ำผลไม้จนเหลว
- 1.3 centrifuge ด้วยความเร็ว 15,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที จะได้น้ำวุ้นใส

#### 2. การเตรียมน้ำวุ้นในรูปผงแห้งผสมสารเจือจางโดยวิธีแช่แข็ง

- 2.1 นำน้ำวุ้นที่ได้มาผสมสารเจือจางต่าง ๆ คือ Anhydrous lactose, Dextrose และ Sucrose ในความเข้มข้น 2,5,10,12,15 และ 20% w/v ตามลำดับ
- 2.2 นำไปทำแห้งโดยวิธีแช่แข็ง
- 2.3 คัดเลือกสูตรตัวรับที่มีลักษณะผงแห้งและละลายน้ำได้ดีเพื่อทดสอบในขั้นต่อไป

#### 3. การเก็บรักษาวัณในรูปผงแห้งผสมสารเจือจาง

บรรจุวัณในรูปผงแห้งผสมสารเจือจางใน vial ที่ปิดด้วยจุกยางและครอบด้วยฝาจุกนิยมนำไปตั้งทิ้งไว้ที่สภาวะต่าง ๆ ดังนี้

- ในที่มีด ที่อุณหภูมิห้อง
- ในที่มีแสง ที่อุณหภูมิห้อง
- ในที่มีด ในตู้เย็น

แบ่งผลิตภัณฑ์ไปตรวจสอบคุณสมบัติต่าง ๆ หลังจากตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 1,2,3 และ

4 เดือนตามลำดับโดยเปรียบเทียบกับคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์หลังจากเตรียมใหม่

#### 4. การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของวุ้นในรูปผงแห้งผสมสารเจือจาง

##### 4.1 ลักษณะทั่วไป

ตรวจดูลักษณะทั่วไป สี กลิ่น รส ของวุ้นในรูปผงแห้งผสมสารเจือจางที่เตรียมใหม่ และทำเช่นเดียวกันสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 1,2,3 และ 4 เดือน

##### 4.2 ค่าการละลาย

ชั่งวุ้นในรูปผงแห้งผสมสารเจือจางที่เตรียมใหม่มา 0.2 กรัม บีบน้ำใส่ลงไปครั้งละ 1 มิลลิลิตร คนให้ละลาย เติมน้ำลงไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งผลิตภัณฑ์ละลายหมด คำนวณค่าการละลายเป็นกรัม/มล. โดยทำซ้ำ 2 ครั้งหาค่าเฉลี่ย

ทำเช่นเดียวกันสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 1,2,3 และ 4 เดือน

##### 4.3 pH

นำวุ้นในรูปผงแห้งผสมสารเจือจางที่เตรียมใหม่มาเตรียมสารละลายความเข้มข้น 5% w/v ในน้ำ วัด pH ด้วยเครื่อง pH meter ซึ่งได้ปรับ pH กับสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน pH 4 และ 7 แล้ว โดยทำซ้ำ 3 ครั้งหาค่าเฉลี่ย

ทำเช่นเดียวกันสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 1,2,3, และ 4 เดือน

##### 4.4 ความหนืด

นำวุ้นในรูปผงแห้งผสมสารเจือจางที่เตรียมใหม่มาเตรียมสารละลายความเข้มข้น 5% w/v ในน้ำ บีบสารละลาย 5 มิลลิลิตรใส่ลงใน Oswald meter จับเวลาที่ของเหลวใช้ในการไหลผ่านขีดระดับ 2 ขีดบนเครื่องวัด ทำซ้ำ 3 ครั้งหาค่าเฉลี่ย ค่อยไปทำเช่นเดิมโดยใช้น้ำแทน จับเวลาที่น้ำใช้ในการไหลผ่านขีดระดับ 2 ขีดบนเครื่องวัด ทำซ้ำ 3 ครั้งหาค่าเฉลี่ย คำนวณค่าความหนืดโดยใช้สูตร<sup>(12)</sup>

$$\eta_1 = \frac{p_1 t_1}{p_2 t_2}$$

- เมื่อ  $\eta_1$  หมายถึง ความหนืดของสารละลาย  
 $\eta_2$  หมายถึง ความหนืดของน้ำซึ่งเท่ากับ 0.8904 เซนติพอยส์ที่ 25 องศาเซลเซียส  
 $\rho_1$  หมายถึง ความหนาแน่นของสารละลาย  
 $\rho_2$  หมายถึง ความหนาแน่นของน้ำซึ่งเท่ากับ 1.0034 กรัม/มิลลิลิตร  
 $t_1$  หมายถึง เวลาที่ใช้ในการไหลผ่านปิโตรระดับ 2 ปีตบนเครื่องวัดของสารละลาย  
 $t_2$  หมายถึง เวลาที่ใช้ในการไหลผ่านปิโตรระดับ 2 ปีตบนเครื่องวัดของน้ำ

ทำเช่นเดียวกันสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 1, 2, 3 และ 4 เดือน

**หมายเหตุ :** ความหนาแน่นของน้ำและสารละลายทำโดยบรรจุของเหลวลงในเครื่องมือ pycnometer ให้ได้ปริมาตร 25 มิลลิลิตร นำไปชั่งน้ำหนัก จะได้ความหนาแน่นเท่ากับอัตราส่วนของน้ำหนักต่อปริมาตร

## 5. การตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีของวุ้นในรูปผงแห้งผสมสารเจือจาง

### 5.1 การหาปริมาณน้ำตาลกลูโคส<sup>(13)</sup>

- นำวุ้นในรูปผงแห้งผสมสารเจือจางที่เตรียมใหม่มาเตรียมสารละลายความเข้มข้น 5% w/v ในน้ำ
  - นำสารละลายที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนมา 2 มิลลิลิตร ทำปฏิกิริยากับกรด ไตรคลอโรแอซิดิก (trichloroacetic acid) 5% w/v จำนวน 4 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน
  - นำสารที่ได้มาปั่นให้ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาทีด้วยเครื่อง centrifuge นาน 20 นาที
  - คูณส่วนที่เป็นสารละลายใส (supernatant) 2 มิลลิลิตรผสมกับ 5% ฟีนอล (phenol) 1.0 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน
  - เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น (Conc. sulfuric acid) 5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที
  - นำไปเก็บในตู้บัพที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส 20 นาที แล้วนำมาวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตรด้วยเครื่อง spectrophotometer
  - คำนวณหาปริมาณน้ำตาลโดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของน้ำตาลกลูโคสที่เจือจางให้มีมีความเข้มข้นต่าง ๆ กัน แล้วทำการทดลองเช่นเดียวกับข้างต้น
- ทำเช่นเดียวกันสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 1, 2, 3 และ 4 เดือน

## 5.2 การหาปริมาณโปรตีนตามวิธีของ Lowry<sup>(14)</sup>

- นำวุ้นในรูปผงแห้งผสมสารเจือจางที่เตรียมใหม่มาเตรียมสารละลายความเข้มข้น 5% w/v ในน้ำ

- นำสารละลายอย่างละ 100 ไมโครลิตรผสมกับสารละลายอัลคาไลน์คอปเปอร์ 3.0 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที

- เติมสารละลายฟอลิน-ฟินอล 0.3 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที
- นำไปวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง

Spectrophotometer

- หาความเข้มข้นของโปรตีนได้โดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของโบวีนซีรัมอัลบูมิน (Bovine serum albumin) ที่ทำการทดลองเช่นเดียวกัน

ทำเช่นเดียวกันสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 1, 2, 3 และ 4 เดือน

## 6. การตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์โดยการตรวจหาจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด<sup>(15)</sup>

- นำวุ้นในรูปผงแห้งผสมสารเจือจางที่เตรียมใหม่มาเตรียมสารละลายความเข้มข้น 5% w/v ในน้ำเปปโตน (Peptone water)

- นำสารละลายที่ได้มาทำเจือจางที่ละ 10 เท่า (10-fold dilution) ด้วยน้ำเปปโตนจนถึงความเข้มข้น  $10^{-7}$

- บีเบตสารละลายแต่ละความเข้มข้นใส่ในจากเพาะเชื้อจานละ 1 มิลลิลิตร จำนวน 2 จาน

- เท nutrient agar ซึ่งมีอุณหภูมิ 45-48 องศาเซลเซียส ลงไปจานละ 18 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน วางให้แข็งตัวบนพื้นเรียบ

- กลับจานนำไปหมักเพาะในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

- นับจำนวนโคโลนีจากจานที่มีเชื้ออยู่ในช่วง 30-300 โคโลนี นำค่าที่ได้ตั้ง 2 จานที่มาจากความเข้มข้นเดียวกันมาหาค่าเฉลี่ย

- คำนวณเป็นจำนวนโคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

ทำเช่นเดียวกันสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 1, 2, 3 และ 4 เดือน

## 7. การปรับปรุงสูตรคาร์บาไมล์ ซี กลิ่น รส นำมารับประทาน

นำสูตรคาร์บาไมล์ที่ได้รับการคัดเลือกมาปรับปรุงให้นำมารับประทาน โดยเติมสารแต่งสี และ สารแต่งกลิ่นรสที่เหมาะสม

## บทที่ 5

### ผลการทดลองและวิจารณ์

#### ผลการคัดเลือกสูตรตัวรับในรูปแบบผงแห้งผสมสารเจือจาง

จากการนำสูตรตัวรับที่ประกอบด้วยน้ำตาลวุ้นว่านหางจระเข้อย่างเดียว และสูตรตัวรับที่ประกอบด้วยน้ำตาลวุ้นว่านหางจระเข้ผสมสารเจือจางต่าง ๆ คือ Anhydrous Lactose, Dextrose, Sucrose ในความเข้มข้น 2, 5, 10, 12, 15 และ 20% w/v ตามลำดับมาผ่านกรรมวิธีแช่แข็ง พบว่าสูตรตัวรับที่ไม่มีสารเจือจางและที่มี Anhydrous Lactose 2, 5, 10% w/v จะให้ผลิตภัณฑ์เป็นแผ่นบาง ๆ สีเหลืองอ่อน ouch ความชื้นง่าย จับแล้วเหนียวติดมือ ส่วนตัวรับที่มี Anhydrous Lactose 12% w/v ขึ้นไปจะให้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นผงร่วนสีขาว เคลื่อนตัวได้ดีพอควร ส่วนผสมนี้ 100 มิลลิลิตรจะให้ผงแห้ง 10.3 กรัม จึงเลือกสูตรตัวรับที่มี Anhydrous Lactose 12% w/v ไปทำการทดสอบต่อไปเนื่องจากเป็นตัวรับที่มีสารเจือจางปริมาณน้อยที่สุดที่ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ลักษณะดี

ส่วนสูตรตัวรับที่มีสารเจือจางเป็น Dextrose และ Sucrose ในทุกความเข้มข้นจะให้ผลิตภัณฑ์เป็นแผ่นบาง ๆ ouch ความชื้นง่ายเช่นเดียวกับสูตรตัวรับที่มี Anhydrous Lactose ในความเข้มข้นต่ำ จึงไม่เหมาะในการนำมาใช้เป็นสารเจือจาง

#### ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

เมื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของวุ้นว่านหางจระเข้ในรูปแบบผงแห้งผสมแลคโตสที่เก็บในระยะเวลาต่าง ๆ กัน คือ ที่เตรียมใหม่และที่ตั้งทิ้งไว้ 1, 2, 3 และ 4 เดือน โดยทดสอบลักษณะทั่วไป ค่าการละลาย pH และความหนืด ดังตารางที่ 1 จะพบว่า ลักษณะทั่วไปคือ สี กลิ่น รส ยังคงเดิมทุกตัวรับยกเว้นตัวรับที่ตั้งทิ้งไว้ในที่มีแสงซึ่งสีของผลิตภัณฑ์จะเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีเหลืองอ่อนในเดือนที่ 3 ส่วนค่าการละลายน้ำของทุกตัวรับ ที่เก็บในระยะเวลาต่าง ๆ กัน มีค่าไม่เปลี่ยนแปลง ยกเว้นตัวรับที่ตั้งทิ้งไว้ในที่มีแสงเช่นกันที่ค่าการละลายลดลงในเดือนที่ 3 และมีสีของสารละลายเข้มกว่าตัวรับอื่น

สำหรับการทดสอบค่า pH พบว่าค่า pH ของตัวรับที่เตรียมใหม่และที่ตั้งทิ้งไว้ที่ระยะเวลาต่าง ๆ มีค่าต่างกันเพียงเล็กน้อยโดยมี pH อยู่ในช่วง 4.85-4.97 ส่วนค่าความหนืดก็ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยมีความหนืดอยู่ในช่วง 1.17-1.37 เซนติปอยส์ ดังนั้นผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของวุ้นในรูปแบบผงแห้งผสมแลคโตสที่เตรียมใหม่กับที่ตั้งทิ้งไว้ที่มีมืด และในตู้เย็นเป็นเวลา 1, 2, 3 และ 4 เดือน มีค่าไม่แตกต่างกัน ส่วนตัวรับที่ตั้งทิ้งไว้ในที่มีแสง คุณสมบัติทางกายภาพมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อตั้งทิ้งไว้ 3 เดือนขึ้นไป



ตารางที่ 1 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ผงแห้งวันวานหางจระเข้ผสมแลคโตสที่ตั้งทิ้งไว้เป็นระยะเวลาต่าง ๆ

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ	ผลิตภัณฑ์ที่เตรียมใหม่	ผลิตภัณฑ์เก็บไว้ 1 เดือน			ผลิตภัณฑ์เก็บไว้ 2 เดือน			ผลิตภัณฑ์เก็บไว้ 3 เดือน			ผลิตภัณฑ์เก็บไว้ 4 เดือน			
		ที่มีแสง	ที่มีมืด	ที่เย็น	ที่มีแสง	ที่มีมืด	ที่เย็น	ที่มีแสง	ที่มีมืด	ที่เย็น	ที่มีแสง	ที่มีมืด	ที่เย็น	
ลักษณะทั่วไป	ผงร่วนสีขาว กลิ่นเฉพาะ รส ฝื่อนเล็กน้อย  *	*	*	*	*	*	*	ผงร่วน สีเหลือง อ่อนกลิ่น เฉพาะ รสฝื่อน เล็กน้อย	*	*		ผงร่วน สีเหลือง อ่อนกลิ่น เฉพาะ รสฝื่อน เล็กน้อย	*	*
ค่าการละลาย (g/ml)	1:10	1:10	1:10	1:10	1:10	1:10	1:10	1:14	1:10	1:10	1:14	1:10	1:10	
pH	4.86 (0.10)	4.90 (0.11)	4.86 (0.14)	4.88 (0.11)	4.91 (0.12)	4.86 (0.13)	4.89 (0.11)	4.88 (0.15)	4.90 (0.09)	4.89 (0.10)	4.96 (0.11)	4.95 (0.10)	4.85 (0.12)	
ความหนืด (CPS)	1.28 (0.12)	1.19 (0.18)	1.31 (0.10)	1.30 (0.11)	1.28 (0.13)	1.30 (0.13)	1.32 (0.17)	1.24 (0.11)	1.30 (0.15)	1.35 (0.18)	1.17 (0.19)	1.22 (0.16)	1.35 (0.18)	

หมายเหตุ : \* หมายถึง ผงร่วนสีขาว กลิ่นเฉพาะ รสฝื่อนเล็กน้อย

( ) หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

### ผลการทดสอบคุณสมบัติทางเคมี

เนื่องจากสารประกอบส่วนใหญ่ในวุ้นว่านหางจระเข้เป็นไกลโคโพรตีน ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์ปริมาณของน้ำตาลกลูโคสและโพรตีนเพื่อเป็นตัวแสดงว่าปริมาณไกลโคโพรตีนในผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่หลังจากเก็บไว้ในสภาวะต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 1, 2, 3 และ 4 เดือน เปรียบเทียบกับปริมาณไกลโคโพรตีนของผลิตภัณฑ์ที่เตรียมใหม่ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

จากข้อมูลพบว่าวุ้นว่านหางจระเข้ในรูปผงแห้งผสมแลคโตสที่เตรียมใหม่และที่ตั้งทิ้งไว้ในสภาวะต่าง ๆ เป็นเวลา 1, 2, 3 และ 4 เดือน มีปริมาณกลูโคสและโพรตีนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ นั่นคือ สามารถเก็บผลิตภัณฑ์เหล่านี้ที่อุณหภูมิห้อง ในที่มืดหรือที่มีแสง และในตู้เย็นได้นาน 4 เดือน โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสารในกลุ่มไกลโคโพรตีน

### ผลการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์

เมื่อตรวจสอบหาจำนวนเชื้อแบคทีเรียต่อมิลลิลิตรของสารละลายของผลิตภัณฑ์ที่เตรียมใหม่และที่เก็บไว้ในสภาวะต่าง ๆ เป็นเวลา 1, 2, 3 และ 4 เดือน พบว่ามีเชื้อแบคทีเรียขึ้นปริมาณต่ำกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอาหารที่กำหนดค่าให้ไว้ได้ ( มาตรฐานอุตสาหกรรมกำหนดค่าให้ไว้ total colony count น้อยกว่า  $10^4$  โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง) <sup>(16)</sup> ผลปรากฏในตารางที่ 4

### ผลการปรับปรุงสูตรตัวรับ

เนื่องจากเมื่อนำวุ้นว่านหางจระเข้ในรูปผงแห้งผสมแลคโตสมาละลายน้ำรับประทาน จะมีรสฝื่อน จึงปรับปรุงสูตรตัวรับโดยใช้สารละลายซิงค์กรดซิตริกความเข้มข้น 10% w/v เป็นสารแต่งรสหวานเพราะใช้เพียงปริมาณน้อยก็ให้รสหวานในขณะที่น้ำตาลทรายต้องใช้ในปริมาณมากกว่า ซึ่งอาจมีผลต่อการละลายของผลิตภัณฑ์และความหนืดของสารละลายที่ได้ กรดซิตริก (citric acid) เป็นสารแต่งรสเปรี้ยวซึ่งเพิ่มรสชาติของตัวรับให้รับประทานยิ่งขึ้น ส่วนสารแต่งสีและสารแต่งกลิ่นใช้ในปริมาณที่พอเหมาะ เนื่องจากวุ้นว่านหางจระเข้คงตัวดีที่ pH 4-5.5 และการเติมกรดซิตริกทำให้ pH ของตัวรับมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น จึงใช้ Citrate Buffer เป็นตัวปรับ pH ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม สารปรุงแต่งเหล่านี้จะถูกผสมกับน้ำวุ้นว่านหางจระเข้และแลคโตสก่อนผ่านกรรมวิธีแช่แข็ง ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นผงร่วน เคลื่อนตัวดีพอควร สามารถนำมาละลายน้ำในอัตราส่วน 1 กรัม:น้ำ >10 มิลลิลิตร ได้สารละลายค่อนข้างใส กลิ่นรสรับประทาน

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณกลูโคสในผลิตภัณฑ์ผงแห้งว่านหางจระเข้ผสมแลคโตสที่ตั้งทิ้งไว้เป็นระยะเวลาต่าง ๆ

ปริมาณกลูโคส (g) ต่อผลิตภัณฑ์ 1 g												
ผลิตภัณฑ์ที่เตรียมใหม่	ผลิตภัณฑ์เก็บไว้ 1 เดือน			ผลิตภัณฑ์เก็บไว้ 2 เดือน			ผลิตภัณฑ์เก็บไว้ 3 เดือน			ผลิตภัณฑ์เก็บไว้ 4 เดือน		
	ที่มีแสง	ที่มืด	ที่เย็น	ที่มีแสง	ที่มืด	ที่เย็น	ที่มีแสง	ที่มืด	ที่เย็น	ที่มีแสง	ที่มืด	ที่เย็น
0.84 (0.06)	0.82 (0.04)	0.86 (0.03)	0.88 (0.05)	0.85 (0.03)	0.83 (0.04)	0.90 (0.02)	0.82 (0.05)	0.78 (0.04)	0.87 (0.03)	0.79 (0.03)	0.81 (0.03)	0.85 (0.04)

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์ผงแห้งวันวานทางจะ ใช้ผสมแลคโตสที่ตั้งทิ้งไว้เป็นระยะเวลาต่าง ๆ

ปริมาณโปรตีน (ug/ml)												
ผลิตภัณฑ์ที่เตรียมใหม่	ผลิตภัณฑ์เก็บไว้ 1 เดือน			ผลิตภัณฑ์เก็บไว้ 2 เดือน			ผลิตภัณฑ์เก็บไว้ 3 เดือน			ผลิตภัณฑ์เก็บไว้ 4 เดือน		
	ที่มีแสง	ที่มืด	ที่เย็น	ที่มีแสง	ที่มืด	ที่เย็น	ที่มีแสง	ที่มืด	ที่เย็น	ที่มีแสง	ที่มืด	ที่เย็น
0.469 (0.019)	0.468 (0.012)	0.480 (0.015)	0.464 (0.010)	0.470 (0.021)	0.466 (0.025)	0.443 (0.012)	0.439 (0.027)	0.456 (0.024)	0.445 (0.015)	0.445 (0.012)	0.443 (0.011)	0.465 (0.013)

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ผงแห้งว่านหางจระเข้ผสมแลคโตสที่ตั้งทิ้งไว้เป็นระยะเวลาต่างๆ

จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ (โคโลนี/กรัม)												
ผลิตภัณฑ์ที่เตรียมใหม่	ผลิตภัณฑ์เก็บไว้ 1 เดือน			ผลิตภัณฑ์เก็บไว้ 2 เดือน			ผลิตภัณฑ์เก็บไว้ 3 เดือน			ผลิตภัณฑ์เก็บไว้ 4 เดือน		
	ที่มีแสง	ที่มีด	ที่เย็น	ที่มีแสง	ที่มีด	ที่เย็น	ที่มีแสง	ที่มีด	ที่เย็น	ที่มีแสง	ที่มีด	ที่เย็น
100	100	150	100	250	100	150	100	100	100	150	150	100

สูตรตำรับ

Lactose	12	g.
Saccharin sodium 10% W/V	2	ml.
Anhydrous citric acid	0.5	g.
Flavor q.s.		
Color q.s.		
Aloe juice q.s.	100	ml.
pH adjusted to 4-5.5 (Citrate buffer)		

## บทที่ 6

### สรุปผลและข้อ เสนอแนะ

การวิจัยเรื่องนี้ทำให้สามารถเตรียมผลิตภัณฑ์ผงแห้งสำเร็จรูปสำหรับรับประทานจากวุ้นวุ้นหางจระเข้ซึ่งมีลักษณะเป็นผงวุ้น สามารถละลายน้ำรับประทานได้ทันที ผลิตภัณฑ์รูปแบบนี้มีข้อดีกว่ารูปของเหลว คือมีปริมาตรและน้ำหนักน้อยกว่า ทำให้การพกพาหรือการขนส่งสะดวกยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ผลิตภัณฑ์ผงแห้งที่ยังไม่ได้ผ่านการแต่งสี กลิ่น รส ยังอาจใช้เป็นวัตถุดิบในการเตรียมผลิตภัณฑ์รูปแบบอื่นทั้งทางยาและเครื่องสำอาง เช่น แคปซูล ยาเม็ด ครีม เป็นต้น

การผสมสารเจือจางบางชนิดลงในน้ำวุ้นวุ้นหางจระเข้ก่อนการแช่แข็งนั้นจะแก้ปัญหาระหว่างการดูดความชื้นของผงวุ้นวุ้นหางจระเข้ ซึ่งเป็นสาเหตุให้ผงวุ้นเหนียว จับเป็นก้อนง่ายและคงตัวได้นาน<sup>(1)</sup> สารเจือจางที่เหมาะสมคือ Anhydrous Lactose จำนวน 12% w/v ในน้ำวุ้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นผงวุ้นเคลื่อนตัวได้ดีพอสมควร ทำให้การชั่งหรือถ่ายเทสารทำได้สะดวกขึ้น นอกจากนี้ ยังสามารถเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในภาชนะปิดสนิทที่มีอุณหภูมิห้องปกติ หรือในตู้เย็นได้นาน 4 เดือน โดยที่คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีไม่เปลี่ยนแปลง ส่วนผลิตภัณฑ์ที่แห้งไว้ที่มีแสงนั้นสามารถเก็บไว้ได้ไม่เกิน 3 เดือน เนื่องจากสีจะเข้มขึ้นและการละลายจะลดลงแม้ว่าคุณสมบัติทางเคมียังไม่เปลี่ยนแปลงก็ตาม แสดงว่าแสงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ ส่วนผลของอุณหภูมิยังไม่เห็นข้อแตกต่างภายในระยะเวลาที่ทดลอง ผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีอายุการเก็บรักษานานกว่าวุ้นในรูปแบบผงแห้งที่ไม่ได้ผสมสารเจือจาง ซึ่งสามารถเก็บได้นาน 1 เดือนที่อุณหภูมิห้องเท่านั้น<sup>(1)</sup>

อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์ที่ได้นี้แม้จะมีลักษณะวุ้น แต่ยังสามารถดูดความชื้นได้บ้าง ทำให้การไหลของผลิตภัณฑ์ยังไม่ดีนัก ถ้าจะนำไปประยุกต์ใช้ทางอุตสาหกรรมเช่น แคปซูล ยาเม็ด ควรทดลองหาชนิดและปริมาณสารช่วยไหลที่เหมาะสมก่อน และเนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่เตรียมได้ในการวิจัยครั้งนี้ ยังไม่มีการเติมสารถนอม สารต้านออกซิเดชัน หรือ Chelating agent ซึ่งอาจเพิ่มอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ให้มากขึ้น จึงควรจะมีการศึกษาผลของปัจจัยเหล่านี้ต่อไป

## บรรณานุกรม

1. จุฑามาศ สุขบรรเทิง อรุณพร อัฐรัตน์ (2534), "การศึกษาความคงตัวของวุ้นว่านหางจระเข้ ในรูปผงแห้งเปรียบเทียบกับวุ้นสด", วารสารสงขลานครินทร์ 13(3-4), 165-172
2. นันทวัน บุญยะประภัสร์, (2532), "การศึกษาทางด้านเคมีและการเพาะปลูกว่านหางจระเข้", เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง "การวิจัยสมุนไพรว่านหางจระเข้", องค์การเภสัชกรรม
3. ทศนีย์ เมฆอริยะ, (2535) "ว่านหางจระเข้ ต้ารับแพทย์จีน", บริษัทนานมีจำกัด, กรุงเทพฯ
4. ศูนย์ข้อมูลสมุนไพรคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, (2531), "ก้าวไปกับสมุนไพร เล่ม 1", ชมรมผลการพิมพ์, กรุงเทพฯ
5. โครงการสมุนไพรเพื่อการพึ่งตนเอง, (2534), "คู่มือว่านหางจระเข้ สมุนไพรมหัศจรรย์จากธรรมชาติ", บริษัท เอคิสันเพรส โปรดักส์ จำกัด, กรุงเทพฯ
6. Morsy, E.M. (1980), "The Final Technical Report on Aloe Vera, Stabilization and Processing for Cosmetics, Beverage and Food Industries", United Aloe Technologist Association Inc., Arizona
7. Grindlay, D., Reynolds, T., (1986), "The Aloe Vera Phenomena : A Review of the Properties and Modern Uses of the Leaf Parenchyma Gel", J.of Ethnopharmacology, 16, p.117-151
8. วิชา รวีไพบูลย์, (2532), "การใช้ว่านหางจระเข้รักษาแผลในโรงพยาบาลบางกระทู้" เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง "การวิจัยสมุนไพรว่านหางจระเข้", ณ องค์การเภสัชกรรม
9. Bhangnada, K., et al, (1987), "The use of Jelaloe as a Wound Dressing by a Comparison Between Jelaloe and Povidone Iodine on the Effect of Wound Healing", Department of Surgery, Faculty of Medicine, Siriraj Hospital, Mahidol University, Bangkok, Thailand
10. มุกดาวรรณ สายสุข, (2535), "ว่านหางจระเข้", เอกสารการประชุมวิชาการเรื่อง "การพัฒนาเภสัชภัณฑ์จากสมุนไพร : ยาภายนอก", คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
11. ประนอม โพธิยานนท์, เกษร จันทร์ศิริ, สัตตาวลัย บุญรัตนกรกิจ, (2532), "การศึกษาความคงตัวของเจลจากว่านหางจระเข้ในประเทศไทยและยาเตรียมขี้ผึ้ง, วิทยานิพนธ์, คณะเภสัชศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
12. Martin, A., Swarbrick, J. and Cammarata, A., (1983), "Physical Pharmacy", Lea & Febiger, Philadelphia



13. Dubois, M., Gills, K.A., Halminton, J.K., Rebers, P.A. and Smith, F., (1956), "Colorimetric Method for Determination of Sugar and Related Substances", Anal. Chem., 28,350-356
14. Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. and Rondall, R.J., (1951), "Protein Measurement with Folin-Phenol Reagent", J.Biol.Chem., 193, 265-275
15. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.335 เล่ม 1-2523 "มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีวิเคราะห์อาหารทางจุลชีววิทยา", กระทรวงอุตสาหกรรม , กรุงเทพฯ
16. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.919-2532 " มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผลไม้แห้ง " ,กระทรวงอุตสาหกรรม , กรุงเทพฯ

-----

## ภาคผนวก

### การเตรียมน้ำยา

#### 1) 5% กรดไตรคลอโรแอสिटิก

ละลายกรดไตรคลอโรแอสिटิก 5 กรัม ในน้ำ 100 มิลลิลิตร

#### 2) 5% ฟีนอล

ละลายฟีนอล 5 กรัม ในน้ำ 100 มิลลิลิตร

#### 3) สารละลายอัลคาไลน์คอปเปอร์ซัลเฟต

สารละลายอัลคาไลน์คอปเปอร์ซัลเฟต ประกอบด้วย

A: 2% โซเดียมคาร์บอเนต ใน 0.1 โมลาร์ โซเดียมไฮดรอกไซด์

B: 1% คอปเปอร์ซัลเฟต

C: 2% โซเดียมโบรไมด์เซียมทาร์เตรต

ผสม A:B:C ในอัตราส่วน 100:1:1

#### 4) น้ำเปปโตน

ประกอบด้วยเปปโตน 0.1 กรัม ในน้ำ 100 กรัม

#### 5) บัฟเฟอร์ pH 5

ไตรโซเดียมซิเตรต 0.1 โมลาร์ เตรียมจาก

ซิเตริกแอซิด ( $C_6H_8O_7 + 1 H_2O$ ) 21.01 กรัม ละลายในโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 นอร์มัล 200 มิลลิลิตร