

การผลิตผงเลือดจระเข้ น้ำจืดโดยวิธีการอบแห้งแบบแช่แข็งสุญญากาศ

A Production of Crocodylus Blood Powder by Vacuum Freeze Dryer Method

ปรัตถกร เหมะรัตน์ วสันต์ เจริญสุวรรณ วิรุณ โมณะตระกูล* ชลดา ยอดยิ่ง

รังสรรค์ พงษ์พัฒน์อำไพ และ สราวุฒิ ดาแก้ว

Parattakorn Hemarat, Wasan Theansuwan, Wiroon Monatrakul*, Chonlada Yodying,

Rungsun Phongphattanaampai and Sarawut dakeaw

สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 44000

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 44150

Program in Agricultural Machinery Technology, Faculty of Agricultural Technology,

Rajabhat Maha Sarakham University, 44000

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, 44150

Received: 7 มิ.ย. 59

Accepted: 25 มิ.ย. 59

บทคัดย่อ

การศึกษากระบวนการผลิตผงเลือดจระเข้ น้ำจืดด้วยวิธีการอบแห้งแบบแช่แข็งสุญญากาศ (Vacuum Freeze Dryer Method) โดยใช้เครื่องอบแห้งแบบแช่แข็งสุญญากาศผลิตแบบต่อเนื่อง ที่ผลิตขึ้นซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ประกอบด้วย ห้องอบแห้ง ชุดสร้างสภาวะแช่แข็ง ชุดสร้างสภาวะสุญญากาศ และชุดสร้างความร้อน ในส่วนของห้องอบแห้งจะมีถาดสเตนเลสใช้สำหรับบรรจุผลิตภัณฑ์ ขนาด 250x400x20 มม. จำนวน 6 ถาด ชุดสร้างสภาวะแช่แข็ง ประกอบด้วยคอมเพรสเซอร์ขนาด 1 ตัน คอยล์เครื่องระเหย เครื่องควบแน่น และวาล์วระเหยสารทำความเย็นชุดสร้างสภาวะสุญญากาศจะประกอบด้วยปั๊มสุญญากาศ ที่สามารถสร้างสุญญากาศได้ถึง 5×10^{-4} torr และชุดสร้างสภาวะความร้อนประกอบด้วยแผ่นความร้อนขนาด 2.5 kW จำนวน 4 แผ่น เงื่อนไขการทดสอบประกอบด้วย อุณหภูมิเริ่มต้นในการแช่แข็งเลือดจระเข้ น้ำจืด โดยแยกการแช่แข็งระหว่างฮีโมโกลบินและพลาสมาออกจากกันที่อุณหภูมิเริ่มต้น 25°C และเริ่มต้นการอบแห้งโดยแยกผลิตภัณฑ์ตามระดับอุณหภูมิที่ต้องการศึกษาที่ -20 , -25 และ -30°C ตามลำดับ และเพิ่มอุณหภูมิแก่ผลิตภัณฑ์อย่างช้าๆ จนกระทั่งอุณหภูมิผลิตภัณฑ์อยู่ที่ 30°C ในทุกกรณีศึกษา

จากการศึกษา พบว่า สภาวะที่เหมาะสมของการอบแห้งแบบแช่แข็งสุญญากาศที่มีผลในการผลิตผงเลือดจะใช้น้ำจืด อยู่ที่สภาวะอุณหภูมิที่ -20°C โดยใช้เวลา 1,080 นาที สำหรับฮีโมโกลบิน และ 810 นาที สำหรับพลาสมาโดยคุณสมบัติของเลือดจะใช้น้ำจืดที่ผ่านการอบแห้งทั้งฮีโมโกลบินและพลาสมามีคุณสมบัติคล้ายคลึงกันในด้านเคมีกับกระบวนการอบแห้งโดยทั่วไปคือ ความ-บริสุทธิ์ น้ำหนักโมเลกุล ความสามารถในการต้านเชื้อแบคทีเรีย ความเป็นพิษต่อเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสามารถในการต้านอนุมูล-อิสระ และความไม่มีฤทธิ์เป็นพิษทางชีวภาพ แต่ในคุณลักษณะทางกายภาพมีความแตกต่างกันในด้านสี และรูปร่างขนาดของผลึก ดังนั้นกระบวนการผลิตผงเลือดจะใช้น้ำจืดด้วยวิธีการแบบแช่แข็งสุญญากาศ สามารถรักษาคุณภาพของผงเลือดจะใช้น้ำจืดเป็นไปตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมถึงผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตและคุณภาพในระยะยาวเพื่อให้เกิดความมั่นใจมากยิ่งขึ้นสำหรับการลงทุนและบทบาทการเป็นทางเลือกอาหารเสริมชนิดใหม่ในโอกาสต่อไป

คำสำคัญ: ผงเลือดจะใช้น้ำจืด อบแห้งแบบแช่แข็งสุญญากาศ ฮีโมโกลบิน และ พลาสมา

Abstract

An experimental dryer was developed to determine the characteristics of crocodile blood powder that product from vacuum freeze-drying processes on continuous production. The equipment was consisted of 4 main parts; drying chamber, freezing process, vacuum process and heating process. Drying chamber consists of 6 rectangular stainless steel trays with 250x400x20 mm; freezing process consists of compressor with 1 tons, evaporator unit, condensing unit and expansion valve unit; vacuum process consist of vacuum pump with the capacity of 5×10^{-4} torr and heating process with 4 sets of 2.5 kW heating plate. The experimental process consists of two process, freezing process (the air blast freezer type) and freeze-drying process (tray method with heating plate type). The temperature of the crocodile blood were measured from 25°C until it reached to 30°C for the three type case studies of freezing temperature were -20 , -25 and -30°C and were continuously recorded during each test.

The result was found that this experimental dryer can produce crocodile blood powder two process, freezing and freeze-drying process by separation hemoglobin and plasma showed that the freezing temperature was approximately about -20°C with and the freezing-drying time was approximately about 1,080 min for hemoglobin and 810 min for plasma. The chemical analysis of crocodile blood powder was found that; anti-bacteria condition, anti - oxidant, free radical, peptine toxication and the physical analysis of color, crystallized were good. While the color were tend to red and crystallized were bigger when compared with another produce crocodile blood powder

solution. The experimental dryer on continuous production can efficiently achieve the sensible result. However, more research is required to study the effects of the production costs, a long time period of properties, for make sure that this method was capable of being use for manufacturing scale an alternative nutrient food in the future.

Keywords: Crocodile blood powder, Vacuum freeze-drying processes, Hemoglobin and Plasma

*ติดต่อ: E-mail: wiroonnnn@gmail.com โทร. 094-0548321

1. บทนำ

จระเข้ น้ำจืด (ภาพที่ 1) ในประเทศไทยถือว่าเป็นสัตว์เศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งที่กำลังได้รับความนิยมเลี้ยงกันในปัจจุบัน เนื่องจากจระเข้ น้ำจืดเป็นสัตว์ที่ไม่ต้องดูแลเอาใจใส่มาก ใช้พื้นที่ในการเลี้ยงบริเวณน้อย ที่สำคัญสามารถใช้ประโยชน์จากชิ้นส่วนร่างกายได้เกือบทุกส่วน เช่น หนังสามารถนำมาแปรรูปเป็นกระเป๋าและเครื่องหนังต่างๆ ส่วนเนื้อจระเข้สามารถนำมาประกอบอาหารซึ่งกำลังได้รับความนิยมทั้งภายในและต่างประเทศและในปัจจุบันพบว่า ซีโรงและกระดูกสันหลังของจระเข้สามารถนำมาสกัดเป็นซูปลสกัดจากซีโรงและกระดูกสันหลังจระเข้ได้ ทั้งนี้ยังมีส่วนประกอบของจระเข้ที่สำคัญและกำลังเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค นั่นคือ น้ำเลือด ในปัจจุบันมีงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศได้ศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับประโยชน์ของเลือดจระเข้ น้ำจืดซึ่งสามารถรับประทานเพื่อบำรุงร่างกาย เช่น ช่วยเสริมธาตุเหล็กในผู้ป่วยโรคโลหิตจาง เสริมสร้างภูมิคุ้มกันในร่างกาย และโรคอื่นๆ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อผู้บริโภค [1]

จากงานวิจัยของ Siruntawineti [3] รายงานว่า สาร ไอจีเอฟ-วัน (IGF-1) เป็นสารคล้ายกับอินซูลินพบได้ในน้ำเลือดและของเหลวต่างๆ ในร่างกาย จระเข้มีคุณสมบัติสามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดและจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเลือดจระเข้เป็น



ภาพที่ 1 จระเข้ น้ำจืด [2]

เป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพของผู้ป่วยโรคเบาหวานต่อไปได้ ปัจจุบันมีเลือดจระเข้ที่ถูกแปรรูปเป็นผงและบรรจุแคปซูล [4] จำหน่ายตามท้องตลาด ทั้งแหล่งผลิตที่มีกระบวนการผลิตที่ได้มาตรฐานทุกขั้นตอนหรือแหล่งผลิตที่ไม่ได้รับการรับรองในเรื่องของการคัดเลือกเลือดจระเข้ ขั้นตอนการเก็บเลือดและกระบวนการแปรรูปเลือดจระเข้ให้เป็นผง ซึ่งนอกจากเรื่องความสะดวก ปลอดภัยที่ผู้บริโภคจำเป็นต้องคำนึงถึงแล้วยังต้องทราบถึงคุณสมบัติของเลือดจระเข้แห้งที่ดีที่ยังคงคุณค่าและสารอาหารต่างๆ การแปรรูปเลือดจระเข้ให้เป็นผงเพื่อบรรจุแคปซูลนั้น จำเป็นต้องมีกระบวนการแปรรูปที่เหมาะสม เพื่อให้คุณค่าหรือสารอาหารในเลือดจระเข้อยู่ครบถ้วน ดังตารางที่ 1

เปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นไอโดยไม่ผ่านสถานะของเหลว หรือเกิดการระเหิดสาร เรียกกระบวนการนี้ว่า การระเหิดกระทำภายใต้ความดัน



ภาพที่ 2 แคปซูลเล็ดจระเข้ [4]

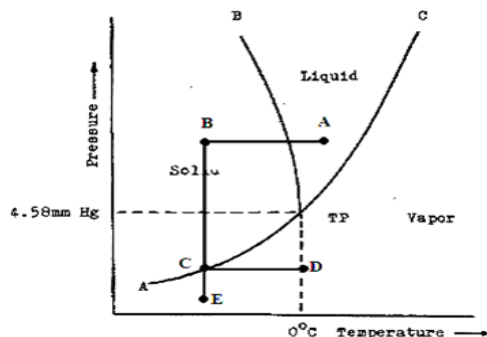
ตารางที่ 1 ส่วนประกอบที่สำคัญในผงแคปซูล
เล็ดจระเข้ [4]

สารอาหาร	ปริมาณ	หน่วย
โปรตีน	83.1	%
เกลือแร่และธาตุต่างๆ		
เหล็ก	164	มก./100ก.
แคลเซียม	90	มก./100ก.
โซเดียม	22.5	มก./100ก.
ฟอสฟอรัส	1,458	มก./100ก.
แมกนีเซียม	574	มก./100ก.
วิตามิน		
วิตามิน เอ	10.61	มคก./100 ก.
วิตามิน บี1	0.17	มก./100ก.
วิตามิน บี2	0.23	มก./100ก.
วิตามิน บี6	0.22	มก./100ก.
วิตามิน บี12	0.20	มคก./100 ก.

และอุณหภูมิต่ำ โดยการนำวัตถุดิบที่ผ่านการแช่เย็นจนแข็งมากระเหิดน้ำออกภายใต้สภาวะสุญญากาศจนกระทั่งแห้ง กระบวนการนี้มีข้อดีคือผลิตภัณฑ์ได้รับความเสียหายที่เกิดจากการทำแห้งน้อยที่สุดเนื่องจากกระทำที่อุณหภูมิต่ำ สามารถคืนรูปได้ง่าย จึงทำให้หลีกเลี่ยงการเปลี่ยนแปลงสภาพทางเคมีและชีวภาพได้ [5]

จากภาพที่ 3 สามารถอธิบายกระบวนการอบแห้งนี้ได้ เริ่มจากผลิตภัณฑ์อยู่ในสถานะของเหลวที่สภาวะความดันบรรยากาศที่จุด A ลด

อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ลงจนผลิตภัณฑ์เปลี่ยนสถานะเป็นของแข็งในสภาวะความดันเดียวกันที่จุด B ช่วงนี้เรียกว่า กระบวนการแช่แข็ง (Freezing Process)



ภาพที่ 3 กระบวนการอบแห้งแบบแช่แข็งบน
Phase Diagram ของน้ำ [5]

หลังจากนั้นลดความดันลงจนกระทั่งความดันต่ำกว่า 4.58 mmHg ซึ่งเป็นความดันจุด Triple Point (TP) ของน้ำที่จุด C การระเหิดจะเริ่มเกิดขึ้นที่จุดนี้ สามารถทำได้ 2 วิธี วิธีแรกคือ การเพิ่มอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ให้สูงขึ้นโดยควบคุมความดันให้คงที่หรือไม่ให้เกินความดันที่จุด Triple Point ของน้ำที่จุด D ส่วนอีกวิธีหนึ่งคือ การลดความดันลงให้มากที่สุดโดยควบคุมอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ที่จุด E หรือใช้ทั้งสองวิธีคือ ทั้งเพิ่มอุณหภูมิและลดความดันให้การระเหิดเกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างของความดันไอ (Vapor Pressure) หรืออุณหภูมิ (Temperature) ของสองแหล่งโดยความแตกต่างของความดันไอหรืออุณหภูมิที่มากขึ้นจะทำให้อัตราในการระเหิดจะเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย การออกแบบความแตกต่างของสองแหล่งนี้ไม่ควรน้อยกว่า 20°C การระเหิดสูงสุดเกิดขึ้นเมื่อการทำให้อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์มีค่าสูงที่สุดโดยที่ไม่ทำ

ให้เกิดการหลอมละลาย (Melting) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ของความดันไอกับอุณหภูมิ [5]

°C	mmHg	°C	mmHg
100	760	-10	1.95
50	92.51	-20	0.78
10	9.21	-30	0.29
0	4.58	-40	0.097

เทคโนโลยีการอบแห้งแบบแช่แข็งสุญญากาศถูกใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อาหาร ผัก ผลไม้ เวชภัณฑ์ยา และเครื่องสำอาง เป็นต้น การอบแห้งแบบแช่แข็งสุญญากาศนั้นในประเทศไทยถือว่าเป็นวิธีการอบแห้งขั้นสูงเพราะการอบแห้งมีค่าใช้จ่ายสูงและอุปกรณ์บางส่วน จะต้องนำเข้าจากต่างประเทศ [6] ดังนั้น ในการออกแบบเครื่องอบแห้งแบบแช่แข็งสุญญากาศจึงต้องคำนึงถึงประโยชน์การใช้งานในการสร้างเครื่องอายุการใช้งาน และต้นทุนในการสร้างเครื่องเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพเศรษฐกิจ ซึ่งเป็นต้นทุนที่สูงมาก [7] งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการอบแห้งแบบแช่แข็งสุญญากาศด้วยเครื่องอบแห้งแบบแช่แข็งสุญญากาศที่มีอยู่แล้ว ให้สามารถผลิตผงเลือดจระเข้ น้ำจืดอบแห้งได้ เพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันของอุตสาหกรรมประเภทยาได้ในลำดับต่อไป

2. ขั้นตอนการทดลอง

3.1 ทดลองการอบแห้งเลือดจระเข้ น้ำจืดโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบแช่แข็งสุญญากาศ ซึ่งในการ

ศึกษา นี้ เป็นเครื่องอบแห้งแบบระดับห้องปฏิบัติการที่มีการสร้างขึ้นมาแล้วลักษณะและรายละเอียดของเครื่องอบแห้งแบบแช่แข็งสุญญากาศดังภาพที่ 5 และ 6 ซึ่งมีอุปกรณ์หลักประกอบด้วย

3.1.1 ห้องอบแห้ง (Drying Chamber) เป็นรูปทรงกระบอก ขนาดพื้นที่หน้าตัดxความยาวเท่ากับ 50x120 ซม. ซึ่งทำจากสแตนเลส AISI304

3.1.2 อุปกรณ์แช่แข็ง (Freezer) ใช้เครื่องทำความเย็นเป็นตัวสร้างความเย็นแช่แข็งผลิตภัณฑ์ซึ่งใช้ต้นกำลังงานจากมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3 เฟส โดยสามารถผลิตความเย็นได้ -30, -40 และ -50 °C และสามารถใช้อสารทำความเย็นชนิด R 134a และ R 404a

3.1.3 อุปกรณ์ทำสุญญากาศใช้ Vacuum pumpยี่ห้อ Edwards รุ่น RV. 3 ความสามารถในการดูดอากาศในอัตรา 350 ลิตร/นาที่ มี Maximum water vapor inlet pressure 80 mbar/ 60 Torr

3.1.4 อุปกรณ์ให้ความร้อน ใช้แผ่นความร้อน ขนาด 2.5 kW จำนวน 4 แผ่น

3.1.5 อุปกรณ์ระบายความร้อนของเครื่องควบแน่นชุดทำความเย็น ใช้การระบายความร้อนด้วยน้ำโดยใช้ปั๊มน้ำเป็นตัวขับน้ำไหลเวียนในระบบ

3.2 ทำการอบแห้งเลือดจระเข้ น้ำจืดโดยแยกองค์ประกอบของน้ำเลือดจระเข้ น้ำจืดในส่วนของฮีโมโกลบินและพลาสมาออกจากกันเพื่อศึกษาการอบแห้ง อุณหภูมิในการอบแห้งแบบแช่แข็งสุญญากาศของเลือดจระเข้มี 3 กรณีการศึกษาโดยเริ่มต้นที่ -20, -25 และ -30 °C ที่ผิวของน้ำเลือดจระเข้ และอุณหภูมิสุดท้ายหลังจากการอบแห้ง

ของเลือดจะแช่คือ 30°C ทุกกรณีศึกษาในขั้นตอนการทดลองใช้ผลิตภัณฑ์จำนวน 3 ลิตร/การทดลอง 1 ครั้ง โดยขั้นตอนในการเตรียมวัตถุดิบ มีดังนี้

3.2.1 คัดเลือกจะแช่ที่มีสุขภาพดีแข็งแรง จากฟาร์มเพาะเลี้ยงที่ได้รับการอนุญาตจาก กรมประมง อายุอย่างน้อย 3 ปี ขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 1.50 ม.

3.2.2 เจาะเก็บเลือดจะแช่ปริมาณมาก ทำความสะอาดบริเวณที่เจาะด้วยแอลกอฮอล์ 70% เจาะเก็บเลือดโดยใช้อุปกรณ์และภาชนะที่ผ่านขั้นตอนการฆ่าเชื้อโรค และภาชนะเก็บเลือดมีลักษณะปิด เพื่อให้ได้เลือดปริมาณมากที่สะอาดปราศจากการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย (ภาพที่ 7)

3.2.3 นำเลือดจะแช่ที่ได้มาฆ่าเชื้อด้วยวิธีพาสเจอร์ไรส์ที่ 60°C ใช้เวลา 30 นาที

3.2.4 แยกองค์ประกอบของเลือดจะแช่ โดยแยกฮีโมโกลบินและพลาสมาออกจากกันเพื่อทำการแยกอบแห้ง (ภาพที่ 8)

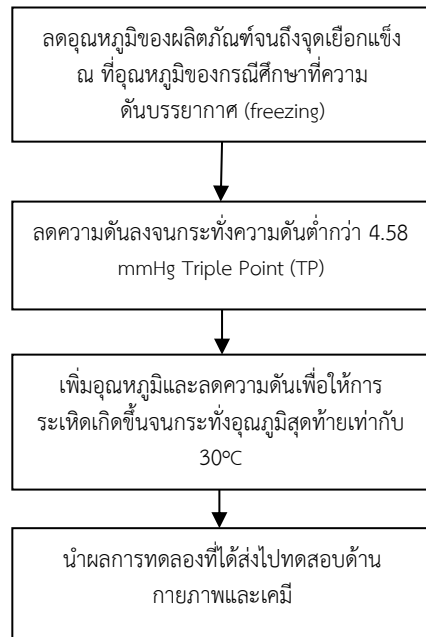
3.2.5 นำเลือดจะแช่มาอบแห้งอบแห้งแบบแช่แข็งสุญญากาศ (ภาพที่ 9 และ 10)

3.3 ทดสอบคุณสมบัติเลือดจะแช่อบแห้งทางด้านกายภาพและเคมี

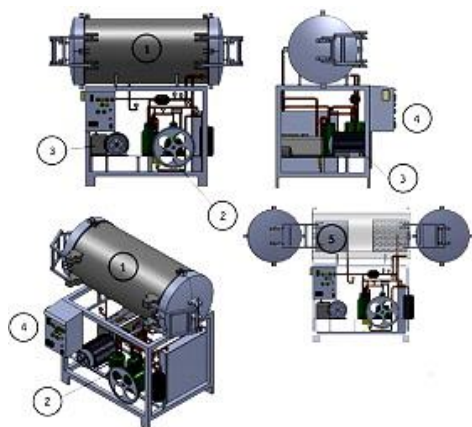
3.4 สรุปสภาวะที่เหมาะสมในการผลิต



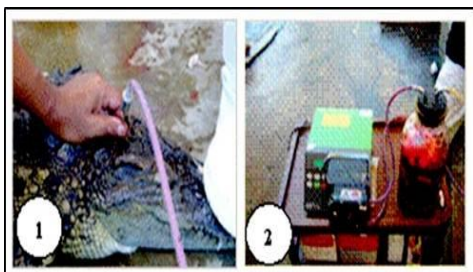
ภาพที่ 5 เครื่องอบแห้งแบบแช่แข็งสุญญากาศ



ภาพที่ 4 ลำดับขั้นตอนการทดลอง



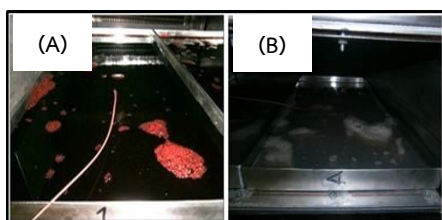
ภาพที่ 6 ส่วนประกอบเครื่องอบแห้งแบบแช่แข็งสุญญากาศ 1. ห้องอบแห้ง (Dry chamber) 2. ระบบทำความเย็น (Refrigeration system) 3. ระบบสุญญากาศ (Vacuum system) 4. ชุดควบคุมไฟฟ้า (Controller) 5. ชั้นวางถาดพร้อมชุดทำความร้อน (Shelf with heater)



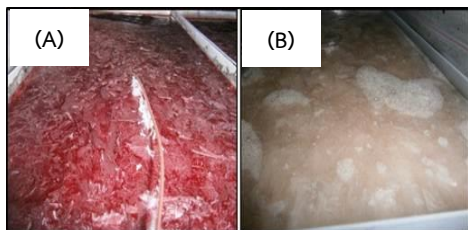
(A)

(B)

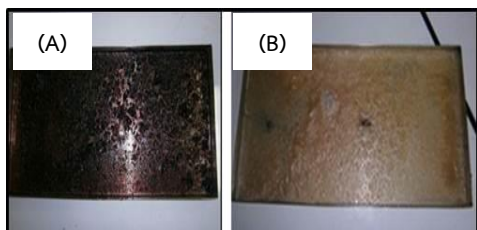
ภาพที่ 7 การเจาะเลือดและเก็บรักษาเลือด
จะใช้น้ำจืด



ภาพที่ 8 การเตรียมอีโมโกลบิน (A) และ
พลาสมา (B)



ภาพที่ 9 การลดอุณหภูมิอีโมโกลบิน (A) และ
พลาสมา (B)

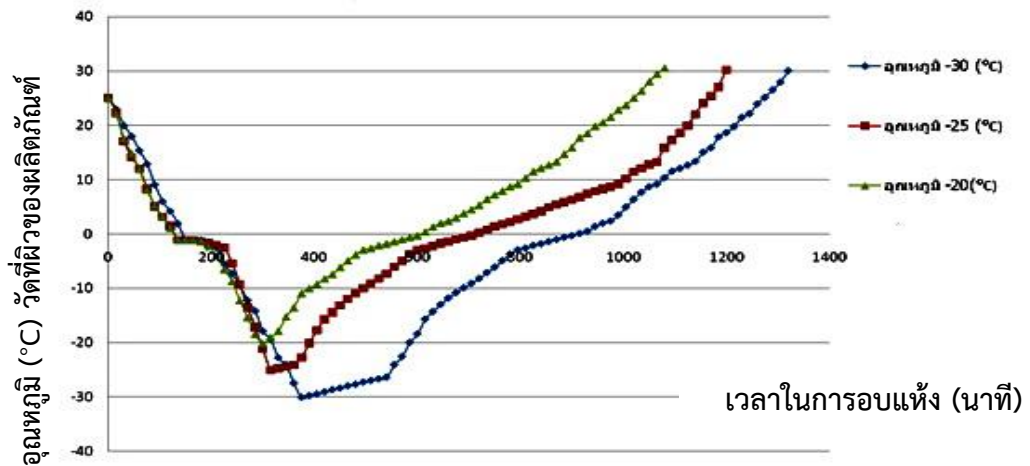


ภาพที่ 10 อีโมโกลบิน (A) และพลาสมา (B)
หลังการอบแห้ง

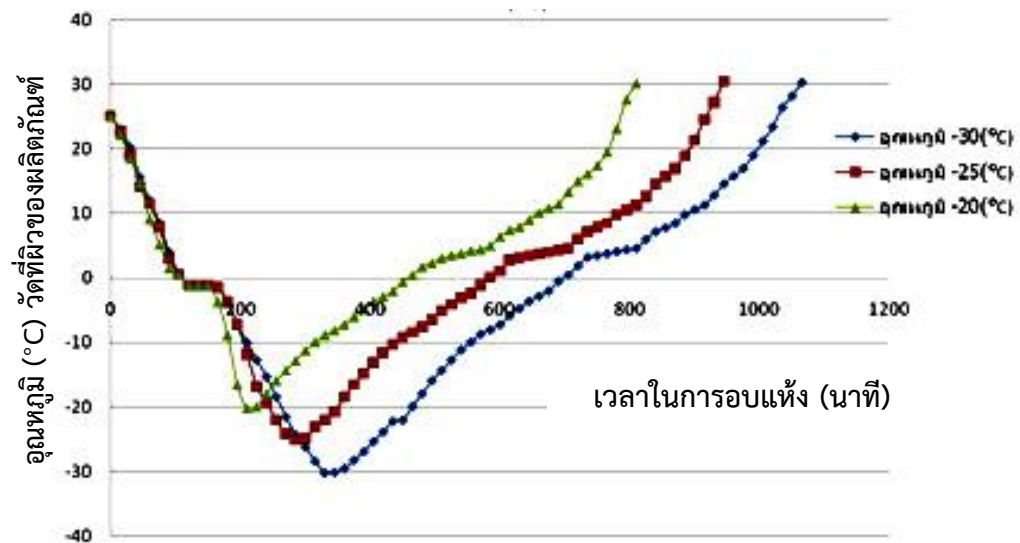
4. ผลการทดลอง

4.1 กระบวนการอบแห้ง

จากการทดลองอบแห้งแบบแช่แข็ง
สุญญากาศเลือดจะใช้ในส่วนของอีโมโกลบินจาก
กรณีศึกษา ณ อุณหภูมิที่ -20, -25 และ -30 °C
พบว่า ช่วงของการอบแห้งในขั้นตอนการลด
อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์จากอุณหภูมิเริ่มต้น 25 °C
ลงที่อุณหภูมิ -20 °C ใช้เวลา 300 นาที อุณหภูมิ -
25 °C ใช้เวลา 315 นาที อุณหภูมิ -30 °C ใช้เวลา
375 นาที และขั้นตอนการอบแห้งจากอุณหภูมิแช่
แข็งจนกระทั่งสู่อุณหภูมิสุดท้าย 30 °C ในทุก
กรณีศึกษาพบว่า ที่ผลิตภัณฑ์อุณหภูมิเริ่มต้น -
20 °C ใช้เวลา 780 นาที ที่อุณหภูมิเริ่มต้น -25 °C ใช้
เวลา 885 นาที และที่อุณหภูมิเริ่มต้น -30 °C ใช้
เวลา 945 นาทีตามลำดับ (ภาพที่ 11) และจากการ
ทดลองอบแห้งแบบแช่แข็งสุญญากาศเลือดจะใช้
ในส่วนของพลาสมา ณ อุณหภูมิเริ่มต้นอบแห้ง
เช่นเดียวกันกับทุกกรณีศึกษาในส่วนของ
อีโมโกลบินพบว่า ช่วงของการอบแห้งในขั้นตอน
การลดอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์จากอุณหภูมิเริ่มต้น
25 °C ลดลงมาที่อุณหภูมิ -20 °C ใช้เวลา 210 นาที
อุณหภูมิ -25 °C ใช้เวลา 285 นาที อุณหภูมิ -30 °C
ใช้เวลา 330 นาที และขั้นตอนการอบแห้งจาก
อุณหภูมิแช่แข็งจนกระทั่งสู่อุณหภูมิสุดท้าย 30 °C
ในทุกกรณีศึกษาพบว่า ที่ผลิตภัณฑ์อุณหภูมิเริ่มต้น
-20 °C ใช้เวลา 600 นาที ที่อุณหภูมิเริ่มต้น -25 °C
ใช้เวลา 660 นาที และที่อุณหภูมิเริ่มต้น -30 °C ใช้
เวลา 735 นาทีตามลำดับ (ภาพที่ 12) และผลการ
ทดลองอบแห้งแบบแช่แข็งสุญญากาศใน
กรณีศึกษาดังแสดงในตารางที่ 3



ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงระหว่างอุณหภูมิและเวลาของการอบแห้งฮีโมโกลบินเลือดจะแช่น้ำจืด ที่อุณหภูมิ เริ่มต้นการอบแห้งแบบแช่แข็งสุญญากาศที่อุณหภูมิ -20, -25 และ -30°C



ภาพที่ 12 การเปลี่ยนแปลงระหว่างอุณหภูมิและเวลาของการอบแห้งพลาสมาเลือดจะแช่น้ำจืด ที่อุณหภูมิ เริ่มต้นการอบแห้ง แบบแช่แข็งสุญญากาศที่อุณหภูมิ -20, -25 และ -30°C

ตารางที่ 3 เวลาในการอบแห้งแบบแช่แข็งสุญญากาศของอีโมโกลบินและพลาสมา

กระบวนการ/ กรณีศึกษา (°C)	ขั้นตอนการลดอุณหภูมิ (นาทิจ)		ขั้นตอนการอบแห้ง (นาทิจ)		ขั้นตอนการอบแห้ง ทั้งหมด (นาทิจ)		สัดส่วนเวลา กระบวนการ ทั้งหมด
							อีโมโกลบิน
	อีโมโกลบิน	พลาสมา	อีโมโกลบิน	พลาสมา	อีโมโกลบิน	พลาสมา	กับพลาสมา (%)
-20	300	210	780	600	1080	810	133.3
-25	315	285	885	660	1200	945	126.9
-30	375	330	945	735	1320	1065	123.9

4.2. การตรวจสอบคุณภาพ

คุณภาพของเลือดจะเข้มข้นน้ำจืดที่อบแห้งด้วยวิธีการอบแห้งแบบแช่แข็งสุญญากาศ ซึ่งแยกองค์ประกอบของน้ำเลือดจะเข้มข้นน้ำจืดในส่วนของอีโมโกลบินและพลาสมาออกจากกันเพื่อศึกษาการอบแห้งโดยเป็นการทดสอบคุณภาพทางด้านเคมีและกายภาพเปรียบเทียบกับกระบวนการผลิตผงเลือดจะเข้มข้นน้ำจืดของเครื่องทำแห้งแบบแช่แข็ง

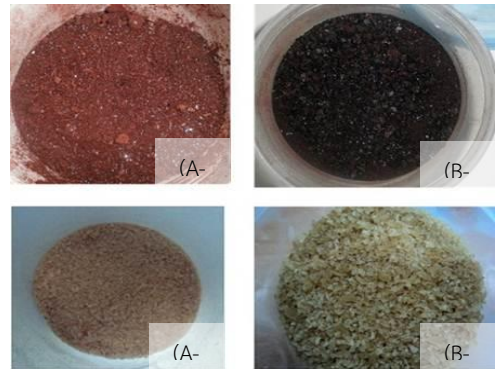
แบบขวดจากภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยในกระบวนการจะไม่มีทำให้ความร้อนในการทำแห้งและกระบวนการผลิตผงเลือดจะเข้มข้นน้ำจืดของเครื่องทำแห้งแบบแช่แข็งแบบถาด จะมีการให้ความร้อนในการทำแห้ง โดยผลการทดลองในทุกกรณีศึกษาได้แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอีโมโกลบินและพลาสมาที่ได้จากการอบแห้ง [8]

การทดสอบ	ผลการทดสอบ	
	เครื่องอบแห้งแบบแช่แข็งแบบ	เครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งแบบ
	ถาด	ขวด
ลักษณะของอีโมโกลบินที่ทำแห้งเสร็จ	สีแดงคล้ำ	สีแดง
ความบริสุทธิ์และน้ำหนักโมเลกุล	14 kDa และ 15 kDa	14 kDa และ 15 kDa
ความสามารถในการต้านเชื้อแบคทีเรีย	มีความสามารถในการทำลายหรือยับยั้งเชื้อ <i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633	มีความสามารถในการทำลายหรือยับยั้งเชื้อ <i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633
ความเป็นพิษของเปปไทด์ต่อเซลล์สิ่งมีชีวิต	ไม่เป็นพิษ	ไม่เป็นพิษ
ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ	มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ	มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ
ลักษณะผงอีโมโกลบิน	มีขนาดใหญ่	มีขนาดเล็ก
ลักษณะผงพลาสมา	มีขนาดใหญ่	มีขนาดเล็ก
ฤทธิ์ทางชีวภาพของพลาสมา	ไม่เป็นพิษ	ไม่เป็นพิษ

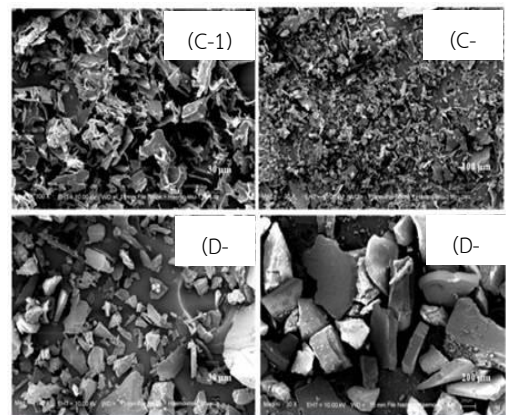
5. สรุปและวิจารณ์

ผลของการอบแห้งเลือดจะเข้มข้นจัดแบบแช่แข็งสุญญากาศในส่วนของฮีโมโกลบินและพลาสมาโดยวิธีการอบแห้งแบบลาดพบว่าระยะเวลาการอบแห้งโดยรวมของผลิตภัณฑ์ทั้งสองที่เหมาะสมอยู่ที่อุณหภูมิของกรณีตัวอย่างเริ่มต้นที่ -20°C และเวลาในการอบแห้งโดยเฉลี่ยทั้ง 3 ตัวอย่างกรณีศึกษาอยู่ที่ 1,200 นาที สำหรับฮีโมโกลบินและ 940 นาที สำหรับพลาสมา เนื่องจากคุณสมบัติของพลาสมาเบื้องต้นประกอบของน้ำน้อยกว่าฮีโมโกลบินจึงทำให้กระบวนการโดยรวมทั้งขั้นตอนการลดความชื้นและขั้นตอนการระเหยของน้ำในตัวผลิตภัณฑ์ใช้เวลาน้อยกว่าประมาณ 27.6% โดยระยะเวลาการอบแห้งระหว่างฮีโมโกลบินและพลาสมาของเลือดจะมีความแตกต่างกันทั้งในขั้นต้นของการลดอุณหภูมิและขั้นตอนการอบแห้ง โดยระยะเวลาของกระบวนการในส่วนพลาสมาใช้น้อยกว่าโดยเวลาในกระบวนการในส่วนของฮีโมโกลบินทุกตัวอย่างการทดสอบ ประมาณ 20-25% คุณสมบัติของเลือดจะเข้มข้นจัดที่ผ่านการอบแห้งโดยวิธีการแช่แข็งแบบลาดและแบบขูดซึ่งเป็นกระบวนการอบแห้งที่ใช้อ้างอิงเทียบเคียง โดยทั้งฮีโมโกลบินและพลาสมามีคุณสมบัติคล้ายคลึงกันในด้านเคมี คือ ความบริสุทธิ์ น้ำหนักโมเลกุล ความสามารถในการต้านเชื้อแบคทีเรีย ความเป็นพิษต่อเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและความไม่มีฤทธิ์เป็นพิษทางชีวภาพ [8] และมีความปลอดภัยตามมาตรฐานองค์การอาหารและยา (อย.) ซึ่งทดสอบโดยศูนย์วิจัยโปรตีนและโปรตีนอมิกส์เพื่อการพาณิชย์และอุตสาหกรรม[9]



ภาพที่ 13 ลักษณะของฮีโมโกลบิน (A-1) และ

พลาสมา (A-2) ที่ผ่านกระบวนการอบแห้งจากเครื่อง อบแห้งแบบขูด (มหาวิทยาลัยขอนแก่น) และ ลักษณะของฮีโมโกลบิน (B-1) และพลาสมา (B-2) ที่ผ่านกระบวนการอบแห้งจากเครื่องอบแห้งสุญญากาศของผู้วิจัย [8]



ภาพที่ 14 ลักษณะของผงฮีโมโกลบินที่ผ่านการ

อบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบขูด C-1 (30 μm) และ C-2 (100 μm) และเครื่องอบแห้งสุญญากาศของผู้วิจัย D-1 (30 μm) และ D-2 (100 μm) เมื่อมองผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน [8]

แต่ในคุณลักษณะทางกายภาพ มีความแตกต่างกัน ทั้งสีฮีโมโกลบินและพลาสมาซึ่งอาจเป็นปัจจัยต่อกระบวนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้รูปร่าง และ ขนาดของผลึก (ภาพที่ 13 และ 14) เนื่องจาก อุณหภูมิเริ่มต้นในการอบแห้งอาจส่งผลกระทบ ต่อโครงสร้างผลึกและลักษณะสีของฮีโมโกลบิน และพลาสมาซึ่งอาจเป็นปัจจัยต่อกระบวนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้ดำเนินการวิจัยขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยโปรตีน และโปรตีนโอมิคส์ เพื่อการพาณิชย์และอุตสาหกรรม ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนการวิจัยครั้งนี้ซึ่ง ได้ให้ความอนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการและทดสอบ คุณสมบัติของเลือดจะแช่อบแห้งด้วยเครื่องมือและ วิธีการที่ได้มาตรฐานและขอขอบคุณ บริษัท ศรีราชาโมด้า จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ส่วนของ ผลิตภัณฑ์เลือดจะแช่น้ำจืดเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] ปณณธร ภัทรสถาพรกุล. เทคโนโลยีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (ตอนที่ 1). วารสารสมาคมเครื่องทำความเย็นไทย Keep Kool 2547; 11: 20 – 22.
- [2] มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. แคปซูลเลือดจะแช่. [เข้าถึงเมื่อ 31 ตุลาคม 2554] เข้าถึงได้จาก : [http:// www.เลือดจะแช่.com](http://www.เลือดจะแช่.com)
- [3] วสันต์ เขียวสุวรรณ. การศึกษากรรมวิธีการผลิตมะนาวผงโดยการอบแห้งแบบแช่แข็ง สภาวะสุญญากาศ [วิทยานิพนธ์ปริญญา

ปรัชญา ศึกษบัณฑิต] ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น ; 2550

- [4] วิลาวรรณ ผดุงทิพ อรวรรณ สกุลเลิศผาสุก และ นริสา ลีละถาวรปัญญา. คู่มือการเพาะเลี้ยงสัตว์ป่า. กรุงเทพฯ : ศูนย์พัฒนาการจัดการสัตว์ป่าบึงฉวาก ; 2544.
- [5] สมปอง ธรรมศิริรักษ์. การศึกษากลไกการทำงานของสารออกฤทธิ์ด้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราจากเม็ดเลือดขาวจะแช่สายพันธุ์ไทย (*Crocodylus Siamensis*). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น ; 2552.
- [6] อนวัทย์ ภัคดีสุวรรณ. ศูนย์วิจัยโปรตีนและโปรตีนโอมิคส์เพื่อการพาณิชย์และอุตสาหกรรม. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น ; 2555.
- [7] Pakdeesuwana, A, Daduang, S, Thammasirirak, S.Characterization of Antimicrobial Peptide from Crocodile (*Crocodylus siamensis*). Khon Kaen : Khon Kaen University ; 2005.
- [8] Siruntawineti J, Chaeychomsri W, Ardom, S. Analysis of Insulin Like Growth Factor-I (GF-I) in Crocodile Serum for Development of Diabetes Mellitus Patient's functional food. Department of Zoology, Faculty of Science. Bangkok : Kasetsart University ; 2009.
- [9] Theansuwan W, Triratanasirichai K. Air Blast Freezing of Lime Juice: Effect of Processing Parameter. American journal of Applied Sciences 2008; 34 – 40.

