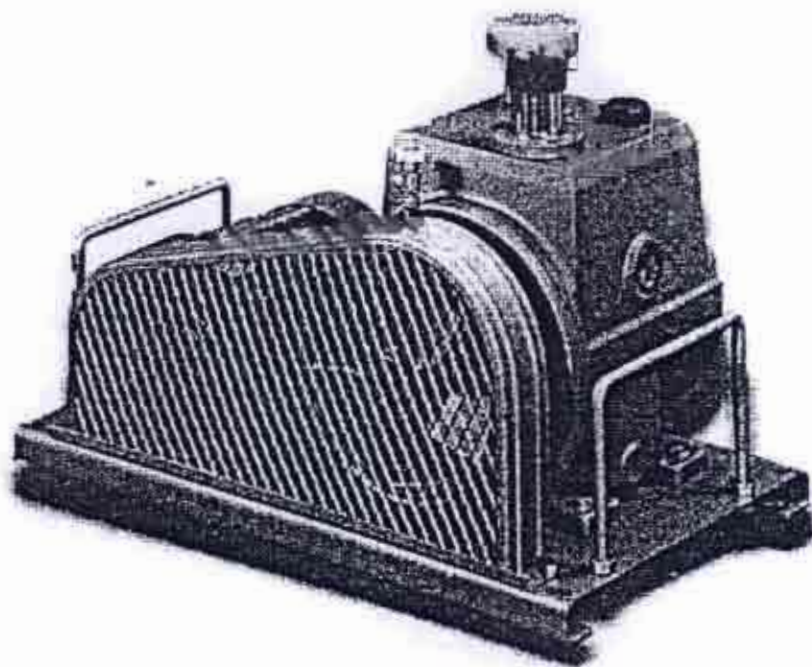
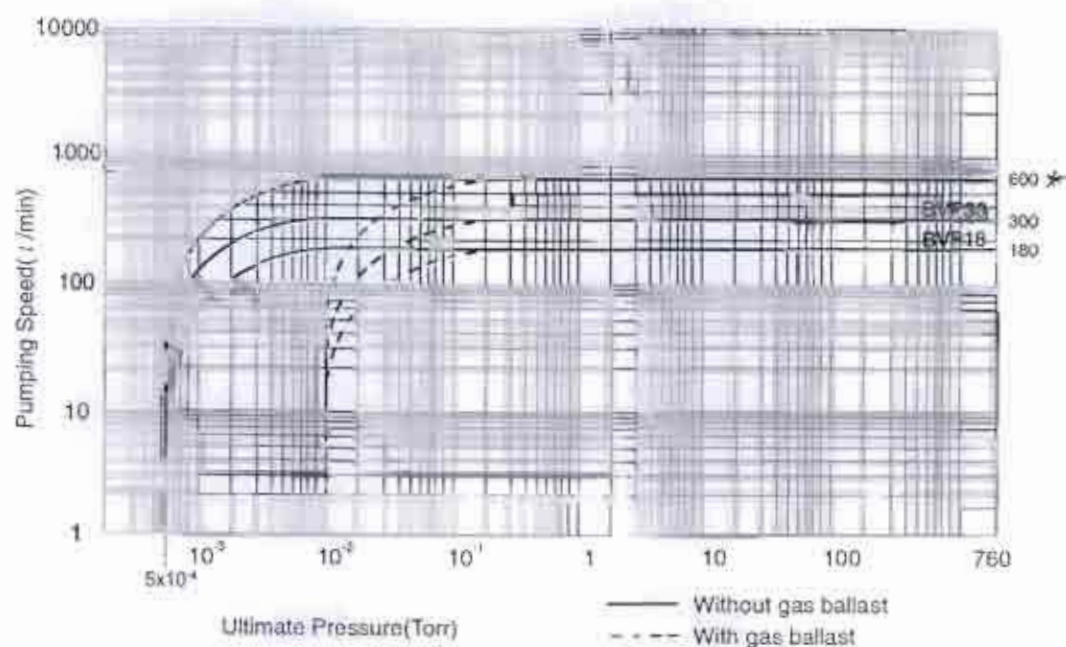


1.2 ปั๊มสุญญากาศ

ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ปั๊มสุญญากาศชนิด Oil Rotary Vacuum Pump รุ่น BVP60 ยี่ห้อ Bestech ซึ่งสามารถดูดอากาศออกได้ที่ 500 ลิตร ต่อ นาที และสามารถดูดระดับสุญญากาศได้ลึกถึง 5×10^{-4} Torr โดยปั๊มชนิดนี้จะมีหลักการทำงานเหมือนกับเครื่องอัดอากาศ โดยจะมีเฟลาสามอยู่ในกระบอกปั๊ม และเมื่อใบพัดลมหมุน จะดูดเอาอากาศจากช่องทางเข้าไปออกที่ช่องพอร์ตทางออกทำให้เกิดสุญญากาศขึ้นที่ช่องทางเข้า ปั๊มชนิดนี้นับว่ามีอัตราการดูดอากาศสูงมาก ปั๊มมีขนาดกะทัดรัด ค่าใช้จ่ายต่ำ ระดับความสั่นสะเทือนขณะเดินเครื่องและเสียงรบกวนต่ำมาก อัตราการไหลของอากาศเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ข้อดีอีกอย่างหนึ่งก็คือ สามารถทำสุญญากาศในที่ต่างๆ ได้ในระยะเวลาสั้นๆ ดังนั้นจึงสามารถเดินปั๊มได้แบบเดินๆ หยุดๆ ส่วนข้อจำกัดของการใช้ปั๊มแบบนี้คือเรื่องของอุณหภูมิและการระบายความร้อน



ภาพที่ 3.6 แสดงปั๊มสุญญากาศที่ใช้สำหรับเครื่องอบแห้งต้นแบบที่สร้างขึ้น



ภาพที่ 3.7 กราฟแสดงคุณลักษณะของปั๊มสุญญากาศ BESTECH รุ่น BVP60

ตารางที่ 3.1 แสดงคุณลักษณะของปั๊มสุญญากาศ BESTECH รุ่น BVP60 ที่ใช้ในการทดลอง

คุณสมบัติ		ปั๊มสุญญากาศ BESTECH รุ่น BVP60
Displacement Speed (l/min)	60 Hz	600
	50 Hz	500
Ultimate Pressure (without gas ballast)	Torr	5×10^{-4}
	Pa	6.65×10^{-2}
Suction port (mm)		Ø 46
Exhaust port (inch)		PE 1 ½
Motor Power (Kw)		0.75
Rotational Speed of pump (R.P.M)	60 Hz	600
	50 Hz	500
Oil Capacity (l)		4
Weight (include motor) (kg)		51 (80)

ที่มา : Bestech Co., LTD.

1.3 คอนเดนเซอร์

ในการออกแบบคอนเดนเซอร์จะมีการออกแบบโดยแบ่งการใช้ความเย็นออกเป็นสองช่วง โดยความเย็นในช่วงแรกต้องการเพื่อการทำให้อุณหภูมิที่ผิวของคอนเดนเซอร์ลดต่ำลงถึงจุดที่ต้องการ โดยในการออกแบบในงานวิจัยนี้จะทำให้อุณหภูมิของคอนเดนเซอร์ลดต่ำถึง -30°C ซึ่งจะต้องใช้เวลาดำเนินการเพื่อลดอุณหภูมิดังกล่าว รวมไปถึงการสูญเสียความเย็นให้แก่ท่อทองแดงที่ใช้ทำท่อคอนเดนเซอร์ ถึงคอนเดนเซอร์ รวมไปถึงอากาศภายในห้องคอนเดนเซอร์จะลดลงจนมีอุณหภูมิลดลงประมาณ 10°C ซึ่งผลดังกล่าวได้จากการวัดค่าอุณหภูมิจากเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนสำหรับการทดลองที่มีอยู่แล้ว

สำหรับความเย็นในช่วงที่สองเป็นการใช้ความเย็นเพื่อให้มีการจับตัวเป็นน้ำแข็งของไอน้ำที่ระเหยออกมาจากอาหาร โดยความเย็นในช่วงนี้จะขึ้นอยู่กับปริมาณความเร็วในการระเหย โดยที่ข้อจำกัดของคอนเดนเซอร์ที่ออกแบบนี้สามารถจับไอน้ำแข็งที่ความหนา 1 เซนติเมตรได้ โดยมีปริมาตร 30 ลิตร โดยคิดจากพื้นที่ผิวของท่อทำความเย็น (Evaporator) ของเครื่องทำความเย็น โดยมีการออกแบบแสดงในภาพผนวก ก

สำหรับเครื่องทำความเย็นที่ใช้จะใช้เครื่องทำความเย็นแบบ Two-Stage บีหือ Refcomp รุ่น SB 4 1200 ซึ่งสามารถทำความเย็นให้อุณหภูมิต่ำถึง -40°C แต่ในการทดลองใช้งานจะใช้อุณหภูมิต่ำสุดเพียง -30°C เท่านั้นเพราะที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิมล็ดกัณฑ์ซึ่งมีการแช่แข็งที่อุณหภูมิต่ำ -20°C เท่านั้น

ในการควบคุมการทำงานของคอนเดนเซอร์จะมีการควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ โดยใช้เครื่องควบคุมอุณหภูมิเพื่อให้มีการหยุดการทำงานของเครื่องทำความเย็นเมื่อมีอุณหภูมิต่ำถึงอุณหภูมิต่ำได้



ภาพที่ 3.8 แสดงอัลตร้าซาวด์คอนเทนเนอร์ ซึ่งสามารถจับน้ำแข็งได้ 40 ลิตร ที่ความหนาของน้ำแข็ง 1 ซม.



ภาพที่ 3.9 แสดงเครื่องทำความเย็น



ภาพที่ 3.10 แสดงตู้ควบคุม การทำงาน และชุดควบคุมอุณหภูมิของชุดคอนเดนเซอร์



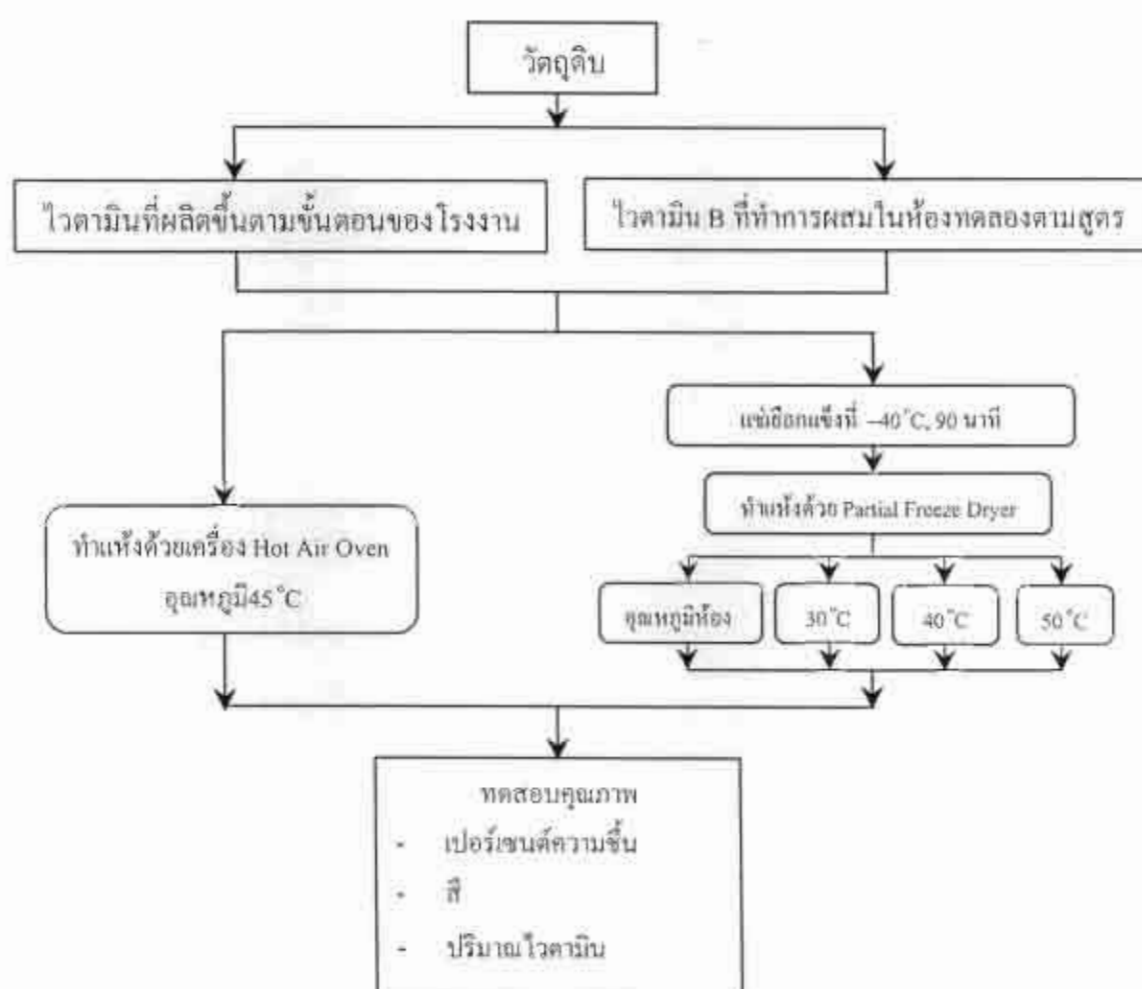
ภาพที่ 3.11 แสดงชุดคอนเดนเซอร์ พร้อมปั๊มสุญญากาศ

2. การทดสอบผลิตภัณฑ์โดยแยกการทดสอบได้ดังนี้

2.1 การทดลองโดยการอบแห้งผลิตภัณฑ์กับเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนขนาดทดลอง โดยสามารถแบ่งการทดลองได้ดังนี้

- ใช้ตัวอย่างวิตามินจากทางโรงงานมาทดสอบ
- ทำการผสมวิตามินตามสูตรของโรงงานในห้องทดลอง

วิธีการทดลองของผลิตภัณฑ์แสดงดังภาพที่ 3.12



ภาพที่ 3.12 แผนการทดลองผลของวิธีการอบแห้งต่อคุณภาพของวิตามิน

ขั้นตอนการทดลองดังภาพที่ 3.13 เริ่มจากทำการเตรียมตัวอย่างตามสูตรของบริษัท และทำการวัดความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่จะใช้ในการทดลองหลังจากนั้นตัวอย่างจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ตัวอย่างส่วนที่ 1 (จำนวน 680 กรัม) โดยแบ่งใส่ถาด 650 กรัม และใส่ถ้วยหาความชื้น (Moisture can) 3 ใบ น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 10 กรัมต่อใบ บันทึกค่าน้ำหนัก นำเข้าเครื่อง Hot Air Oven อบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ทำการชั่งน้ำหนักและบันทึกผลทุก ๆ 10 นาที จนกระทั่งผลิตภัณฑ์มีน้ำหนักคงที่ บันทึกเวลาที่ใช้อบ ทำการตรวจสอบคุณภาพ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ความชื้นสุดท้าย ค่าสีของตัวอย่าง ปริมาณวิตามิน A และปริมาณวิตามิน B2 ตัวอย่างส่วนที่ 3 แบ่งเป็น 4 ส่วน โดยแต่ละส่วนแบ่งใส่ถาด 650 กรัม ใส่ถ้วยหาความชื้น (Moisture can) 3 ใบ น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 10 กรัมต่อใบ บันทึกค่าน้ำหนัก นำไปแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วอบด้วยเครื่อง Partial Freeze Dry ไม่เปิด Heater อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส โดยทำการชั่งน้ำหนักและบันทึกผลทุก ๆ 15 นาที จนกระทั่งผลิตภัณฑ์มีน้ำหนักคงที่ บันทึกเวลาที่ใช้อบ ทำการตรวจสอบคุณภาพ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ความชื้น ค่าสีของตัวอย่าง ปริมาณวิตามิน A และปริมาณวิตามิน B2 สำหรับวิตามิน ที่ทำการผสมในห้องทดลองตามสูตรนั้นหลังจากการทดลองทำการวัดเฉพาะปริมาณความชื้น สี และวิตามิน B เท่านั้น เนื่องจากในการผสมใช้เพียงวิตามิน B ในการผสม



ภาพที่ 3.13 แสดงตู้แช่แข็งที่ใช้ในการทดลองสำหรับเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนในห้องทดลอง



ภาพที่ 3.14 แสดงเครื่องอบแห้งแบบลมร้อนในห้องทดลอง



ภาพที่ 3.15 แสดงเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนในห้องทดลอง

2.2 การทดสอบการอบแห้งผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนที่จัดสร้างขึ้นในการผลิตไวตามินสำหรับสัตว์เศรษฐกิจ

สำหรับการทดสอบการผลิตจริงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนสำหรับไวตามินสำหรับสัตว์เศรษฐกิจจะมีการผลิตโดยใช้ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่มีของงานการผลิตที่ได้จากการผลิตจริงของโรงงาน แล้วจึงนำมาเข้าขบวนการอบแห้งโดยเครื่องอบแห้งชนิดต่าง ๆ ทั้งการอบแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งแบบลมร้อน (Hot Air Oven) ของโรงงานดังแสดงในภาพที่ 3.16 การอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนต้นแบบที่สร้างขึ้น โดยมีการแช่แข็งก่อน โดยมีเครื่องอบแห้งแสดงดังภาพที่ 3.17 ตัวอย่างอีกส่วนจะถูกแบ่งนำมาอบแห้งในห้องทดลองโดยใช้เครื่องอบแห้งในห้องทดลอง โดยมีการอบแห้งโดยใช้ทั้งเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน และการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนในห้องทดลอง และการอบแห้งแบบพ่นไอน้ำ เพื่อนำผลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์เปรียบเทียบถึงปริมาณไวตามินที่เหลืออยู่หลังจากการอบแห้งแต่ละวิธี ในการทดลองได้มีการควบคุมความชื้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ให้มีค่าใกล้เคียงกันซึ่งการทดลองแสดงดังภาพที่ 3.19



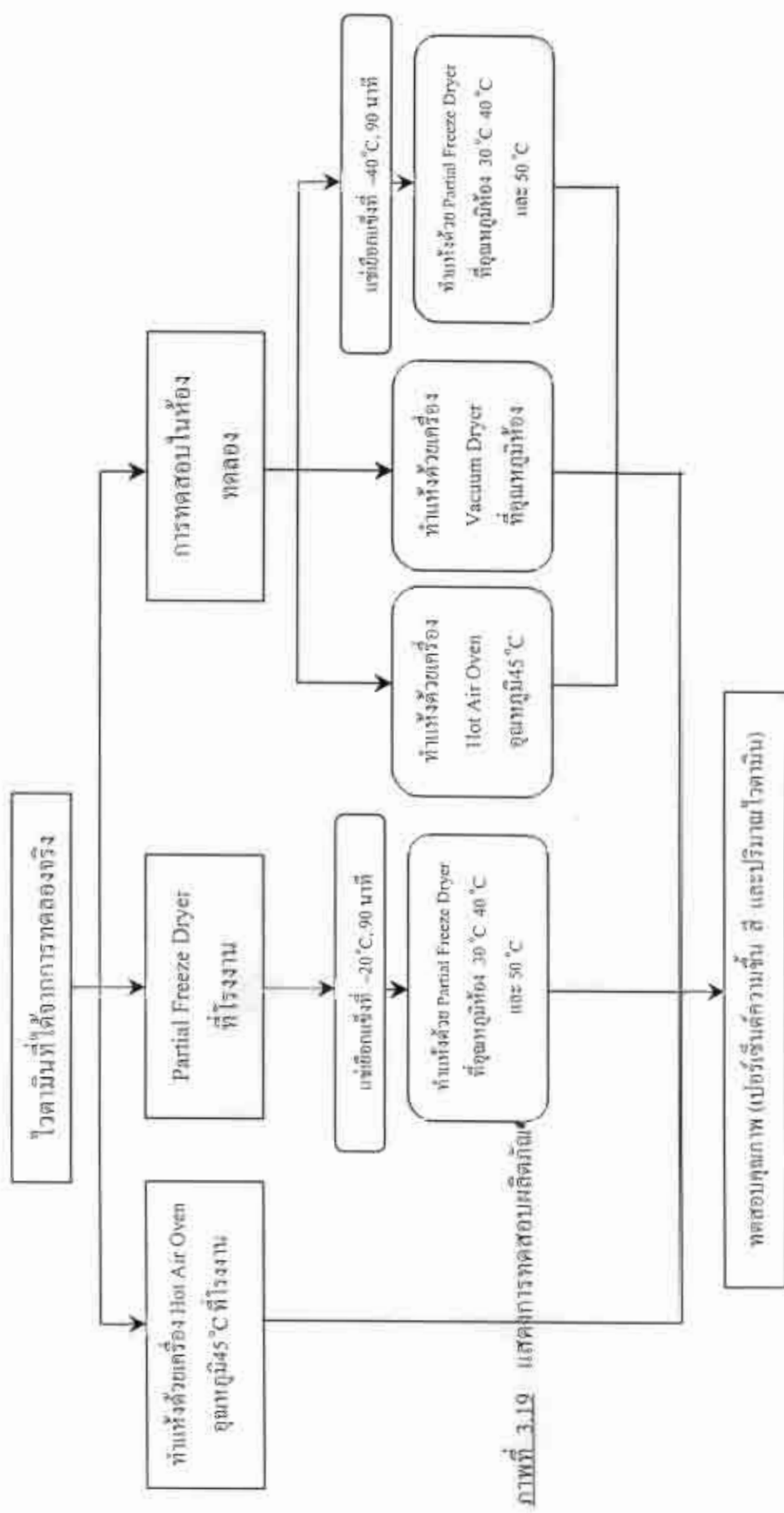
ภาพที่ 3.16 แสดงตู้อบแห้งแบบลมร้อน (Hot Air Oven) ของโรงงาน



ภาพที่ 3.17 แสดงเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนที่จัดสร้างขึ้นในการผลิตไวตามินสำหรับสัตว์เศรษฐกิจ



ภาพที่ 3.18 แสดงการติดตั้งแหล่งให้ความร้อนของเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนที่จัดสร้างขึ้นในการผลิตไวตามินสำหรับสัตว์เศรษฐกิจ



2.3 การตรวจสอบคุณภาพ

2.3.1 การหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของผลิตภัณฑ์

การหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของผลิตภัณฑ์จะทำการหาด้วยเครื่องหาความชื้นยี่ห้อ Sartorius ผลิตจากประเทศ Germany Model : MA40-000V2 รุ่น MA 40 และ Serial-no : 51001966 ดังภาพที่ 3.20 มีวิธีการหาความชื้นโดยทำการเปิดฝาเครื่องวัดความชื้นแล้ววางจานอลูมิเนียมเปล่าทำการ tare น้ำหนักเป็นศูนย์ก่อนการใส่ตัวอย่างปริมาณ 3 กรัม ปิดฝาเครื่องจะทำการวัดความชื้นให้โดยอัตโนมัติโดยการใช้อุณหภูมิที่ 105°C เมื่อสิ้นสุดการทำงานจะปรากฏคำว่า end จึงสามารถอ่านค่าความชื้นที่ปรากฏที่หน้าจอ ทำการบันทึกค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น



ภาพที่ 3.20 แสดงเครื่องชั่งวัดปริมาณความชื้น ยี่ห้อ Sartorius รุ่น MA 40

2.3.2 การทดสอบหาปริมาณวิตามิน A และ B2 ส่งตรวจเพื่อวัดปริมาณโดยกรมวิทยาศาสตร์บริการ และ สถาบันอาหารแห่งชาติ โดยนำตัวอย่างที่ผ่านการอบแห้งโดยวิธี ค้าง ๆ ไปทดสอบเพื่อดูว่าในการอบแห้งแต่ละวิธีมีผลต่อปริมาณวิตามินในอาหารสัตว์อย่างไร

บทที่ 4

ผลและการวิจารณ์ผลการทดลอง

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการทดลองทำการอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนในห้องปฏิบัติการ (ภาพที่ 4.1) และเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนที่ใช้ในการผลิตขนาดใหญ่ (ภาพที่ 4.2) ซึ่งเครื่องทั้งสองมีข้อแตกต่างกันคือหลักในการถ่ายเทความร้อน โดยเครื่องในห้องปฏิบัติการเป็นการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อน แต่เครื่องที่ใช้ในการผลิตขนาดใหญ่เป็นเครื่องที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบแผ่รังสีความร้อนจากแหล่งให้ความร้อนที่อยู่ด้านข้าง นอกจากนี้ยังมีการอบแห้งโดยใช้ตู้อบแบบลมร้อน (Hot Air Oven) โดยใช้อุณหภูมิในการอบแห้ง 45°C ทั้งโดยการใช้ตู้อบในห้องปฏิบัติการและตู้อบที่ใช้งานจริงในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งผลการทดลองที่ได้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4.1 เครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนในห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 4.2 เครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนที่ใช้ในการผลิตขนาดใหญ่

4.1 ผลของคุณภาพของการอบแห้งไวตามินโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนและเครื่องอบแห้งแบบลมร้อนในห้องปฏิบัติการ

ไวตามินที่ผลิตออกจำหน่ายจากขบวนการผลิตจริงจะถูกสุ่มออกมาเพื่อใช้ในการทดลองอบแห้งเพื่อศึกษาถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนในห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้เพื่อลดการแปรปรวนของข้อมูลจึงได้มีการนำไวตามินมาผสมเองโดยใช้อัตราส่วนของไวตามินกับสารพื้นฐานที่มีขนาดเท่ากันแล้วจึงนำมาทำการอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนในห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้ตัวอย่างไวตามินของแต่ละชุดได้นำมาอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบลมร้อนขนาดห้องปฏิบัติการเพื่อเปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้น

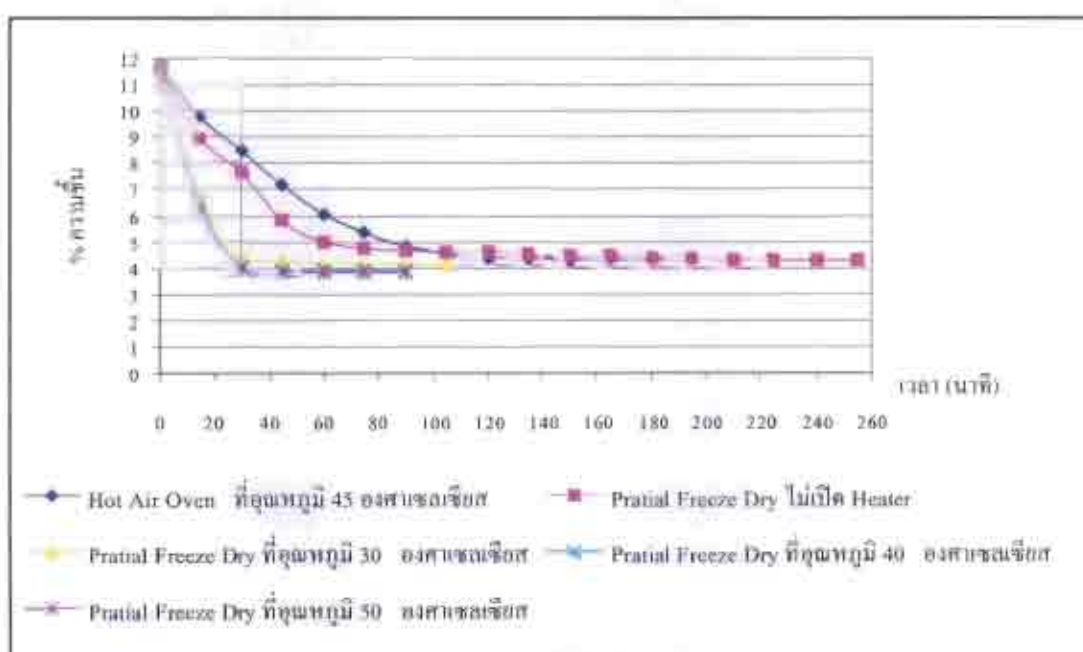
4.1.1 ผลของการทดลองโดยใช้ตัวอย่างไวตามินจากการผลิตจริงมาทดสอบ

ไวตามินในกระบวนการผลิตจริงจะถูกสุ่มออกมาเพื่อใช้ในการทดลองครั้งนี้ โดยตัวอย่างที่ได้จะถูกนำมาแช่แข็งแล้วจึงนำออกมาอบแห้ง โดยใช้เครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบาง

ส่วน ซึ่งมีการใช้อุณหภูมิของแผ่นให้ความร้อนแตกต่างกันคือ ไม่มีการเปิดแผ่นให้ความร้อน เปิดแผ่นให้ความร้อนมีอุณหภูมิ 30 40 และ 50 °C และอีกส่วนนำมาอบแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งแบบลมร้อนในห้องปฏิบัติการที่มีการควบคุมอุณหภูมิที่ 45 °C

1) ผลของการอบแห้งด้วยวิธีต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการต่อปริมาณความชื้นของไวตามินโดยใช้ตัวอย่างจากการผลิตจริง

ไวตามินหลังจากการแช่แข็งบางส่วนจะถูกนำไปใส่ Moisture Can โดยมีการบันทึกน้ำหนักก่อนที่จะนำเข้าเครื่องอบแห้งและเมื่อนำเข้าอบแห้งจะถูกชั่งน้ำหนักทุก ๆ 20 นาที เพื่อบันทึกน้ำหนักที่หายไปซึ่งจะทำให้เราทราบถึงความชื้นของไวตามินที่ทำการอบแห้งในแต่ละช่วงของการอบแห้ง ซึ่งผลของการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น (Wet Basis) ของไวตามินกับเวลาที่อบด้วยเครื่องอบแห้งด้วยวิธีต่าง ๆ กัน

จากภาพที่ 4.3 กราฟแสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของไวตามินกับเวลาที่ทำการอบด้วยเครื่อง Hot Air Oven อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส และเครื่อง Partial Freeze Dry โดยการแปรเปลี่ยนอุณหภูมิ ที่ใช้ในการอบได้แก่ ไม่เปิด Heater เปิด Heater โดยควบคุมให้แผ่นความร้อนมีอุณหภูมิที่ 30 40 และ 50 °C ตามลำดับ จากกราฟจะเห็นว่าการอบแห้ง โดยใช้ Hot air oven ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส และ เครื่อง Partial freeze dryer โดยที่ไม่เปิด Heater จะใช้เวลาในการอบแห้งให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้น ต่ำกว่า 5% (wb) ใกล้เคียงกันคือประมาณ 90 นาที แต่เมื่อใช้เครื่อง Partial freeze dryer ที่มีการปิดแผ่นให้ความร้อนมีอุณหภูมิ 30 40 และ 50 °C พบว่าจะใช้เวลาในการอบแห้งเพียงประมาณ 60 นาที ทั้งนี้เนื่องจากการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงจะช่วยให้น้ำระเหยได้เร็วขึ้นทั้งการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อนก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีการเพิ่มอุณหภูมิอย่างรวดเร็วดังนั้นเวลาในการอบก็จะลดลง แต่เมื่อเทียบกับการอบแห้ง แบบ Hot air oven ถึงแม้ว่าอุณหภูมิที่ใช้จะสูงกว่าแต่ภายใต้สภาวะสูญญากาศ น้ำในผลิตภัณฑ์สามารถระเหยที่อุณหภูมิต่ำกว่า ดังนั้นการอบแห้งโดยใช้เครื่อง Partial freeze dryer ทำให้สามารถลดระยะเวลาในการอบแห้งได้เมื่อเทียบกับการอบแห้งโดยใช้ระบบเก่าคือ Hot air oven

2) ผลของการอบแห้งด้วยวิธีต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการต่อปริมาณไวตามินที่เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้งโดยใช้ตัวอย่างจากการผลิตจริง

ตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณไวตามินในผลิตภัณฑ์หลังจากการอบแห้งโดยวิธีต่าง ๆ

วิธีการอบแห้ง	ไวตามินเอ (หน่วยสากล/100 กรัม)	ไวตามินบี 2 (มิลลิกรัม/100 กรัม)
Hot Air Oven ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส	257.6	90.5
Pratial Freeze Dry ไม่เปิด Heater	263.4	70.4
Pratial Freeze Dry ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	203.2	96.3
Pratial Freeze Dry ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส	155.5	76.4
Pratial Freeze Dry ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส	255.8	75.1

ตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณไวตามิน A และไวตามิน B₂ ของผลิตภัณฑ์ที่อบด้วยเครื่องอบหลาย ๆ วิธี ได้แก่ อบแห้งโดยเครื่อง Hot Air Oven ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส อบแห้งโดยเครื่อง Partial Freeze Dry โดยไม่เปิด Heater และเปิด Heater โดยควบคุมให้แผ่นความร้อนมีอุณหภูมิที่

30 40 และ 50 °C จากผลการทดลองจะเห็นว่า ปริมาณวิตามินที่พบในผลิตภัณฑ์ จะมีค่าต่าง ๆ กันโดยที่ไม่มีความสัมพันธ์กับวิธีการอบ โดยที่วิตามิน A จะมีค่าตั้งแต่ 155.527 ถึง 263.407 หน่วยสากล/100 กรัม และ วิตามิน B₂ มีค่าตั้งแต่ 70.4 ถึง 96.3 มิลลิกรัม/100 กรัม ซึ่งค่าวิตามินที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์หลังการอบ ไม่แน่นอน ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจาก กรรมวิธีในการผลิตทำให้ ปริมาณของวิตามินที่กระจายอยู่ในผลิตภัณฑ์ไม่เท่ากัน ดังนั้นในการทดลองดังกล่าวจึงไม่สามารถสรุปได้ว่าผลของการอบในแต่ละวิธี มีผลอย่างไรต่อปริมาณ วิตามินที่หลงเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์

จากผลการทดลองโดยใช้ตัวอย่างวิตามินในการผลิตจริงมาใช้ในการทดลองดังกล่าวทำให้ ไม่สามารถสรุปได้ว่าผลของการอบแห้งนั้นมีผลอย่างไรต่อปริมาณวิตามิน ซึ่งคาดว่าน่าจะมีผล มาจากการผสมและเวลาที่ใช้ในการอบแห้งดังนั้นจึงได้ทำการทดลองใหม่โดยได้ทำการผสม วิตามินในห้องทดลองเพื่อใช้เป็นตัวอย่างในการทดลอง

4.1.2 ผลของการอบแห้งด้วยวิธีต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการต่อปริมาณวิตามิน B₂ ที่เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์หลังจากการอบแห้งโดยการผสมตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

ในการทดสอบครั้งนี้จะใช้เฉพาะวิตามิน B₂ เพราะวิตามิน A เป็นวิตามินที่ไม่ ละลายในน้ำและทนต่อความร้อน ดังนั้นจึงไม่น่าจะมีผลในกระบวนการผลิตวิตามินสำหรับสัตว์ แต่วิตามิน B₂ นั้นละลายในน้ำได้และสามารถเสื่อมสลายได้ง่ายเมื่อมีความชื้นสูง ดังนั้นในการ ทดลองจึงใช้แค่วิตามิน B₂ เป็นตัวบ่งชี้ผลจากการอบแห้ง ซึ่งในการทดลองจะใช้วิตามิน B₂ มา ผสมกับแป้งในอัตราส่วนที่เท่ากันพร้อมกับน้ำเพื่อให้วิตามินที่ได้มีความชื้นเท่ากับ วิตามินที่ได้ จากการผสมในการผลิตจริง หลังจากนั้นจึงนำเอาวิตามินมาอบโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบลมร้อน ที่ 45 °C และเครื่องอบแห้งแบบแผ่เยือกแข็งบางส่วนในห้องปฏิบัติการ โดยมีการปรับเปลี่ยน อุณหภูมิของแผ่นให้ความร้อนต่าง ๆ กันคือ ไม่เปิดแผ่นให้ความร้อน และควบคุมอุณหภูมิของ แผ่นความร้อนให้มีอุณหภูมิ 30 40 และ 50 °C หลังจากนั้นตัวอย่างจะถูกนำไปเช็คปริมาณ วิตามิน B₂ ที่เหลืออยู่ซึ่งผลการทดลองแสดงได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าปริมาณวิตามิน B₂ จากตัวอย่างที่อบแห้งโดยวิธีการแห้งที่แตกต่างกัน

วิธีการอบแห้ง	วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม/100 กรัม)
Hot Air Oven ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส	48.3
Pratial Freeze Dry ไม่เปิด Heater	57.4
Pratial Freeze Dry ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	45.5
Pratial Freeze Dry ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส	44.8
Pratial Freeze Dry ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส	44.8

และในขบวนการอบแห้งเมื่อตัวอย่างถูกผสมเรียบร้อยแล้วจะถูกนำเข้าตู้อบแห้งแบบตู้อบลมร้อนทันที ส่วนตัวอย่างอื่น ๆ จะถูกนำเข้าแช่เยือกแข็งนาน 4 ชม. หลังจากนั้นจะนำเข้าอบแห้งอย่างต่อเนื่องจากการไม่เปิด Heater และควบคุมอุณหภูมิที่ 30 40 และ 50 °C ตามลำดับ

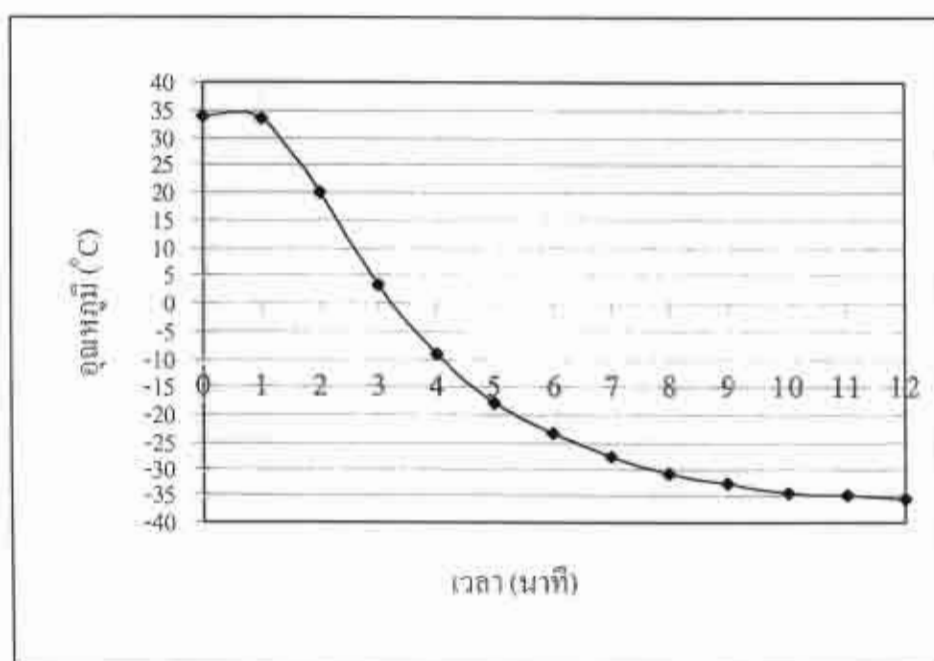
จากตารางที่ 4.2 พบว่าค่าปริมาณวิตามิน B₂ นั้นมีค่าสูงสุดในการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนโดยที่ไม่เปิดแหล่งให้ความร้อน โดยมีค่าประมาณ 57.4 มิลลิกรัม / 100 กรัม และมีค่าลดลงเมื่อใช้อุณหภูมิในการอบแห้งสูงขึ้นเป็น 30 40 และ 50 °C ซึ่งมีค่าเป็น 46.5 45.5 และ 44.8 mg / 100 g ซึ่งการลดลงจากการทดลองนี้จะมีสาเหตุมาจากการที่อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งและเวลาที่รอระหว่างการอบแห้งของการอบแห้งโดยควบคุมอุณหภูมิที่ 30 40 และ 50 °C นั้นเวลาที่วิตามิน B₂ อยู่ในผลิตภัณฑ์และมีความชื้นสูงก่อนการอบแห้งนานกว่าซึ่งอาจจะเกิดการสูญเสียของวิตามินระหว่างการรอการอบแห้งได้ นอกจากนี้ในขณะที่อบแห้งโดยเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วน อาจโดนแสงในขณะที่อบแห้งซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียวิตามินลงได้ (ศศิเกษม และคณะ, 2530) และเมื่อเปรียบเทียบจากสภาวะการอบแห้งพบว่าการอบแห้งแบบตู้อบลมร้อนที่ใช้อุณหภูมิในการอบแห้ง 45 °C พบว่าเมื่อเทียบกับการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนที่ไม่มีการเปิดแหล่งให้ความร้อนพบว่าปริมาณวิตามิน B₂ ของการอบแห้งแบบลมร้อนนั้นต่ำกว่าอยู่ประมาณ 9.1 mg / 100 g ทั้งนี้เนื่องจากความร้อนที่วิตามินได้รับในระหว่างการอบแห้งในตู้อบแห้งแบบลมร้อน แต่เมื่อเทียบกับการเปิดให้ความร้อนในระหว่างการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนนั้นปริมาณวิตามิน B₂ ที่ได้จะสูงกว่า ทั้งนี้เนื่องจากการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนนั้นเวลาที่ผลิตภัณฑ์ต้องรอเพื่อทำการอบแห้งจะยาวมากและ ในระหว่างการอบแห้งยังได้รับแสง

สว่างด้วยทำให้ปริมาณไวดามีนมีการลดลงซึ่งทั้งสองสาเหตุร่วมกันจึงทำให้ค่าไวดามีนต่ำกว่าถึงแม้ว่าอุณหภูมิในการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนจะต่ำกว่าการอบแห้งแบบตู้อบลมร้อน

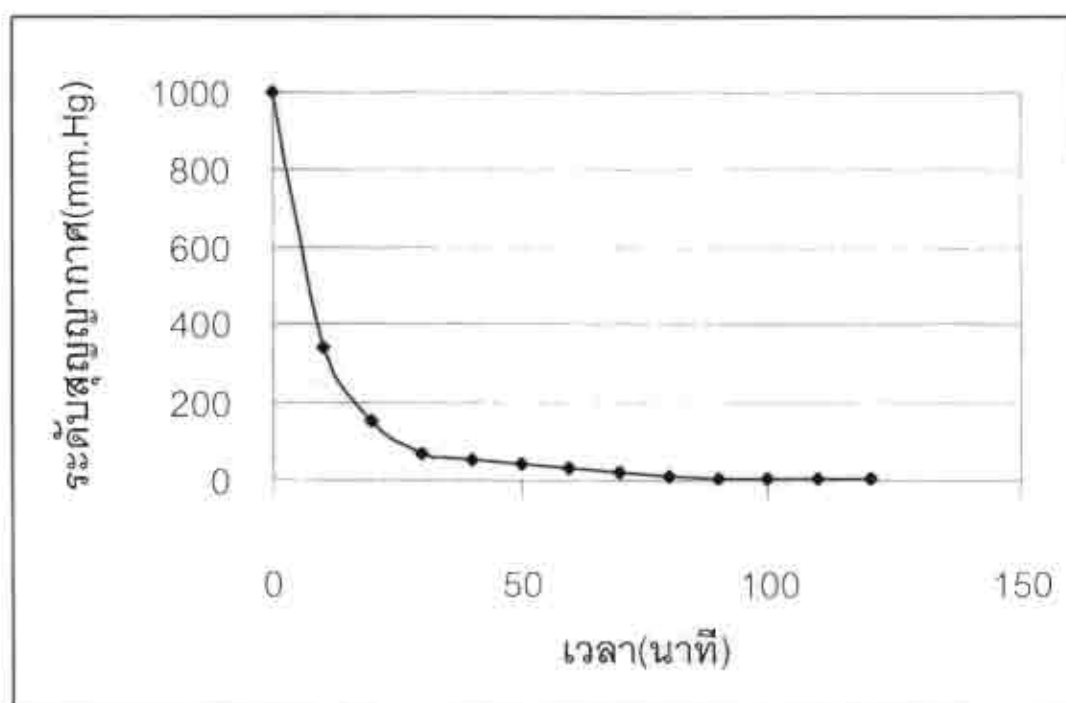
4.2 ผลของคุณภาพของการอบแห้งไวดามีน โดยใช้เครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนและเครื่องอบแห้งแบบตู้อบลมร้อนในระดับโรงงาน

4.2.1 ข้อมูลการอบแห้งไวดามีนสำหรับการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนในโรงงาน

สำหรับการอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนในโรงงานผลิตพบว่าขั้นตอนการอบแห้งมีขั้นตอนดังนี้ เมื่อมีการผสมไวดามีนตามวิธีการผลิตจริงในโรงงานแล้วไวดามีนจะถูกนำออกมาแช่แข็งในถาด ซึ่งใช้ตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -20°C ซึ่งแสดงดังภาพที่ 4.4 โดยเป็นการแช่แข็งนาน 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นไวดามีนจะถูกนำเข้าเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนโดยไม่มีการเปิดให้ความร้อนและทำการอบแห้งโดยใช้เวลาในการอบแห้งทั้งสิ้น 72 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.4 แสดงอุณหภูมิของคอนเดนเซอร์ของเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วน



ภาพที่ 4.5 แสดงระดับสุญญากาศภายในห้องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนในโรงงาน

จากภาพที่ 4.5 แสดงระดับสุญญากาศภายในห้องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนจะเห็นว่าระดับสุญญากาศลดลงถึงระดับต่ำสุด ประมาณ 4 mm.Hg ภายในเวลา 90 นาที และระดับสุญญากาศจะคงที่ตลอดเวลาในระหว่างการอบ สำหรับการอบแห้งในครั้งนี้พบว่าใช้เวลาในการอบแห้งเพื่อให้ผลิตภัณฑ์แห้งนานถึง 72 ชั่วโมง ซึ่งจะเห็นว่าเวลาที่ใช้ในการอบแห้งจะยาวนานกว่าการ อบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนในห้องปฏิบัติการมาก ทั้งนี้เนื่องจากวิธีการถ่ายเทความร้อนทั้งสองเครื่องนั้นแตกต่างกัน โดยที่เครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนในโรงงานเป็นการถ่ายเทความร้อนแบบการแผ่รังสี และแหล่งให้ความร้อนไกลกว่าตำแหน่งของผลิตภัณฑ์ (เส้นผ่านศูนย์กลาง 978 mm) ส่วนเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนในห้องปฏิบัติการในกรณีที่ไม่มีเปิดแหล่งให้ความร้อนก็เป็นการแผ่รังสีแค่แหล่งให้ความร้อนอยู่ใกล้กับตำแหน่งของไวตามินมากกว่า (เส้นผ่านศูนย์กลาง 375 mm) ซึ่งสอดคล้องกับการออกแบบของ (Fellow, 1988) ที่ใช้การถ่ายเทความร้อนแบบแผ่รังสีที่ผลิตภัณฑ์อยู่ใกล้กับแหล่งให้ความร้อนมากกว่าดังแสดงในภาพที่ 2.4 ซึ่งจากเหตุผลดังกล่าวทำให้การอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนในโรงงานที่สร้างขึ้นจึงต้องใช้เวลาในการอบแห้งยาวนานกว่า และในการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนโดยเปิด Heater จะกลายเป็นการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อนซึ่งจะลดเวลาในการถ่ายเทความร้อนได้มาก

4.2.2 ผลของคุณภาพไวดามีนจากการอบแห้งด้วยวิธีต่าง ๆ โดยใช้ตัวอย่างจากการผลิตจริงเปรียบเทียบกับ การอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งบางส่วนที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

ในการศึกษารั้ครั้งนี้ได้ทำการทดลองโดยการนำไวดามีนที่ผสมในโรงงานสำหรับกระบวนการผลิตจริงแล้วแบ่งตัวอย่างออกเป็น 4 ส่วน โดยที่ส่วนที่ 1 นำไปเข้าเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนตัวที่สร้างขึ้นในงานวิจัย ส่วนที่ 2 นำไปเข้าเครื่องอบแห้งแบบตู้อบลมร้อนที่ใช้ในโรงงานเพื่อการผลิตออกจำหน่าย ส่วนที่ 3 นำออกไปทำการอบแห้งโดยเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนในห้องปฏิบัติการ โดยไม่เปิดอุณหภูมิที่แผ่นให้ความร้อน และส่วนสุดท้ายนำไปใช้สำหรับการอบแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งแบบตู้อบแห้งแบบตู้อบร้อนในห้องปฏิบัติการ

สำหรับเวลาที่ใช้ในการอบแห้งนั้นผลิตภัณฑ์หลังจากผสมถูกนำเข้าอบแห้งแบบลมร้อนในโรงงานทันทีทันใดโดยใช้เวลาในการอบแห้งนาน 6 ชั่วโมง ส่วนสำหรับการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนในโรงงานนั้นจะถูกแช่แข็งนาน 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำเข้าตู้อบ โดยในการอบจะใช้เวลานาน 72 ชั่วโมง ส่วนตัวอย่างที่ใช้ในการอบแห้งในห้องปฏิบัติการจะถูกนำเข้าอบแห้งที่ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร โดยที่ใช้อบแห้งในตู้อบแห้งแบบลมร้อนทันทีและอีกส่วนจะถูกแช่แข็งนาน 4 ชั่วโมง แล้วจึงนำเข้าตู้อบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนในห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าปริมาณไวดามีน B₂ จากตัวอย่างที่อบแห้งโดยวิธีการแห้งที่แตกต่างกัน

วิธีการอบแห้ง	วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม/100 กรัม)
ตู้อบแห้งแบบลมร้อนในการผลิตจริง	149.57
เครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนในโรงงาน	68.34
เครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนในห้องปฏิบัติการ	119.67
ตู้อบแห้งแบบลมร้อนในห้องปฏิบัติการ	119.05

จากผลการทดลองพบว่าปริมาณไวดามีน B₂ ที่ได้จากการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนในโรงงานอาหารนั้นมีปริมาณต่ำที่สุดคือ 68.34 mg/ 100 g เมื่อเทียบกับการอบแห้งในทุก ๆ วิธี ทั้งนี้เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการอบแห้งรวมการแช่แข็งของการผลิตไวดามีนนานถึง 96 ชั่วโมง คือการแช่แข็ง 24 ชั่วโมง และการอบแห้ง 72 ชั่วโมง ซึ่งการอบแห้งโดยใช้วิธีอื่น ๆ นั้นต่ำกว่า เช่น การอบแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งแบบลมร้อนในโรงงานนั้นค่าปริมาณไวดามีน B₂ นั้นสูงที่

สุด 149.57 mg/ 100 g ทั้งนี้เพราะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งนั้นสั้นที่สุดเพราะทำการอบแห้งทันทีภายในโรงงาน แต่สำหรับการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนในห้องปฏิบัติการและการอบแห้งแบบตู้อบลมร้อนนั้นค่าที่ได้ใกล้เคียงกันและต่ำกว่าการอบแห้งแบบตู้อบลมร้อนในโรงงาน เพราะต้องเสียเวลาในการขนย้ายตัวอย่างจากโรงงานมาอบที่ภาควิชาวิศวกรรมอาหารซึ่งอาจจะมีผลทำให้เกิดการสูญเสียในระหว่างการเดินทางซึ่งวิตามิน B₂ สูญเสียได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน แสงสว่าง และอยู่ในสภาวะที่มีความชื้นสูงเป็นเวลานานเนื่องจากการละลายตัวในน้ำ ศศิเกษม และคณะ (2530) แต่เมื่อดูเรื่องสีแล้วพบว่าสีที่ได้จากการอบแห้งโดยการแช่เยือกแข็งบางส่วนทั้งสองเครื่องตัวอย่างมีความสม่ำเสมอมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ การอบแห้งแบบตู้อบลมร้อนดังแสดงในภาพที่ 4.6



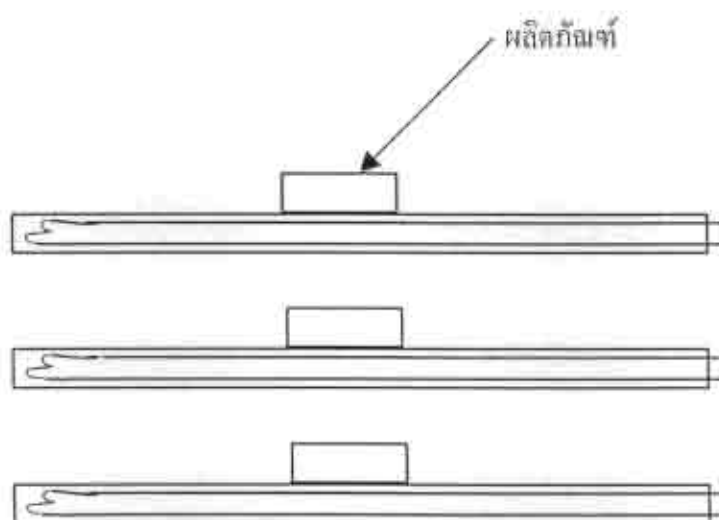
ภาพที่ 4.6 แสดงตัวอย่างจากการอบแห้งด้วยวิธีการต่าง ๆ

สรุปผลการทดลอง

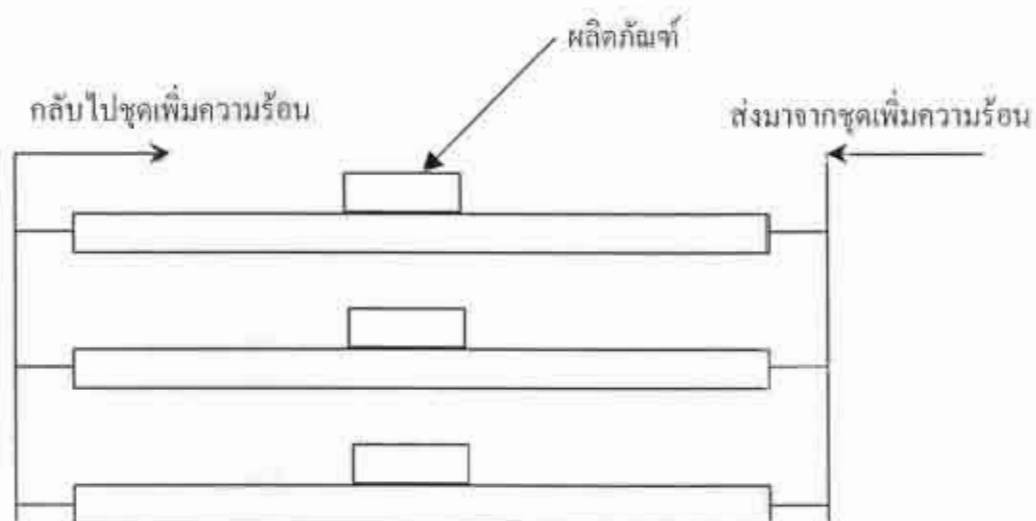
1. ในการผลิตวิตามิน B₂ สำหรับสัตว์เศรษฐกิจนั้นเมื่อพิจารณาในแง่ของปริมาณวิตามินในผลิตภัณฑ์พบว่าจะต้องทำการอบแห้งให้เร็วที่สุดโดยที่ปริมาณวิตามินก็ไม่ลดลงถึงแม้จะอบแห้งโดยตู้อบแห้งแบบลมร้อนเพราะวิตามิน B₂ สลายตัวได้ดีเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีความชื้นสูง
2. ในการผลิตวิตามิน B₂ สำหรับสัตว์เศรษฐกิจนั้นเมื่อพิจารณาในแง่ของสีของผลิตภัณฑ์พบว่าการใช้การอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนนั้นจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีเหลืองและมีความสม่ำเสมอว่าการอบแห้งโดยใช้การอบแห้งแบบตู้อบลมร้อน
3. ระบบการถ่ายเทความร้อนสำหรับการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนพบว่าการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อนจะดีกว่าการแผ่รังสีความร้อนซึ่งดูได้จากเวลาที่ใช้ในการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนในห้องปฏิบัติการซึ่งใช้เวลาสั้นกว่าเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนที่ใช้ในโรงงาน
4. ในการถ่ายเทความร้อนสำหรับการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนเมื่อเป็นการถ่ายเทความร้อนแบบการแผ่รังสีพบว่าแหล่งของการให้ความร้อนที่ใกล้กว่าจะทำให้เวลาในการอบแห้งที่สั้นกว่า ซึ่งดูได้จากขนาดของห้องอบแห้งเครื่องทั้งสองขนาดซึ่งห้องอบแห้งขนาดใหญ่กว่าจะต้องใช้เวลาในการอบแห้งที่นานกว่า

ข้อเสนอแนะ

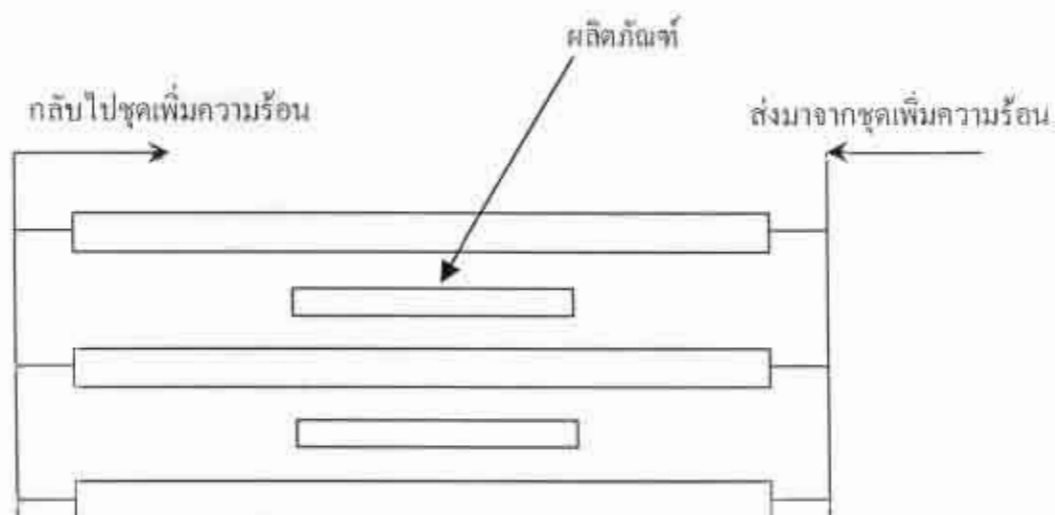
1. ในการผลิตไวตามินสำหรับสัตว์เศรษฐกิจ (A และ B₁₂) นั้นจะต้องลดเวลาในการผลิตให้สั้นที่สุด ดังนั้นถ้าทางโรงงานยังสามารถเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งให้สูงขึ้นอีกเพื่อให้ได้ไวตามินสำหรับสัตว์ที่มีปริมาณไวตามินสูงที่สุดเพราะจะต้องทำการอบแห้งให้เร็วที่สุด
2. การออกแบบเครื่องอบแห้งแบบแช่เยื่อแข็งบางส่วนหรือการอบแห้งภายใต้สภาวะสูญญากาศขนาดใหญ่จำเป็นต้องออกแบบให้แหล่งให้ความร้อนเป็นแบบการนำความร้อนจะถือว่าดีที่สุดในแง่ของอัตราในการอบแห้ง แต่ถ้าเป็นการถ่ายเทความร้อนแบบการแผ่รังสีความร้อน แหล่งให้ความร้อนจะต้องอยู่ใกล้กับผลิตภัณฑ์มากที่สุด และต้องมีความสม่ำเสมอ ดังนั้นในการออกแบบแผ่นรองถาดจึงควรมีการออกแบบดังนี้



ภาพที่ 4.7 แสดงแหล่งให้ความร้อนแบบการนำความร้อนโดยใช้ไฟฟ้าเป็นแหล่งให้ความร้อน



ภาพที่ 4.8 แสดงแหล่งให้ความร้อนแบบการนำความร้อนที่ใช้ Heating Fluid เป็นแหล่งให้ความร้อน



ภาพที่ 4.9 แสดงการจัดวางตัวดูดซับสำหรับการถ่ายเทความร้อนแบบการแผ่รังสีความร้อน โดยใช้ไฟฟ้าหรือ Heating Fluid เป็นแหล่งให้ความร้อน

เอกสารอ้างอิง

จรัสกริ เทียงธรรม. 2543. การทำแห้งอาหารโดยระบบการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วน. โครงการวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

เชาว์ อินประสิทธิ์. 2344. เครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนสำหรับอาหาร. รายงานการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ตระการ ก้าวสถิกรม. 2540. ตู้มี้อัดออกแบบรับแรงดัน. บริษัท เอ็มแอนค้อ จำกัด, กรุงเทพฯ.

ปัทมา ระตะนะอาพร. 2538. หลักการถนอมอาหารสำหรับวิศวกร. เอกสารการสอน ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.

ไพบุลย์ ธรรมรัตน์วาลิก. 2532. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร . พิมพ์ครั้งที่ 1. โอเดียนสโตร์ กรุงเทพฯ.

ภัทราพร สุวรรณกิจบริหาร. 2541. การศึกษาการทำแห้งผลไม้จาก Freezed Dryer. โครงการวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2535. วิศวกรรมแปรรูปอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. โอเดียนสโตร์ กรุงเทพฯ.

ศศิเกษม ทองยงค์ และ พรวิณี เดชกำแหง. 2530. เคมีอาหารเบื้องต้น. โอ.เอส.พรีนติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

Bourne, C. M.. 1982. Food Texture and Viscosity, A Division of Harcourt Brace & Company. Geneva, New York.

Fellows, P.. 1988. **Food Processing Technology : Principles and Practice**. Ellis Horwood Ltd., England.

Inprasit, C. 1990. **Design and development of laboratory scale freeze dryer for tangerine juice power**. Asian Institute of Technology, Bangkok.

Freeze Dry Co., Ltd. <http://www.freuzedryco.com> Minnesota, USA.

Verrall, S.M. and J.S. Snowman. 1996. **Downstream Processing of Natural Products**. John Wiley & Sons Ltd.

Vongsawasdi, P. 1996. **Effect of handling and preservation methods on qualities of giant prawns**. Asian Institute of Technology, Bangkok.

ภาคผนวก ก

ตารางที่ 1ก ผลการทดสอบของการอบในตู้อบ Hot Air Oven อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เครื่อง Partial Freeze Dry ไม่เปิด Heater อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

เวลา (นาท)	เปอร์เซ็นต์ความชื้น (%)				
	Hot Air Oven ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส	Pratial Freeze Dry ไม่เปิด Heater	Pratial Freeze Dry ที่อุณหภูมิ 30 องศา เซลเซียส	Pratial Freeze Dry ที่อุณหภูมิ 40 องศา เซลเซียส	Pratial Freeze Dry ที่อุณหภูมิ 50 องศา เซลเซียส
0	11.58	11.58	11.58	11.58	11.58
15	9.76	8.94	6.66	6.20	6.47
30	8.50	7.61	4.41	4.07	4.00
45	7.15	5.84	4.31	3.89	3.79
60	6.07	4.96	4.10	3.89	3.79
75	5.33	4.75	4.10	3.89	3.79
90	4.79	4.65	4.10	3.89	3.79
105	4.51	4.58	4.10		
120	4.38	4.55			
135	4.32	4.48			
150	4.31	4.45			
165	4.31	4.41			
180	4.31	4.38			
195	4.31	4.38			
210		4.31			
225		4.31			
240		4.31			
255		4.31			

ภาคผนวก ข



ที่ วท 0308/ 4782

ถึง โครงการการขยายเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนสำหรับการผลิตไวตามินสำหรับสัตว์เศรษฐกิจ
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.) 979 อาคาร เอส เอ็ม ทาวเวอร์ ถนนพหลโยธิน เขตพญาไท
กรุงเทพมหานคร
กรมวิทยาศาสตร์บริการขอส่งรายงานการตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ วัดคุณค่าอย่าง ตาม คำร้อง

ลงวันที่ 6 มีนาคม 2546 เลขรับ 1571 วันที่ 6 มีนาคม 2546

ซึ่งกรมวิทยาศาสตร์ฯ ได้รับเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2546

กรมวิทยาศาสตร์บริการ ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โครงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

โทร. 0 2245 8993



รายงานการตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ

ชื่อวัตถุตัวอย่าง	เครื่องหมาย	หมายเลข	วิตามินบี ₂
	ตรา สกว.		มิลลิกรัม/100 กรัม
ตามที่ผู้ส่งเรียก	หีระบุตัวอย่าง	ปฏิบัติการ	

อาหารกุ้งและไก่

PFD NOH	-	WM.525	57.4
PFD 30°C	-	WM.526	46.5
PFD 40°C	-	WM.527	45.5
PFD 50°C	-	WM.528	44.8
HA 45°C	-	WM.529	48.3

ลักษณะตัวอย่าง : เป็นผงละเอียดสีนวลทั้ง 5 ตัวอย่าง

วันที่เริ่มทดสอบ : 13 มีนาคม 2546

วิธีทดสอบ : In-house method based on AOAC (2000) and methods of vitamin assay 4th ed 1985

นางสาวสุติมา สุจริตกุล

นางสาวสุติมา สุจริตกุล
เจ้าหน้าที่ฝ่ายสารบรรณนางบุษ เมียนคัตติริยะ
(นางสาวนางบุษ เมียนคัตติริยะ)
นักวิทยาศาสตร์ 7 ว

ห้ามคัดลอกใบรับรองหรือรายงานผลการเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตจากห้องปฏิบัติการเป็นลายลักษณ์อักษร

รายงานนี้ : - รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ เท่านั้น
- ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ใช้รายงานนี้ในการโฆษณาหรืออ้างถึง



.....ตัวอย่าง
.....รายการ

ที่ ว ๐506/ 2088

ถึง โครงการการขยายเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนสำหรับการผลิตไวตามินสำหรับสัตว์เศรษฐกิจ
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) เขตพญาไท กรุงเทพฯ

กรมวิทยาศาสตร์บริการขอส่งรายงานการตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ วัตถุตัวอย่าง ตาม คำร้อง
ลงวันที่ 19 ธันวาคม 2544 เลขรับ 7796 วันที่ 19 ธันวาคม 2544

ซึ่งกรมวิทยาศาสตร์ฯ ได้รับเมื่อวันที่ 19 ธันวาคม 2544

กรมวิทยาศาสตร์บริการ ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

กอง วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

โทร. ๐ 2245 8993



รายงานการตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ

ชื่อวัตถุตัวอย่าง	เครื่องหมาย	หมายเลข	ผลการวิเคราะห์
ตามที่ได้รับแจ้งเรียก	ตรา ฯลฯ	ที่ระบุตัวอย่าง ปฏิบัติการ	
อาหารกุ้งและไก่	-	VR.207	วิตามินเอ 97.623 วิตามินบี ₂ 203.

ลักษณะตัวอย่าง : เป็นเม็ดเล็กสีน้ำตาล

วันที่เริ่มทดสอบ : 21 มกราคม 2545

วิธีทดสอบ : In-house method based on AOAC (1995) and Methods of vitamin assay 3rd ed 1966

Analytical methods committee, Analyst, 110, 1019-1026 (1985)

J.W.DeVries et al., Liquid chromatographic analysis of food and beverages, 1979, vol.2

สมภาพ ลาภวิบูลย์สุข

(นายสมภาพ ลาภวิบูลย์สุข)

นักวิทยาศาสตร์ 4

สำเนาถูกต้อง

(นางสาวสุจิตมา สุจิตกุล)
หัวหน้าฝ่ายสารบรรณ

ห้ามคัดถ่ายใบรับรองหรือรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตจากห้องปฏิบัติการเป็นลายลักษณ์อักษร

รายงานนี้ : - รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ เท่านั้น

- ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ได้รายงานผลการวิเคราะห์หรืออ้างถึง

ที่ ว 0506/5612



ถึง โครงการการขยายเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วนสำหรับการผลิตไวตามินสำหรับสัตว์เศรษฐกิจ
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.)979 ถนนพหลโยธิน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร

กรมวิทยาศาสตร์บริการขอส่งรายงานการตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ วัดดูตัวอย่าง ตาม คำร้อง

ลงวันที่ 8 มีนาคม 2545 เลขรับ 1724 วันที่ 8 มีนาคม 2545

ซึ่งกรมวิทยาศาสตร์ฯ ได้รับเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2545

กรมวิทยาศาสตร์บริการ ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

กอง วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

โทร. 0 2245 8993



รายงานการตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ

ชื่อวัตถุตัวอย่าง	เครื่องหมาย	หมายเลข	วิตามินเอ	วิตามินบี ₂
ตามที่ผู้ส่งเรียก	ตรา ฯลฯ	ปฏิบัติกร	หน่วยสากล/100 กรัม	มิลลิกรัม/100 กรัม
อาหารกุ้งและไก่	-			
HAO-45		VV.227	257 552	90.5
PFO-NO		VV.228	263 407	70.4
PFO-30		VV.229	203 160	96.3
PFO-40		VV.230	155 527	76.4
PFO-50		VV.231	255 779	75.1

ลักษณะตัวอย่าง : เป็นเม็ดสีน้ำตาลทั้ง 5 ตัวอย่าง

วันที่เริ่มทดสอบ : 9 เมษายน 2545

วิธีทดสอบ : In-house method based on AOAC(1995) and methods of vitamin assay 3rd ed 1966
Analytical methods committee, Analyst, 110, 1019-1026 (1985)
J.W.DeVries et al., Liquid chromatographic analysis of food and
beverages, vol.2, 1979

สำเนาถูกต้อง

(นางสาวชุติมา สุจิตกุล)
หัวหน้าฝ่ายสารบรรณ

สมภพ ลาภวิบูลย์สุข
(นายสมภพ ลาภวิบูลย์สุข)
นักวิทยาศาสตร์ 5

ห้ามคัดถ่ายใบรับรองหรือรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตจากห้องปฏิบัติการเป็นลายลักษณ์อักษร
รายงานนี้ : - รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ เท่านั้น
- ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ใช้รายงานนี้ในการโฆษณาหรืออ้างถึง

หมายเลขปฏิบัติการ

GC 10222

ชื่อที่อยู่ของผู้รับบริการ

โครงการการขยายขนาดเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วน
สำหรับการผลิตไวตามิน

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ชั้น 14

อาคารเอส เอ็ม ทาวเวอร์ 979 ถ.พหลโยธิน

สามเสนใน พญาไท กรุงเทพฯ

รายละเอียดตัวอย่าง

อาหารเสริม B2-HA

หมายเลขตัวอย่าง

-

ลักษณะและสภาพตัวอย่าง

บรรจุถุงพลาสติกปิดสนิท จำนวน 1 ถุง น้ำหนักประมาณ
350 กรัม ไม่มีฉลาก และสภาพตัวอย่างที่รับปกติ

วันเดือนปีที่รับตัวอย่าง

2 กันยายน 2546

วันเดือนปีที่ทดสอบ

1-4 กันยายน 2546

รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ	ผลการทดสอบ	
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
วิตามินบี 2 (mg/100 g)	สธอ. T 971 based on AOAC (1995), 970.65	119.02	119.07

ผู้ทดสอบ

(นางสาวจตุพร ภูษิตวัฒนพงษ์)
นักวิทยาศาสตร์

ผู้รับรอง

(นางสาวจุฬารัตน์ กิตติเสรี)

ผู้จัดการแผนกเคมี

ปฏิบัติงานในฐานะทีมจัดการวิชาการ

10 ก.ย. 2546

ฟปอ.021

รายงานนี้รับรองเฉพาะชิ้นตัวอย่างที่ได้ทดสอบเท่านั้น

FT 001-02/05/45

ห้ามคัดถ่ายรายงานผลการทดสอบแต่เพียงบางส่วนโดยไม่ได้รับอนุญาตจากสถาบันอาหาร

หมายเลขปฏิบัติการ

GC 10223

ชื่อที่อยู่ของผู้รับบริการ

โครงการการขยายขนาดเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วน
สำหรับการผลิตไวตามิน

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ชั้น 14

อาคารเอส เอ็ม ทาวเวอร์ 979 ถ.พหลโยธิน

สามเสนใน พญาไท กรุงเทพฯ

รายละเอียดตัวอย่าง

อาหารเสริม B2-PNH

หมายเลขตัวอย่าง

-

ลักษณะและสภาพตัวอย่าง

บรรจุถุงพลาสติกปิดสนิท จำนวน 1 ถุง น้ำหนักประมาณ
500 กรัม ไม่มีฉลาก และสภาพตัวอย่างที่รับปกติ

วันเดือนปีที่รับตัวอย่าง

2 กันยายน 2546

วันเดือนปีที่ทดสอบ

1-4 กันยายน 2546

รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ	ผลการทดสอบ	
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
วิตามินบี 2 (mg/100 g)	สถอ. T 971 based on AOAC (1995), 970.65	120.07	119.26

ผู้ทดสอบ

(นางสาวจตุพร ภูอิวัฒน์พงษ์)
นักวิทยาศาสตร์

ผู้รับรอง

(นางสาวจุฬารัตน์ กิรติเสวี)

ผู้จัดการแผนกเคมี

ปฏิบัติงานในฐานะทีมจัดการวิชาการ

10 ก.ย. 2546

ฟปอ.021

รายงานนี้รับรองเฉพาะชิ้นตัวอย่างที่ได้ทดสอบเท่านั้น

FT 001-02/05/45

ห้ามคัดถ่ายรายงานผลการทดสอบแต่เพียงบางส่วนโดยไม่ได้รับอนุญาตจากสถาบันอาหาร

หมายเลขปฏิบัติการ

GC 10220

ชื่อที่อยู่ของผู้รับบริการ

โครงการขยายขนาดเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วน
สำหรับการผลิตไวตามิน

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ชั้น 14

อาคารเอส เอ็ม ทาวเวอร์ 979 ถ.พหลโยธิน

สามเสนใน พญาไท กรุงเทพฯ

รายละเอียดตัวอย่าง

อาหารเสริม B2-GA

หมายเลขตัวอย่าง

-

ลักษณะและสภาพตัวอย่าง

บรรจุถุงพลาสติกปิดสนิท จำนวน 1 ถุง น้ำหนักประมาณ
600 กรัม ไม่มีฉลาก และสภาพตัวอย่างที่รับปกติ

วันเดือนปีที่รับตัวอย่าง

2 กันยายน 2546

วันเดือนปีที่ทดสอบ

1-4 กันยายน 2546

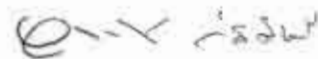
รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ	ผลการทดสอบ	
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
วิตามินบี 2 (mg/100 g)	สถอ. T 971 based on AOAC (1995), 970.65	149.99	149.41

ผู้ทดสอบ



(นางสาวจตุพร ภูชีวัฒนพงษ์)
นักวิทยาศาสตร์

ผู้รับรอง



(นางสาวจุนารัตน์ กิรติเสวี)

ผู้จัดการแผนกเคมี

ปฏิบัติงานในฐานะทีมจัดการวิชาการ

10 ก.ย. 2546

ฟปอ.021

รายงานนี้รับรองเฉพาะชิ้นตัวอย่างที่ได้ทดสอบเท่านั้น

FT 001-02/05/45

ห้ามคัดถ่ายรายงานผลการทดสอบแต่เพียงบางส่วนโดยไม่ได้รับอนุญาตจากสถาบันอาหาร

หมายเลขปฏิบัติการ

GC 10219

ชื่อที่อยู่ของผู้รับบริการ

โครงการการขยายขนาดเครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งบางส่วน
สำหรับการผลิตไวตามิน

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ชั้น 14

อาคารเอส เอ็ม ทาวเวอร์ 979 ถ.พหลโยธิน

สามเสนใน พญาไท กรุงเทพฯ

รายละเอียดตัวอย่าง

อาหารเสริม B2-FD

หมายเลขตัวอย่าง

-

ลักษณะและสภาพตัวอย่าง

บรรจุถุงพลาสติกปิดสนิท จำนวน 1 ถุง น้ำหนักประมาณ
250 กรัม ไม่มีฉลาก และสภาพตัวอย่างที่รับปกติ

วันเดือนปีที่รับตัวอย่าง

2 กันยายน 2546

วันเดือนปีที่ทดสอบ

1-4 กันยายน 2546

รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ	ผลการทดสอบ	
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
วิตามินบี 2 (mg/100 g)	สตอ. T 971 based on AOAC (1995), 970.65	68.25	68.38

ผู้ทดสอบ



(นางสาวจุฑา ภูจิวัฒน์พงษ์)
นักวิทยาศาสตร์

ผู้รับรอง



(นางสาวจุฬารัตน์ กิรติเสวี)

ผู้จัดการแผนกเคมี

ปฏิบัติงานในฐานะทีมจัดการวิชาการ

10 ก.ย. 2546

ฟปอ.021

รายงานนี้รับรองเฉพาะชิ้นตัวอย่างที่ได้ทดสอบเท่านั้น

FT 001-02/05/45

ห้ามคัดถ่ายรายงานผลการทดสอบแต่เพียงบางส่วนโดยไม่ได้รับอนุญาตจากสถาบันอาหาร