เครื่องอบแห้งกุ้งโดยใช้ก๊าซหุงต้ม

Liquefied Petroleum Gas Drying Machine for Dried Shrimp

ณฐพร จินดาประเสริฐ[1] ปฎิภาณ ถิ่นพระบาท[1] สมใจ เพียรประสิทธิ์[1] และประเสริฐ วิโรจน์ชีวัน[1]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร E-mail: nataporn.c@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันแหล่งพลังงานทดแทนมีบทบาทสำคัญและได้รับความสนใจในการค้นคว้าพัฒนากันอย่างกว้างขวาง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำมาทดแทนพลังงานจากแหล่งธรรมชาติที่มีราคาแพงและกำลังจะหมดไป ก๊าซหุงต้มได้ถูกพัฒนากับตู้อบแบบต่าง ๆ ขณะเดียวกันเครื่องอบที่ใช้ไฟฟ้าหรือน้ำมันเชื้อเพลิงจะประสบปัญหาด้านต้นทุนที่สูงซึ่งไม่คุ้มต่อการลงทุน ดังนั้นการนำก๊าซหุงต้ม มาใช้เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้ประหยัดพลังงานในยามที่ราคาน้ำมันแพง

การออกแบบเครื่องอบแห้งจากการใช้ก๊าซหุงต้ม มีวัตถุประสงค์เพื่อให้การอบกุ้งโดยใช้ก๊าซเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ลักษณะของชุดเครื่องอบแห้ง โครงสร้างของเครื่องอบทำจากแผ่นเหล็กอาบสังกะสีเพราะราคาถูกและใช้เหล็กฉากขึ้นรูปเป็นโครงสร้างและฐาน ขนาดของเครื่องอบแห้งกว้าง 1 m ยาว 1.50 m สูง 1 m ผนังด้านในมีแผงป้องกันความร้อนและใช้พัดลมเป็นตัวพาความร้อน ใช้มอเตอร์ขนาด 1/3 hp เป็นตัวขับใบพัดลม ด้านบนมีฝาปิดครอบมีช่องระบายอากาศออก และบรรจุกุ้งจำนวน 10 kg ลงในถังกลม ซึ่งทำมาจากแผ่นสแตนเลสเจาะรูที่เส้นผ่านศูนย์กลางรูขนาด 4 mm ม้วนกลม ใช้มอเตอร์ 1 hp เป็นตัวขับเคลื่อน ส่วนด้านล่างมีถาดทำจากแผ่นอลูมิเนียม ไว้รองรับตัวกุ้งที่ผ่านกรรมวิธีการอบแล้ว ใช้รีเวทและสลักยึด ตัวตู้อบติดตั้งล้อทั้งหมด 5 ตัว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้วเพื่อสำหรับการเคลื่อนย้าย

จากการทดลองการอบแห้งกุ้ง โดยอบกุ้งที่ต้มแล้วกับเกลือจำนวน 10 kg ใช้เวลาในการทดลอง 50 นาที ปรากฏว่า กุ้งจำนวน 10 kg นั้นแห้งและน้ำหนักกุ้งลดลงเหลือ 3.8 kg ค่าความชื้นมาตรฐานเปียกลดลงจาก 62.0 % เหลือ 0 %

คำสำคัญ: การอบแห้ง, เครื่องอบแห้ง, กุ้งแห้ง

Abstract

Nowadays, alternative energy sources play an important role and attract the attention of developers from every part of the world. The idea is to expand the number of sources to supplement the depleting, hence expensive, ones. One energy source for Thailand is the LPG gaseous fuel (a mixture of combustible gases). We have designed and built an LPG-fueled convective dryer for drying shrimps to help reduce the country's energy cost.

Designed especially for this kind of fuel, our 1 x 1.5 x 0.5 (length x width x height in meters) convective dryer is constructed with steel structure (base and frame) and inexpensive galvanized steel .The walls are heat-insulated on the inner surface. Forced air convection is produced by a 1/3 hp electric motor fan. There is an air vent with cover on the top side. A perforated stainless steel barrel (4-mm holes) which is spun by a 1 hp motor is the container for 10 kg shrimps. Under the barrel, there is an aluminum tray for dried shrimps. All mechanical fastening were done with rivets .The dryer can be moved around since it is equipped with 5 six-inch wheels.

Test result showed that 10 kg of boiled shrimps were dried to 3.8 kg of dried shrimps in 50 minutes and moisture content was decreased from 62.0 % to 0%.

Keywords: drying, drying machine, dried shrimp

1. บทนำ

"กุ้งแห้ง" เป็นอาหารแห้งชนิดหนึ่งที่บ้านส่วนใหญ่มักมีติดไว้ประจำครัว กุ้งแห้งสามารถนำมาประกอบอาหาร หรือนำมารับประทานเล่นได้ การทำกุ้งแห้งจึงเป็นทางเลือกสำหรับผู้ประกอบการที่สนใจการทำอาหาร และกรรมวิธีการทำกุ้งแห้ง วัตถุดิบและอุปกรณ์ กุ้งทะเลขนาดเล็ก หรือ กุ้งฝอย เกลือเม็ด น้ำ สวิง ตะแกรงตาข่าย กรรมวิธีการทำกุ้งแห้ง นำกุ้งมาล้างน้ำให้สะอาด ผึ่งไว้ให้สะเด็ดน้ำ จากนั้นต้มน้ำ ใส่เกลือเม็ด 2-3 กำมือต่อน้ำ 5 ลิตรเมื่อน้ำเดือด ใส่กุ้งลงไปต้มให้สุก รอประมาณ 15-20 นาทีใช้สวิงตักกุ้งขึ้นใส่เข่ง พักไว้ให้สะเด็ดน้ำอีก 20-30 นาทีนำกุ้งที่ต้มสุกมาตากแดดบนตะแกรงตาข่าย เกลี่ยให้เสมอกันใช้เวลาตากแดด 1 วันครึ่ง กุ้งจะแห้ง การตากแดด ต้องคอยพลิกกุ้งทุกครึ่งชั่วโมง เพื่อให้กุ้งแห้งสม่ำเสมอ นำกุ้งแห้งที่ตากแห้งใส่ถุงกระสอบ ฟาดกับพื้นไม้ เปลือกกุ้งจะหลุดออกจากตัวกุ้ง นำกุ้งที่ทุบเปลือกไปร่อนเอาเปลือกออก 1 ครั้ง

แล้วนำมาทุบ และร่อนซ้ำอีกกุ้งแห้งที่ร่อนเอาเปลือกออกหมดแล้ว ผู้ผลิตต้องนำมาคัดเลือกกุ้งตัวสวย ๆ ส่วนที่เหลือเป็นเศษกุ้งเล็กให้คัดไว้ตากเคล็ดลับกุ้งแห้งอร่อย คุณภาพดีกุ้งต้องสด ไม่แช่น้ำแข็ง เพราะถ้ากุ้งสดจะทำให้กุ้งมีสีแดง สวย รสหวาน และมีกลิ่นหอมตามธรรมชาติสะอาดทุกขั้นตอน การล้างก่อนทำการต้ม ผู้ผลิตต้องเลือกเศษลูกปลาเล็ก ๆ ที่ติดมาออกให้หมด เพราะเศษลูกปลาตัวเล็กจะทำให้กุ้งมีกลิ่นคาว ไม่ต้องใส่เกลือมากนัก เพราะจะทำให้กุ้งมีรสเค็มเกินไปในกระบวนการตากแดด ผู้ผลิตต้องระวังไม่ให้กุ้งแห้งเกินไป เพราะเนื้อกุ้งจะกรอบ ไม่เหนี่ยว ปัจจุบันการทำกุ้งแห้งมีขั้นตอนในการผลิตหลายขั้นตอน อย่างเช่นการทำกุ้งแห้งในขั้นตอนที่การนำกุ้งแห้งมาตากบนตะแกรงตาข่าย โดยต้องพึ่งธรรมชาติโดยตรง คือ เป็นไปตามอุณหภูมิของธรรมชาติ และในธรรมชาติมีความชื้นเข้ามาร่วมโดยที่ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้เป็นต้น ต่อมาการเลือกสีของวัตถุในการมาตากเช่น สีฟ้าต้องใช้แดดมาก สีดำต้องใช้แดดน้อย ซึ่งไม่เพียงพอต่อการนำไปสู่ผู้บริโภค และจะเสี่ยงต่อการที่จะถูกฝน ทำให้กุ้งขึ้นรา เนื่องจากกุ้งไม่แห้งสนิท เกิดความชื้นและไม่สะอาดและจากการทำกุ้งในตอนนี้ได้ใช้น้ำมันดีเซลในการผลิตกุ้งแห้งทำให้เป็นการสิ้นเปลือง ซึ่งราคาน้ำมันดีเซลมีราคาแพงและอาจจะขยับสูงขึ้นเรื่อย ๆ ต่างกับการใช้ก๊าซหุงต้ม ซึ่งเป็นก๊าซหุงต้มในท้องตลาดซึ่งมีราคาถูกเหมาะกับการนำมาใช้งาน จากโครงการที่คิดใช้ก๊าซหุงต้ม ในการอบแห้งทำให้สามารถลดต้นทุนน้ำมันดีเซลในการอบแห้ง ซึ่งดีกว่าในการตากแห้งโดยการใช้แดด ทำให้ได้ปริมาณของกุ้งแห้งในแต่ละวันเพิ่มมากขึ้น

2. วิธีการศึกษา

2.1 วัตถุประสงค์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เครื่องอบกุ้งโดยใช้ก๊าซหุงต้ม เพื่อลดต้นทุนการผลิตเดิมซึ่งใช้น้ำมันดีเซล โดยทำการออกแบบและสร้างเครื่องอบกุ้งโดยใช้ก๊าซหุงต้ม จากนั้นทำการทดสอบเครื่องอบกุ้งโดยทำการทดลองอบกุ้งและหาค่าเปรียบเทียบ

2.2 ทฤษฎี

ทฤษฎีการพาความร้อน

การพาความร้อนหมายถึงการถ่ายเทความร้อนระหว่างผิวของแข็งกับของไหลผลการเคลื่อนไหวของของไหลส่งผลให้เกิดการถ่ายเทโมเมนตัม ซึ่งมีผลต่อสัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่ผิวของแข็งนั้น พลังงานความร้อนถูกโอนถ่ายเป็นผลมาจากการแผ่ของโมเลกุลและผลจากการเคลื่อนไหวไปทั้งปริมาตรของของไหล

การพาความร้อนจำแนกเป็น 2 ประเภท คือ

การพาความร้อนตามธรรมชาติ (Natural convection) กล่าวคือการเคลื่อนไหวของของไหลเป็นผลของแรงลอยตัว ซึ่งเกิดจากผลการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่น อันเกิดจากมีผลต่างของอุณหภูมิของของไหลใน 2 บริเวณ

การพาความร้อนโดยบังคับ (Forced convection) กล่าวคือ การเคลื่อนไหวของของไหลที่เป็นผลมาจากแรงกระทำจากภายนอก เช่น เครื่องสูบ เครื่องเป่าลม โบเวอร์

การวิเคราะห์การนำความร้อนของแผ่นระนาบที่ผิวทั้งสองด้านสัมผัสกับของไหล

อัตราการถ่ายเทความร้อน สามารถคำนวณได้ดังสมการ

$$\dot{Q}_x = \frac{(T_{\infty 1} - T_{\infty 2})}{\frac{1}{h_1 A} + \frac{L}{kA} + \frac{1}{h_2 A}} = \frac{(T_{\infty 1} - T_{\infty 2})}{R_{tot}} \quad (1)$$

เมื่อ $T_{\infty 1}$, $T_{\infty 2}$ คืออุณหภูมิของไหลที่บริเวณด้านข้างผิว $x = 0$ และ $x = L$ ตามลำดับ

T_1, T_2 คืออุณหภูมิผิวที่ ผิว $x = 0$ และ $x = L$ ตามลำดับ

k คือสัมประสิทธิ์การนำความร้อน

h_1, h_2 คือสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของของไหลที่ผิว ผิว $x = 0$ และ $x = L$ ตามลำดับ

R_{tot} คือความต้านทานทางความร้อนรวม

ความชื้น

โดยทั่วไปแล้วความชื้นหรือปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในผลผลิตที่นำมาอบแห้งจะนิยามในรูปของอัตราส่วนของน้ำต่อมวลทั้งหมด ซึ่งสามารถบอกได้เป็น 2 แบบ คือ

1. ความชื้นมาตรฐานเปียก, M_w

$$M_w = \left(\frac{m_w - m_d}{m_w}\right) \times 100 \quad (2)$$

2. ความชื้นมาตรฐานแห้ง, M_d

$$M_d = \left(\frac{m_w - m_d}{m_d}\right) \times 100 \quad (3)$$

เมื่อ M_w คือ ความชื้นมาตรฐานเปียก (%)

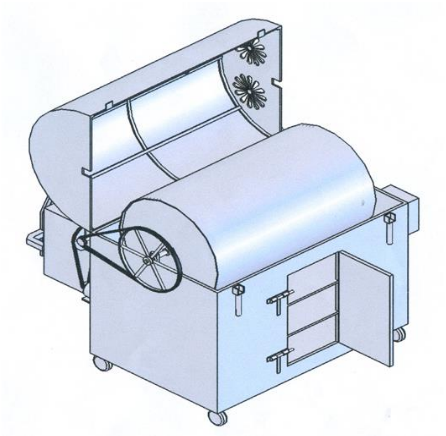
M_d คือ ความชื้นมาตรฐานแห้ง (%)

m_w คือ มวลของผลผลิตชื้น (kg)

m_d คือ มวลของผลผลิตแห้ง (kg)

2.3 การออกแบบและคำนวณ

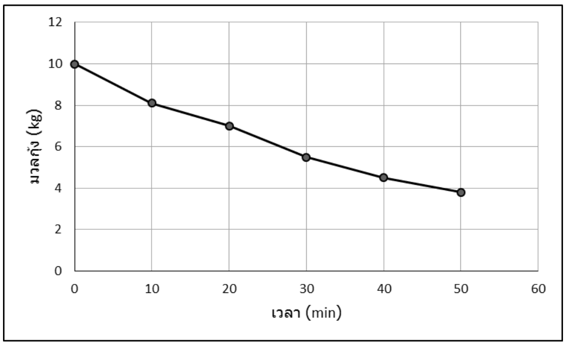
ออกแบบโดยการใช้ก๊าซ (LPG) มาให้ความร้อน โดยถังอบแห้งมีลักษณะทรงกระบอกมีรู ซึ่งถูกออกแบบให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 77.5 cm ยาว 122 cm และมีความหนา 1 mm ทำจากสแตนเลส AISI 304 และมีชุดกำลังคือ มอเตอร์ เกียร์ทด เฟืองขับ เฟืองตาม และอุปกรณ์ไฟฟ้า ตัวแปรที่สำคัญในการออกแบบคือ ขนาดถังอบให้เหมาะสมกับการใช้งานในอุตสาหกรรม การสูญเสียความร้อน ความเร็วรอบของถังอบแห้งและกำลังไฟฟ้าที่ใช้ จากนั้นจึงเข้าสู่ขั้นตอนการสร้างเครื่องอบแห้งกุ้ง



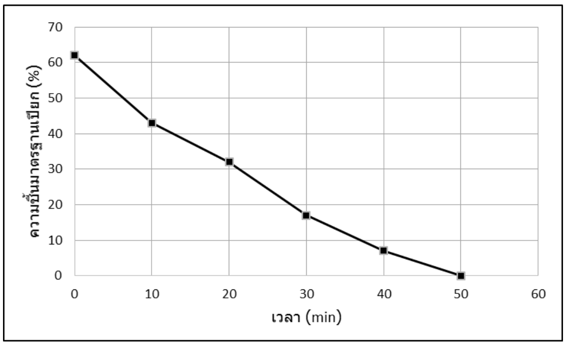
รูปที่ 1 เครื่องอบแห้งกุ้งโดยใช้ก๊าซหุงต้ม

2.4 ผลการศึกษา

ในการทดลองจะทำการทดลอง เพื่อเปรียบเทียบมวลกับเวลา โดยใช้กุ้งในการทำการทดลองจำนวนสามครั้ง ใช้กุ้งขนาด 80 ตัวต่อ 1 kg ขั้นตอนแรกนำกุ้งมาล้างน้ำสะอาด นำไปต้มกับน้ำเกลือ ต้มเสร็จแล้วนำกุ้งขึ้นมาชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำกุ้งมวล 10 kg เข้าเครื่องอบ ควบคุมอุณหภูมิในการอบ 150-175 °C และทำการอบจนกว่าจะแห้ง โดยทำการชั่งน้ำหนักกุ้งที่ใช้ไปทุก ๆ 10 นาที และบันทึกผลการทดลอง



รูปที่ 2 มวลของกุ้งกับเวลา



รูปที่ 3 ความชื้นมาตรฐานเปียกของกุ้งกับเวลา

จากการทดลองพบว่า เมื่อใช้เวลาอบแห้ง 50 นาที น้ำหนักกุ้งลดลงจาก 10 kg เหลือ 3.8 kg และค่าความชื้นมาตรฐานเปียกลดลงจาก 62.0 % เหลือ 0 %

3. สรุป

ในการออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งกุ้งที่ใช้ก๊าซหุงต้ม ทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตได้ แทนการใช้ไฟฟ้าหรือน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งมีราคาสูงมาก โดยเครื่องอบแห้งกุ้งนี้ สามารถนำไปใช้ในงานในครัวเรือนเพื่อการค้าและงานอุตสาหกรรมขนาดย่อมได้ จากผลการทดลองเครื่องอบแห้งกุ้ง ซึ่งใช้อุณหภูมิ 150-175 °C พบว่ากุ้งที่อบแห้งนั้นสามารถแห้งได้ตามกำหนด ส่วนการทำงานของเครื่องและการควบคุมก๊าซนั้นง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน

เอกสารอ้างอิง

[1] พุทธินันทร์ จารุวัฒน์ และคณะ. ศึกษาวิจัยเครื่องอบแห้งลำไยแบบต่อเนื่อง. รายงานผลงานวิจัย ประจำปี 2551 วิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 2551.

[2] ปฏิภาณ ถิ่นพระบาท. เครื่องอบแห้งพืชผลทางการเกษตรสำหรับครัวเรือน: การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 19. วันที่ 19-21 ตุลาคม 2548. ภูเก็ต, 2548.

[3] มนตรี พิรุณเกษตร. การถ่ายเทความร้อน : ฉบับเตรียมสอบและเสริมประสบการณ์. วิทยพัฒน์, กรุงเทพฯ. 2541.

[4] สมชาติ โสภณรณฤทธิ์. การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท. พิมพ์ครั้งที่ 7. คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ. 2540.

[5] รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. วิศวกรรมแปรรูปอาหาร:การถนอมอาหาร. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 2535.

[6] ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร 2532. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

ประวัติผู้เขียนบทความ

ดร.ณทพร จินดาประเสริฐ
จบการศึกษาระดับ ปริญญาเอก Dr.-Ing. จาก University of Rostock, ประเทศเยอรมนี ปัจจุบันเป็นอาจารย์ ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร งานวิจัยที่สนใจด้าน Automotive engineering, Alternative fuel (CNG, Ethanol, Biodiesel, etc.), Drying

ผศ.ดร.ปฏิภาณ ถิ่นพระบาท
จบการศึกษาระดับ ปริญญาเอก Docteur Énergétique (Mechanical Engineering) จาก University of Orléans, ประเทศฝรั่งเศส ปัจจุบัน เป็นผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร งานวิจัยที่สนใจด้าน Biodiesel (production & applications), Econo Car, Spray behavior in diesel injector, Air Car, Alternative fuel

ผศ.ดร.สมใจ เพียรประสิทธิ์
จบการศึกษาระดับ ปริญญาเอก ค.อ.ด.(วิจัยและพัฒนาหลักสูตร) จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปัจจุบันเป็นผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร งานวิจัยที่สนใจด้าน Automotive engineering, Alternative fuel (Biodiesel, Ethanol, Pyrolysis etc.), Hybrid Car, Econo Car

ผศ.ดร.ประเสริฐ วิโรจน์ชีวัน
จบการศึกษาระดับ ปริญญาเอก วศ.ด.(วิศวกรรมอุตสาหการ) จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปัจจุบันเป็นผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร งานวิจัยที่สนใจด้าน Mechanical Design, Mechanics of Materials, Biodiesel