

กระบวนการผลิตกระดูกไก่แห้ง

จิตาภา บุญมหาผล¹, ททัยชนก มณีฉาย¹, ธนพร เอมฤกษ์¹ ศุภโชค แสงสว่าง¹ และสวานิต อิชยาวณิชย์^{1*}

¹ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรเพื่ออุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
วิทยาเขตปราจีนบุรี¹, จังหวัดปราจีนบุรี, 25230.

ผู้เขียนติดต่อ: สวานิต อิชยาวณิชย์ Email: Sawanit.a@fitm.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมีการนำกระดูกไก่ที่สกัดคอลลาเจนแล้วมาทำเป็นอาหารสัตว์โดยการตากแห้ง ซึ่งกระดูกไก่แห้งที่ผลิตได้มีคุณภาพไม่ตรงตามมาตรฐาน งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษากระบวนการผลิตกระดูกไก่แห้งที่เหมาะสมโดยศึกษาอุณหภูมิการเก็บรักษาวัตถุดิบกระดูกไก่ (-20 และ 4 °C) , สารที่ใช้ล้าง (ไม่ล้าง , น้ำเปล่า , น้ำร้อน , น้ำส้มสายชู และโซดาไฟ) และวิธีการทำแห้ง (อบแห้ง และตากแดด) ซึ่งผลการศึกษาพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตกระดูกไก่แห้ง คือ เก็บรักษากระดูกไก่ที่ 4 °C หลังจากนั้นล้างด้วยน้ำส้มสายชูก่อนอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 °C โดยใช้เวลาในการอบ 5 ชั่วโมง 20 นาที ซึ่งกระดูกไก่แห้งที่ผลิตได้มีความชื้นอยู่ที่ 10 % มีโปรตีนเท่ากับ 26.13 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าสี L* , a* , b* และ ΔE เท่ากับ 42.89, 12.29 , 29.10 และ 8.22 ตามลำดับ โดยได้ปริมาณผลผลิตสูงสุดที่ร้อยละ 98.19 ซึ่งคุณลักษณะที่ได้เหมาะสมในการนำไปผลิตเป็นอาหารสัตว์

คำสำคัญ: กระดูกไก่, อาหารสัตว์, อบแห้ง

Abstract

This research aimed to study production process of dried chicken bones for animal feed industry. Three factors were studied including; storage temperature of raw materials (-20 and 4 °C) type of washing substance (do not wash, water, hot water, vinegar and sodium hydroxide) and drying process (hot air drying and sun drying). The result found that the optimal conditions for drying of chicken bones is keeping raw materials at 4 °C, then wash with vinegar before baking with a hot air oven at 100 °C for 5 hr. 20 min. The moisture content of dried chicken bone was 10%. Percentage of protein in dried chicken bone was 26.13. The L* , a* , b* , and ΔE value of dried chicken bone were 42.89, 12.29, 29.10, and 8.22, respectively. The maximum yield was 98.19 % and the dried chicken bone was suitable for animal feed production.

Keywords: Animal feed, Chicken bones, Drying.

1. บทนำ

ไก่เป็นสัตว์เศรษฐกิจที่เลี้ยงในประเทศไทย สามารถเลี้ยงให้มีการเจริญเติบโตได้ดีด้วยสภาพอากาศ และสิ่งแวดล้อมต่างๆ การเลี้ยงไก่กลายเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญยิ่งของประเทศ โดยการเลี้ยงไก่สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ฝ่าย คือ ฝ่ายเลี้ยง ฝ่ายผสมพันธุ์ไก่เพื่อผลิตลูกไก่ โดยจะรวมโรงพักเข้าไปด้วย ฝ่ายเลี้ยงและผลิตไก่ ส่งเข้าตลาดโรงงานผลิตอาหารสัตว์ โรงงานฆ่าไก่และเตรียมผลิตภัณฑ์สำหรับตลาด ซึ่งประกอบขึ้นเป็นอุตสาหกรรมการผลิตไก่ที่สมบูรณ์ (วิทยา, 2556)

ในอุตสาหกรรมมีการนำกระดูกไก่มาแปรรูปในการผลิตอาหารสัตว์ กระดูกไก่เป็นวัตถุดิบที่ทั้งธาตุแคลเซียม และฟอสฟอรัส เป็นผลพลอยได้จากโรงฆ่าสัตว์ โดยเอากระดูกไปต้มหรือนึ่งเพื่อฆ่าเชื้อโรค รวมทั้งเป็นการทำให้ไขมันส่วนใหญ่ว่ากระดูกละลายออกมา จากนั้นจึงอบหรือผึ่งกระดูกให้แห้งแล้วจึงนำมาบด มีธาตุแคลเซียม และฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบอยู่ประมาณ 24 และ 12% ตามลำดับ (ชลธิชา, 2558) ซึ่งในปัจจุบันมีโรงงานอุตสาหกรรมหลายแห่งได้นำ

กระดูกไก่ที่เหลือจากกระบวนการผลิตต่างๆมาแปรรูป เช่น กระดูกไก่ที่เหลือจากกระบวนการผลิตเครื่องสำอาง มีการนำกระดูกไก่มาแปรรูปเป็นอาหารสัตว์โดยนำมาอบแห้ง การอบแห้งอาหารสัตว์ในปัจจุบันที่นิยมคือ นำกระดูกไก่มาตากแดด ซึ่งอุณหภูมิแต่ละวันไม่เท่ากัน ทำให้กระดูกไก่มีการทำแห้งที่ไม่สม่ำเสมอ จึงทำให้เปอร์เซ็นต์ความชื้น ปริมาณเปอร์เซ็นต์โปรตีน ไม่เป็นไปตามมาตรฐานอาหารสัตว์ ดังนั้น โครงการนี้จึงมุ่งที่จะศึกษาการหาสภาวะที่เหมาะสมในการอบกระดูกไก่เพื่อแปรรูปอาหารสัตว์ เพื่อให้ได้กระดูกไก่อบแห้งที่เหมาะสมตามคุณภาพของอาหารสัตว์ต่อไป (วิทยา, 2556) โดยใช้กระดูกไก่ที่เหลือจากกระบวนการผลิตเครื่องสำอางจากบริษัท ซีโนสยามไบโอเทคนิค จำกัด และอุณหภูมิที่ใช้ในการอบกระดูกไก่คือ 100°C

2. อุปกรณ์และวิธีการ

ขั้นตอนการศึกษา

2.1 การเก็บรักษากระดุกไก่อ

แบ่งออกเป็น 2 แบบ ได้แก่

- การแช่แข็ง เป็นกรรมวิธีการแปรรูปอาหาร โดยทำการลดอุณหภูมิของกระดุกไก่อให้ต่ำกว่า -18°C ด้วยตู้แช่แข็ง

- การแช่เย็น ทำการการเก็บกระดุกไก่อไว้ในอุณหภูมิที่เหนือจุดเยือกแข็งหรือการเก็บกระดุกไก่อไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ $0-5^{\circ}\text{C}$ ในตู้เย็น

2.2 การศึกษาการล้างกระดุกไก่อ

การล้างกระดุกไก่อที่ทำการศึกษาวิธีล้างมี 4 วิธี ได้แก่

- วิธีการล้างด้วยน้ำเปล่า ทำการล้างกระดุกไก่อด้วยอัตราส่วนกระดุกไก่อต่อน้ำเปล่าเท่ากับ $100\text{g} : 100\text{g}$ ทิ้งให้สะเด็ดน้ำ

- วิธีการล้างด้วยน้ำส้มสายชู ทำการล้างกระดุกไก่อด้วยอัตราส่วนกระดุกไก่อต่อน้ำส้มสายชูเท่ากับ $100\text{g}:100\text{g}$ ทิ้งให้สะเด็ดน้ำ

- วิธีการล้างด้วยโซดาไฟ ทำการล้างกระดุกไก่อด้วยอัตราส่วนกระดุกไก่อต่อน้ำโซดาไฟเท่ากับ $100\text{g}:100\text{g}:100\text{g}$ ทิ้งให้สะเด็ดน้ำ

- วิธีการล้างด้วยการลวกน้ำร้อน ทำการล้างกระดุกไก่อด้วยอัตราส่วนกระดุกไก่อต่อน้ำร้อนเท่ากับ $100\text{g}:100\text{g}$ ทิ้งให้สะเด็ดน้ำ

2.3 ศึกษาสภาวะในการอบกระดุกไก่อด้วยตู้อบลมร้อน

2.3.1 หาเวลาในการอบแห้งให้ได้ความชื้นสุดท้ายเป็น 10%

- นำกระดุกไก่อมาทำการเตรียมก่อนการอบแห้ง ซึ่งมีการเตรียมอยู่ 4 แบบ ได้แก่ การล้างด้วยน้ำส้มสายชู, การล้างด้วยโซดาไฟ, การล้างด้วยน้ำเปล่า และการลวกด้วยน้ำร้อน จะแบ่งออกเป็น 3 ถาด

- นำกระดุกไก่อที่ผ่านการเตรียมในขั้นตอนที่ 1 มาชั่งน้ำหนักก่อนการอบ จากนั้นนำเข้าสู่ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ คือ 100°C แล้วเก็บข้อมูลระหว่างค่าเวลา และความชื้น โดยนำกระดุกไก่อที่ใส่อยู่ใน Moisture content ออกมาชั่งน้ำหนักทุกๆ ชั่วโมง เป็นเวลา 8 ชั่วโมง โดยเริ่มที่ชั่วโมงที่ 0-8 ชั่วโมง นำออกมาชั่งน้ำหนักที่ละ 3 กระป๋อง

- นำ Moisture content ที่มีกระดุกไก่อออกมาชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำข้อั้ทั้งหมดที่ผ่านการชั่งน้ำหนักแล้วไปเข้าสู่ตู้อบที่ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จนกว่าน้ำหนักจะคงที่ ชั่งน้ำหนักอีกครั้งแล้วคำนวณค่าความชื้น

- สร้างกราฟระหว่างค่าความชื้นกับเวลา หาเวลาที่ใช้ในการอบแห้งจนทราบค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นสุดท้ายที่ 10%

2.3.2 การศึกษาคุณสมบัติของกระดุกไก่ออบแห้ง

ซึ่งจะทำการนำผลของกระดุกไก่ออบแห้งที่ผ่านการเตรียม 4 แบบ ได้แก่ การล้างด้วยน้ำส้มสายชู, การล้างด้วยโซดาไฟ, การล้างด้วยน้ำเปล่า และการลวกด้วยน้ำร้อน ทำการอบที่อุณหภูมิ 100°C ตาม

เวลาที่กำหนดเพื่อให้ได้ความชื้นสุดท้ายที่ 10% จากนั้นนำกระดุกไก่อมาทำการวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ ได้แก่

- วิเคราะห์ค่าโปรตีนในน้ำล้าง
- วิเคราะห์ค่าสี L^* , a^* , b^* และ ΔE
- วิเคราะห์ค่าเปอร์เซ็นต์ปริมาณผลผลิต

2.4 ศึกษาสภาวะในการทำแห้งของกระดุกไก่อด้วยวิธีการตากแดด

2.4.1 เวลาในการตากแดด แบ่งออกเป็น 2 ช่วง ได้แก่

- การตากแดดเต็มวัน การตากแดดเต็มวันจะมีกรรมวิธีการตาก คือ นำกระดุกไก่อที่ผ่านกระบวนการล้างที่ดีที่สุดมา 100 g ใส่ลงในภาชนะและนำไปตากบริเวณที่มีแดด โดยที่ความร้อนเฉลี่ยของแดดในเดือนมีนาคม จะอยู่ที่ 36.4°C ใช้เวลาดตากแดดจำนวน 8 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการชั่งน้ำหนักกระดุกไก่อที่ทำการตากแดดแบบเต็มวันเพื่อที่จะทราบถึงน้ำหนักของกระดุกไก่อที่หายไป

- การตากแดดครึ่งวัน การตากแดดครึ่งวันวันจะมีกรรมวิธีการตาก คือ นำกระดุกไก่อที่ผ่านกระบวนการล้างที่ดีที่สุดมา 100 g ใส่ลงในภาชนะและนำไปตากบริเวณที่มีแดด โดยที่ความร้อนเฉลี่ยของแดดในเดือนมีนาคม จะอยู่ที่ 36.4°C ใช้เวลาในการตากแดดจำนวน 4 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการชั่งน้ำหนักกระดุกไก่อที่ทำการตากแดดแบบครึ่งวัน เพื่อที่จะทราบถึงน้ำหนักของกระดุกไก่อที่หายไป

2.4.2 การศึกษาคุณสมบัติของกระดุกไก่อในการตากแดด

- วิเคราะห์ค่าสี L^* , a^* , b^* และ ΔE
- วิเคราะห์ค่าเปอร์เซ็นต์ปริมาณผลผลิต

2.5 สถิติที่ใช้ในการทดลอง

จากการวิเคราะห์คุณภาพของกระดุกไก่อด้านต่างๆ ได้แก่ การวิเคราะห์ค่าโปรตีน, การวัดค่าสี และการวิเคราะห์ค่าเปอร์เซ็นต์ปริมาณผลผลิต นำผลที่ได้จากการศึกษาสภาวะการอบแห้งของกระดุกไก่อที่ผ่านกระบวนการมาทำการตรวจสอบค่าเฉลี่ย จากข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างหลายกลุ่ม โดยเป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างตั้งแต่ 3 กลุ่มขึ้นไป โดยการพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของคุณลักษณะนั้นๆ ซึ่งการจำแนกกลุ่ม หรือแบ่งกลุ่ม จะใช้หลักเกณฑ์เดียวหรือปัจจัยเดียววิธีที่นิยมใช้ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสำหรับหลายกลุ่มตัวอย่าง คือการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance : ANOVA)

3. ผลและวิจารณ์

3.1 ผลการศึกษาวิธีการเก็บกระดุกไก่อ

จากการศึกษาวิธีการเก็บกระดุกไก่อ 2 วิธี เพื่อหาวิธีการเก็บกระดุกไก่อที่ดีที่สุดด้วยวิธีการดังต่อไปนี้ เก็บกระดุกไก่อที่ตู้แช่เย็น และเก็บกระดุกไก่อที่ตู้แช่แข็ง เพื่อหาวิธีการเก็บกระดุกไก่อที่ทำให้เนื้อที่ติดอยู่รอบกระดุกไก่อไม่เหนียวเกาะติดกัน ดังตารางที่ 1

Table 1 Characteristics of chicken bones keep in chill and freeze.

วิธีการเก็บกระดูกไก่	ลักษณะของกระดูกไก่	ภาพกระดูกไก่
ตู้แช่เย็น	เนื้อไก่ที่ติดอยู่บนกระดูกไก่จะมีลักษณะสีขาว ไม่มีเหนียว และไม่มีมีการเกาะติดมาก	
ตู้แช่แข็ง	กระดูกไก่ออกมาจะละลาย และมีเนื้อไก่ที่เหนียว กระดูกไก่จะติดกันเป็นก้อน มีลักษณะเหนียวๆ	

จากการศึกษาการเก็บรักษากระดูกไก่ทั้ง 2 วิธี ดังตารางที่ 1 พบว่าการเก็บกระดูกไก่ด้วยตู้แช่เย็นดีกว่าการเก็บกระดูกไก่ด้วยตู้แช่แข็ง เพราะว่าการเก็บกระดูกไก่ด้วยตู้เย็นจะทำให้เนื้อไก่ที่ติดอยู่รอบๆ กระดูกไก่มีลักษณะ เนื้อไก่ลื่นๆ ไม่เหนียวติดกันเป็นก้อน

3.2 ผลการศึกษาวิธีการล้างกระดูกไก่

จากการศึกษาวิธีการล้างกระดูกไก่ 4 วิธี เพื่อหาวิธีการล้างที่ดีที่สุดด้วยวิธีการดังต่อไปนี้ ล้างกระดูกไก่ด้วยน้ำเปล่า ล้างกระดูกไก่ด้วยการลวกด้วยน้ำร้อน ล้างกระดูกไก่ด้วยน้ำส้มสายชู และล้างกระดูกไก่ด้วยโซดาไฟ โดยล้างกระดูกไก่ 100 g แล้วนำไปวิเคราะห์น้ำหนักของกระดูกไก่ที่เหลือหลังการล้าง และเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่เหลือในน้ำล้าง ได้ผลดังตารางที่ 2

Table 2 Weight of remaining bones after rinsing and the percentage of protein left in the washed water of the chicken bones cleaned by 4 methods.

วิธีการล้าง	น้ำหนักที่เหลือจาก 100 กรัม*	โปรตีนที่เหลือในน้ำล้าง (%โปรตีนเดิม)	ภาพผลการล้าง
น้ำเปล่า	80.00 ^a ±0.11	1.22 ^a ±0.14	
ล้างด้วยน้ำร้อน	70.00 ^a ±0.06	0.84 ^a ±0.08	
น้ำส้มสายชู	85.00 ^a ±0.17	1.34 ^a ±0.11	
โซดาไฟ	85.00 ^a ±0.15	2.28 ^a ±0.07	

หลังจากการศึกษาวิธีการล้างกระดูกไก่ทั้ง 4 วิธี พบว่าการล้างกระดูกไก่ด้วยน้ำส้มสายชูเป็นวิธีการล้างที่ดีที่สุดเนื่องจากการล้างกระดูกไก่ด้วยน้ำส้มสายชู ทำให้กระดูกไก่เสียโปรตีนไปในน้ำล้าง 1.34% และการล้างกระดูกไก่ด้วยน้ำส้มสายชูทำให้กลิ่นของกระดูกไก่ลดลง ซึ่งการล้างกระดูกไก่ด้วยวิธีการลวกด้วยน้ำร้อนทำให้เหลือโปรตีนน้อยที่สุดในน้ำล้างแต่การล้างกระดูกไก่ด้วยการลวกด้วยน้ำร้อนทำให้น้ำหนักของกระดูกไก่เหลือน้อย และทำให้กลิ่นของกระดูกไก่แรงขึ้นอีกด้วย

3.3 ผลการศึกษาสภาวะในการอบแห้งกระดูกไก่

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมที่ใช้ในการอบแห้งกระดูกไก่ ได้ทดลองอบกระดูกไก่ด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส พบว่าต้องใช้ระยะเวลาเกินกว่า 1 วันจึงจะทำให้กระดูกไก่มีความชื้นต่ำกว่า และทดลองอบกระดูกไก่ด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 120°C พบว่ากระดูกไก่มีสีไหม้ และกระดูกแห้งเป็นขุยสีขาวๆ แต่พอทดลองอบกระดูกไก่ที่อุณหภูมิ 100°C กระดูกไก่จะมีเปอร์เซ็นต์ความชื้น 10%ตามมาตรฐานอาหารสัตว์ สีของกระดูกไก่ไม่ไหม้ และระยะเวลาในการอบไม่นาน จึงเลือกอบกระดูกไก่ที่อุณหภูมิ 100°C ดังภาพที่ 1

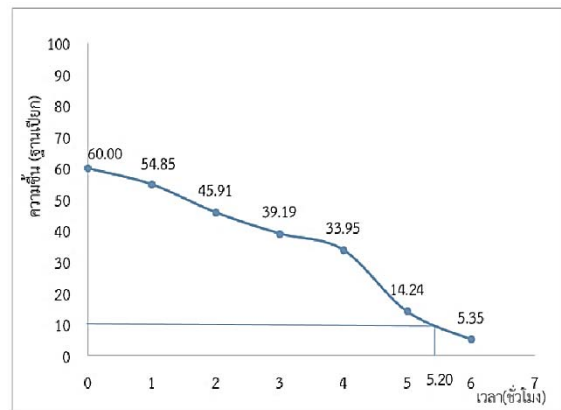


Figure 1 Moisture and time of baking chicken bones with a hot air oven at 100°C.

จากภาพที่ 1 การศึกษาสภาวะที่ใช้ในการอบแห้งกระดูกไก่ที่ล้างและไม่ได้ล้างโดยมีความชื้นเริ่มต้นเท่ากัน คือ 60% อบแห้งโดยใช้อุณหภูมิที่ 100°C พบว่าการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100°C ใช้เวลาในการอบแห้ง 5.20 ชั่วโมง สามารถทำให้กระดูกไก่มีความชื้นที่ต่ำกว่า 10%ตามมาตรฐานอาหารสัตว์ ทั้งกระดูกไก่ที่ล้างน้ำส้มสายชู และกระดูกไก่ที่ไม่ได้ล้างน้ำส้มสายชู

3.4 ผลการศึกษาการอบแห้งกระดูกไก่ด้วยการตากแดด

จากการศึกษาการอบแห้งกระดูกไก่ด้วยการตากแดด โดยการตากแดดจะใช้กระดูกไก่ที่มีความชื้นเริ่มต้นเท่ากัน คือ 60% ทั้งแบบล้างน้ำส้มสายชูตากแดดเต็มวัน ไม่ล้างน้ำส้มสายชูตากแดดเต็มวัน ล้างน้ำส้มสายชูตากแดดครึ่งวัน ไม่ล้างน้ำส้มสายชูตากแดดครึ่งวัน หลังจากนั้นนำไปวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ความชื้น (ฐานเปียก) ได้ผลดังตารางที่ 3

Table 3 Drying of chicken bones by sun drying.

วิธีการตากแดด	เปอร์เซ็นต์ความชื้น *(ฐานเปียก)
ไม่ล้างน้ำสั้สลายซุตากแดดเต็มวัน	0.25 ^a ±0.05
ล้างน้ำสั้สลายซุตากแดดเต็มวัน	0.27 ^c ±0.09
ไม่ล้างน้ำสั้สลายซุตากแดดครึ่งวัน	0.33 ^c ±0.12
ล้างน้ำสั้สลายซุตากแดดครึ่งวัน	0.43 ^d ±0.11

พบว่ากรอบแห้งด้วยการตากแดดเต็มวันมีความชื้นน้อยกว่ากรอบแห้งด้วยการตากแดดครึ่งวัน เพราะว่าการอบแห้งด้วยการตากแดดเต็มวันกระดูกไก่ได้รับปริมาณความร้อนจากแสงอาทิตย์ในระยะเวลาที่นานกว่า แต่ความชื้นทั้งการอบแห้งด้วยการตากแดดเต็มวัน และการอบแห้งด้วยการตากแดดครึ่งวันมีปริมาณความชื้นที่ต่ำกว่า 10% ตามมาตรฐานอาหารสัตว์

3.5 ผลการศึกษาการวิเคราะห์คุณภาพของกระดูกไก่

การอบกระดูกไก่ด้วยวิธีการอบด้วยตู้อบลมร้อน ด้วยวิธีการตากแดด ทั้งแบบล้างน้ำสั้สลายซุ และไม่ล้างน้ำสั้สลายซุจำเป็นต้องมีการนำกระดูกไก่ที่วิธีต่างๆ ไปตรวจวิเคราะห์คุณภาพ เพื่อให้ได้กระดูกไก่ที่มีคุณภาพ เพื่อใช้ในการทำอาหารสัตว์ การวิเคราะห์คุณภาพที่ได้ศึกษามีการวิเคราะห์ค่าสี L*, a*, b* และ ΔE วิเคราะห์ค่าโปรตีน (เปอร์เซ็นต์) วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ปริมาณผลผลิต ได้ผลดังนี้

3.5.1 ค่าสี L*, a*, b* และ ΔE ของกระดูกไก่

จากการศึกษาสภาวะการอบแห้งกระดูกไก่เพื่อแปรรูปเป็นอาหารสัตว์ มีการนำกระดูกไก่ไปล้างด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อหาวิธีการล้างที่ดีที่สุดและนำกระดูกไก่ไปอบแห้งวิธีที่ศึกษาคืออบด้วยตู้อบลมร้อนที่ 100°C และการตากแดดครึ่งวัน และเต็มวัน หลังจากศึกษาวิธีการต่างๆ แล้วต้องนำกระดูกไก่ไปวิเคราะห์คุณภาพ เพื่อดูวิธีที่ทำให้ค่าสีของกระดูกไก่มีค่าสีที่ใกล้เคียงกับกระดูกไก่สดมากที่สุด ได้ผลดังตารางที่ 4

Table 4 Color values of chicken bones.

วิธีที่ศึกษา	L*	a*	b*	ΔE
กระดูกไก่สด	42.87 ^a ±0.55	12.21 ^a ±0.25	28.80 ^b ±0.17	-
ไม่ล้างน้ำสั้สลายซุตากแดดเต็มวัน	42.25 ^a ±0.23	12.68 ^a ±0.07	26.11 ^a ±0.14	6.78 ^a ±0.05
ไม่ล้างน้ำสั้สลายซุตากแดดครึ่งวัน	40.84 ^a ±0.12	12.46 ^a ±0.18	28.24 ^a ±0.23	8.32 ^a ±0.08
ไม่ล้างน้ำสั้สลายซุอบด้วยตู้อบลมร้อน	42.82 ^a ±0.17	12.19 ^a ±0.09	29.00 ^a ±0.18	8.25 ^a ±0.12
ล้างน้ำสั้สลายซุอบด้วยตู้อบลมร้อน	42.89 ^a ±0.15	12.29 ^a ±0.15	29.10 ^a ±0.13	8.22 ^a ±0.07
ล้างน้ำสั้สลายซุตากแดดเต็มวัน	43.68 ^b ±0.04	12.79 ^a ±0.04	30.77 ^c ±0.33	7.47 ^a ±0.05
ล้างน้ำสั้สลายซุตากแดดครึ่งวัน	43.61 ^b ±0.17	12.92 ^a ±0.07	30.43 ^b ±0.20	6.18 ^a ±0.11

จากตารางที่ 3.4 พบว่ากระดูกไก่ที่ล้างตากแดดเต็มวันมีค่าความสว่างมากที่สุด การล้างกระดูกไก่ด้วยน้ำสั้สลายซุ และการตากแดดทำให้กระดูกไก่มีค่า L มากขึ้นสีของกระดูกไก่อุดสว่างมากขึ้น โดยค่า L ทุกวิธีที่ศึกษาจัดว่าอยู่ในกลุ่มค่าเดียวกัน และไม่มีมีความแตกต่างกัน กระดูกไก่ที่ล้างน้ำสั้สลายซุตากแดดครึ่งวันมีค่า a* มากที่สุด ค่า a* มากขึ้นเมื่อกระดูกไก่อ้างด้วยน้ำสั้สลายซุ และตากแดดครึ่งวัน ค่า a* ของแต่ละวิธีที่ศึกษาจัดอยู่ในกลุ่มค่าเดียวกัน และไม่มีมีความแตกต่างกัน กระดูกไก่ที่ล้างน้ำสั้สลายซุตากแดดเต็มวันมีค่า b* มากที่สุด ค่า b* มากขึ้นเมื่อกระดูกไก่อ้างด้วยน้ำสั้สลายซุ และตากแดดเต็มวัน ค่า b* ของทุกวิธีที่ศึกษาโดยรวมแล้วจัดว่าอยู่ในกลุ่มค่าเดียวกัน และไม่มีมีความแตกต่างกัน กระดูกไก่ที่ล้างน้ำสั้สลายซุตากแดดเต็มวันทำให้สีของกระดูกไก่อมีความสว่าง และใกล้เคียงกับกระดูกไก่สดมากที่สุด ค่า ΔE ของกระดูกไก่อโดยรวมแล้วจัดอยู่ในกลุ่มค่าเดียวกัน และไม่มีมีความแตกต่างกัน

3.5.2 ค่าโปรตีนของกระดูกไก่

จากการศึกษาสภาวะการอบแห้งกระดูกไก่เพื่อแปรรูปเป็นอาหารสัตว์ มีการนำกระดูกไก่ไปล้างด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อหาวิธีการล้างที่ดีที่สุด และนำกระดูกไก่อไปอบแห้งวิธีที่ศึกษาคืออบด้วยตู้อบลมร้อนที่ 100°C และการตากแดดครึ่งวัน และเต็มวัน หลังจากศึกษาวิธีการต่างๆ แล้วต้องนำกระดูกไก่อไปหาค่าโปรตีน เพื่อดูวิธีที่ทำให้โปรตีนมีอยู่ในกระดูกไก่อ ได้ผลดังตารางที่ 5

Table 5 Protein values of chicken bones.

วิธีที่ศึกษา	โปรตีน *(เปอร์เซ็นต์)
ไม่ล้างน้ำสั้สลายซุอบด้วยตู้อบลมร้อน	26.12 ^b ±0.15
ล้างน้ำสั้สลายซุอบด้วยตู้อบลมร้อน	26.13 ^b ±0.07
ไม่ล้างน้ำสั้สลายซุตากแดดเต็มวัน	27.26 ^c ±0.17
ล้างน้ำสั้สลายซุตากแดดเต็มวัน	27.73 ^d ±0.09
ไม่ล้างน้ำสั้สลายซุตากแดดครึ่งวัน	25.43 ^b ±0.14
ล้างน้ำสั้สลายซุตากแดดครึ่งวัน	26.05 ^b ±0.08

* ตัวอักษรที่เหมือนกันแสดงค่าผลลัพธ์ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)

จากการศึกษาค่าโปรตีน จากตารางที่ 3.5 พบว่า กระดูกไก่ที่ตากแดดเต็มวันมีค่าโปรตีนมากที่สุด

3.5.3 เปอร์เซ็นต์ปริมาณผลผลิตของกระดูกไก่

จากการศึกษาสภาวะการอบแห้งกระดูกไก่เพื่อแปรรูปเป็นอาหารสัตว์ มีการนำกระดูกไก่อไปล้างด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อหาวิธีการล้างที่ดีที่สุด และนำกระดูกไก่อไปอบแห้งวิธีที่ศึกษาคืออบด้วยตู้อบลมร้อนที่ 100°C และการตากแดดครึ่งวัน และเต็มวัน หลังจากศึกษาวิธีการ

ต่างๆแล้วต้องนำกระดูกไก่ไปวิเคราะห์คุณภาพ เพื่อดูวิธีที่ทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์ปริมาณผลผลิตของกระดูกไก่ได้ผลดังตารางที่ 6

Table 6 Percentage yield of chicken bones.

วิธีศึกษา	ปริมาณผลผลิตของกระดูกไก่ *(เปอร์เซ็นต์)
ไม่ล้างน้ำส้มสายชูอบด้วยตู้อบลมร้อน	97.56 ^a ±0.12
ล้างน้ำส้มสายชูอบด้วยตู้อบลมร้อน	98.19 ^a ±0.09
ไม่ล้างน้ำส้มสายชูตากแดดเต็มวัน	77.77 ^c ±0.15
ล้างน้ำส้มสายชูตากแดดเต็มวัน	80.00 ^b ±0.07
ไม่ล้างน้ำส้มสายชูตากแดดครึ่งวัน	72.72 ^b ±0.11
ล้างน้ำส้มสายชูตากแดดครึ่งวัน	75.75 ^b ±0.08

จากตารางที่ 6 ผลของเปอร์เซ็นต์ปริมาณผลผลิตของกระดูกไก่พบว่ากระดูกไก่ที่ล้างน้ำส้มสายชูอบด้วยตู้อบลมร้อนมีเปอร์เซ็นต์ปริมาณผลผลิตของกระดูกไก่มากที่สุด และกระดูกไก่ที่ไม่ล้างน้ำส้มสายชูตากแดดครึ่งวันมีเปอร์เซ็นต์ปริมาณผลผลิตของกระดูกไคน้อยที่สุด

4. สรุป

จากการศึกษาและทดลองหาคุณลักษณะที่เหมาะสมที่สุดของกระดูกไก่ที่จะนำมาผลิตเป็นอาหารสัตว์ พบว่า เก็บกระดูกไก่ด้วยตู้แช่แข็งที่ดีที่สุด วิธีการล้างที่ดีที่สุด คือ ล้างด้วยน้ำส้มสายชู สภาวะการอบแห้งที่ดีที่สุด คือ 100°C โดยใช้เวลา 5.20 ชั่วโมง การอบแห้งกระดูกไก่ด้วยการตากแดดเต็มวันมีค่าความชื้นต่ำกว่า 10% และมีค่าโปรตีนมากที่สุดเมื่อล้างด้วยน้ำส้มสายชู กระดูกไก่ที่ล้างด้วยน้ำส้มสายชูและอบด้วยตู้อบลมร้อนมีเปอร์เซ็นต์ปริมาณผลผลิตของกระดูกไก่อมากที่สุด

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ สำหรับเงินทุนวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดชื่อ ประเภท ชนิด ลักษณะคุณภาพและมาตรฐานของอาหารสัตว์. พ.ศ. 2548

ชลธิชา. http://202.28.24.44/e_books (Online). (18 กันยายน 2559).

วิทยา. <https://www.pballtechno.com> (Online). (25 กันยายน 2559).