การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีน
Developement of Boiled Betong Chicken with Chinese Herbal Recipe

อิทธิพร แก้วเพ็ง[1*] นัทวุฒิ รังสี[1] รสกมล หมูดหยี[1] และปิยะนันท์ นวลหนูปล้อง[2]
Ittiporn Keawpeng[1*] Nattawut Rungsri[1] Roskamol Moudyee[1] and Piyanan Nualhnuplong[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีนโดยการศึกษาสูตรที่เหมาะสมที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคและศึกษาผลของระยะเวลาในการตุ๋นต่อคุณภาพของเนื้อไก่เบตง พบว่าสูตรที่เหมาะสมในการผลิตไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีนประกอบด้วย ไก่ น้ำ เกลือ น้ำตาล ซีอิ๊วขาว พริกไทยดำ ลำไยแห้ง เก๋ากี้ ฮวยซัว ปักคี้ และเง็กเต็ก ในปริมาณ 1,000 2,000 54 190 60 25 8 10 19 10 และ 12 กรัม ตามลำดับ ระยะเวลาตุ๋นไก่ในน้ำสมุนไพรเดือดทำให้ร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มมากขึ้น โดยร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของไก่ตุ๋นที่ระยะเวลา 1.0 1.5 2.0 2.5 ชั่วโมง คือร้อยละ 29.85 30.00 32.45 และ 34.20 ตามลำดับ การตุ๋นไก่ที่ระยะเวลานานขึ้นทำให้ค่าความสว่างของเนื้อไก่ลดลง ไก่มีสีคล้ำเพิ่มมากขึ้นและทำให้เนื้อสัมผัสของเนื้อไก่มีลักษณะนิ่มไม่เหนียว จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูงสุดในไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีนที่เวลาการตุ๋น 2.0 ชั่วโมง

คำสำคัญ: ไก่เบตง สมุนไพรจีน การพัฒนาผลิตภัณฑ์

[1] โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
[2] โปรแกรมวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
[*] Corresponding author: ittiporn.ke@skru.ac.th

Received: 5 June 2018, Revised: 6 December 2019, Accepted: 26 December 2019

Abstract

The objective of this research was to develop the boiled chicken with the Chinese herbal recipe. The optimized Chinese herbal formula that was accepted by the consumers was evaluated and the effect of boiling time on the quality of Betong chicken meat was studied. It was found that the optimized Chinese herbal formula for the production of boiled chicken with the Chinese herbal recipe was 1,000 g chicken, 2,000 g water, 54 g salt, 190 g sugar, 60 g soy sauce, 25 g black pepper, 8 g dried longan, 10 g dried Chinese wolfberry, 19 g dried Chinese yam, 10 g dried Milkvetch root and 12 g dried Solomon's seal. The boiling time in boiling water causes a greater percentage of chicken weight loss. The weight loss of the boiled chickens at 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 h was 29.85, 30.00, 32.45 and 34.20%, respectively. The lightness (L*) of chicken meat decreased and the texture of the chicken meat became softer with increased boiling time. The optimum boiling time for Betong chicken was 2.0 h which it obtained the highest total acceptability from the panelists.

Keywords: Betong chicken, Chinese herbs, Product development

บทนำ

ไก่เบตง (Betong) เป็นไก่พื้นเมืองที่นิยมเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายในแถบจังหวัดภาคใต้ตอนล่าง ชอบหากินอิสระ ทนต่อสภาพอากาศร้อน โรค และแมลงเขตร้อนได้ดี เป็นไก่ที่มีอัตราการเจริญเติบโตมากกว่าไก่พื้นเมืองทั่วไป เนื้อไก่เบตงมีรสชาติดี เนื้อไม่เหนียวเหมือนไก่พื้นเมืองพันธุ์อื่น ๆ ไม่กระด้างเหมือนไก่กระทง และมีไขมันน้อย ทำให้ไก่เบตงมีราคาสูงเมื่อเปรียบเทียบกับไก่กระทง (ปิ่น และคณะ, 2545; สุภาลักษณ์ และคณะ, 2558) ไก่เบตงเป็นที่นิยมบริโภคกันทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหมู่บ้านคนจีน ซึ่งถือกันว่ามีคุณภาพและรสชาติดี ราคาค่อนข้างแพงโดยเฉพาะอย่างยิ่งเทศกาลตรุษจีน ไก่เบตงมีเนื้อเหนียวนุ่ม รสชาติอร่อย นิยมทำเป็นไก่สับ ไก่นึ่ง ไก่ต้มเครื่องยาจีน ข้าวมันไก่ เป็นต้น โดยในปัจจุบันราคาไก่เบตงในท้องตลาดอยู่ที่กิโลกรัมละ 120-160 บาทขึ้นอยู่กับแต่ละสถานที่ บางตัวมีน้ำหนักมากถึง 4 กิโลกรัม หรือตกราคาตัวละ 500 บาท ส่งผลให้ราคาอาหาร เช่น ไก่เบตงคั่วเค็ม ไก่เบตงตุ๋นยาจีน มีราคาเฉลี่ยจานละ 300-350 บาท ด้วยรสชาติหวาน เนื้อนุ่ม ไม่เหนียว หนังอร่อย แต่หาร้านที่ทำเมนูอาหารจากไก่เบตงค่อนข้างยาก ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยที่ทำให้ราคาสูงที่สำคัญการเลี้ยงไก่เบตงลดลงทุกวัน (คลินิกเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคนิคปัตตานี, 2560)

การตุ๋น เป็นวิธีการปรุงอาหารโดยการต้ม เคี่ยว ในภาชนะปิด ใช้ไฟอ่อน เป็นเวลานาน เพื่อให้อาหารสุกอย่างช้า ๆ ผลของการตุ๋นต่อคุณภาพอาหารเพื่อทำให้เนื้อสัตว์เปื่อยนุ่ม การตุ๋นจะทำให้เกิดการสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน ทำให้แรงยึดตัวระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อน้อยลง

เนื้อสัตว์ที่หยาบกระด้างเมื่อผ่านการตุ๋นแล้วจะทำให้เนื้อนุ่มน่ารับประทาน และโดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อสัตว์ เช่น เนื้อวัว ที่มีส่วนของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เช่น เอ็น พังผืดมาก ความร้อนจากการต้ม เคี่ยว จะเปลี่ยนสารคอลลาเจนให้เป็นเจลาตินทำให้เนื้อนุ่มขึ้น (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2561)

กระบวนการความร้อนในเนื้อสัตว์และสัตว์ปีกมีอิทธิพลอย่างมากต่อเนื้อสัมผัส การเปลี่ยนแปลงของโปรตีน ผลผลิตที่ได้หลังการปรุงสุก และยังส่งผลต่อปัจจัยคุณภาพที่สำคัญอื่น ๆ เช่น ความชุ่มฉ่ำ สี และรสชาติ ซึ่งมีเกี่ยวข้องกับความอร่อยและการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย (Califano *et al*., 1997; Murphy and Marks, 2000) โปรตีนที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของเนื้อสัตว์ ได้แก่ stromal (โดยมากเป็นคอลลาเจน) และไมโอฟริบริลลา (Califano *et al*., 1997; Dawson *et al*., 1991) Wattanachant *et al*. (2005) ได้รายงานการศึกษาผลของการให้ความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงด้านเนื้อสัมผัสของเนื้อไก่พื้นเมือง รายงานว่าการเปลี่ยนแปลงค่าแรงเฉือนของเนื้อไก่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในช่วงอุณหภูมิ 50-80 องศาเซลเซียส แต่จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างอุณหภูมิ 80-100 องศาเซลเซียส มีการลดลงของเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อตั้งแต่อุณหภูมิภายใน 60 องศาเซลเซียส และการหดตัวที่มากที่สุดของซาโครเมียร์พบได้ในอุณหภูมิภายใน 80-100 องศาเซลเซียส ($p < 0.05$) การสูญเสียน้ำหนักหลังปรุงสุกของกล้ามเนื้อไก่พื้นเมืองเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในช่วงอุณหภูมิ 80-100 องศาเซลเซียส และสูงกว่าไก่เนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเพิ่มอุณหภูมิในช่วง 50-70 องศาเซลเซียส ทำให้กล้ามเนื้อไก่ที่ปรุงสุกมีความสว่างและความเป็นสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น ความสามารถในการละลายของโปรตีนกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กับเนื้อสัมผัสของเนื้อไก่เนื้อ ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงความยาวของซาโครเมียร์และความสามารถในการละลายคอลลาเจนเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการสูญเสียหลังการปรุงสุกและเนื้อสัมผัสของเนื้อไก่พื้นเมือง

Zhang and Wu (2010) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของโปรตีนและเนื้อสัมผัสของเนื้อไก่ชินยี่ส่วนขาที่เกิดจากความร้อน โดยได้ทำการศึกษาถึงผลของอุณหภูมิต่อการสูญเสียแรงเฉือน โครงสร้างจุลภาค และการย่อยสลายโปรตีนของเนื้อไก่ พบว่าการสูญเสียหลังการหุงต้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญระหว่างอุณหภูมิ 55-85 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นทำให้ความแข็งของเนื้อไก่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 75 องศาเซลเซียส ความเหนียวและความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น และได้รายงานว่าความร้อนเป็นผลให้เกิดการทำลายโครงสร้างของกล้ามเนื้อไก่ ที่ช่วงอุณหภูมิ 55-65 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อและเกิดการลดลงของเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อ ที่ช่วงอุณหภูมิ 75-85 องศาเซลเซียส เกิดการเพิ่มขึ้นของเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อ และช่องว่างระหว่างกล้ามเนื้อมีปริมาณลดลง ในขณะที่ช่วงอุณหภูมิ 85-95 องศาเซลเซียส ไมโอไฟบริลลาร์โปรตีนจะเกิดการหดตัวและสูญเสียสภาพธรรมชาติ

อย่างไรก็ตามยังไม่มีการรายงานผลการศึกษาของการให้ความร้อนโดยการตุ๋นไก่เบตงด้วยสมุนไพรจีน ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อไก่เบตงระหว่างการให้ความร้อน ผู้วิจัยได้ศึกษากระบวนการผลิตไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีน ซึ่งเป็นการพัฒนากระบวนการผลิตที่ได้มาตรฐานความปลอดภัยหรือเพิ่มความหลากหลายของอาหารไทยพร้อมบริโภค เป็นการเพิ่มมูลค่า และการยอมรับของผู้บริโภค ทั้งนี้จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาสูตรที่เหมาะสมและผลของระยะเวลาใน

การตุ๋น เพื่อให้ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคต่อไป การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีนและศึกษาผลของระยะเวลาในการตุ๋นต่อคุณภาพของไก่ตุ๋นสมุนไพรจีน โดยการศึกษาสูตรที่เหมาะสมที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค และศึกษาผลของระยะเวลาในการตุ๋นต่อคุณภาพของเนื้อไก่เบตง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมไก่เบตง

ไก่เบตงที่ใช้ในการทดลองเป็นไก่เบตงเพศเมีย อายุการเลี้ยง 4 เดือน น้ำหนักตัวอยู่ระหว่าง 1.5-1.8 กิโลกรัม ได้รับจากเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่เบตง อำเภอเบตง จังหวัดยะลา ไก่ที่ได้รับเป็นไก่ที่ผ่านการชำแหละโดยเกษตรกร และขนส่งมายังสถานที่ทดลองภายในวันต่อมาหลังการชำแหละ เก็บรักษาในตู้แช่แข็ง อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาระหว่างการขนส่งและระหว่างรอการทดลอง

2. ศึกษาสูตรที่เหมาะสมต่อการผลิตไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีน

การศึกษาสูตรที่เหมาะสมต่อการผลิตไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีนอาศัยสูตรพื้นฐานดังแสดงในตารางที่ 1 โดยทำการชั่งน้ำหนักไก่และเตรียมส่วนผสมในการตุ๋นไก่โดยปรับอัตราส่วนตามน้ำหนักของไก่ ใช้อัตราส่วนน้ำหนัก ไก่:น้ำ เท่ากับ 1:2 ทำการต้มสมุนไพรจนเดือด (อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส) จากนั้น ทำการตุ๋นไก่ในน้ำเดือดเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ควบคุมปริมาณน้ำให้มีระดับคงที่ในระหว่างกระบวนการตุ๋น นำไก่มาวางให้เย็นและสะเด็ดน้ำที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง นำไก่ที่ได้ไปทำการทดสอบกับผู้ทดสอบ โดยใช้ Ideal ratio profile test เพื่อศึกษาระดับของกลิ่นสมุนไพร ความเค็ม และความหวาน และเมื่อนำคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างไก่ตุ๋นสมุนไพรจีน (S) มาหารด้วยค่าในอุดมคติ (I) ของแต่ละปัจจัย จะได้เป็นค่าสัดส่วน (S/I) โดยมีหลักในการพิจารณา คือ ถ้ามีค่าสัดส่วนของแต่ละปัจจัยมีค่าเท่ากับ 1.00 แสดงว่าผลิตภัณฑ์ไก่ตุ๋นสมุนไพรจีนมีคะแนนความเข้มข้นในปัจจัยนั้นเหมาะสมตรงกับค่าในอุดมคติของผู้บริโภค ไม่จำเป็นต้องมีการพัฒนาในปัจจัยนั้นอีก ถ้ามีค่าสัดส่วนของแต่ละปัจจัยมีค่าน้อยกว่า 1.00 แสดงว่าผลิตภัณฑ์ไก่ตุ๋นสมุนไพรจีนมีคะแนนความเข้มข้นในปัจจัยนั้นต่ำกว่าค่าในอุดมคติ จะต้องทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยการเพิ่มความเข้มข้นในปัจจัยนั้น ถ้ามีค่าสัดส่วนของแต่ละปัจจัยมีค่ามากกว่า 1.00 แสดงว่าผลิตภัณฑ์ไก่ตุ๋นสมุนไพรจีนมีคะแนนความเข้มข้นในปัจจัยนั้นสูงกว่าค่าในอุดมคติ จะต้องทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยการลดความเข้มข้นในปัจจัยนั้น

จากนั้น นำส่วนผสมในสูตรที่ได้รับการยอมรับและมีค่าใกล้เคียงค่าอุดมคติมากที่สุดไปใช้ในการทดสอบในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 1 สูตรพื้นฐานในการผลิตไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีน

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
ไก่	1000
น้ำ	2000
เกลือ	50
น้ำตาล	185
ซีอิ๊วขาว	53
พริกไทยดำ	20
ลำไยแห้ง	2
เก๋ากี้	4
ฮวยซัว	13
ปักคี้	4
เง็กเต็ก	5

ที่มา: ดัดแปลงจาก สุชน และคณะ (2557)

3. ศึกษาผลของระยะเวลาการให้ความร้อนต่อคุณภาพเนื้อไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีน

นำไก่เบตงมาชั่งน้ำหนักก่อนตุ๋นเพื่อคำนวณปริมาณส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับไก่ต่อไป โดยใช้สูตรที่ได้รับการยอมรับสูงสุดจากขั้นตอนที่ผ่านมา จากนั้นทำการตุ๋นไก่ในน้ำสมุนไพรเดือด (อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 1.0 1.5 2.0 และ 2.5 ชั่วโมง ตามลำดับ ทำการสุ่มไก่ตุ๋นตามระยะเวลาที่กำหนด ช่วงเวลาละ 1 ตัว โดยทำการทดลองตุ๋นไก่ในน้ำสมุนไพรจีนเป็นจำนวน 3 ซ้ำ หลังจากการตุ๋นทำการชั่งน้ำหนักไก่หลังตุ๋น และตรวจสอบคุณภาพไก่ในแต่ละช่วงเวลาที่สุ่มมา ดังนี้

3.1 การสูญเสียน้ำหนักหลังต้ม (cooking loss) (Crehan *et al*., 2000) เมื่อไก่ผ่านการให้ความร้อนครบตามระยะเวลาที่กำหนดแล้ว นำตัวอย่างมาวางให้เย็นและสะเด็ดน้ำ แล้วนำไปชั่งน้ำหนักหลังตุ๋น คิดค่าสูญเสียน้ำหนักโดยคิดเป็นร้อยละจากการสูญเสียระหว่างน้ำหนักไก่ก่อนตุ๋น (w_1) และน้ำหนักไก่หลังตุ๋น (w_2)

$$\text{ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักหลังการตุ๋น} = \frac{(w_1 - w_2)}{w_1} \times 100$$

3.2 แรงตัดผ่าน (shear force) โดยนำเนื้อน่องขามาทำการวิเคราะห์ค่าแรงตัดผ่านเนื้อด้วยเครื่อง texture analyzer ด้วยหัววัดแบบ Warner-Blazler blade set โดยตัดเนื้อส่วนน่องให้มีขนาดความกว้าง ความยาว และความหนา เท่ากับ 3.0 1.5 และ 0.50 เซนติเมตร ตามลำดับ จากนั้น ซับเนื้อให้แห้งแล้วทำการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ กำหนดให้ความเร็วในการเคลื่อนที่ของหัววัดเท่ากับ 10 mm/s (สัญชัย, 2543)

3.3 ค่าสีหลังจากการตุ๋นในระบบ CIE lab (L*, a* และ b*) ด้วยเครื่องวัดค่าสี (Hunter Lab, Color Flex XE) โดยวัดค่าบริเวณผิวใต้หนังของเนื้อหน้าอก และเนื้อน่องของไก่เบตงตุ๋น

3.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของเนื้อไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีน โดยใช้เนื้อส่วนน่อง โดยทำการตัดชิ้นเนื้อให้มีขนาดความกว้าง ความยาว และความหนาเท่ากับ 3.0 1.5 และ 0.50 เซนติเมตร ตามลำดับ จากนั้นนำไปทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสดังต่อไปนี้

1) ทำการทดสอบแบบ multi-sample difference test โดยให้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 15 คน ทำการทดสอบในด้านความเข้มของสี ความเหนียว กลิ่นรสสมุนไพรจีน รสหวาน รสเค็ม

2) ทดสอบความชอบโดยใช้วิธี 9-point hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน ในด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัสโดยเจาะจงเฉพาะ ความเหนียว และความชอบโดยรวม

4. วิเคราะห์ทางสถิติ

ศึกษาโดยวิธีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์แบบ (completely randomized design: CRD) การทดลองที่เกี่ยวข้องกับการทดลองทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์ (randomized completely block design: RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ ANOVA (analysis of variance) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan'multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสถิติ

ผลการวิจัย

1. ศึกษาสูตรที่เหมาะสมต่อการผลิตไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีน

การศึกษาสูตรที่เหมาะสมต่อการผลิตไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีนอาศัยสูตรพื้นฐานดังแสดงในตารางที่ 2 เพื่อให้สูตรทดลองนี้เป็นสูตรในอุดมคติในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีนต่อไป เมื่อพิจารณาค่าสัดส่วนของไก่ตุ๋นสมุนไพรจีนในปัจจัย ด้านกลิ่นสมุนไพรจีน พบว่ามีค่าสัดส่วนเป็น 0.38 แสดงว่ากลิ่นสมุนไพรจีนยังน้อยเกินไป จึงต้องมีการพัฒนาสูตรเพื่อทำให้ไก่ตุ๋นมีกลิ่นสมุนไพรเพิ่มขึ้น ปัจจัยในด้านรสเค็ม พบว่าค่าสัดส่วนเป็น 0.58 แสดงว่าไก่ตุ๋นมีรสชาติความเค็มน้อยเกินไป จึงต้องมีการพัฒนาสูตรเพื่อทำให้ไก่ตุ๋นมีรสเค็มเพิ่มขึ้น ปัจจัยในด้านรสหวาน พบว่ามีค่าสัดส่วนเป็น 0.82 แสดงว่าไก่ตุ๋นมีรสชาติหวานน้อยเกินไป จึงต้องมีการพัฒนาสูตรเพื่อทำให้ไก่ตุ๋นมีรสหวานเพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 2 ดังนั้นจึงมีการเพิ่มสมุนไพรจีนเพื่อทำให้มีกลิ่นสมุนไพรเพิ่มขึ้น เพิ่มปริมาณเกลือเพื่อให้มีรสเค็มเพิ่มขึ้น และเพิ่มปริมาณน้ำตาลเพื่อให้รสหวานเพิ่มขึ้น โดยมีสูตรที่ทำการพัฒนาแล้ว ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Ideal ratio profile test ของไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีนสูตรพื้นฐาน

ปัจจัย	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส		ค่าสัดส่วน (S/I)
	ตัวอย่าง (S)	อุดมคติ (I)	
กลิ่นสมุนไพรจีน	3.35	8.80	0.38
รสเค็ม	3.26	6.20	0.52
รสหวาน	6.14	7.41	0.82

ตารางที่ 3 สูตรในการผลิตไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีนที่ได้รับการพัฒนา

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
ไก่	1000
น้ำ	2000
เกลือ	54
น้ำตาล	190
ซีอิ๊วขาว	60
พริกไทยดำ	25
ลำไยแห้ง	8
เก๋ากี้	10
ฮวยซัว	19
ปักคี้	10
เง็กเต็ก	12

เมื่อนำคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Ideal ratio profile test ของไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีนที่ผ่านการพัฒนาสูตรแล้ว มีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในทุกปัจจัยใกล้เคียงกับค่าในอุดมคติ โดยมีค่าสัดส่วนเท่ากับ 1 จึงไม่จำเป็นต้องมีการพัฒนาสูตรอีก เนื่องจากมีคะแนนความเข้มข้นของปัจจัยตรงกับค่าในอุดมคติของผู้บริโภค ตารางที่ 4 ดังนั้น จึงทำการผลิตไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีนตามสูตรที่พัฒนาในครั้งนี้เป็นสูตรมาตรฐาน (ชุดควบคุม) เพื่อทำการทดลองในขั้นต่อไป

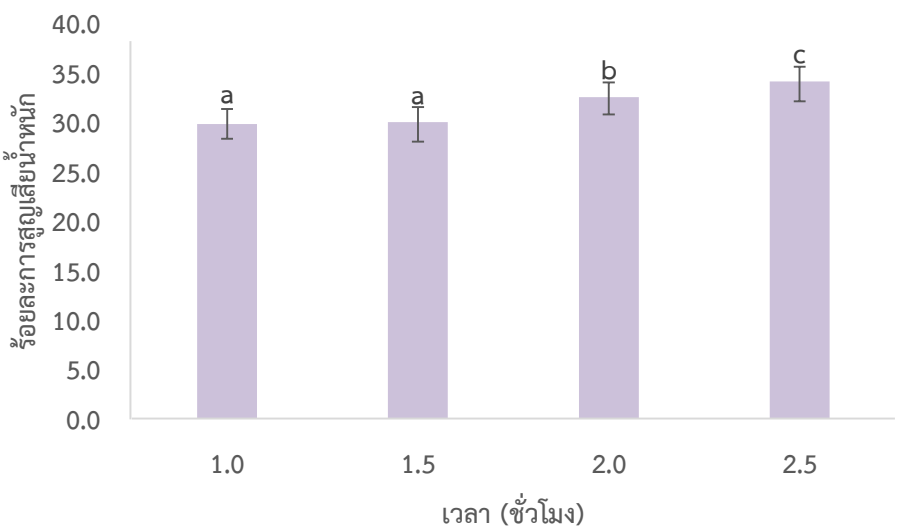
ตารางที่ 4 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Ideal ratio profile test ของไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีนสูตรพื้นฐาน (ชุดควบคุม)

ปัจจัย	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส		ค่าสัดส่วน (S/I)
	ตัวอย่าง (S)	อุดมคติ (I)	
กลิ่นสมุนไพรจีน	7.54	7.55	1.00
รสเค็ม	6.51	6.52	1.00
รสหวาน	8.51	8.51	1.00

2. ศึกษาผลของระยะเวลาการให้ความร้อนต่อคุณภาพเนื้อไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีน

2.1 การสูญเสียน้ำหนักหลังต้ม (cooking loss)

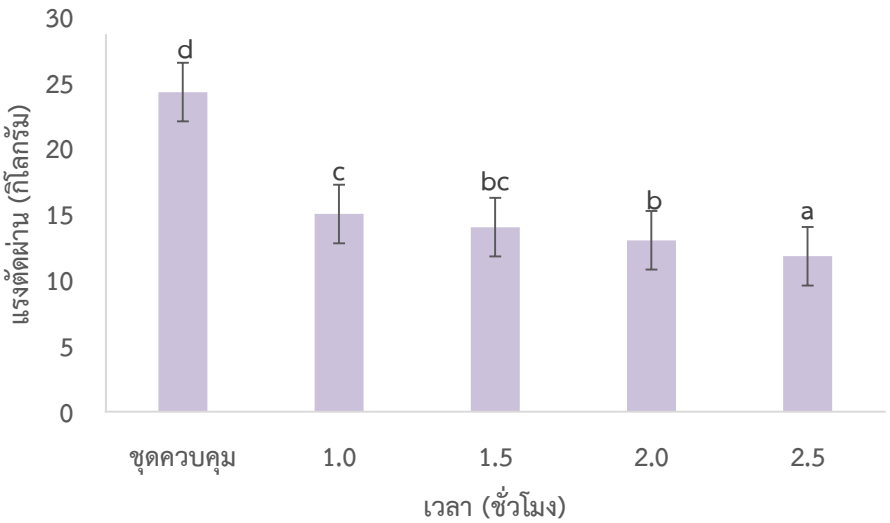
จากภาพที่ 1 พบว่าไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีนที่ระยะเวลา 2.5 ชั่วโมง มีค่าการสูญเสียน้ำหนักสูงที่สุด ซึ่งไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีนที่ระยะเวลา 2.0 1.5 1.0 ชั่วโมง จะมีค่าการสูญเสียน้ำหนักลดลง แสดงว่าเมื่อระยะเวลาในการตุ๋นเพิ่มขึ้นค่าการสูญเสียน้ำหนักของไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีนจะมีค่าสูงขึ้น Bailey and Light (1989) ได้รายงานว่าการเปลี่ยนแปลงค่าการสูญเสียในการหุงต้มอาจอธิบายได้บนพื้นฐานของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของโปรตีนที่เป็นโครงสร้างหลักของเนื้อ คือ แอกโตไมโอซิน และคอลลาเจน การเปลี่ยนแปลงในช่วงอุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส อาจเกี่ยวข้องกับการทำให้เกิดการทำให้เกิดการเสียสภาพธรรมชาติของไมโอซิน (40-60 องศาเซลเซียส) แอกติน (66-73 องศาเซลเซียส) และการหดตัวของคอลลาเจน (56-62 องศาเซลเซียส) ซึ่งการหดตัวของโปรตีนจะทำให้เกิดการขับน้ำออก (Martens *et al*. 1982) คุณลักษณะของคุณภาพเนื้อสัตว์ เช่น เนื้อสัมผัส ปริมาณโปรตีนความชุ่มฉ่ำ สี และรสชาติของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ปรุงสุกนั้น ได้รับผลกระทบจากองค์ประกอบของเนื้อสัตว์ ลักษณะของกล้ามเนื้อ วิธีการให้ความร้อน เวลาในการปรุงและอุณหภูมิ Obuz *et al.* (2004) และ Yancey *et al.* (2011) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิในการปรุงสุกและวิธีการปรุงต่อเนื้อวัว พบว่าการใช้อุณหภูมิต่ำในการต้ม ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่นุ่ม และลดการสูญเสียของน้ำหลังการปรุงสุกลงได้



ภาพที่ 1 ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของไก่เบตงหลังผ่านการตุ๋นที่ระยะเวลาแตกต่างกัน

2.2 แรงตัดผ่าน (shear force)

นำตัวอย่างน่องไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีน ในระยะเวลา 1.0 1.5 2.0 และ 2.5 ชั่วโมง ที่ได้มาตัดเป็นชิ้นขนาด 3.0×1.5×0.5 เซนติเมตร จำนวน 5 ชิ้น แล้วนำไปวิเคราะห์ค่าแรงตัดผ่านเนื้อด้วยเครื่อง texture analyzer โดยใช้หัววัดแบบ Warner-Blazler blade set ผลของค่าแรงตัดผ่านเนื้อไก่เบตงในระหว่างการตุ๋นที่ระยะเวลาที่แตกต่างกัน ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ค่าแรงตัดผ่านของเนื้อไก่เบตงตุ๋นที่ระยะเวลาแตกต่างกัน

จากภาพ พบว่าไก่เบตงตุ๋นที่ระยะเวลา 1.0 ชั่วโมง มีค่าแรงตัดผ่านมากที่สุด ซึ่งไก่เบตงตุ๋นที่ระยะเวลา 1.5 2.0 2.5 ชั่วโมง จะมีค่าแรงตัดผ่านลดลง แสดงว่าเมื่อระยะเวลาในการตุ๋นเพิ่มขึ้น ทำให้เนื้อไก่มีเนื้อสัมผัสที่นุ่มขึ้น การใช้ความร้อนเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความนุ่มของเนื้อสัตว์ โดยการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างกันจะทำให้เนื้อมีความนุ่มแตกต่างกันไปด้วย ความร้อนจะทำให้โปรตีนเสื่อมสภาพ การต้มหรือการตุ๋นเป็นระยะเวลานานจะทำให้เอ็นนุ่มและเปลี่ยนเป็นเจลาติน สัญชัย (2543) รายงานว่าการปรุงอาหารให้สุกด้วยความร้อนนั้น อุณหภูมิเริ่มแรกที่ประมาณ 55 องศาเซลเซียส จะทำให้เส้นใยโปรตีนเสียสภาพ (denature) และขดตัวรวมกัน เกิดโครงสร้างของเส้นใยโปรตีนที่แน่นขึ้น และความยาวของซาโครเมียร์สั้นลง เมื่อให้ความร้อนสูงขึ้น (มากกว่า 60 องศาเซลเซียส) เป็นผลให้คอลลาเจนหดตัวลงไปถึง 1/3 ของความยาวปกติ ซึ่งผลของการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ ทำให้น้ำสูญเสียออกไปจากก้อนเนื้อ และการปรุงอาหารนานขึ้นความนุ่มก็ยิ่งลดลง อย่างไรก็ตามการปรุงอาหารด้วยความร้อนชื้นที่อุณหภูมิมากกว่า 65 องศาเซลเซียส เป็นผลให้เนื้อเยื่อเกี่ยวพันอ่อนตัว เนื่องจากคอลลาเจนเปลี่ยนสภาพเป็นเจลลาติน ดังนั้นเนื้อที่มีปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันสูงจะนุ่มขึ้นภายใต้สภาวะการปรุงอาหารแบบร้อนชื้น ในทางตรงกันข้ามเนื้อที่มีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันต่ำจะเหนียวขึ้นเมื่อปรุงอาหารด้วยความร้อนชื้นเป็นเวลานาน ๆ อันเนื่องมาจากการเสียสภาพของเส้นใยโปรตีน ทั้งนี้สุภาลักษณ์ (2558) ได้รายงานคุณภาพของเนื้อไก่สายพันธุ์เคยูเบตง โดยศึกษาค่าแรงตัดผ่านเนื้อไก่เคยูเบตงในส่วนน่อง พบว่ามีค่าแรงตัดผ่านเฉลี่ยส่วนน่องของไก่เคยูเบตงตัวผู้และตัวเมีย เท่ากับ 19.30 นิวตัน

2.3 ค่าสี

ผลิตภัณฑ์ไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีน มีค่า L* a* และ b* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยไก่เบตงตุ๋นในระยะเวลา 1.0 ชั่วโมง มีค่า L* สูงกว่าไก่เบตงตุ๋นในระยะเวลา 1.5 2.0 และ 2.5 ชั่วโมง ตามลำดับ แต่พบว่าไก่เบตงตุ๋นในระยะเวลา 2.5 ชั่วโมง มีค่า a* และ b* สูง

กว่า ไก่เบตงตุ๋นในระยะเวลา 2.0 1.5 และ 1.0 ชั่วโมง ตามลำดับ ดังตารางที่ 5 ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงของค่าสีของเนื้อไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีนมีอิทธิพลหลักมาจากสีของสมุนไพรจีนที่ซึมเข้าสู่เนื้อไก่ในระหว่างการตุ๋น ทำให้ไก่ที่ผ่านการตุ๋นในระยะเวลาที่นานขึ้นมีค่าความสว่างของเนื้อไก่ที่ลดลง

ตารางที่ 5 คุณภาพทางกายภาพของไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีน

คุณภาพทางกายภาพ	1.0 ชั่วโมง	1.5 ชั่วโมง	2.0 ชั่วโมง	2.5 ชั่วโมง
สะโพกไก่				
L*	56.65±1.07^{a}	56.07±1.08^{a}	56.03±1.29^{a}	48.15±0.25^{b}
a*	4.36±0.45^{b}	4.93±0.39^{ab}	5.18±0.65^{ab}	5.72±0.27^{a}
b*	16.09±0.39^{a}	16.32±1.41^{a}	16.84±0.98^{a}	16.92±1.88^{a}
หน้าอกไก่				
L*	73.32±0.87^{a}	69.38±0.45^{bc}	69.85±1.02^{b}	68.00±0.51^{c}
a*	2.40±0.34^{a}	2.70±0.50^{a}	2.83±0.30^{a}	3.18±0.96^{a}
b*	16.97±0.87^{a}	17.62±0.52^{a}	18.30±1.01^{a}	18.11±1.12^{a}

หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีน

1) การทดสอบแบบ multi-sample difference test

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีนที่ตุ๋นในน้ำสมุนไพรเดือดเป็นระยะเวลา 1.0 1.5 2.0 และ 2.5 ชั่วโมง ตามลำดับ ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบจำนวน 15 คน โดยใช้วิธี multi-sample difference test พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ multi-sample difference test ของไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีน

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส			
	1.0 ชั่วโมง	1.5 ชั่วโมง	2.0 ชั่วโมง	2.5 ชั่วโมง
ความเข้มของสี	1.63±0.43^{d}	2.68±0.38^{c}	10.50±0.82^{b}	11.28±0.44^{a}
ความเหนียว	14.09±0.59^{a}	11.09±0.55^{b}	3.31±0.69^{c}	1.91±0.56^{d}
กลิ่นสมุนไพร	2.45±0.77^{b}	3.23±0.55^{b}	10.68±0.68^{a}	10.81±0.63^{a}
รสหวาน	2.17±0.74^{d}	3.70±0.60^{c}	10.65±0.36^{b}	11.45±0.34^{a}
รสเค็ม	2.01±0.66^{d}	5.11±0.54^{c}	9.72±0.69^{b}	10.87±0.59^{a}

หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 6 แสดงคะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยวิธี multi-sample difference test พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความเข้มของสี กลิ่นสมุนไพร รสหวาน และเค็มมากที่สุดในไก่ตุ๋นที่ระยะเวลา 2.5 ชั่วโมง จากผลการทดสอบชิมดังกล่าว จะเห็นว่าผู้ทดสอบชิมต้องการที่จะลดในรสชาติความหวาน และเค็ม เนื่องจากเมื่อตุ๋นในระยะเวลานาน ทำให้ไก่มีความเหนียวของเนื้อน้อยลง แต่รสชาติความหวานและความเค็มกลับเพิ่มขึ้น ในไก่ตุ๋นที่ระยะเวลา 1.0 และ 1.5 ชั่วโมง ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนด้านความเข้มของสี ความเหนียว กลิ่นสมุนไพร รสชาติหวาน และเค็มต่ำ เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการตุ๋นน้อยเกินไป ทำให้ยังไม่ได้กลิ่นสมุนไพร ความเหนียว และรสชาติที่ต้องการ แต่ไก่ตุ๋นตัวที่ระยะเวลา 2.0 ชั่วโมง ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนใกล้เคียงกับไก่ตุ๋นที่ระยะเวลา 2.5 ชั่วโมง จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีนควรใช้เวลาในการตุ๋นแค่ 2.0 ชั่วโมง ซึ่งทำให้ผู้ทดสอบชิมมีความชอบและพอใจในผลิตภัณฑ์ไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีนสูงที่สุด

2) การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี 9-point hedonic scale

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีนตุ๋นในน้ำสมุนไพรเดือดเป็นระยะเวลา 1.0 1.5 2.0 และ 2.5 ชั่วโมง ตามลำดับ ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบ จำนวน 30 คน โดยใช้วิธี 9-point hedonic scale พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 6 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 9-point hedonic scale ของไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีน

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส			
	1.0 ชั่วโมง	**1.5 ชั่วโมง**	**2.0 ชั่วโมง**	**2.5 ชั่วโมง**
ลักษณะปรากฏ	7.56 ± 0.57^{b}	7.93 ± 0.78^{a}	7.03 ± 0.69^{c}	6.74 ± 0.53^{c}
รสชาติ	5.93 ± 0.67^{c}	6.89 ± 0.64^{b}	8.04 ± 0.75^{a}	8.22 ± 0.70^{a}
เนื้อสัมผัส	5.74 ± 0.94^{c}	6.96 ± 0.75^{b}	8.26 ± 0.90^{a}	8.37 ± 0.56^{a}
ความชอบโดยรวม	5.93 ± 0.94^{c}	7.17 ± 0.75^{b}	8.47 ± 0.90^{a}	7.27 ± 0.64^{b}

หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

การทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีน โดยให้คะแนนความชอบ (9-point Hedonic scale) ได้แก่ ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีนที่ระยะเวลาในการตุ๋น 2.0 ชั่วโมง มีคะแนนความชอบในด้านต่าง ๆ มากกว่าไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรที่ระยะเวลาในการตุ๋น 1.0 1.5 และ 2.5

สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีน โดยการศึกษาสูตรที่เหมาะสมที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค พบว่าสูตรที่เหมาะสมในการผลิตไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีนประกอบด้วย ไก่ น้ำ เกลือ น้ำตาล ซีอิ๊วขาว พริกไทยดำ ลำไยแห้ง เก๋ากี้ ฮวยซัว ปักคี้ และเง็กเต็ก ในปริมาณ 1,000 2,000 54 190 60 25 8 10 19 10 และ 12 กรัม ตามลำดับ และจากนั้น

ได้ทำการศึกษาผลของระยะเวลาในการตุ๋นต่อคุณภาพของเนื้อไก่เบตง โดยระยะเวลาตุ๋นไก่ในน้ำสมุนไพรเดือดทำให้ร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มมากขึ้น ค่าความสว่างของเนื้อไก่ลดลง ไก่จะมีสีคล้ำเพิ่มมากขึ้น และทำให้เนื้อสัมผัสของเนื้อไก่มีลักษณะนิ่มไม่เหนียว ผลการทดสอบพบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีนที่เวลาการตุ๋น 2.0 ชั่วโมง

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

การศึกษานี้เป็นการศึกษาการผลิตไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีนเพื่อเพิ่มมูลค่า พัฒนาขั้นตอนการผลิตไก่เบตงบรรจุในภาชนะปิดสนิท และเพื่อความสะดวกของผู้บริโภค อย่างไรก็ตามการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรจีนในการศึกษานี้เป็นการปรุงสุกโดยการฆ่าเชื้อในระดับพาสเจอร์ไรซ์ จึงมีความจำเป็นจะต้องเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในที่อุณหภูมิต่ำและต้องให้ความร้อนซ้ำอีกครั้งก่อนการบริโภค ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาและพัฒนากระบวนการให้ความร้อนเพื่อการทำให้ไก่เบตงตุ๋นสมุนไพรปลอดเชื้อและสามารถเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง และยืดอายุการเก็บรักษาได้นานต่อไป

เอกสารอ้างอิง

คลินิกเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคนิคปัตตานี. (2560). โครงการการการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเลี้ยงไก่เบตงเพื่อการค้าและเพาะพันธุ์ไก่เบตง. ใน *รายงานสรุปผลการดำเนินงานคลินิกเทคโนโลยีวิทยาลัยเทคนิคปัตตานี*. ปัตตานี: วิทยาลัยเทคนิคปัตตานี.

ปิ่น จันจุฬา วรวิทย์ วณิชาภิชาติ สมศักดิ์ เหล่าเจริญสุข และธำรง ทองจำรูญ. (2545). การเลี้ยงไก่เบตงในหมู่บ้านใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ของประเทศไทย: การศึกษาลักษณะปรากฏการเจริญเติบโต เปอรเซ็นต์ซาก และลักษณะการผลิตไข่ของไก่เบตง. *วารสารเกษตร*, 20(3), 278-288.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (2561). *การตุ๋น*. สืบค้นเมื่อ 5 พฤษภาคม 2561, จาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3438/การตุ๋น-stewing.

สัญชัย จตุรสิทธา. (2543). *เทคโนโลยีเนื้อสัตว์*. เชียงใหม่: ธณบรรณการพิมพ์.

สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์ วิไลพร ทัณฑะรักษ์ จรัญ ใจลังกา วาสนา แก้วโพธิ์ สมเดช วงศ์ชัยพาณิชย์ ศิริพร กีรติการกุล และสมพิศ ชูแสงจันทร์. (2557). *หมู่บ้านไก่ดำตุ๋นยาจีนดอยแม่สลอง*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุภาลักษณ์ มากชุมพล ชัยภูมิ บัญชาศักดิ์ ธีรวิทย์ เปี่ยคำภา กีรติกร พูลทวี และเชาว์วิทย์ ระฆังทอง. (2558). การเปรียบเทียบคุณภาพเนื้อไก่กระทง กับไก่เบตง (สายพันธุ์เคยู). ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53 (*หน้า 836-843*)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Bailey, A.J. and Light, N.D. (1989). *Connective tissue in meat and meat products.* London: Elsevier Applied Science.

Califano, A.N., Bertola, N.C., Bevilacqua, A.E. and Zaritzky, N.E. (1997). Effect of processing conditions on the hardness of cooked beef. *Journal of Food Engineering*, 34(1), 41-54.

Crehan, C.M., Hughes, E., Troy, D.J. and Buckley, D.J. (2000). Effects of fat level and maltodextrin on the functional properties of frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. *Meat Science*, 55(4), 463-469.

Dawson, P.L., Sheldon, B.W. and Miles, J.J. (1991). Effect of aseptic processing on the texture of chicken meat. *Poultry Science*, 70(11), 2359-2367.

Martens, H., Staburvik, E. and Martens, M. (1982). Texture and colour changes in meat during cooking related to thermal denaturation of muscle proteins. *Journal of Texture Studies*, 13(3), 291-309.

Murphy, R.Y. and Marks, B.P. (2000). Effect of meat temperature on properties, texture, and cook loss for ground chicken breast patties. *Poultry Science*, 79(1), 99-104.

Obuz, E., Dikeman, M.E., Erickson, L.E., Hunt, M.C. and Herald, T.J. (2004). Predicting temperature profiles to determine degree of doneness for beef biceps femoris and longissimus lumborum steaks. *Meat Science*, 67(1), 101-105.

Wattanachant, S., Benjakul, S. and Ledward, D.A. (2005). Effect of heat treatment on changes in texture, structure and properties of Thai indigenous chicken muscle. *Food Chemistry*, 93(2), 337-348.

Yancey, J.W.S., Wharton, M.D. and Apple, J.K. (2011). Cookery method and end point temperature can affect the Warner-Bratzler shear force, cooking loss, and internal cooked colour of beef longissimus steaks. *Meat Science*, 88(1), 1-7.

Zhang, L.Y. and Wu, B. (2010). Study on the thermal induced changes of proteins and texture properties of Qingyuan chicken thighs. *Food and Fermentation Industries*, 2010(10), 174-179.