

การศึกษาผลของเครื่องเทศในสูตรไก่ตะไคร้ทรงเครื่องต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ของเนื้อไก่พื้นเมืองพร้อมปรุงระหว่างการเก็บรักษาแบบแช่เย็น

พิริชญญา วงศ์วิวัฒน์¹, สุธาสินี ญาณภักดี² และ เสาวคนธ์ วัฒนจันทร์²

Abstract

Wongwiwat, P., Yanpakdee, S. and Wattanachant, S.

Effect of mixed spices in lemon glass marinade cuisine on changes in chemical physical and microbiological quality of ready-to-cook Thai indigenous chicken meat during chilled storage

Songklanakarin J. Sci. Technol., 2007, 29(6) : 1619-1632

The effects of spices on chemical, physical and microbiological quality of ready-to-cook Thai indigenous chicken meat were investigated during storage at 4°C for 15 days. The spices used with marinade ingredient (soya sauce, oyster sauce, sugar and salt) were lemon glass, black pepper, garlic, coriander root and mixed spices. Non-marinated chicken meat (control 1) and marinated only ingredients (control 2) were used as control treatments. The qualities of ready-to-cook chicken meat that were evaluated were shear force, % drip loss, surface color (L*, a*, b*), lipid oxidation (TBARS), myoglobin oxidation (% metmyoglobin) and microbial growth. Effects of spices on shear force and % drip loss were not significantly different (P>0.05)

Department of Food Technology, Faculty of Agro-Industry, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90112 Thailand.

¹นักศึกษาลำดับต้น วท.บ. สาขาอุตสาหกรรมเกษตร ๒ปร.ด. (เทคโนโลยีอาหาร), ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112

Corresponding e-mail : saowakon.w@psu.ac.th

รับต้นฉบับ 13 มิถุนายน 2549 รับลงพิมพ์ 23 พฤศจิกายน 2550

but they efficiently reduced lipid oxidation and microbial growth of chicken meat. Mixed spices significantly reduced oxidation of lipid ($P<0.05$) as compared to garlic, coriander root, lemon glass, black pepper and controls, respectively. Marinade ingredient was found to accelerate metmyoglobin content as compared to control 1 ($P<0.05$). However, black pepper reduced metmyoglobin content of the product ($P<0.05$) significantly better than mixed spices, lemon glass, garlic and coriander root, respectively. Garlic significantly reduced total bacterial count ($P<0.05$) and extended shelf life of the product from 10 to 12 days. The mixed spice marinade at 10, 12.5 and 15% (w/w meat) were studied. At 15%, marinade significantly inhibited microbial growth in chicken meat ($P<0.05$) but acceleration in the lipid and myoglobin oxidation was observed. At 10% and 12.5% marinade significantly reduced oxidation of lipid and myoglobin as compared to control ($P<0.05$). The marinade at 10-15% resulted in no significant difference in shear force, % drip loss or surface color of chicken meat ($P>0.05$). However, marinade at 12.5% (w/w) showed high efficiency in inhibiting deterioration of ready-to-cook chicken meat.

Key words : spices, ready to cook chicken meat, indigenous chicken, marinade, quality and shelf life

บทคัดย่อ

พิธีญา วงศ์วิวัฒน์ สุธาสิณี ญาณภักดี และ เสาวคนธ์ วัฒนจันทร์
การศึกษาผลของเครื่องเทศในสูตรไก่ตะไคร้ทรงเครื่องต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ
ทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ของเนื้อไก่พื้นเมืองพร้อมปรุงระหว่างการรักษา
แบบแช่เย็น

ว. สงขลานครินทร์ วทท. 2550 29(6) : 1619-1632

การศึกษาผลของเครื่องเทศในสูตรไก่ตะไคร้ทรงเครื่องต่อคุณภาพทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ของเนื้อไก่พื้นเมืองพร้อมปรุง ที่อุณหภูมิ 4°C ที่ระยะเวลาการเก็บ 15 วัน โดยเครื่องเทศในสูตรไก่ตะไคร้ทรงเครื่องที่ใช้ ได้แก่ ตะไคร้ พริกไทย กระเทียม รากผักชี และเครื่องเทศรวมในการหมัก เพื่อศึกษาผลของเครื่องเทศแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับตัวอย่างชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการหมักและหมักเฉพาะเครื่องปรุงรส โดยวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพในเรื่องค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (shear force value), ค่าการสูญเสียน้ำ (% drip loss), ค่าสี (L^* , a^* , b^*), ค่า TBARS, ปริมาณเมทไมโอโกลบิน (% metmyoglobin) และปริมาณจุลินทรีย์ การใช้เครื่องเทศเป็นส่วนผสมในสูตรไก่ตะไคร้ทรงเครื่อง ไม่มีผลต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อ และค่าการสูญเสียน้ำ ($P>0.05$) แต่มีประสิทธิภาพในการชะลอปฏิกิริยาออกซิเดชันและการยับยั้งจุลินทรีย์ โดยพบว่า เครื่องเทศรวม มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการออกซิเดชันของไขมันได้ดีที่สุด ($P<0.05$) รองลงมาคือ กระเทียม รากผักชี ตะไคร้ และพริกไทยตามลำดับ และดีกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อไก่ที่หมักเฉพาะเครื่องปรุงรสและเนื้อไก่ที่ไม่ผ่านการหมัก การใช้เครื่องปรุงรสในการหมักมีผลเร่งการเกิดเมทไมโอโกลบิน เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อไก่ที่ไม่ผ่านการหมัก ($P<0.05$) แต่การใช้เครื่องเทศรวมกับการหมักมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดเมทไมโอโกลบิน โดยพริกไทยให้ผลดีกว่า ($P<0.05$) เครื่องเทศรวม ตะไคร้ กระเทียม และรากผักชี ตามลำดับ กระเทียมมีประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด ($P<0.05$) รองลงมาคือ การใช้เครื่องเทศรวม รากผักชี ตะไคร้ และพริกไทย การใช้เครื่องเทศให้ผลดีกว่าเมื่อเทียบกับการหมักเฉพาะเครื่องปรุงรสและไม่หมักเครื่อง โดยสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้เพิ่มขึ้นจาก 10 วัน เป็น 12 วัน และผลของอัตราส่วนปริมาณเครื่องหมักที่ระดับความเข้มข้น 10, 12.5 และ 15% ได้ถูกศึกษา เครื่องหมักที่ระดับความเข้มข้น 15% มีประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด ($P<0.05$) แต่ส่งผลไปเร่งการเกิดออกซิเดชันของไขมันและเม็ดสี ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 10% และ 12.5% มีประสิทธิภาพในการชะลอการเกิดออกซิเดชันของเม็ดสีและไขมันได้ดีที่สุด ($P<0.05$) อัตราส่วนปริมาณเครื่องหมักนี้ ไม่มีผลต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ค่าการสูญเสียน้ำ และค่าสี ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามเครื่องหมักที่ระดับ 12.5% มีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์เนื้อไก่พื้นเมืองพร้อมปรุง

ไก่พื้นเมือง (indigenous chicken) เป็นไก่สายพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตช้าทนต่อสภาวะแวดล้อม คนไทยส่วนใหญ่ซึ่งอยู่ในชนบทจึงนิยมเลี้ยงไก่ไว้ตามลานบ้าน หรือไว้ตามสวนไร่นา โดยค่าใช้จ่ายในการเลี้ยงดูต่ำเนื่องจากเป็นระบบการเลี้ยงแบบปล่อยให้ไก่หากินเองได้ (จรัญ, 2526; อภิษฐ์, 2536) ปัจจุบันเนื้อไก่พื้นเมืองได้รับความนิยมบริโภคเพิ่มขึ้นโดย เกรียงไกร และคณะ (2543) ให้ความเห็นว่า ความต้องการบริโภคเนื้อไก่พื้นเมืองมีมากขึ้น เป็นผลมาจากการที่ผู้บริโภคเชื่อว่าเนื้อไก่พื้นเมืองมีเนื้อแน่น มีมันน้อย มีรสชาติอร่อย และปราศจากสารเคมีตกค้าง นอกจากนี้เนื้อไก่พื้นเมืองมีลักษณะพิเศษในเรื่อง รสชาติและเนื้อที่เหนียวนุ่ม จึงได้รับความสนใจจากผู้บริโภค (Wattanachant *et al.*, 2004) ปรากฏการณ์การนิยมบริโภคเนื้อไก่พื้นเมืองเกิดในลักษณะเดียวกันในประเทศฮ่องกง จีน และญี่ปุ่น (Ding *et al.*, 1999) ทำให้การเลี้ยงไก่พื้นเมืองแพร่หลายมากขึ้นได้มีการเลี้ยงเพื่อการค้าเพิ่มมากขึ้น และมีการศึกษาวิจัยเรื่องคุณภาพของเนื้อเพื่อรองรับการพัฒนากระบวนการเลี้ยงให้มีประสิทธิภาพสามารถป้องกันเชื้อไข้หวัดนกได้ (เสาวคนธ์ และ ไชยวรรณ, 2550) อย่างไรก็ตาม ในระยะหลังที่มีการแพร่ระบาดของเชื้อไข้หวัดนกทำให้การบริโภคเนื้อไก่สดโดยรวมลดลง จากสถิติการส่งออกในรูปแบบเนื้อไก่สดแช่เยือกแข็งมีมูลค่าการส่งออกลดลงตั้งแต่ปี 2547 แต่ปริมาณการส่งออกในรูปแบบเนื้อไก่สุกและผลิตภัณฑ์เนื้อไก่มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น (กรมปศุสัตว์, 2548) ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มมูลค่าหรือพร้อมปรุง (ready to cook) จึงเป็นอีกแนวทางเลือกหนึ่งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อไก่เพื่อเพิ่มการบริโภค

ปัจจุบันสมุนไพรและเครื่องเทศมีบทบาทมากขึ้นเนื่องจากมีคุณสมบัติที่สำคัญหลายประการ เช่น สามารถใช้เป็นยารักษาโรค ทำเป็นผลิตภัณฑ์เสริมความงาม อีกทั้งยังมีคุณสมบัติที่สำคัญสำหรับผลิตภัณฑ์อาหาร โดยมีสารที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดได้ช่วยยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Sallam *et al.*, 2004; Oiyee and Muroki, 2002; Snyder, 1997) ช่วยเพิ่มรสชาติของอาหาร ดับกลิ่นคาวของเนื้อสัตว์ คุณสมบัติที่สำคัญอีกประการหนึ่งของสมุนไพร คือ มีผลในการยับยั้งเชื้อไวรัสในเนื้อสัตว์ปีก (ธวัชชัย, 2548) ทำให้เนื้อสัตว์ปีกกลับได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอีกครั้งในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการแปรรูปแล้วในระดับอุตสาหกรรม เป็นผลิตภัณฑ์พร้อมปรุง

หรือผลิตภัณฑ์พร้อมเสิร์ฟ

ผลิตภัณฑ์อาหารคาวบางชนิดมีการใช้เครื่องเทศหรือสมุนไพรเป็นองค์ประกอบ เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ในระดับอุตสาหกรรม มีงานวิจัยศึกษาผลของสารต้านออกซิเดชันจากธรรมชาติ รวมทั้งเครื่องเทศสมุนไพรต่างๆ เช่น ชา พริกปาปริกา กระเทียม และสารสกัดจากขิงต่อคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาของอาหารหลายชนิด เช่น ไส้กรอก เนื้อไก่ และเนื้อวัวบด (Aguirrezabal *et al.*, 2000; Mansour and Khalil, 2000; Karpinska *et al.*, 2001; Mitsumoto *et al.*, 2005) แต่อย่างไรก็ตามรายงานวิจัยเกี่ยวกับผลของเครื่องเทศในสูตรอาหารไทยต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อไก่อังมีอยู่อย่างจำกัด ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาถึงคุณสมบัติบางประการของเครื่องเทศที่ใช้กับผลิตภัณฑ์เนื้อไก่พื้นเมืองพร้อมปรุง โดยจะศึกษาถึงคุณสมบัติการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและปริมาณเครื่องเทศต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของเนื้อไก่พื้นเมืองพร้อมปรุง โดยชนิดของเครื่องเทศในสูตรใดจะใคร่ทรงเครื่องที่จะนำมาศึกษามี 4 ชนิด คือ กระเทียม (*Allium sativum* Linn.) พริกไทย (*Piper nigrum* Linn.) ตะไคร้ (*Cymbopogon citratus*) และรากผักชี (*Coriandrum sativum* Linn.) ซึ่งจะใช้เป็นส่วนผสมในการหมักเนื้อไก่พื้นเมืองสำหรับเป็นผลิตภัณฑ์พร้อมปรุง

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. วัตถุประสงค์และการเตรียมวัตถุดิบเนื้อไก่

ไก่พันธุ์พื้นเมือง (*Gallus domesticus*) อายุ 18-20 สัปดาห์ น้ำหนักต่อตัวเมื่อมีชีวิต 1.5-1.8 กก. ได้จากกลุ่มผู้เลี้ยงท้องถิ่นในจังหวัดสงขลา ทำการฆ่าโดยวิธีมาตรฐานแล้วนำซากไก่ที่ผ่านการถอนขนและเอาเครื่องในออกแล้วไปแช่เย็นที่ 4°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นตัดกล้ามเนื้อส่วนอก (Pectoralis major) จากซากโดยเอาหนังและส่วนของไขมันรวมถึงเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่สามารถมองเห็นได้ออกเพื่อนำมาวิเคราะห์และทำการทดลอง เตรียมกล้ามเนื้อโดยตัดให้เป็นชิ้นเนื้อขนาด 2x5x0.5 ซม. ชั่งน้ำหนักเนื้อแต่ละชิ้นและบรรจุในถาดพลาสติกหุ้มด้วยฟิล์มยึด จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 4°C เพื่อใช้ในการทดลองและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพื้นฐานของวัตถุดิบ ได้แก่ การหาปริมาณโปรตีน

Table 1. Formulation of mixed species for chicken marinades

Marinating agents	Ingredients	Content (%w/w)
Spices	Lemon grass	15.29
	Garlic	15.29
	Pepper	15.29
	Coriander root	15.29
Flavoring	White soya sauces	25.00
	Salt	1.52
	Oyster sauce	6.12
	sugar	6.20
Total		100

Modified from: ธวัชชัย (2548)

Table 2. Marinating ratio of chicken muscle with flavoring agent and each type of spices

Treatment	Flavoring and species types	Ratio (g chicken meat : g marinades)
control 1	Non marinated breast muscle	-
control 2	Breast muscle : flavoring agent	100 : 3.884
LEM + C2	Breast muscle : flavoring agent + LEM	100 : 5.413
PEP +C2	Breast muscle : flavoring agent + PEP	100 : 5.413
GAR +C2	Breast muscle : flavoring agent + GAR	100 : 5.413
COR + C2	Breast muscle : flavoring agent + COR	100 : 5.413
MIX + C2	Breast muscle : flavoring agent + MIX	100 : 10.00

Notes: LEM = lemon grass, PEP = pepper, GAR = garlic, COR = coriander root, MIX = lemon grass + pepper + garlic + coriander root

ไขมัน เถ้า และความชื้น (AOAC, 1999)

2. การศึกษาเครื่องเทศ ในสูตรไก่ตะไคร้ทรงเครื่อง

สูตรไก่ตะไคร้ทรงเครื่องต้นแบบ (ธวัชชัย, 2548) ดัดแปลงสัดส่วนของเครื่องเทศแต่ละชนิดและเครื่องปรุงรสทั้งหมด ดังแสดงใน Table 1 ทำการเตรียมส่วนผสมตามสูตรดังกล่าวแล้วนำมาหมักผสมกับชิ้นเนื้อไก่ โดยมีปริมาณเครื่องหมัก 10% ของน้ำหนักเนื้อไก่ และทดสอบทางประสาทสัมผัสเบื้องต้นโดยวิธี Hedonic scale (9 scales) ใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกให้คุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์และแบบทดสอบจำนวน 10 คน พิจารณาถึง รสชาติ กลิ่นรส และความชอบโดยรวมของเนื้อไก่อบด้วยไมโครเวฟให้เนื้อไก่มีอุณหภูมิ 90°C เป็นเวลา 5 นาที ภายหลังจากการหมักที่อุณหภูมิ

4°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อพิจารณาถึงความชอบโดยรวมของผู้ทดสอบ พบว่า ให้คะแนนมากกว่า 7 แสดงถึงสัดส่วนของส่วนผสมในสูตรไก่ตะไคร้ทรงเครื่องนี้เป็นสัดส่วนที่ผู้บริโภคยอมรับ จึงทำการศึกษาผลของเครื่องเทศแต่ละชนิดในสูตรไก่ตะไคร้จากสัดส่วนของการหมักเนื้อไก่ 100 กรัม ต่อ น้ำหนักเครื่องหมัก (เครื่องเทศรวมทั้งสี่ชนิดและเครื่องปรุงรส) คิดเป็น 10% โดยมีอัตราส่วนเครื่องเทศชนิดต่างๆ ตามชุดการทดลอง แสดงดัง Table 2 เพื่อศึกษาผลของเครื่องเทศต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาไก่พื้นเมืองพร้อมปรุง ทำการเตรียมตัวอย่างโดยใช้กล้ามเนื้ออกไก่ ขนาด 2 x 5 x 0.5 ซม. คลุกผสมกับเครื่องเทศตามสัดส่วนที่กำหนดใน Table 2 เก็บในถาดพลาสติก บรรจุจำนวน 6 ชิ้นต่อ 1 ถาด หุ้มด้วยฟิล์มยืดแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C แล้วนำมาวัด

ค่าที่ต้องการศึกษาที่เวลา 0 , 3 , 6 , 9 , 12 และ 15 วัน โดยทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์

3. การศึกษาผลของปริมาณเครื่องหมักสูตรไก่ตะไคร้ทรงเครื่อง

กำหนดอัตราส่วนของปริมาณเครื่องหมักสูตรเครื่องเทศรวมซึ่งมีส่วนผสม ดังแสดงใน Table 1 ต่อเนื้อไก่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ คิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก (w/w) ดังนี้ คือ 5%, 7.5%, 10%, 12.5%, และ 15% นำชิ้นกล้ามเนื้อไก่คลุกกับเครื่องหมักที่ระดับดังกล่าว แล้วนำไปอบด้วยไมโครเวฟที่เนื้อมีอุณหภูมิ 90°C เป็นเวลา 5 นาที ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยวิธี hedonic scale (9 scales) โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกอบรมจำนวน 10 คน และผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 10 คน รวมใช้ผู้ทดสอบทั้งหมด 20 คน เพื่อประเมินรสชาติ ความนุ่มเนื้อ กลิ่นรสเครื่องเทศ และความชอบโดยรวม พิจารณาการยอมรับของผู้บริโภคจากคะแนนความชอบโดยรวม ทำการคัดเลือกระดับของปริมาณเครื่องหมักที่ได้คะแนนการยอมรับรวมมากที่สุด 3 ระดับ โดยจะต้องมีคะแนนความชอบโดยรวมไม่ต่ำกว่า 7 มาใช้ในการศึกษาผลของปริมาณเครื่องหมักและเปรียบเทียบกับตัวอย่างชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการหมัก ทำการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่อุณหภูมิ 4°C แล้วทำการสุ่มตัวอย่างวิเคราะห์ที่ระยะเวลา 0, 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน

4. การวิเคราะห์คุณภาพของกล้ามเนื้อไก่

4.1 การวิเคราะห์ค่า Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS)

การวิเคราะห์ค่า TBARS เป็นการวิเคราะห์การเกิดออกซิเดชันของไขมัน โดยดัดแปลงวิธีของ Witte และคณะ (1970) โดยนำตัวอย่างเนื้อมา 10 กรัม ผสมสารละลาย trichloroacetic acid (10%, w/w) ปริมาตร 50 มล. แล้วทำการปั่นละเอียดด้วยเครื่อง Homogenizer หลังจากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 50 มล. ด้วยขวดปรับปริมาตร แล้วทำการกรองผ่านกระดาษกรอง นำสารละลายที่กรองได้ 5 มล. ผสมกับ 5 มล. ของ 2-thiobarbituric acid (TBA, 0.288%) ให้ความร้อนในอ่างน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 532 นาโนเมตร ทำการเตรียม blank เพื่อหักลบสีจากสารรบกวนโดยใช้น้ำกลั่น 5 มล. ผสม

กับ 5 มล. ของสาร TBA สำหรับตัวอย่างที่มีสีทำการหักลบสีของตัวอย่างโดยการนำสารละลายที่กรองได้ 5 มล. ผสมน้ำกลั่น 5 มล. ให้ความร้อนแล้ววัดค่าดูดกลืนแสงเพื่อไปหักลบจากค่าดูดกลืนแสงรวมที่วัดได้ คำนวณค่า TBARS ในรูปของ malondialdehyde โดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน รายงานค่าในรูปของ mg malondialdehyde/kg sample

4.2 การวิเคราะห์ปริมาณเมทไมโอโกลบิน

การวิเคราะห์ปริมาณเมทไมโอโกลบิน โดยวิธี spectrophotometric method ดัดแปลงวิธีการของ Krzywicki (1982) และ Lee และ คณะ (1998) นำตัวอย่างเนื้อ 5 กรัม มาปั่นละเอียดใน 12 มล. ของสารละลาย 40 mM phosphate buffer (pH 6.8) โดยใช้เครื่อง Homogenizer (Ultra Turrax รุ่น T25B, ประเทศมาเลเซีย) แล้วนำไปเหวี่ยงแยกสารละลายด้วยความเร็วรอบ 5,000 xg เป็นเวลา 15 นาที แยกสารละลายผ่านกระดาษกรองเก็บในขวดปรับปริมาตรขนาด 25 มล. นำตะกอนที่เหลือไปผ่านการ Homogenize ซ้ำด้วยสารละลาย phosphate buffer อีกรอบ รวมสารละลายที่สกัดได้แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 25 มล. นำสารละลายที่ได้มาวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 525, 572, และ 700 นาโนเมตร ทำ blank เพื่อหักลบการดูดกลืนแสงจากสีของเครื่องเทศและเครื่องปรุงรสในตัวอย่าง โดยเตรียมเครื่องเทศผสมเครื่องปรุงรสในสารละลาย phosphate buffer ที่ระดับความเข้มข้นของเครื่องเทศและเครื่องปรุงรสตามอัตราส่วนต่อน้ำหนักเนื้อของแต่ละตัวอย่าง ทำการเหวี่ยงแยกกรอง และปรับปริมาตรเช่นเดียวกับตัวอย่างแล้ววัดค่าดูดกลืนแสงมาทำการหักลบ คำนวณปริมาณเมทไมโอโกลบินตามสูตร

ปริมาณเมทไมโอโกลบิน (%)

$$= \{1.395 - [(A_{572} - A_{700}) / (A_{525} - A_{700})]\} \times 100$$

4.3 การวัดค่าสีของเนื้อ (surface color measurement)

ทำการวัดสีชิ้นกล้ามเนื้อโดยใช้เครื่อง Hunterlab colorimeter (Hunterlab ColorFlex model, ประเทศสหรัฐอเมริกา) รายงานค่าในระบบ CIE (Complete International Commission on Illumination) โดยจำแนกค่าสีเป็น L*, a*, และ b*

4.4 การวัดค่า pH

นำชิ้นกล้ามเนื้อไก่ที่ผ่านการสับละเอียดมาผสมน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:5 ปั่นละเอียดโดยใช้เครื่องโฮโมจีไนเซอร์ (Ultra Turrax รุ่น T25B, ประเทศมาเลเซีย) แล้วนำมาวัดค่า pH ด้วย digital pH meter

4.5 ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (shear force value)

ชิ้นกล้ามเนื้อขนาด 2 x 5 x 0.5 ซม. ทั้งตัวอย่างที่ผ่านการหมักและชุดควบคุม นำมาวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อโดยใช้เครื่อง Texture Analyser (TA-XT2I, Texture Expert Version 1.17; Stable Micro System, Godalming Surrey, ประเทศอังกฤษ) ติดตั้งอุปกรณ์วัดแรงตัดแบบ Warner Brazler shear blade (WB-blade) กำหนดให้อัตราการเคลื่อนที่ของใบมีด (cross head speed) เท่ากับ 2 มม.ต่อวินาที ที่ 25-กก. load cell ตามวิธีการของ Wattanachant และคณะ (2004) รายงานค่าแรงตัดสูงสุดในแนวตั้งฉากกับเส้นใยกล้ามเนื้อ

4.6 การสูญเสียน้ำหนักขณะการเก็บรักษา (% drip loss)

วิเคราะห์ผลต่างของน้ำหนักชิ้นเนื้อเริ่มต้นกับน้ำหนักชิ้นเนื้อที่ผ่านการหมักแบบแช่เย็นตามเวลา เพื่อคำนวณ % drip loss เทียบกับน้ำหนักเนื้อเริ่มต้น

4.7 การตรวจวัดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

การวัดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ตามวิธีของ Sallam และคณะ (2004) โดยใช้ตัวอย่างเนื้อ 10 กรัม ปั่นละเอียดผสมกับ sterile peptone water ด้วยเครื่อง Homogenizer และเตรียมสารละลายเจือจางตัวอย่างตามลำดับ ถ่ายลงอาหารเลี้ยงเชื้อมาตรฐาน plate count agar หลังจากบ่มเป็นเวลา 48 ชม. ที่อุณหภูมิ 25°C ทำการนับจำนวนโคโลนีแล้วรายงานผลในรูป log CFU/กรัม ตัวอย่าง

5. การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

การศึกษานี้ได้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) เพื่อศึกษาถึงผลของเครื่องเทศทั้งสี่ชนิดและผลของปริมาณเครื่องเทศในสูตรไก่ตะไคร้ทรงเครื่องต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านเคมี (TBARS, metmyoglobin, n = 3) ภายนอก (drip loss, color และ shear value, n = 8-10) และปริมาณจุลินทรีย์ของเนื้อไก่พื้นเมืองพร้อมปรุง (n = 2) สำหรับการศึกษาผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสได้วางแผนการทดลอง

แบบ Randomize Complete Block Design (RCBD) โดยวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบ ANOVA และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's new multiple range test) การวิเคราะห์ข้อมูลสถิติโดยใช้ SPSS Program for Window 11.0

ผลและวิจารณ์ผล

ผลของเครื่องเทศในสูตรไก่ตะไคร้ทรงเครื่องต่อคุณภาพทางเคมีของเนื้อไก่พื้นเมืองพร้อมปรุง

กล้ามเนื้อส่วนอกของไก่พื้นเมืองที่ใช้ศึกษามีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน และ เถ้าที่ระดับ $75.98 \pm 0.49\%$, $20.66 \pm 0.38\%$, $0.31 \pm 0.24\%$ และ $2.02 \pm 0.22\%$ ตามลำดับ ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อส่วน pectoralis ของไก่พื้นเมืองที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีค่าอยู่ในช่วงใกล้เคียงกับรายงานวิจัยที่ผ่านมา (Wattanachant *et al.*, 2004) เมื่อนำกล้ามเนื้อมาหมักด้วยเครื่องเทศในสูตรไก่ตะไคร้ทรงเครื่องเป็นเนื้อไก่พื้นเมืองพร้อมปรุงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของค่า TBARS ดังแสดงใน Figure 1 พบว่า เนื้อไก่ที่หมักด้วยเครื่องเทศสูตรรวมกับเครื่องปรุงรส มีอัตราการเพิ่มค่า TBARS ต่ำที่สุด คือ 12.18% เมื่อเทียบกับวันแรกที่เก็บ ซึ่งสามารถให้ค่าการยับยั้งดีกว่าเนื้อไก่ที่ไม่ผ่านการหมักด้วยเครื่องเทศและที่ผ่านการหมักเฉพาะเครื่องปรุงรสในระยะเวลาการเก็บรักษา 12 วัน ($P < 0.05$) เมื่อพิจารณาผลของเครื่องเทศแต่ละชนิดในสูตรต่อการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของไขมันในเนื้อไก่ พบว่า กระเทียมดีกว่ารากผักชี ตะไคร้ และพริกไทย ตามลำดับ โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นของค่า TBARS จากวันแรกที่เก็บดังนี้ 32.87%, 52.02%, 79.34%, และ 114.92% ตามลำดับ ผลการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของกระเทียมโดยการลดค่า TBARS ในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อมีการรายงานสอดคล้องกันในหลายงานวิจัย (Sallam *et al.*, 2004; Aguirrezabal *et al.*, 2000) โดยสารประกอบที่สำคัญหลายชนิดในกระเทียม ได้แก่ alliin, diallyl sulfide, allyl sulfide และ propyl sulfide มีประสิทธิภาพในการกำจัด hydroxyl radical จึงสามารถยับยั้งการเกิดออกซิเดชันได้ (Aguirrezabal *et al.*, 1998)

เมื่อศึกษาการเกิดออกซิเดชันของสีในเนื้อไก่หมัก

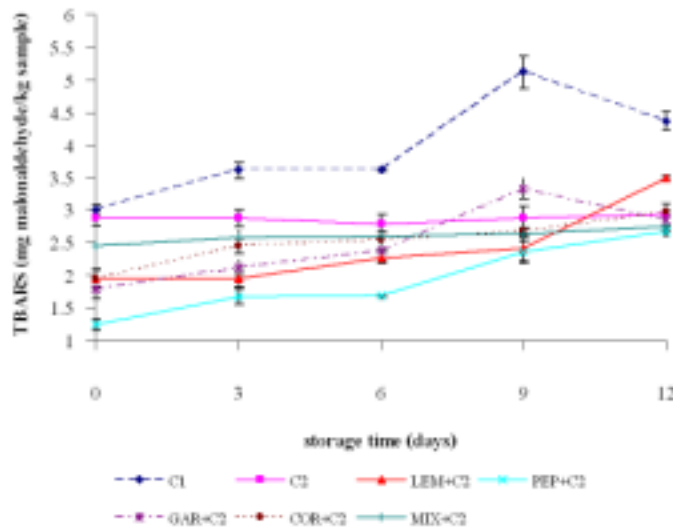


Figure 1. Effect of spices on TBARS values (mg malonaldehyde /kg sample) of marinated chicken meat during storage at 4°C
- non-marinated chicken meat (C1), marinated with flavoring agent (C2), marinated with lemon grass and flavoring agent (LEM + C2), marinated with pepper and flavoring agent (PEP + C2), marinated with garlic and flavoring agent (GAR + C2), marinated with coriander root and flavoring agent (COR + C2), marinated with mixed spices and flavoring agent (MIX + C2)

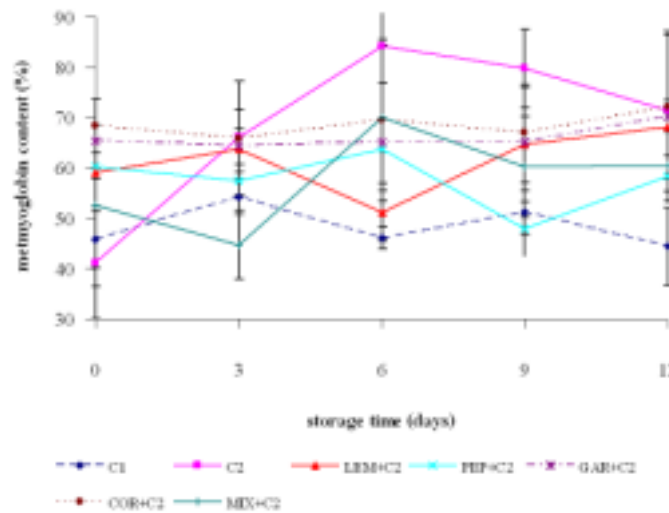


Figure 2. Effect of spices on metmyoglobin content of marinated chicken meat during storage at 4°C
- non-marinated chicken meat (C1), marinated with flavoring agent (C2), marinated with lemon grass and flavoring agent (LEM + C2), marinated with pepper and flavoring agent (PEP + C2), marinated with garlic and flavoring agent (GAR + C2), marinated with coriander root and flavoring agent (COR + C2), marinated with mixed spices and flavoring agent (MIX + C2)

และไม่หมักเครื่องเทศโดยวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในรูปของเมทไมโอโกลบินระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 วัน ที่อุณหภูมิ 4°C พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษายาวนานขึ้น เนื้อไก่ที่ไม่ผ่านการหมักมีแนวโน้มการเกิดเมทไมโอโกลบินต่ำกว่าเนื้อไก่ที่หมักด้วยเครื่องปรุงรสกับเครื่องเทศ การเกิดเมทไมโอโกลบินในกล้ามเนื้อที่หมักเฉพาะเครื่องปรุงรสพบในปริมาณสูงชันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระยะเวลาเก็บรักษา 6 วัน เมื่อเทียบกับการเก็บรักษาในช่วงต้น ($P < 0.05$) ดังแสดงใน Figure 2 ทั้งนี้อาจเป็นผลจากเครื่องปรุงรสมีส่วนประกอบของเกลือทั้งหมดที่ใช้เป็นส่วนผสมโดยตรงและเป็นองค์ประกอบในซีอิ๊วขาว ซึ่งมีรายงานว่า เกลือ สารไนไตรต์ บรรจุภัณฑ์ และสถานะการเก็บรักษา เป็นปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเมทไมโอโกลบินในเนื้อไก่ (Xiong et al., 1999; Fletcher, 1999) โดยเกลือจัดได้ว่าเป็น prooxidant ในการเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของเม็ดสี (Tan and Shelef, 2002; Sallam and Samejima, 2004; Vamam and Sutherland, 1995) การใช้เครื่องเทศร่วมในการหมักมีผลยับยั้งการเกิดเมทไมโอโกลบินเมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่หมักด้วยเครื่องปรุงรส ($P < 0.05$) โดยเนื้อที่หมักด้วยพริกไทย กระเทียม และรากผักชี ไม่พบการเพิ่มขึ้นของเมทไมโอโกลบินระหว่างการเก็บรักษาในช่วง 9 วัน ($P > 0.05$)

ทั้งนี้เนื่องจากในเครื่องเทศดังกล่าวมีสารบางชนิดที่จัดเป็นสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) พริกไทยมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการออกซิเดชันของสีได้ดีที่สุด อาจเป็นผลเนื่องจากในพริกไทยมีสาร Piperin ซึ่งจัดเป็นสารกลุ่มฟีนอลิกที่สามารถทำหน้าที่เป็นสาร reducing agent, hydrogen-donating และ oxygen quenchers (Rice-Evans and Miller, 1996; Chanwitheesuk et al., 2005) ทำให้ตัวอนุมูลอิสระเสถียรไม่เหนียวแน่นให้เกิดออกซิเดชันได้อีก ปฏิกิริยาออกซิเดชันจึงถูกหยุดลงหรือสามารถชะลอได้

ผลของเครื่องเทศในสูตรไก่ตะไคร้ทรงเครื่องต่อคุณภาพทางกายภาพของเนื้อไก่พื้นเมืองพร้อมปรุง

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพขณะเก็บรักษาเนื้อไก่พื้นเมืองพร้อมปรุง พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นมีผลให้เนื้อมีการสูญเสีย (%) สูงขึ้นในทุกชุดการทดลอง ($P < 0.05$) ดังแสดงใน Table 3 ทั้งนี้ อาจเป็นผลมาจากกิจกรรมของเอนไซม์โปรติโอไลติกที่อยู่ภายในกล้ามเนื้อสัตว์เอง ได้แก่ เอนไซม์คาเทปซิน (cathepsin) และเอนไซม์คาลเพน (calpains) เป็นต้น ซึ่งเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษายาวนานขึ้นกิจกรรมของเอนไซม์ในกล้ามเนื้อจะมีบทบาทมากขึ้นโดยเอนไซม์กลุ่มนี้จะเข้ามาย่อยโครงสร้าง

Table 3. Effect of spices on drip loss (%) of marinated chicken meat during storage at 4°C

Treatments	% drip loss			
	Day 3	Day 6	Day 9	Day 12
C1	4.25±0.68 ^{b,W}	7.50±1.25 ^{b,X}	9.71±1.40 ^{b,Y}	13.03±1.62 ^{c,Z}
C 2	2.51±1.43 ^{a,X}	3.78±1.51 ^{a,X}	5.20±1.47 ^{a,Y}	6.91±1.48 ^{a,Z}
LEM + C2	3.03±1.02 ^{a,X}	4.62±1.59 ^{a,XY}	6.09±1.95 ^{a,YZ}	7.70±2.34 ^{ab,Z}
PEP + C2	2.39±0.75 ^{a,W}	3.40±1.11 ^{a,X}	4.61±1.17 ^{a,Y}	6.53±1.26 ^{a,Z}
GAR + C2	2.24±1.31 ^{a,X}	3.62±1.64 ^{a,XY}	4.99±1.85 ^{a,Y}	6.68±2.16 ^{a,Z}
COR + C2	3.11±0.67 ^{a,X}	4.40±1.03 ^{a,X}	5.64±1.44 ^{a,X}	9.63±5.64 ^{b,Z}
MIX + C2	2.76±0.95 ^{a,W}	4.61±1.00 ^{a,X}	8.54±1.74 ^{b,Y}	10.01±1.54 ^{b,Z}

- ^{a-c} Means with differing superscripts in the same column are significantly different ($P < 0.05$), n = 10.
 - ^{w-z} Means with differing superscripts in the same row are significantly different ($P < 0.05$), n = 10.
 - non-marinated chicken meat (C1), marinated with flavoring agent (C2), marinated with lemon grass and flavoring agent (LEM + C2), marinated with pepper and flavoring agent (PEP + C2), marinated with garlic and flavoring agent (GAR + C2), marinated with coriander root and flavoring agent (COR + C2), marinated with mixed spices and flavoring agent (MIX + C2)

ของโปรตีนกล้ามเนื้อ ทำให้โปรตีนสูญเสียสภาพการอุ้มน้ำ น้ำจึงแพร่ออกมาจากเซลล์ ทำให้ตรวจพบค่าการสูญเสียที่มากขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บที่ยาวนานขึ้น (สัจชัย, 2543) โดยเนื้อไก่ที่ไม่ผ่านการหมักเครื่องเทศมีการสูญเสียสูงกว่าเนื้อไก่ที่ผ่านการหมักทุกชุดการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เนื่องจากผลของเกลือในเครื่องเทศ ซึ่งเกลือจะมีผลช่วยให้กล้ามเนื้อเกิดการอุ้มน้ำเนื่องจากการเพิ่มความเข้มข้นของไอออนิกให้แก่โปรตีนกล้ามเนื้อ หรืออาจเกิดจากเครื่องเทศมีผลขัดขวางการทำงานของเอนไซม์โปรตีโอไลติก ซึ่งยังไม่พบรายงานวิจัยในเรื่องนี้ แต่การสูญเสียในเนื้อยังคงเกิดเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลของชนิดเครื่องเทศ พบว่า ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าการสูญเสียในระหว่างการเก็บรักษา ($P > 0.05$) อย่างไรก็ตามการใช้สมุนไพรรวมและรากผักชีมีผลให้ค่าการสูญเสียเพิ่มขึ้นสูงกว่าสมุนไพรชนิดอื่น ($P < 0.05$) ในวันที่ 9 และ 12 ตามลำดับ

ผลของเครื่องเทศในสูตรไก่ตะไคร้ทรงเครื่องต่อคุณภาพทางจุลินทรีย์ของเนื้อไก่พื้นเมืองพร้อมปรุงเมื่อนำเนื้อมาหมักด้วยเครื่องเทศในสูตรไก่ตะไคร้ทรง

เครื่องเป็นเนื้อไก่พื้นเมืองพร้อมปรุงทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นวันแรกที่เก็บของทุกชุดการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังแสดงใน Figure 3 เมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น ปริมาณจุลินทรีย์จะเพิ่มขึ้น โดยเนื้อไก่ที่ไม่ผ่านการหมักจะมีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 10 วัน ส่วนเนื้อไก่ที่ผ่านการหมักจะมีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 12 วัน จึงตรวจพบจุลินทรีย์เกินจากปริมาณที่กำหนด คือ 5×10^6 CFU/กรัม (สัจชัย, 2543) หลังจากวันที่ 1 ทุกทริทเมนต์จะมีอัตราการเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์อย่างรวดเร็ว และวันที่ 3-6 อัตราการเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์เป็นไปอย่างช้าๆ จากนั้นจึงค่อยๆ เพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น ความสามารถในการยับยั้งจุลินทรีย์ของสมุนไพรที่ดีที่สุดตามลำดับ คือ เนื้อไก่หมักกระเทียม เนื้อไก่หมักสมุนไพรรวม เนื้อไก่หมักรากผักชี เนื้อไก่หมักตะไคร้ เนื้อไก่หมักพริกไทย เนื้อไก่หมักเฉพาะเครื่องปรุงรส ซึ่งมีปริมาณจุลินทรีย์ต่ำกว่าเนื้อไก่ที่ไม่ผ่านการหมัก สำหรับเนื้อไก่หมักเฉพาะเครื่องปรุงรสให้ผลยับยั้งจุลินทรีย์ดีกว่าเนื้อไก่ไม่หมักเครื่อง เนื่องจากเครื่องปรุงรสที่ใช้ ได้แก่ เกลือและน้ำตาล มีผลช่วยให้เนื้ออุ้มน้ำไว้ได้ดีกว่าโดยให้ผลสอดคล้องกับค่าการสูญเสียที่ต่ำกว่า (Table 3) จึงอาจมีผล

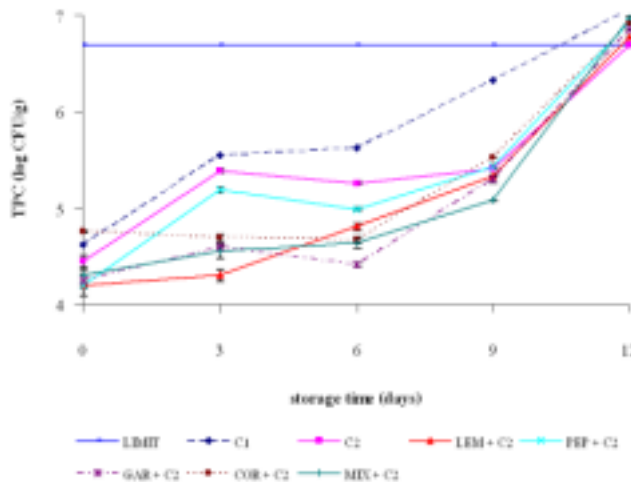


Figure 3. Effect of spices on total aerobic plate count of marinated chicken meat during storage at 4°C

- non-marinated chicken meat (C1), marinated with flavoring agent (C2), marinated with lemon grass and flavoring agent (LEM + C2), marinated with pepper and flavoring agent (PEP + C2), marinated with garlic and flavoring agent (GAR + C2), marinated with coriander root and flavoring agent (COR + C2), marinated with mixed spices and flavoring agent (MIX + C2)

Table 4. Effect of marinating concentrations of mixed spices on sensory test of ready-to-cook chicken meat

Concentration (%w/w)	Overall liking score
5	5.90±1.41 ^a
7.5	6.40±1.31 ^a
10	7.10±0.64 ^b
12.5	7.10±1.02 ^b
15	7.39±1.04 ^b

- ^{a-d} Means with differing superscripts in the concentrations are significantly different (P<0.05),
 - Hedonic 9 - points scale, mean from 20 control panels

ทำให้ค่า a_w ลดลง สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ได้บางส่วน กระจ่เทียมและเครื่องเทศรวมให้ผลการยับยั้งจุลินทรีย์ดีที่สุด ในช่วงการเก็บรักษา 9 วัน ซึ่งสอดคล้องกับผลของ Sallam และคณะ (2004) ศึกษาถึงผลของกระเทียมสด กระจ่เทียมผง และน้ำมันกระเทียม พบว่า กระจ่เทียมสดให้ผลการยับยั้ง จุลินทรีย์ได้ดีที่สุดในไส้กรอกไก่ เนื่องมาจากกระเทียมมีกลุ่ม สาร organosulfur compounds และอนุพันธ์ในปริมาณ มากและเชื่อว่าสารเหล่านี้มีผลกระทบต่อจุลินทรีย์ (Ankri and Mirelman, 1999; Kumar and Berwal, 1998)

ผลของปริมาณเครื่องเทศในไก่ตะไคร้ทรงเครื่อง ผลทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเนื้อไก่ หมักในสูตรไก่ตะไคร้ทรงเครื่องที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ โดย วิธี Hedonic scales (9 scales) พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 10%, 12.5% และ 15% มีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ย ไม่ต่ำกว่า 7 ดังแสดงใน Table 4 จึงเหมาะสมที่จะใช้เป็น ปัจจัยในการศึกษาในขั้นต่อไป Figure 4 แสดงผลของ ปริมาณเครื่องเทศรวมต่อการเกิดออกซิเดชัน ของไขมันโดยพิจารณาจากค่า TBARS ของเนื้อไก่หมักพบว่าที่ระดับความเข้มข้น 12.5% ให้ผลการยับยั้งดีที่สุด รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่หมักด้วยความเข้มข้น 10% และ 15% ตามลำดับ (P<0.05) โดยพบว่ายิ่งใช้ปริมาณความเข้มข้นที่สูงส่งผลให้อัตราการเพิ่มค่า TBARS มากขึ้นเมื่อ ระยะเวลาการเก็บรักษายาวนานขึ้น เนื่องจากปริมาณเกลือใน เครื่องปรุงรสมีปริมาณสูงเพียงพอในการแสดงสมบัติการเร่ง ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันส่งผลให้ค่า TBARS สูงกว่า เนื้อไก่ที่หมักด้วยความเข้มข้นระดับต่ำ ซึ่ง Tan และ Shelef (2002) ได้รายงานผลของเกลือต่อการเร่งปฏิกิริยา ออกซิเดชันในเนื้อหมูแช่เย็นและแช่แข็ง สำหรับที่ระดับ ความเข้มข้น 12.5% ให้ผลการยับยั้งดีที่สุดอาจเป็นผล เนื่องจากปริมาณของเครื่องเทศที่ใช้มีปริมาณที่เหมาะสม เพียงพอในการแสดงสมบัติเชิงหน้าที่ในการเป็นสารต้าน

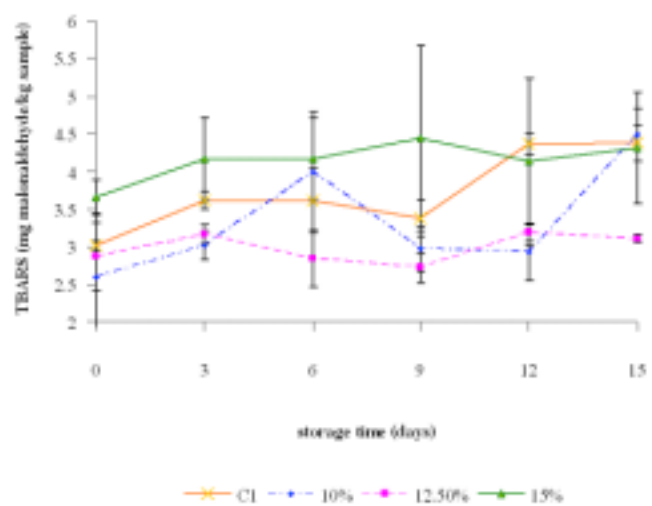


Figure 4. Effect of marinating concentrations of mixed spices on TBARS value of ready-to-cook chicken meat during storage at 4°C

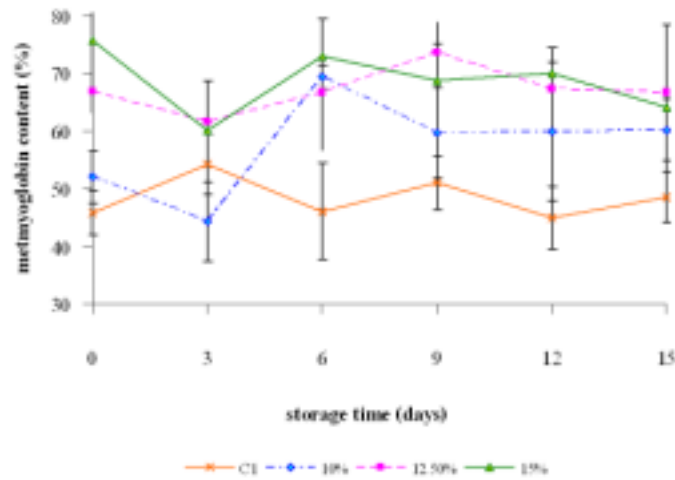


Figure 5. Effect of marinating concentrations of mixed spices on metmyoglobin content of ready-to-cook chicken meat during storage at 4°C

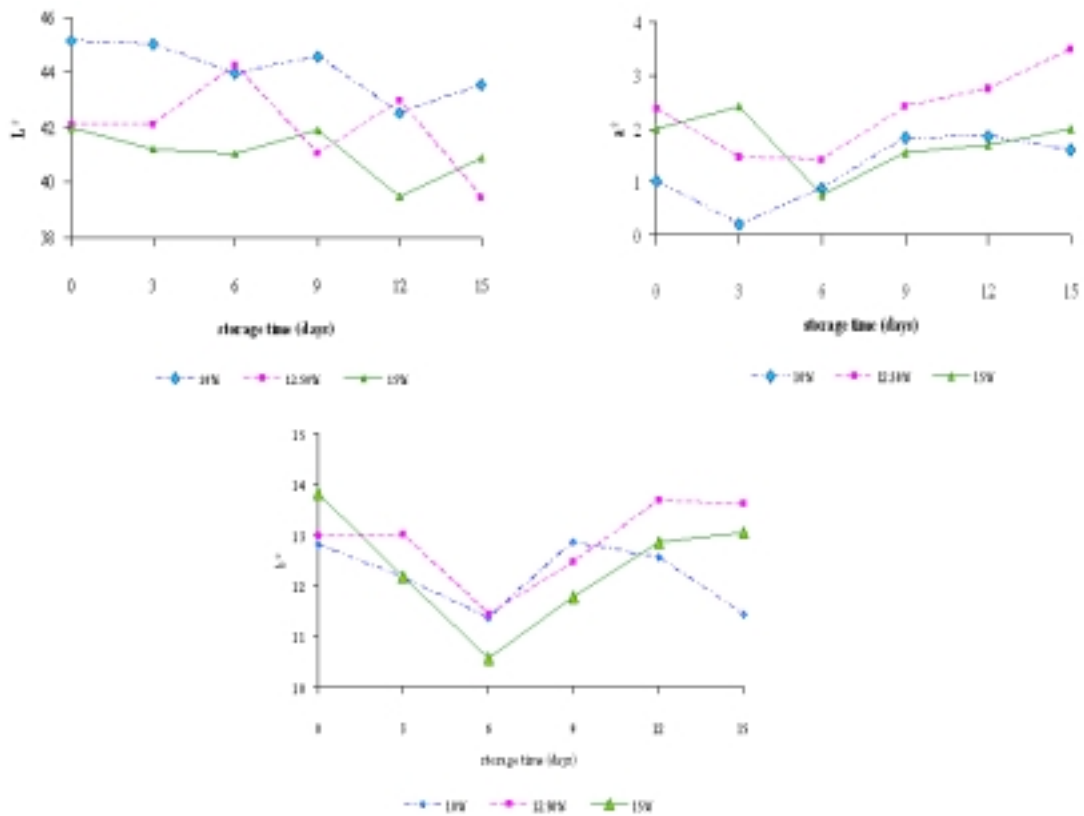


Figure 6. Effect of marinating concentrations of mixed spices on L*, a* and b* value of ready-to-cook chicken meat during storage at 4°C

อนุโมลอิสระ ประกอบกับปริมาณของเกลือซึ่งเป็นสารกระตุ้นปฏิกิริยาออกซิจยังมีปริมาณไม่สูงพอในการเร่งการเกิดออกซิจเดชัน ส่งผลให้การวัดค่า TBARS ออกมาได้ต่ำกว่าที่ระดับความเข้มข้น 10%

ผลของปริมาณเครื่องหมักต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณเมทไมโอโกลบินของเนื้อไก่หมักระหว่างเก็บรักษาแสดงดัง Figure 5 พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นปริมาณเมทไมโอโกลบินจะเพิ่มสูงกว่าเนื้อที่ไม่หมักเครื่อง ทั้งนี้เนื่องจากเกลือจากเครื่องปรุงที่เติมเข้าไปในระหว่างการหมักมีผลไปเร่งปฏิกิริยาออกซิจเดชันของเม็ดสี ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นเมทไมโอโกลบินได้มากขึ้น สำหรับแนวโน้มของปริมาณเครื่องหมักต่ออัตราการเกิดเมทไมโอโกลบิน พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นของเครื่องหมักยิ่งสูงจะส่งผลให้เกิดเมทไมโอโกลบินในอัตราที่สูงเพิ่มตามขึ้นไปด้วย ($P < 0.05$) โดยที่ 12.5% และ 15% มีอัตราการเกิดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ทั้งนี้อธิบายได้จากผลของเกลือที่เข้าไปมีบทบาทต่อปฏิกิริยาออกซิจเดชัน (Karpinska *et al.*, 2001) ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับผลค่าสีของเนื้อหมักโดยพบว่า ค่า L^* มีค่าลดลงตามระยะเวลาเก็บ

เมื่อความเข้มข้นของเครื่องหมักมีค่าสูงขึ้น ดังแสดงใน Figure 6 ส่วนค่า a^* และ b^* มีค่าสูงขึ้นตามเวลา ($P < 0.05$) เนื่องจากเมื่อเก็บนานขึ้นเนื้อจะมีสีคล้ำมากขึ้นจากการเกิดเมทไมโอโกลบิน แต่อย่างไรก็ตามปริมาณเครื่องหมักที่สูงขึ้นมีผลให้สีเข้มขึ้นไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$)

ค่าการสูญเสีย (%) drip loss ของเนื้อไก่พร้อมปรุงในปริมาณเครื่องหมักที่แตกต่างกัน แสดงดัง Table 5 พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ค่าการสูญเสียจะสูงขึ้น ($P < 0.05$) สำหรับปริมาณเครื่องหมัก 10-15% มีผลให้ค่าการสูญเสียใกล้เคียงกัน ($P > 0.05$) ในช่วง 6 วันแรกของการเก็บรักษา แต่หลังจากวันที่ 9 ปริมาณเครื่องหมักที่ 12.5% มีแนวโน้มให้ค่าการสูญเสียต่ำที่สุดอย่างชัดเจน ($P < 0.05$) ซึ่งอาจเป็นระดับความเหมาะสมของปริมาณสารในเครื่องเทศในสูตรไก่ตะไคร้ทรงเครื่องหรือปริมาณเกลือ เมื่อพิจารณาค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Table 6) พบว่า ที่ปริมาณเครื่องหมัก 12.5% มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำที่สุดในช่วง 6 วันแรกของการเก็บรักษา ($P > 0.05$) การเก็บรักษามีผลลดค่าแรงตัดผ่านเนื้ออย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในระดับความ

Table 5. Effect of marinating concentrations of mixed spices on drip loss of ready-to-cook chicken meat during storage at 4°C

Concentrations	% drip loss				
	Day 3	Day 6	Day 9	Day 12	Day 15
10%	1.95±1.08 ^X	3.16±1.50 ^{XY}	3.34±2.90 ^{XY}	5.41±3.10 ^{YZ}	7.04±3.76 ^{b,Z}
12.5%	1.52±0.46 ^X	2.35±0.60 ^{XY}	2.06±0.97 ^X	3.45±1.99 ^{YZ}	4.07±1.87 ^{a,Z}
15%	1.48±0.71 ^X	2.52±1.06 ^X	4.32±1.81 ^Y	4.95±1.92 ^Y	7.77±2.60 ^{b,Z}

- ^{a-b} Means with differing superscripts in the same column are significantly different ($P < 0.05$), $n = 10$.

- ^{x-z} Means with differing superscripts in the same row are significantly different ($P < 0.05$), $n = 10$.

Table 6. Effect of marinating concentrations of mixed spices on shear force of ready-to-cook chicken meat during storage at 4°C

Concentrations	Shear force (N)					
	Day 0	Day 3	Day 6	Day 9	Day 12	Day 15
10%	37.05±8.89 ^{a,Y}	42.15±12.28 ^{b,X}	42.23±9.55 ^{b,X}	50.55±10.36 ^{c,Y}	34.67±12.49 ^{a,X}	38.38±13.29 ^{a,X}
12.5%	22.65±9.81 ^{a,X}	33.36±7.92 ^{a,X}	37.44±6.75 ^{a,X}	41.62±8.42 ^{bc,X}	36.11±10.75 ^{b,X}	48.24±7.17 ^{c,Y}
15%	45.01±8.79 ^{b,Y}	40.68±9.40 ^{b,X}	39.16±9.28 ^{a,X}	35.10±4.76 ^{ab,X}	39.21±14.42 ^{b,X}	25.43±11.52 ^{a,X}

- ^{a-b} Means with differing superscripts in the same column are significantly different ($P < 0.05$), $n = 10$.

- ^{x-y} Means with differing superscripts in the same row are significantly different ($P < 0.05$), $n = 10$.

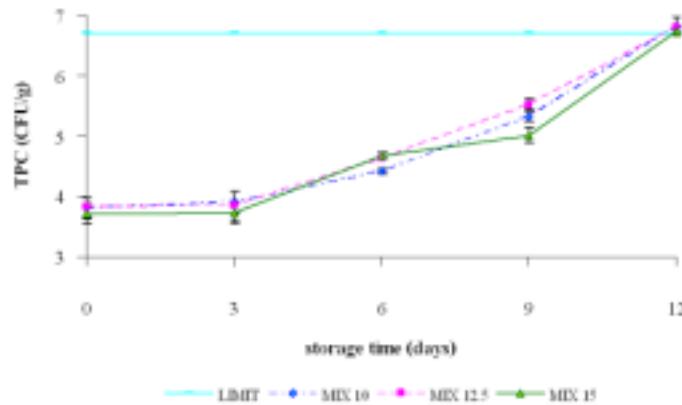


Figure 7. Effect of marinating concentrations of mixed spices on total aerobic plate count of ready-to-cook chicken meat during storage at 4°C

เข้มข้น 15% ($P>0.05$) ซึ่งอาจเป็นผลจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณจุลินทรีย์ตามอายุการเก็บรักษา (Figure 7) ในช่วงอายุการเก็บรักษา 12 วัน ไม่มีความแตกต่างทางปริมาณจุลินทรีย์ระหว่างระดับความเข้มข้น 10-15% เครื่องหมัก อย่างไรก็ตามที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 0-3 วัน มีอัตราการเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์ต่ำสุดที่ปริมาณเครื่องหมัก 15% ($P<0.05$) ทั้งสามระดับความเข้มข้นมีอัตราการเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์อย่างรวดเร็วหลังจากวันที่ 3 โดยสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อไก่พร้อมปรุงได้ไม่เกิน 12 วัน

สรุปผลการทดลอง

การหมักเนื้อไก่ด้วยเครื่องเทศสูตรไก่ตะไคร้ทรงเครื่องมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของไขมันและเม็ดสีในเนื้อไก่ โดยพริกไทยในสูตรมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของสี ส่วนกระเทียมมีผลต่อการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของไขมันและยับยั้งจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด สำหรับผลของปริมาณเครื่องหมักต่อการเกิดออกซิเดชันของสีและไขมันมีอัตราสูงเมื่อความเข้มข้นของเครื่องหมักสูงขึ้น โดยที่ปริมาณเครื่องหมัก 12.5% มีประสิทธิภาพในการยับยั้งออกซิเดชันของไขมันได้ดีที่สุด มีค่าการสูญเสียน้ำเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และให้เนื้อไก่มีความนุ่มมากที่สุด จากผลของปริมาณจุลินทรีย์สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อไก่พื้นเมืองพร้อมปรุงได้ไม่เกิน 12 วัน

กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยขอขอบคุณ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย อุปกรณ์ และเครื่องมือในการวิจัย ขอขอบคุณ หมวดสัตว์ปีก ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ช่วยเหลือในการจัดการวัตถุดิบเนื้อไก่

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2548. ข้อมูลการนำเข้าส่งออก (ออนไลน์). สืบค้นจาก :<http://www.did.go.th>[26 กรกฎาคม 2548]
- ธวัชชัย สันติสกุล. 2548. ไก่สมุนไพร(ออนไลน์). สืบค้นจาก : <http://www.ismed.or.th> [25 มีนาคม 2548]
- สัญญาชัย จตุรสิทธา. 2543. การจัดการเนื้อสัตว์. ธนบรรณาการพิมพ์: ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สัญญาชัย จตุรสิทธา. 2547. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์ (Meat Technology). เชียงใหม่: โรงพิมพ์บรรณาการพิมพ์.
- เสาวคนธ์ วัฒนจันทร์ และไชยวรรณ วัฒนจันทร์. 2550. อิทธิพลของอายุและระบบการเลี้ยงต่อองค์ประกอบทางเคมี คุณสมบัติ และโครงสร้างระดับจุลภาคของกล้ามเนื้อไก่พื้นเมือง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- A.O.A.C. 1999. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists.

- 16th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Inc.
- Aguirrezabal, M.M., Mateo, J., Dominguez, M.C. and Zumalacarregui, J.M. 2000. The effect of paprika, garlic and salt on rancidity in dry sausages. *Meat Sci.*, 54: 77-81.
- Aguirrezabal, M.M., Mateo, J., Dominguez, M.C. and Zumalacarregui, J.M. 1998. Compounds of technological interest in the dry sausage manufacture. *Sciences des Aliments* 18: 409-414.
- Ankri, S. and Mirelman, D. 1999. Antimicrobial properties of allicin from garlic. *Microbes and Infection*. 1: 125-129.
- Brewer, M.S., Rostogi, B.K., Argoudelis, L. and Sprouls, G.R. 1995. Sodium lactate/sodium chloride effects on aerobic plate counts and color of aerobically packaged ground pork. *J. Food Sci.* 60:58-62.
- Chanwitheesuk, A., Teerawutgulrag, A. and Rakariyatham, N. 2005. Screening of antioxidant activity and antioxidant compounds of some edible plants of Thailand. *Food Chem.* 92:491-497.
- Fletcher, D.L. 1999. Poultry meat colour. **In:** Poultry Meat Science Symposium Series. Vol. 25. Eds., R.I. Richardson and G.C. Mead. CABI Publishing, UK., pp. 159-175.
- Geileskey, A., King, R.D., Corte, D., Pinto, P. and Ledward, D.A. 1998. The kinetics of cooked meat haemoprotein formulation in meat and model system. *Meat Sci.* 48: 189-199.
- Karpinska, M., Borowski, J. and Danowska-Oziewicz, M. 2001. The use of natural antioxidants in ready-to-serve food. *Food Chem.* 72: 5-9.
- Krzywicki, K. 1982. The determination of haem pigment in meat. *Meat Sci.* 7: 29-35.
- Kumar, M. and Berwal, J.S. 1998. Sensitivity of food pathogens to garlic (*Allium sativum*). *J. Appl. Microbiol.* 84: 213-215.
- Lee, B.J., Hendricks, D.G. and Cornforth, D.P. 1998. Effect of sodium phytate, sodium pyrophosphate and sodium tripolyphosphate on physico-chemical characteristics of restructured beef. *Meat Sci.* 50: 273-283.
- Mansour, E.H. and Khalil, A.H. 2000. Evaluation of antioxidant activity of some plant extracts and their application to ground beef patties. *Food Chem.* 69: 135-141.
- Mitsumoto, M., O'Grady, M.N., Kerry, J.P. and Buckley, D.J. 2005. Addition of tea catechins and vitamin C on sensory evaluation, colour and lipid stability during chilled storage in cooked or raw beef and chicken patties. *Meat Sci.* 69: 773-779.
- Oiye, S.O. and Muroki, N.M. 2002. Use of spices in foods. *J. Food Tech. in Africa.* 7: 39-44.
- Rice-Evans, C.A. and Miller, N.J. 1996. Antioxidant activities of flavonoids as bioactive components of food. *Biochem. Soc. Trans.* 24: 790-795.
- Sallam, K I. and Samejima, K. 2004. Microbiological and quality of beef treated with sodium lactate and sodium chloride during refrigerated storage. *J. Lebensm.-Wiss. U. Technol.* 37: 865-871.
- Sallam, K.I., Ishioroshi, M. and Samejima, K. 2004. Antioxidant and antimicrobial effect of garlic in chicken sausage. *Lebensm.- Wiss. U.-Technol.* 37: 849 -855.
- Snyder, O.P. 1997. Antimicrobial effects of spices and herbs. USA: Hospitality Institute of Technology and Management; St. Paul, Minnesota.
- Tan, W. and Shelef, L.A. 2002. Effects of sodium chloride and lactates on chemical and microbiological changes in refrigerated and frozen fresh ground pork. *Meat Sci.* 62: 27-32.
- Vamam, A.H. and Sutherland, J. P. 1995. Chemical and Physical Processes. In *Meat and Meat Products*. Vol.III. Pp. 376-386. New York. CHAPMAN & HALL.
- Wattanachant, S., Benjakul, S. and Ledward, D.A. 2004. Composition, color and texture of Thai indigenous and broiler chicken muscles. *Poultry Sci.* 83: 123-128.
- Witte, V.C. Krause, G.F., and Bailey, M.E. 1970. A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J. Food Sci.* 35: 582-585.
- Xiong, Y.L., Ho, C.T. and Shahidi, F. 1999. Quality characteristics of muscle foods. **In:** Quality Attributes of Muscle Foods. Eds., Y.L. Xiong, C.T. Ho and F. Shahidi. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.