# บทที่ 2

## ตรวจเอกสาร

ในอดีตไก่เนื้อที่ใช้บริโภคส่วนใหญ่เป็นไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงกันแบบหลังบ้าน แม่ไก่แก่ที่ไข่ไม่คุ้มค่าอาหารแล้ว ไก่พันธุ์ไข่เพศผู้ที่เลี้ยงเพื่อนำมาทำไก่ย่างและไก่พื้นเมืองที่ตอนด้วยวิธีเอาเม็ดอัณฑะออก ต่อมาเมื่อมีการเลี้ยงไก่กระทง (broiler) และมีผู้นิยมบริโภคกันมากขึ้นเพราะเนื้อนุ่มกว่าไก่พันธุ์พื้นเมืองจึงมีผู้ผลิตไก่ลูกผสมขึ้นเพื่อเลี้ยงเป็นไก่เนื้อโดยเฉพาะ ทั้งตัวผู้และตัวเมีย จนในที่สุดได้มีผู้นำไก่เนื้อพันธุ์ลูกผสม (hybrid) เข้ามาเลี้ยงในประเทศไทยเป็นครั้งแรกประมาณปี พ.ศ. 2506 ในระยะแรกไก่เนื้อพันธุ์ลูกผสมยังไม่เป็นที่ยอมรับของตลาดนักโดยเฉพาะในย่านคนจีนเพราะเป็นไก่ที่มีขนสีขาว แต่ก็ได้รับการยอมรับในเวลาต่อมา เพราะไก่เนื้อพันธุ์ลูกผสมเป็นไก่ที่โตเร็ว เนื้อมากและเนื้อนุ่ม ไก่ตัวผู้สามารถนำไปเลี้ยงเป็นไก่ตอนแบบฝังฮอร์โมนได้ผลดีจนเป็นที่นิยมเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน (ปฐม, 2540) อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันเนื้อไก่พื้นเมืองได้รับการยอมรับกันว่าเป็นเนื้อที่มีคุณภาพสูง รสชาติดี ให้เนื้อแน่นกว่าไก่พันธุ์เนื้อ ปริมาณไขมันต่ำกว่าและเชื่อว่ามีความปลอดภัยจากสารพิษตกค้างจึงทำให้ราคาของเนื้อไก่พื้นเมืองสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับไก่พันธุ์เนื้อ (วิศาลและคณะ, 2545)โดยไก่พื้นเมืองมีราคากิโลกรัมละ 80 บาท และไก่เนื้อราคากิโลกรัมละ 40-45 บาท (กรมการค้าภายใน, 2549)

### 2.1 ประเภทของเนื้อไก่

ไก่เนื้อที่บริโภคกันอยู่ในประเทศไทยอาจแบ่งได้เป็น 4 ประเภทด้วยกันคือ

#### 2.1.1 เนื้อไก่พันธุ์ผสมหรือไก่กระทง (broiler)

ไก่เนื้อพันธุ์ผสม เมื่อมีอายุ 6-8 สัปดาห์ มีน้ำหนักประมาณ 1.8-2 กิโลกรัม ให้เนื้อดี นุ่มเนื้อหน้าอกเต็ม ใช้สำหรับทำไก่ย่าง ไก่ทอด ไก่อบหรือประกอบอาหารอย่างอื่นและใช้ทำผลิตภัณฑ์ไก่ได้หลายชนิด

#### 2.1.2 เนื้อแม่ไก่และพ่อไก่แก่

ไก่พ่อ-แม่พันธุ์ที่ไม่ใช้ทำพันธุ์แล้วและแม่ไก่ไข่ที่คัดทิ้ง ให้เนื้อมาก มีมัน แต่เนื้อค่อนข้างเหนียว จึงเหมาะสำหรับทำอาหารประเภทตุ๋นหรือต้ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**2.1.3 เนื้อไก่พันธุ์ไข่เพศผู้หรือไก่ลูกผสมพื้นเมือง**

ไก่พันธุ์ไข่เพศผู้หรือไก่ลูกผสมระหว่างไก่พื้นเมืองกับไก่พันธุ์ไข่ อายุ 6-8 สัปดาห์ น้ำหนักไม่เกิน 1.5 กิโลกรัม ให้เนื้อไม่ค่อยดีนักใช้สำหรับทำไก่ย่าง

**2.1.4 เนื้อไก่พื้นเมือง**

ไก่อูหรือไก่พันธุ์พื้นเมือง ให้เนื้อแน่นกว่าไก่พันธุ์ผสมหรือไก่กระทง รสชาติดี มีมันน้อย เป็นที่นิยมของตลาดบางส่วน โดยเฉพาะในเทศกาลตรุษจีนและสารทจีน ไก่พื้นเมืองยังขายได้ราคาดี ใช้สำหรับทำไก่ต้มหรือไก่ย่าง (ปฐม, 2540)

## 2.2 ไก่พันธุ์เบรส

เป็นสายพันธุ์ไก่เนื้อที่รัฐบาลประเทศฝรั่งเศสน้อมเกล้าฯ ถวายองค์พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เมื่อปี พ.ศ. 2534 โดยในครั้งนั้นได้ส่งไข่ที่มีเชื้อมาให้ฟัก แต่ไม่สามารถฟักออกเป็นตัวได้ ต่อมาจึงได้ส่งลูกไก่มาให้ใหม่จำนวน 300 ตัว และได้นำไปทดลองเลี้ยงและขยายพันธุ์ที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรที่อยู่ในพื้นที่เลี้ยง (ไทยรัฐ, 2548) โดยทั่วไปแล้วไก่เบรสจัดเป็นไก่ไข่ที่มีขนาดเล็ก สามารถให้ไข่ได้ 250 ฟอง/ตัว/ปี แต่ในประเทศฝรั่งเศสไก่เบรสจะมีชื่อเสียงโด่งดังและเป็นที่รู้จักกันเนื่องจากให้เนื้อมากกว่าให้ไข่ (Bresse-Gauloise Club, 2000) ไก่เบรสเป็นไก่ที่มีเนื้อแน่นละเอียด เนื่องจากการเลี้ยงแบบปศุสัตว์อินทรีย์ที่ไม่ใช้สารเร่งการเจริญเติบโตและจัดพื้นที่ให้เดินเพื่อออกกำลังกายตลอด 3 เดือน อาหารที่ใช้เลี้ยงเป็นเศษผักที่เหลือจากการตัดแต่งให้กินเสริมตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 3 เดือนแรกและในเดือนที่ 4 จะเลี้ยงด้วยน้ำนมหรือน้ำนมผสมข้าวโพดบด ซึ่งทำให้เนื้อไก่มีกลิ่นหอมของน้ำนม (ศูนย์สารสนเทศ กรมส่งเสริมสหกรณ์, 2547) ไก่พันธุ์นี้มีขนสีขาว แข้งสีฟ้า เหนียงสีแดง ติ่งหูสีขาวและผิวหนังสีขาว ซึ่งการที่มีขนสีขาวและแข้งสีฟ้าค่อนข้างหายากในไก่ที่มีสายพันธุ์มาจากฝรั่งเศส ไก่จะถูกเลี้ยงแบบปล่อยอิสระเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 9 สัปดาห์สำหรับไก่รุ่นเพศเมีย 11 สัปดาห์ และสำหรับไก่รุ่นเพศผู้ตอน 23 สัปดาห์ อายุของไก่เบรสเมื่อเข้าในโรงฆ่าต้องมีอายุอย่างน้อย 16 จนถึง 18 หรือ 21 สัปดาห์ (Verrier *et al.*, 2004) เมื่ออายุ 16 สัปดาห์เพศผู้น้ำหนักประมาณ 2 กิโลกรัม ขึ้นไป ส่วนเพศเมียน้ำหนัก 1.8 กิโลกรัม (Figure 1 and 2) (ไทยรัฐ, 2548)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**Figure 1** Bresse male

**Figure 2** Bresse female

**2.3 ไก่พันธุ์โรดไอแลนด์เรด**

ไก่พันธุ์นี้ได้รับการผสมพันธุ์ คัดและบำรุงพันธุ์ขึ้นมาจากไก่หลายพันธุ์ด้วยกัน เช่น ไก่เซี่ยงไฮ้ ไก่เล็กฮอร์นสีน้ำตาล ไก่ชนและอาจจะมีเลือดของไก่คอร์นิสอยู่ด้วย (วิรัตน์, 2543) ไก่พันธุ์นี้เป็นทั้งไก่พันธุ์เนื้อและพันธุ์ไข่ที่ให้ไข่ค่อนข้างดี เคยมีสถิติชนะการแข่งขันไก่ไข่ที่ให้ไข่มากที่สุดในประเทศไทยอยู่เสมอ ไก่โรดไอแลนด์เรดมี 2 ชนิดคือ ชนิดมีหงอนกุหลาบ (rose-comb) และหงอนจักร (single-comb) แต่ที่แพร่หลายที่สุดเป็นชนิดหงอนจักร (ปฐม, 2540) มีขนสีแดงตลอดลำตัวยกเว้นปลายปีกและหางมีขนสีดำ เหนียงยาน ตุ้มหูแดง ลำตัวใหญ่ยาวและกว้าง ผิวหนังสีเหลือง (กรมปศุสัตว์, 2547) ให้เปลือกไข่สีน้ำตาล ซึ่งเป็นที่นิยมของตลาดทางเอเชียและให้ไข่ฟองใหญ่ จึงเป็นที่นิยมเลี้ยงในประเทศไทย ไก่พันธุ์นี้สามารถให้ไข่ได้ดีกว่าไก่เล็กฮอร์น ทำให้ไก่พันธุ์นี้มีชื่อเสียงมากในด้านการผลิตไข่เป็นการค้า (วิรัตน์, 2543) เมื่ออายุ 16 สัปดาห์ไก่เพศผู้มีน้ำหนักประมาณ 3.6 กิโลกรัม ส่วนไก่เพศเมียมีน้ำหนักประมาณ 2.4 กิโลกรัม (Figure 3 and 4) (กรมปศุสัตว์, 2547)

**Figure 3** Rhode Island Red male

**Figure 4** Rhode Island Red female

**2.4 ไก่สายพันธุ์แม่ฮ่องสอน**

เป็นไก่สายพันธุ์ท้องถิ่นที่เลี้ยงกันมากในชนบทเกือบทุกอำเภอของจังหวัดแม่ฮ่องสอน รวมถึงหมู่บ้านต่างๆของชาวไทยภูเขาในเขตที่สูงไม่ว่าจะเป็นกะเหรี่ยง มูเซอ ลีซอ ฯลฯ บางครั้งเรียกไก่พันธุ์นี้ว่า "ไก่ต่อ" เนื่องจากถูกใช้เป็นไก่ต่อหรือไก่ที่ใช้ล่อ สำหรับจับไก่ป่าโดยจะผูกขาไก่ตัวผู้ไว้ในป่า เมื่อไก่ป่าเห็นก็จะเข้ามาจิกตีต่อสู้กัน ทำให้สามารถจับไก่ป่าได้ หรือใช้ปืนยิงไก่ป่ามาเป็นอาหาร (อำนวยและคณะ, 2545) จากการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ไก่แม่ฮ่องสอนได้มีการทดสอบโดยนำไก่พันธุ์นี้ไปให้ผู้เลี้ยงไก่พื้นเมือง ประชาชนและภัตตาคารอาหารจีนชิมรสชาติของเนื้อไก่ ได้รับผลตอบรับว่าไก่แม่ฮ่องสอนมีรสชาติที่อร่อยมากดีกว่าไก่พื้นเมือง ปัจจุบันได้มีการนำเนื้อไก่บางส่วนส่งไปขายให้แก่ภัตตาคารอาหารจีนเพื่อนำไปทำอาหารจีน เช่น ไก่แช่เหล้า ไก่รมควัน เป็นต้น (อำนวยและคณะ, 2546) กรมปศุสัตว์ได้ทำการรวบรวมพันธุ์ คัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 ลักษณะทั่วไปของไก่พันธุ์นี้คล้ายกับไก่ป่า คาดว่าเป็นไก่ที่มีต้นกำเนิดมาจากพันธุ์ไก่ป่า เพศผู้มีขนหลัง (saddle) และสร้อยคอมีสีเหลืองเข้ม ขนที่ลำตัวและหางมีสีดำ มีปุยขาวที่โคนหาง หงอนจักร แข้งสีดำเรียวเล็กเหมือนไก่ป่า ผิวหนังสีขาว ส่วนเพศเมียขนทั้งตัวมีสีเหลืองหรือสีน้ำตาลอ่อน หงอนจักร แข้งสีดำเรียวเล็กเหมือนไก่ป่า ผิวหนังสีขาว โดยเฉลี่ยแล้วเมื่ออายุ 16 สัปดาห์เพศผู้หนักประมาณ 1.4 กิโลกรัม ส่วนเพศเมียหนักประมาณ 0.9 กิโลกรัม (Figure 5 and 6) (กรมปศุสัตว์, 2547)

**Figure 5** Maehongson male

**Figure 6** Maehongson female

**2.5 คุณภาพเนื้อ (Meat quality)**

ผู้บริโภคหรือผู้ประกอบการเกี่ยวกับการใช้เนื้อไก่เพื่อนำไปแปรรูปทำผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ควรทราบเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อคุณภาพของเนื้อหรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ (เยาวลักษณ์, 2536) โดยปกติจะพิจารณาคุณภาพเนื้อจากลักษณะที่เป็นองค์ประกอบโดยรวม ซึ่งทำให้เกิดความชอบหรือไม่ชอบ เช่น คุณสมบัติการตรวจชิม รวมถึงรูปลักษณ์และคุณภาพ เช่น ลักษณะที่ปรากฏ ไขมันแทรก การเยิ้ม ความแข็ง กลิ่น สี ความชุ่มฉ่ำ ความนุ่ม ค่าพีเอช และความสามารถในการอุ้มน้ำ เป็นต้น (สัญชัย, 2543)

**2.5.1 สีของเนื้อและหนัง (Meat and Skin color)**

ปกติกล้ามเนื้อจะมีสีแดงอมชมพู (purple-red) แต่เมื่อถูกชำแหละและตัดเป็นชิ้นๆ เนื้อจะถูกอากาศทำให้เนื้อมีสีชมพูสด (bright pink) เนื่องจากออกซิเจนเข้าทำปฏิกิริยากับไมโอโกลบิน (myoglobin) เกิดเป็นสารออกซิไมโอโกลบิน (oxymyoglobin) ทั้งไมโอโกลบินและออกซิไมโอโกลบินประกอบด้วยธาตุเหล็กอยู่ในโมเลกุล ซึ่งจะอยู่ในรูปเฟอร์รัสไอออน ($Fe^{2+}$) เมื่อไมโอโกลบินเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เฟอร์รัสไอออนจะเปลี่ยนเป็นเฟอร์ริกไอออน ($Fe^{3+}$) สารประกอบที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า เมทไมโอโกลบิน (metmyoglobin) ซึ่งจะทำให้เนื้อสัตว์มีสีเปลี่ยนไป (นิธิยา, 2545) (Figure 7) ดังนั้นเนื้อบริเวณที่ขาดออกซิเจนจะมีสีน้ำตาลเนื่องจากเกิดเมทไมโอโกลบิน สีของเนื้อลักษณะนี้แสดงให้ทราบว่า เนื้อมีคุณภาพไม่ดีและไม่เหมาะต่อการนำไปบริโภค (เยาวลักษณ์, 2536) และไม่สามารถแก้ไขให้กลับคืนเป็นสีแดงได้อีก นอกจากนี้ยังทำให้กลิ่นและรสเปลี่ยนไปจากเดิมด้วย (อรวินท์และประชา, 2522) ปัจจัยที่มีผลต่อสีของเนื้อไก่ได้แก่ อายุ เพศ สายพันธุ์ กระบวนการผลิต ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารไก่ และการแช่เยือกแข็ง เป็นต้น (Fletcher, 1999) เมื่ออุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมในบริเวณที่สัตว์อยู่เพิ่มสูงขึ้นในช่วงที่ทำการฆ่าสัตว์ วิธีการจับสัตว์ การขนส่ง และการที่สัตว์ได้รับบาดเจ็บจากการขนส่ง จะส่งผลกระทบให้กล้ามเนื้อมีสีแดงคล้ำขึ้น (Smith and Northcutt, 2004) เนื่องจากเกิดการฟกช้ำและเกิดเป็นจุดเลือดทำให้คุณภาพเกรดของซากลดลง (สัญชัย, 2547) นอกจากนี้ความเครียดที่เกิดขึ้นก่อนการฆ่าและระหว่างการฆ่าสัตว์ก็ส่งผลต่อค่าพีเอช (pH) ของเนื้อ โดยเนื้อที่มีค่าพีเอชสูงจะมีสีคล้ำเข้ม (darker meat) ซึ่งพบมากในเนื้อที่เป็น DFD (dark firm and dry) และเมื่อค่าพีเอชต่ำลงเนื้อจะมีสีอ่อนลง (lighter meat) พบมากในเนื้อที่เป็น PSE (pale soft and exudative) (Fletcher, 1999) โดยค่าความสว่าง (L*) จะขึ้นอยู่กับปริมาณไมโอโกลบิน (myoglobin) ในเนื้อ เมื่อค่า L* สูงจะเป็นเนื้อที่มีปริมาณไมโอโกลบินอยู่น้อย แสดงว่าเนื้อเป็น PSE (Pérez *et al*., 1998) หากค่าพีเอชที่สูงกว่า 6.4 จะมีไมโอโกลบินมาก เนื้อจึงมีสีคล้ำเข้มแสดงว่าเนื้อเป็น DFD (Ahn and Maurer, 1990)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกจากการเพิ่มขึ้นของไมโอโกลบินจะสัมพันธ์กับค่าพีเอชแล้วยังพบว่าสัมพันธ์กับชนิดของกล้ามเนื้อด้วย เนื่องจากสีของเนื้อเป็นจุดแรกที่ผู้บริโภคใช้ประเมินคุณภาพเนื้อและการยอมรับ โดยผู้บริโภคเลือกที่จะซื้อเนื้อสดที่มีสีแดง การที่เนื้อมีสีเปลี่ยนไปจะเป็นผลให้ขายได้น้อยลง ผู้บริโภคไม่ยอมรับและมีปัญหาเรื่องการตีกลับของสินค้า (Cornforth, 1999) ผลการศึกษาของ Kennedy *et al.* (2005) พบว่า อาหารที่ไก่ได้รับสามารถทำให้สีหนังต่างกัน โดยการเสริมสารสีธรรมชาติ เช่น แซนโทฟิลล์ (xanthophylls) และ แคโรทีนอยด์ (carotenoids) เนื่องจากผู้บริโภคได้ให้ความสำคัญกับสีของหนังไก่ และเชื่อว่าหนังไก่ที่มีสีเหลืองมาจากไก่ที่มีสุขภาพดี ปราศจากโรคต่างๆ นอกจากนี้สีของเนื้อสัตว์ยังขึ้นอยู่กับอายุและพันธุ์ เช่น ไก่เนื้อมีค่า L* และ b* สูงกว่าไก่พื้นเมือง (Table 1) (Jaturasitha *et al.*, 2002) ดังนั้นเนื้อของไก่เนื้อจึงมีสีจางกว่าไก่พื้นเมือง และยังมีความแตกต่างของสีเนื้อไก่ระหว่างไก่สายพันธุ์ที่เจริญเติบโตช้า (slow-growing) ของประเทศฝรั่งเศสและไก่พันธุ์เนื้อที่เจริญเติบโตเร็ว (fast-growing) โดยเนื้ออกและสะโพกของไก่สายพันธุ์ที่เจริญเติบโตเร็วมีค่า L* มากกว่า ค่า b* และ a* ต่ำกว่าไก่สายพันธุ์ที่เจริญเติบโตช้า (Debut *et al.*, 2003 cited by Yang and Jiang, 2005 และ Quentin *et al.*, 2003) นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น เช่น เนื้อที่ได้รับการฉายรังสีสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ที่อยู่ในเนื้อได้ แต่พบว่าจะส่งผลต่อสีของเนื้อ โดยเนื้อที่ฉายรังสีจะมีสีแดงเพิ่มขึ้น และสีที่เพิ่มขึ้นนี้ยังขึ้นอยู่กับระดับความเข้มของรังสีที่ได้รับ ชนิดสัตว์ และชนิดของกล้ามเนื้อ (Lin *et al.*, 2003)

**2.5.2 ค่าพีเอช (pH)**

ขณะที่สัตว์ถูกฆ่ากลไกการทำงานของกล้ามเนื้อยังคงเป็นไปตามปกติและเมื่อการไหลเวียนของเลือดหยุดลงจะเปลี่ยนแปลงเมแทบอลิซึมโดยใช้ออกซิเจน (aerobic metabolism) เป็นเมแทบอลิซึมที่ไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic metabolism) ดังนั้นเมื่อสัตว์ตายจึงมีการดึงเอาไกลโคเจนที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อมาใช้เป็นแหล่งพลังงาน ผลจากการสลายไกลโคเจนทำให้เกิดกรดแลคติก ซึ่งโดยปกติในช่วงชั่วโมงแรกหลังจากที่สัตว์ตายค่าพีเอชจะลดลงจาก 7.2 เป็น 6.2 ในขณะที่ซากมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 37-40 องศาเซลเซียส ถ้าระดับไกลโคเจนในกล้ามเนื้อมีอยู่น้อยมาก การเกิดกรดแลคติกจะน้อยตามไปด้วย ทำให้ค่าพีเอชภายหลังการฆ่าเป็นเวลา 24 ชั่วโมง มีค่าสูงกว่า 6.0 ส่งผลให้เนื้อมีลักษณะคล้ำ แข็ง และแห้ง (dark firm and dry, DFD) ซึ่งจะทำให้ระยะเวลาการเก็บรักษาสั้นลงเพราะเนื้อมีกลิ่นผิดปกติและแบคทีเรียสามารถเจริญได้ดี (Le Bihan-Duval, 2004) ถ้าอัตราการสลายไกลโคเจนในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจะมีการสร้างกรดแลคติกมากทำให้ค่าพีเอชต่ำกว่า 6.0 ภายหลังจากที่สัตว์ตายเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ส่งผลให้เกิดเนื้อซีดเหลว และไม่คงรูป (pale soft and exudative, PSE) (Lawrie, 1974 cited by สัญชัย, 2543) สามารถ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เก็บรักษาไว้ได้นาน แต่เนื้อจะเหลวและลดความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (Le Bihan-Duval, 2004)

ค่าพีเอชมีผลต่อคุณภาพของเนื้อหลายๆ ด้าน เช่น ลักษณะสีของเนื้อ ความสามารถในการอุ้มน้ำ ความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ อายุการเก็บรักษา ความสามารถในการละลายของโปรตีน และอัตราการเจริญของจุลินทรีย์ในเนื้อ (Cornforth, 1999; Le Bihan-Duval, 2004)) โดยค่าพีเอชของเนื้อจะแปรผันไปตามปัจจัยต่างๆ คือ ปริมาณไกลโคเจนเริ่มต้นที่มีอยู่ในกล้ามเนื้อช่วงที่สัตว์จะถูกฆ่า ความทนทานต่อสภาพความเครียดของสัตว์ ตำแหน่งของกล้ามเนื้อ และอัตราการลดอุณหภูมิของซาก เป็นต้น (เยาวลักษณ์, 2536) ปัจจัยภายในที่ส่งผลต่อค่าพีเอช เช่น ชนิดของกล้ามเนื้อ ชนิดของสัตว์ (Pérez *et al*., 1998) สายพันธุ์ เพศโดยเนื้อจากไก่เพศผู้จะมีค่าพีเอชมากกว่าเพศเมีย (5.69 vs 5.64; $P<0.05$) (Santos *et al.,* 2005) อายุ และลักษณะเฉพาะตัวของสัตว์ นอกจากนี้การทำงานของเอนไซม์ยังมีผลต่อค่าพีเอช และการทำงานของเอนไซม์ที่ย่อยโปรตีนจะลดลงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ หลังจากที่สัตว์ตาย 24 ชั่วโมง นอกจากนี้ค่าพีเอชจะลดลงเนื่องจากหลังจากสัตว์ตายจะเกิดกระบวนการของไกลโคไลซิส (glycolysis) (Pérez *et al*., 1998) ส่วนปัจจัยเนื่องจากสายพันธุ์ Jaturasitha *et al*. (2002) รายงานว่า เนื้อไก่เนื้อมีค่าพีเอชสูงกว่าไก่พื้นเมือง (Table 1) ซึ่งค่าพีเอชนี้อาจจะขึ้นอยู่กับพฤติกรรมความก้าวร้าวและชอบการต่อสู้ของไก่พื้นเมือง ดังนั้นไก่พื้นเมืองจึงมีการดึงไกลโคเจนที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อมาสลายเพื่อให้ได้พลังงานที่จะนำไปใช้ กรดแลคติกจึงสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อสูง ทำให้ค่าพีเอชของเนื้อไก่พื้นเมืองต่ำ สำหรับไก่เนื้อที่มีการเจริญเติบโตช้า พบว่ามีค่าพีเอชต่ำกว่าไก่เนื้อที่มีอัตราการเจริญเติบโตปานกลางและอัตราการเจริญเติบโตเร็ว (5.59, 5.82 และ 6.01 ตามลำดับ) ซึ่งเป็นผลมาจากน้ำหนักตัวและน้ำหนักของเนื้ออก โดยไก่สายพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตช้าอาจจะมีการสะสมไกลโคเจนในกล้ามเนื้อลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับไก่สายพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตรวดเร็ว (Quentin *et al*., 2003) สำหรับปัจจัยภายนอก เช่น อาหาร การอดอาหาร การใช้ไฟฟ้ากระตุ้น และการแช่เย็น (Santos *et al.,* 2005) ตัวอย่างเช่น เนื้อสดของแม่ไก่ในส่วนของเนื้ออกและสะโพกมีค่าพีเอชเท่ากับ 5.92 และ 6.25 ขณะที่เนื้อแช่แข็งมีค่าพีเอชเท่ากับ 6.04 และ 6.34 ตามลำดับ (Arslan, 2006)

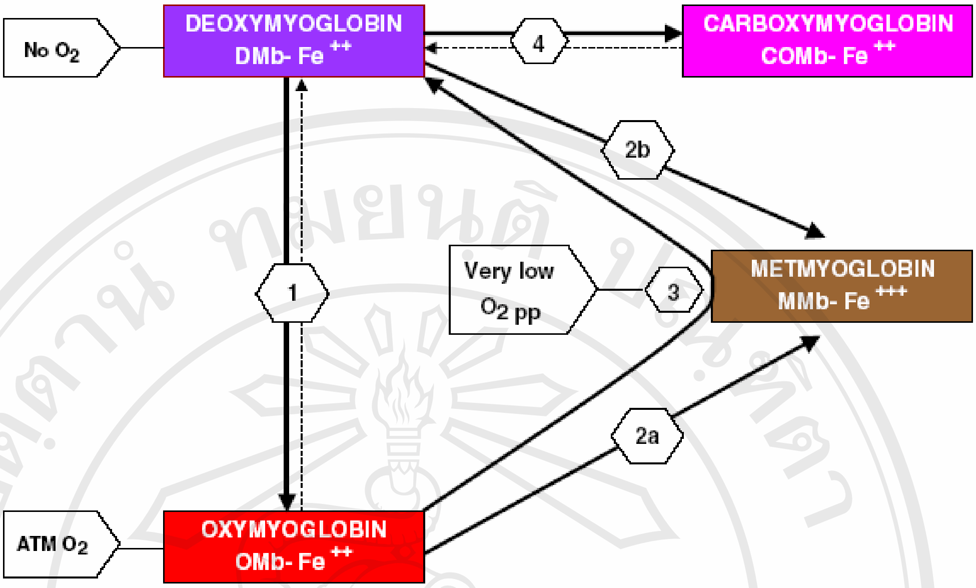
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**Table 1** The meat quality of breast muscles of Thai native chickens (N) and broilers (B) (Jaturasitha *et al*., 2002)

| **Criteria** | **N** | **B** |
|---|---|---|
| pH | $5.64^{y}$ | $5.89^{x}$ |
| **Color** | | |
| L* | $55.36^{b}$ | $61.21^{a}$ |
| a* | 3.08 | 2.18 |
| b* | $8.70^{y}$ | $10.98^{x}$ |
| **Water holding capacity** | | |
| Drip loss | 2.77 | 4.02 |
| Thawing loss | 3.06 | 3.79 |
| Cooking loss | $20.14^{y}$ | $23.63^{x}$ |
| **Instron** | | |
| Shear force (N) | $31.75^{a}$ | $13.10^{b}$ |
| Energy force (J) | $0.26^{a}$ | $0.12^{b}$ |
| Distance force (mm) | $27.72^{a}$ | $20.59^{b}$ |
| **Nutritive value** | | |
| Protein (%) | 24.18 | 23.09 |
| Fat (%) | 0.12 | 0.34 |
| Moisture (%) | 69.40 | 72.35 |

$^{a,b}$ Different superscripts indicate means within the rows that are significantly different (P<0.01) but $^{x,y}$ are significantly different (P<0.05)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved




Rx 1 (Oxygenation): DMb + $O_2$ → OMb

Rx 2a (Oxidation): OMb + [oxygen consumption or low $O_2$ partial pressure] – $e^-$ → MMb

Rx 2b (Oxidation): [ DMb – hydroxyl ion – Hydrogen ion complex ]+ $O_2$ → MMb + $O_2^-$

Rx 3 (Reduction): MMb + Oxygen consumption + metmyoglobin reducing activty → DMb

Rx 4 (CarboxyMb): DMb + carbon monoxide → COMb

**Figure 7** Visible myoglobin redox interconversions on the surface of meat. (Mancini and Hunt, 2005)

### 2.5.3 ค่าการนำไฟฟ้าของเนื้อ (Conductivity)

การวัดค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity; EC) สามารถใช้ทำนายคุณภาพเนื้อได้เช่นเดียวกับ ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler shear force) การประเมินคุณภาพด้านความนุ่ม ลักษณะเนื้อสัมผัส รสชาติ ความพอใจโดยรวม ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ สี และค่าพีเอช (Byrne *et al*., 2000) ขณะที่เนื้อมีอุณหภูมิสูงขึ้นค่าพีเอชของเนื้อจะลดต่ำลงและมีการแตกตัวของแร่ธาตุเป็นประจุทำให้นำไฟฟ้าได้ดี จากกระบวนการนี้จะส่งผลให้น้ำไหลออกจากเนื้อ ซึ่งจะพาเม็ดสีในเนื้อออกมาด้วย ลักษณะเช่นนี้พบได้กับเนื้อทั่วไป แต่เนื้อที่เป็น PSE จะมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าเนื้อทั่วไป โดยปกติแล้วค่าการนำไฟฟ้าจะแปรผกผันกับค่าพีเอชของเนื้อ ซึ่งเนื้อที่เป็น PSE มีค่าพีเอชน้อยกว่า 6 จะมีค่าการนำไฟฟ้ามากกว่า 6 และค่า L* มากกว่า 53 (Fàbrega *et al*., 2004) Warriss *et al*. (1991) รายงานว่า การวัดค่าการนำไฟฟ้าภายหลังการฆ่าเป็นเวลา 45 นาทีและ 24 ชั่วโมงจะพบความสัมพันธ์ของค่าการนำไฟฟ้ากับค่าพีเอชเฉพาะภายหลังการฆ่าที่ 45 นาที ซึ่งค่าการนำไฟฟ้าและค่าพีเอชที่ได้สามารถบ่งชี้ได้ดีว่าเนื้อสัตว์มีลักษณะซีด เหลว และไม่คงรูป (pale soft and exudative, PSE) หรือไม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**2.5.4 ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water holding capacity)**

การที่สัตว์เครียดขณะถูกฆ่าจะทำให้ค่าพีเอชของเนื้อลดลงอย่างรวดเร็ว ขณะที่อุณหภูมิของร่างกายสัตว์สูงขึ้น ในสภาวะเช่นนี้จะทำให้ความสามารถของการอุ้มน้ำของกล้ามเนื้อลดลงเพราะโปรตีนของกล้ามเนื้อถูกทำให้เสียสภาพ (denature) ไปบางส่วน โปรตีนจึงจับตัวกันได้น้อย ทำให้ลักษณะสัมผัสของเนื้อมีน้ำเยิ้ม (exudate) เส้นใยกล้ามเนื้อเรียงตัวกันอย่างหลวมๆทำให้เนื้อค่อนข้างนิ่ม แสงที่มาตกกระทบผิวเนื้อจะสะท้อนกลับได้ดีมาก เนื้อจึงมีสีจางกว่าปกติ เนื้อลักษณะนี้เรียกว่า PSE (pale soft and exudative) (เยาวลักษณ์, 2536) ในทางตรงกันข้ามเมื่อพลังงานที่สะสมในรูปของไกลโคเจนที่อยู่ในกล้ามเนื้อถูกใช้ไปจนหมดก่อนฆ่าทำให้ค่าพีเอชของเนื้อสูงขึ้น ความสามารถในการอุ้มน้ำจะสูง สีของเนื้อมีความเข้มขึ้นและเนื้อเหนียวขึ้น ซึ่งเนื้อลักษณะแบบนี้เรียกว่า DFD (dark firm and dry) (Lyon and Buhr, 1999) โดยพบว่ามีน้ำปริมาณมากไหลออกจากเนื้อ เมื่อนำเนื้อไปหาค่าการสูญเสียน้ำขณะเก็บรักษา (drip loss) คือภายใน 24 ชั่วโมง อาจจะมีปริมาณน้ำที่ไหลออกมาจากชิ้นเนื้อประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการสูญเสียน้ำขณะประกอบอาหารมีค่าประมาณ 25-35 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการวัดความสามารถในการอุ้มน้ำจะใช้ในการประเมินความชุ่มฉ่ำและคุณภาพของเนื้อได้ (Honikel and Hamm, 1999) การสูญเสียน้ำระหว่างประกอบอาหารจะแตกต่างกันไปตามขนาดของตัวอย่างและวิธีที่ใช้ประกอบอาหารที่แตกต่างกัน

Murphy and Marks (2000) รายงานว่า การปรุงเนื้อไก่ให้สุกที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ทำให้โปรตีนที่สามารถละลายได้สูญเสียประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ และสูญเสียน้ำจากชิ้นเนื้อในปริมาณที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการปรุงสุกที่อุณหภูมิต่ำกว่า 80 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าสายพันธุ์ไก่ก็มีความเกี่ยวข้องด้วยเช่น Jaturasitha *et al.* (2002) รายงานว่า เมื่ออุณหภูมิที่ใจกลางเนื้อ 80 องศาเซลเซียส ไก่เนื้อมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำขณะประกอบอาหารสูงกว่าไก่พื้นเมือง (Table 1) จึงทำให้ผู้บริโภคมีความต้องการบริโภคเนื้อจากไก่พื้นเมืองมากกว่าไก่เนื้อ อย่างไรก็ตาม เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำขณะหลอมละลาย (thawing loss) และการสูญเสียน้ำขณะเก็บรักษาไม่แตกต่างกันระหว่างไก่เนื้อและไก่พื้นเมือง ขณะที่ Wattanachant *et al.* (2005) รายงานว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำขณะประกอบอาหารของไก่พื้นเมืองเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิใจกลางเนื้ออยู่ระหว่าง 80-100 องศาเซลเซียส และสูงกว่าไก่เนื้ออย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ซึ่งสัมพันธ์กับความแตกต่างกันของส่วนประกอบคอลลาเจนระหว่างไก่ต่างสายพันธุ์ นอกจากนี้เวลาที่เหมาะสมในการใช้ประกอบอาหารเพื่อให้ได้อุณหภูมิใจกลางมากกว่าหรือเท่ากับ 70 องศาเซลเซียส ของเนื้อไก่ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ เช่น ไก่เนื้อระยะเวลาที่เหมาะสมในการประกอบอาหารเท่ากับ 15 นาที เพื่อให้ได้อุณหภูมิใจกลางชิ้นเนื้อเท่ากับ 70 องศาเซลเซียส ในขณะที่ไก่พื้นเมืองระยะเวลาที่เหมาะสมในการประกอบอาหารเท่ากับ 17 นาที เมื่ออุณหภูมิใจกลางของชิ้นเนื้อเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การสูญเสียน้ำจากการประกอบอาหารเพิ่มขึ้น และความสามารถในการอุ้มน้ำของชิ้นเนื้อลดลง โดยมีสาเหตุมาจากการหดตัวของซาร์โคเมียร์ (sacromere) (Joseph *et al*., 1997; Lesiak *et al*., 1996) นอกจากนี้ยังส่งผลให้ค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่างกันตามไปด้วย (Purslow, 2005) สำหรับปัจจัยการเลี้ยง พบว่า มีผลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อโดยไก่ที่เลี้ยงแบบเกษตรอินทรีย์มีค่าพีเอชและความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อน้อย ดังนั้นเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำจากการประกอบอาหารของเนื้อจึงสูง (Castellini *et al*., 2002) นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นเกี่ยวข้องเช่นผลการศึกษาของ Yoon (2003) รายงานว่าเนื้ออกไก่ที่ได้รับการฉายรังสีเมื่อนำไปประกอบอาหารมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างประกอบอาหารสูงกว่าเนื้ออกไก่ที่ไม่ได้รับการฉายรังสี จึงทำให้ค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้ออกของไก่ที่ได้รับการฉายรังสียังมีค่าสูงกว่าเนื้ออกของไก่ที่ไม่ได้รับการฉายรังสี

**2.5.5 การประเมินผลทางประสาทสัมผัส (Sensory evaluation)**

การประเมินผลทางประสาทสัมผัสเป็นวิธีการประเมินโดยให้ผู้ทดสอบชิมตัดสินคุณภาพด้านความเหนียว ความนุ่ม กลิ่น รสชาติ ความชุ่มฉ่ำและความพอใจโดยรวม เป็นต้น โดยให้คะแนนตามลักษณะที่พิจารณาได้ การสูญเสียน้ำจะลดคุณค่าทางโภชนะของอาหารและเป็นผลให้เนื้อมีความนุ่มลดลงและรสชาติด้อยลง (Pelicano *et al*., 2003) นอกจากนี้ส่วนประกอบของไขมันที่แทรกอยู่ระหว่างกล้ามเนื้อ (intramuscular) มีความสัมพันธ์กับรสชาติ ความพึงพอใจโดยรวมและความนุ่มของเนื้อ (Mourot and Hermier, 2001)

**2.5.5.1 กลิ่นและรสชาติ**

ผู้บริโภคส่วนมากจะเลือกซื้อเนื้อไก่เพราะว่ามีรสชาติดี โดยเนื้อสัตว์แต่ละชนิดจะมีลักษณะกลิ่นและรสชาติซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะแตกต่างกันไป นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบที่แตกต่างกัน สารที่ให้กลิ่นและรสชาติของเนื้อไก่พบอยู่ในเส้นใยของเนื้อ ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายกันกับกลูตาไทโอน (glutathione) (Mountney, 1976) เนื้อดิบประกอบไปด้วยสารประกอบเคมีหลายชนิดมีทั้งสารที่ระเหยไม่ได้ (non-volatile) และสารที่ให้รสชาติเฉพาะ ซึ่งสารตั้งต้นที่มีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติประกอบด้วย กรดอะมิโน (amino acids) เพปไทด์ (peptides) น้ำตาลรีดิวซิง (reducing sugars) และนิวคลีโอไทด์ (nucleotides) (Vani *et al*., 2006) โดยสารประกอบเหล่านี้พบในเนื้อดิบและสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงในระหว่างกระบวนการประกอบอาหาร สารประกอบที่ให้รสชาติในเนื้อดิบ เช่น รสหวานได้มาจากน้ำตาลกลูโคส ไรโบส และฟรักโทส รสเค็มได้มาจากเกลืออนินทรีย์ (inorganic salt) ซึ่งมีอยู่หลายชนิด เช่น โซเดียมกลูตาเมต (sodium glutamate) และ โซเดียมแอสพาร์เทต (sodium aspartate) ในขณะที่กรดแลคติกให้รสเปรี้ยว เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

(Reineccius, 1999) (Table 2) นอกจากนี้โมโนโซเดียมกลูตาเมต (monosodium glutamate) อิโนซีนโมโนฟอสเฟต (inosine monophosphate) และกัวโนซีนโมโนฟอสเฟต (guanosine monophosphate) เป็นสารประกอบที่ช่วยเพิ่มรสชาติของอาหารประเภทเนื้อและซุปชนิดต่างๆให้มีรสชาติดี แต่จะไม่สามารถเพิ่มรสชาติให้กับอาหารประเภทผักและผลไม้ โดยชาวญี่ปุ่นมีการพัฒนารสชาติของเนื้อให้มีรสชาติอร่อยมากขึ้นหรือเรียกอีกชื่อว่า “Umami” โดยพบว่าการใช้โมโนโซเดียมกลูตาเมต และนิวคลีโอไทด์ ร่วมกันจะทำให้เนื้อมีรสชาติดีและอร่อยมากกว่าการใช้โมโนโซเดียมกลูตาเมตเพียงอย่างเดียวถึง 30 เท่าเมื่อผสมในอัตราส่วน 1:1 (Farmer, 1999) นอกจากนี้ Vani *et al.* (2006) รายงานว่า ค่าพีเอชและอุณหภูมิที่ใช้ในการประกอบอาหารมีผลต่อปริมาณ IMP (inosine-5'-monophosphate) ซึ่ง IMP เป็นนิวคลีโอไทด์ชนิดหลักที่พบได้ในเนื้อ เมื่อเกิดการสลายตัวจะทำให้ได้น้ำตาลไรโบส ซึ่งจะมีส่วนในการเกิดปฏิกิริยา Maillard reaction ที่ทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติ นอกจากนี้พบว่าเนื้อของไก่ไข่พื้นเมืองอินเดียจะมีรสชาติที่ดีเมื่อใช้อุณหภูมิสูงในการประกอบอาหาร ซึ่งเป็นผลมาจากการสลายตัวของ IMP ในปริมาณมาก ทำให้ได้สารประกอบต่างๆที่ก่อให้เกิดรสชาติของเนื้อ สอดคล้องกับรายงานของ Yang and Jiang (2005) ซึ่งพบว่า ปริมาณ IMP และ intramuscular fat (IMF) เป็น 2 ปัจจัยที่ทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติของเนื้อไก่ โดยพบว่าไก่สายพันธุ์ที่มีปริมาณ IMP และ IMF สูงจะมีรสชาติดีและผลการศึกษาของ Van Heerden *et al.* (2002) โดยเปรียบเทียบเนื้อสะโพกที่มีสีเข้ม (dark meat) กับเนื้ออกที่มีสีจาง (white meat) พบว่า เนื้อสะโพกมีปริมาณฟอสโฟลิพิด (phospholipids) สูงกว่าเนื้ออก ซึ่งฟอสโฟลิพิดเป็นสาเหตุที่ทำให้เนื้อมีกลิ่นผิดปกติ เนื้ออกจึงอร่อยกว่าเนื้อสะโพก สำหรับกลิ่นผิดปกติของเนื้อไก่มี 3 แบบได้แก่ กลิ่นคาวปลา (fishy) กลิ่นคาวเครื่องใน (visceral) และกลิ่นหืน กลิ่นคาวปลาของเนื้อไก่เกิดจากในอาหารไก่มีน้ำมันหรือกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวมากเกินไป ซึ่งป้องกันได้โดยการปรับส่วนผสมของอาหารไก่ (นิธิยา, 2545) นอกจากสารประกอบต่างๆข้างต้นแล้วรสชาติของเนื้อสัตว์ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ชนิดของสัตว์ เพศสัตว์ อายุของสัตว์ อาหารสัตว์ การออกกำลังกาย ระยะเวลาที่เก็บรักษา อุณหภูมิ และวิธีการประกอบอาหาร เป็นต้น (อรวินท์และประชา, 2522; Vani *et al.*, 2006)

กลิ่นและรสชาติของเนื้อไก่แตกต่างกันไปตามกรรมวิธีการประกอบอาหาร ส่วนประกอบของสารระเหยที่พบในน้ำที่ได้จากเนื้อไก่ที่ได้รับความร้อนจะแตกต่างกันไป อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างของกลิ่นนี้เป็นผลมาจากสารประกอบที่มีในเนื้อไก่และการใช้วิธีการในการประกอบอาหารที่แตกต่างกัน การเกิดกลิ่นเกี่ยวข้องกับสารประกอบทางเคมีซึ่งทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีและสารตั้งต้นที่จะทำให้เกิดกลิ่นต่างๆ โดยพบว่า Maillard reaction ลิพิดออกซิเดชัน และการสลายตัวของวิตามินบีหนึ่ง (thiamine) เป็นปฏิกิริยาที่สำคัญที่ทำให้เกิดกลิ่น (Farmer, 1999) สารประกอบที่ให้กลิ่นและรสชาติในเนื้อที่ปรุงสุกขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาของไขมันประมาณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

90 เปอร์เซ็นต์ และมาจากสารระเหยที่ได้จาก Millard reaction และการสลายตัวของวิตามินบีหนึ่ง อีก 10 เปอร์เซ็นต์

เนื้อสัตว์แต่ละชนิดมีสารประกอบที่แตกต่างกัน จึงทำให้กลิ่นและรสชาติแตกต่างกันคือ เนื้อโคเป็นแหล่งที่มีสารประกอบพวกซัลเฟอร์มากที่สุดในบรรดาเนื้อสัตว์ คือประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนสารระเหยทั้งหมด ซึ่งสารประกอบซัลเฟอร์มีบทบาทสำคัญในการให้กลิ่นและรสชาติของเนื้อวัว ส่วนเนื้อแกะมีกรดคาร์บอกไซลิก (carboxylic acids) มากกว่าเนื้อสัตว์ชนิดอื่น และเนื้อไก่มีอนุพันธ์ลิพิดที่ระเหยได้ (lipid-derived volatiles) มาก โดยพบว่า อัลดีไฮด์ (aldehydes) และคีโทน (ketones) เป็นพวกสารระเหยที่สำคัญในเนื้อไก่ ขณะที่เนื้อสุกรมีแอลกอฮอล์ (alcohols) และสารประกอบฟีนอล (phenolic) มากกว่าเนื้อชนิดอื่นๆ นอกจากนี้ Rhee *et al.* (2005) รายงานว่าความแตกต่างในด้านของกลิ่นและรสชาติระหว่างที่เก็บรักษาขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างชนิดของสัตว์ ชนิดของกล้ามเนื้อ และวิธีการที่ใช้ในการตรวจทดสอบชิม โดยเนื้อสะโพกจะมีกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติมากกว่าเนื้ออก เนื่องจากเนื้อสะโพกมีไขมันมากกว่าจึงทำให้เกิดการออกซิไดซ์ของไขมันจนเกิดกลิ่นหืน

**Table 2** Taste compounds present in meat (Reineccius, 1999)

| **Taste** | **Compound** |
|---|---|
| Sweet | Glucose, fructose, ribose, glycine, alanine, serine, threonine, lysine, proline, hydroxyproline |
| Salty | Inorganic salts, sodium glutamate, sodium aspartate |
| Sour | Aspartic acid, glutamic acid, histidine, asparagines, succinic acid, lactic acid, pyrrolidone carboxylic acid, o-phosphoric acid |
| Bitter | Creatine, creatinine, hypoxanthine, anserine, carnosine, other peptides, histidine, arginine, methionine, valine, leucine, isoleucine, phenylalanine, tryptophan, tyrosine |
| Umami | MSG, 5'-IMP, 5'-GMP, certain peptides |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**2.5.5.2 ความนุ่มของเนื้อ (Tenderness)**

เป็นที่ชัดเจนแล้วว่าอายุของสัตว์มีผลต่อความนุ่มของเนื้อ นอกจากนั้นพันธุ์ เพศ และปัจจัยที่เกิดขึ้น ภายหลังการฆ่า ได้แก่ การหดตัวของกล้ามเนื้อ การบ่ม การแช่เยือกแข็ง วิธีการประกอบอาหาร ส่วนประกอบของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และไขมันภายในกล้ามเนื้อ (intramuscular fat) ยังมีผลต่อความนุ่มของเนื้อ (Yu *et al*., 2005) การใช้อุณหภูมิสูงและใช้ระยะเวลานานในการลวกขนไก่จะส่งผลเสียต่อความนุ่มของเนื้อโดยจะทำให้เนื้อเหนียว อุณหภูมิและเวลาในการบ่มซากพบว่า มีผลต่อความนุ่มโดยพบว่าซากที่บ่มไว้นาน 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 32 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 66 องศาฟาเรนไฮต์ มีความนุ่มมากกว่าเนื้อที่บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 98.6 องศาฟาเรนไฮต์ แต่พบว่าเมื่อบ่มซากไว้นาน 8 ชั่วโมง ซากจะมีความนุ่มเท่าๆกัน (Mountney, 1976; Dransfield, 1999) การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของกล้ามเนื้อจะเกิดขึ้นหลังจากสัตว์ตายและความนุ่มของเนื้อจะขึ้นอยู่กับการทำงานของเอนไซม์โปรตีเอส (proteases) ที่ทำหน้าที่ย่อยสลายโปรตีน (Koohmaraie *et al*., 1991) นอกจากนี้ ชนิดและปริมาณของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันก็มีผลต่อความนุ่มของเนื้อ ซึ่งเนื้อที่มีพังผืดมากจะเหนียวมาก ถ้ามีพังผืดน้อยจะไม่เหนียว เนื้อเยื่อเกี่ยวพันในสัตว์มี 2 ชนิดคือ คอลลาเจนที่มีสีขาวและอีลาสตินที่มีสีเหลือง แม้ว่าเนื้อดิบจะมีอีลาสตินที่มีความเหนียวน้อยกว่าคอลลาเจน แต่อีลาสตินไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับความร้อน ในขณะที่คอลลาเจนสลายตัวให้เจลาติน ดังนั้นเนื้อส่วนที่มีอีลาสตินจึงเหนียวกว่าส่วนที่มีคอลลาเจน นอกจากนี้การออกกำลังกายทำให้เซลล์กล้ามเนื้อแข็งแรง ดังนั้นอวัยวะส่วนที่ออกแรงมากจึงเหนียวกว่าส่วนที่ไม่ค่อยได้ออกแรง เช่น เนื้ออกไก่นุ่มกว่าเนื้อน่อง เนื้อสันในของวัวนุ่มกว่าเนื้อสะโพก เป็นต้น (อรวินท์และประชา, 2522) การเลี้ยงสัตว์โดยการจัดการที่ดีและให้อาหารสัตว์อย่างถูกต้องเหมาะสมกับชนิดของสัตว์ รวมถึงระยะเวลาที่ให้อาหารสัตว์ สามารถควบคุมความนุ่มของเนื้อได้ (Lyayi *et al*., 2005) นอกจากนี้สาเหตุอีกประการหนึ่งที่ทำให้เนื้อสัตว์มีความนุ่มลดลงคือ การเกิดการหด-เกร็งตัว (rigor mortis) ของกล้ามเนื้อ นอกจากนี้ ระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการประกอบอาหารให้สุก มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำจากการประกอบอาหาร และความนุ่มของเนื้อ ซึ่งระยะเวลาที่ใช้ในการประกอบอาหารให้สุกนาน 4 นาที และอุณหภูมิที่ใช้อยู่ระหว่าง 130-150 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำจากการประกอบอาหารน้อยและเนื้อมีความนุ่มดีที่สุด (Barbanti and Pasquini, 2005) ดังนั้นความนุ่มของเนื้อจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อความน่าบริโภค (palatability) มากที่สุด (เยาวลักษณ์, 2536)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**2.5.5.3 ความชุ่มฉ่ำ (Juiciness)**

ความชุ่มฉ่ำของเนื้อแบ่งได้เป็น 2 ประการคือ ประการแรกเป็นความรู้สึกที่ชุ่มฉ่ำไปด้วยน้ำระหว่างที่เคี้ยวครั้งแรก ซึ่งเป็นการปลดปล่อยอย่างรวดเร็วของของเหลวจากเนื้อ ประการที่สองเป็นความชุ่มฉ่ำที่มีการปลดปล่อยซีรัม (serum) อย่างช้าๆ และไขมันของเนื้อขณะเคี้ยวจะไปกระตุ้นต่อมน้ำลายให้มีการหลั่งน้ำลาย ดังนั้นความชุ่มฉ่ำจึงมีความสัมพันธ์กับส่วนประกอบของไขมันจากเนื้อเป็นอย่างมาก โดยเนื้อที่มีไขมันแทรกมากจะมีความชุ่มฉ่ำมากกว่าเนื้อที่มีไขมันแทรกน้อย (Bratzler, 1971; เยาวลักษณ์, 2536) นอกจากนี้ปัจจัยที่มีผลต่อความชุ่มฉ่ำของเนื้อคือ วิธีการที่ใช้ปรุงเนื้อให้สุก ความแตกต่างระหว่างกล้ามเนื้อ โครงสร้างของกล้ามเนื้อ อายุของสัตว์ พันธุ์ เพศ และการเกิดการหด-เกร็งตัวของกล้ามเนื้อ (Winger and Hagyard, 1999) รวมทั้งความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อที่มีผลต่อความชุ่มฉ่ำของเนื้อ (Zhang, 2002 cited by Yang and Jiang, 2005)

**2.5.5.4 ความพอใจโดยรวม (Overall acceptability)**

เป็นการประเมินความพอใจจากการทดสอบชิมเนื้อตัวอย่าง โดยเป็นการประเมินทางด้านประสาทสัมผัส เช่น กลิ่นรส ความนุ่ม และความชุ่มฉ่ำพร้อมกันทั้ง 3 ด้าน ในการผลิตผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์จะประสบความสำเร็จถ้ามีการประเมินทางประสาทสัมผัสที่จะใช้ทำนายการตอบสนองของผู้บริโภคต่อเนื้อ เพื่อให้แน่ใจว่าผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์นั้นเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (Love, 1999)

**2.5.6 ปริมาณคอลลาเจน (Collagen content)**

เนื้อเยื่อเกี่ยวพันมีกระจายอยู่ทั่วไปในทุกส่วนของกล้ามเนื้อสัตว์ ทำหน้าที่ห่อหุ้มมัดกล้ามเนื้อ (muscle fiber bundle) และเส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle fiber) ให้อยู่รวมกันและเชื่อมกล้ามเนื้อให้ติดอยู่กับกระดูก เนื้อเยื่อเกี่ยวพันเป็นสารประกอบพวกโปรตีนที่ไม่ละลายน้ำ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดคือ คอลลาเจน (collagen หรือ white connective tissue) อีลาสติน (elastin หรือ yellow connective tissue) และเรติคิวลิน (reticulin) (เยาวลักษณ์, 2536) คอลลาเจนเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มีมากถึง 20-25 เปอร์เซ็นต์ของโปรตีนทั้งหมด พบได้ในผิวหนัง กระดูก กระดูกอ่อน เอ็น และผนังเส้นเลือด (Bodwell and McClain, 1971) ซึ่งมีสีขาว มีความหนาตั้งแต่ 1-12 ไมครอน ประกอบด้วยไฟบริล ซึ่งวางเรียงกันตามยาวเช่นเดียวกับไฟบริลของเซลล์กล้ามเนื้อ และมีความยืดหยุ่นแต่ยืดออกไม่ได้มากเท่าอีลาสติน เมื่อต้มเนื้อเยื่อเกี่ยวพันนานๆคอลลาเจนจะสลายตัวได้เป็นเจลาติน (gelatin) ซึ่งละลายน้ำได้ (อรวินท์และประชา, 2522) ปริมาณของคอลลาเจนและโครงสร้างของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่ห่อหุ้มกลุ่มของเส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละกลุ่มให้รวมเป็นมัดกล้ามเนื้อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

(perimysium) เป็นปัจจัยหลักในการใช้ตัดสินความเหนียวของเนื้อไก่ (Liu *et al.*, 1996) แต่การเปลี่ยนแปลงความยาวของซาร์โครเมียร์ (sarcomere) และความสามารถในการละลายได้ของคอลลาเจนเป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำขณะประกอบอาหารของเนื้อไก่ (Wattanachant *et al*., 2005) โดยพบว่าเนื้อไก่มีคอลลาเจนประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยกว่าเนื้อวัว หมู และแกะ จึงทำให้เนื้อไก่นุ่มกว่าเนื้อสัตว์ชนิดอื่น (Crosland *et al*., 1995) Lee *et al*. (2003) รายงานว่า เนื้อของไก่พันธุ์ไข่มีความเหนียวมากเมื่อเปรียบเทียบกับไก่พันธุ์เนื้อ เนื่องจากมีปริมาณคอลลาเจนอยู่ในปริมาณสูง โดยส่วนมากแล้วเนื้อจากไก่พันธุ์ไข่จะนำมาทำซุปไก่และผลิตภัณฑ์ประเภทอิมัลชัน เช่น ไส้กรอกประเภท Frankfurter และ Bologna นอกจากนี้ ได้มีการเพิ่มมูลค่าของเนื้อไก่พันธุ์ไข่โดยนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์บรรจุกระป๋อง เช่น ซุป ซอส สตูไก่ และน้ำเกรวี่ เป็นต้น นอกจากนี้ Liu *et al*. (1996) รายงานว่า เมื่อนำไก่โรดไอแลนด์เรดที่อายุ 30 สัปดาห์ มาศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคอลลาเจนและค่าแรงตัดผ่านในกล้ามเนื้อพบว่า กล้ามเนื้อสะโพก (*Biceps femoris*) และเนื้อน่อง (*sartorius*) มีค่าแรงตัดผ่านและปริมาณคอลลาเจนสูง ในทางกลับกัน กล้ามเนื้ออก (*pectoralis*) มีค่าแรงตัดผ่านและปริมาณคอลลาเจนน้อย ดังนั้นปริมาณคอลลาเจนจึงมีความสัมพันธ์กับค่าแรงตัดผ่านที่สามารถใช้ในการพิจารณาความเหนียวของเนื้อได้ ขณะที่ Wattanachant *et al*. (2004) รายงานว่า ปริมาณคอลลาเจนทั้งหมดของกล้ามเนื้ออก และเนื้อสะโพกของไก่พื้นเมืองมีค่าเท่ากับ 5.09 และ 12.85 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่ากล้ามเนื้ออกและเนื้อสะโพกของไก่เนื้อที่มีค่าเท่ากับ 3.86 และ 8.70 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ แต่หนังไก่มีปริมาณคอลลาเจนทั้งหมดสูง คือมีค่าเท่ากับ 18.02 มิลลิกรัมต่อกรัม (Osburn and Mandigo, 1998)

### 2.5.7 ส่วนประกอบทางเคมี (Chemical composition) ของเนื้อไก่

เนื้อไก่ประกอบด้วยสารอาหารที่สำคัญมากมาย เช่น โปรตีนที่เป็นแหล่งของกรดอะมิโนที่จำเป็น ไขมันเป็นแหล่งของกรดไขมันชนิดอิ่มตัวและชนิดไม่อิ่มตัว วิตามิน และแร่ธาตุต่างๆ กระทรวงเกษตรของสหรัฐอเมริกาได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณความชื้นของเนื้อไก่ว่ามีประมาณ 71 เปอร์เซ็นต์ โดยซากจากไก่อายุน้อยมีความชื้นมากกว่าไก่ที่อายุมาก เนื้ออกของไก่มีปริมาณไขมันเพียง 6.7-8.3 เปอร์เซ็นต์ (Mountney, 1976) Jaturasitha *et al*. (2002) รายงานว่า ปริมาณความชื้น โปรตีน และไขมันไม่แตกต่างกันระหว่างเนื้อของไก่เนื้อและไก่พื้นเมือง (Table 1) แต่ Wattanachant *et al*. (2004) รายงานผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีว่า เนื้อไก่พื้นเมืองประกอบไปด้วยโปรตีนสูงกว่าและไขมันที่น้อยกว่าไก่เนื้อ นอกจากนี้ Vani *et al*. (2006) รายงานว่า เส้นใยกล้ามเนื้ออกและเนื้อขาของไก่พันธุ์ไข่พื้นเมืองอินเดียมีโปรตีน 88.2 และ 87.4 กรัมต่อ 100 กรัม ขณะที่ไขมันมี 5.2 และ 6.6 กรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ ส่วน Lee *et al*. (2003) ศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อไก่พันธุ์ไข่พบว่า มีปริมาณความชื้น ไขมัน และโปรตีนเท่ากับ 64.46, 7.15 และ 24.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ Arslan (2006) ได้ศึกษาส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อสดและแช่เยือกแข็งของแม่ไก่ที่มีอายุ 1.5-2 ปี พบว่าในเนื้อสดส่วนของเนื้ออกและเนื้อสะโพกมีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 20.26 และ 16.87 เปอร์เซ็นต์ ไขมันเท่ากับ 9.66 และ 20.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับเนื้อแช่เยือกแข็งในส่วนของเนื้ออกและเนื้อสะโพกมีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 20.39 และ 16.50 เปอร์เซ็นต์ และไขมันเท่ากับ 9.50 และ 20.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วน Abeni and Bergoglio (2001) ได้ศึกษาโดยการนำไก่เนื้อมา 3 สายพันธุ์เพื่อหาส่วนประกอบทางเคมีของเนื้ออก พบว่ามีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า ไม่แตกต่างกัน ยกเว้นเปอร์เซ็นต์เถ้า สอดคล้องกับ Interapichet and Maikhunthod (2005) รายงานว่า โปรตีนจากเนื้ออกและสะโพกของไก่พื้นเมือง และไก่พื้นเมืองลูกผสมไม่แตกต่างกันระหว่างสายพันธุ์และเพศ โดยโปรตีนจากเนื้ออกและสะโพกเท่ากับ 21-24 เปอร์เซ็นต์ และ 19-21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ Osburn and Mandigo. (1998) รายงานว่า เมื่อนำหนังของไก่มาวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีพบว่า มีปริมาณความชื้น ไขมัน และโปรตีน เท่ากับ 49.57, 41.32 และ 9.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้การเลี้ยงไก่แบบปล่อยอิสระยังทำให้ส่วนประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้ออกมีปริมาณความชื้นสูงและปริมาณไขมันต่ำกว่าการเลี้ยงแบบขังกรง (Table 4) เนื่องจากสัตว์ที่เลี้ยงแบบปล่อยอิสระมีการเคลื่อนไหวอยู่ตลอด ร่างกายมีการเผาผลาญพลังงานทำให้มีการสร้างกล้ามเนื้อมากกว่าการสร้างไขมัน (Castellini *et al.*, 2002) ดังนั้น การบริโภคเนื้อไก่จึงเป็นแหล่งโปรตีนที่เป็นไปได้ว่าจะช่วยลดการบริโภคอาหารที่มีแคลอรี่สูง เนื้อไก่นอกจากจะเป็นแหล่งของโปรตีนแล้วยังพบว่ามีโปรตีนมากกว่าเนื้อสัตว์ชนิดอื่นๆ อีกด้วย (Table3)

**Table 3** Protein content of selected animal-derived foods (Mangels, 2003)

| Food | Amount | Protein (g) |
|---|---|---|
| Chicken, baked | 3 oz. | 28 |
| Pork roast | 3 oz. | 25 |
| Sirloin steak | 3 oz. | 24 |
| Flounder, baked | 3 oz. | 21 |
| Ground beef, lean, baked | 3 oz. | 20 |
| Cow’s milk | 1 cup | 8 |
| Cheddar cheese | 3 oz. | 21 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**Table 4** Chemical and physical characteristic of breast chicken (Castellini *et al*., 2002)

| | Control | | Organic | |
|---|---|---|---|---|
| | 56 days | 81 days | 56 days | 81 days |
| Moisture (%) | $75.54^{ab}$ | $74.85^{a}$ | $76.28^{c}$ | $75.78^{bc}$ |
| Protein (%) | 22.39 | 22.34 | 22.35 | 22.76 |
| Lipids (%) | $1.46^{B}$ | $2.37^{B}$ | $0.72^{A}$ | $0.74^{A}$ |
| Ash (%) | 0.61 | 0.64 | 0.65 | 0.72 |
| Ultimate pH | $5.96^{b}$ | $5.98^{b}$ | $5.75^{a}$ | $5.80^{a}$ |
| WHC (%) | $52.02^{a}$ | $55.26^{d}$ | $51.82^{a}$ | $53.17^{c}$ |
| Cooking loss (%) | $31.10^{A}$ | $30.26^{A}$ | $33.98^{B}$ | $33.45^{B}$ |
| L* | $59.23^{a}$ | $58.95^{a}$ | $60.74^{b}$ | $60.39^{b}$ |
| a* | 4.96 | 5.02 | 4.59 | 4.94 |
| b* | $5.16^{a}$ | $4.38^{a}$ | $6.01^{b}$ | $5.76^{b}$ |
| Shear value (kg/cm$^2$) | $1.98^{a}$ | $2.10^{a}$ | $2.25^{a}$ | $2.71^{b}$ |

$^{a-d}$ superscripts within row are significantly different (P<0.05), $^{A-B}$ superscripts within row are significantly different (P<0.01)

**2.6 คุณภาพไขมัน (Fat quality)**

**2.6.1 กรดไขมัน**

กรดไขมันประกอบด้วยคาร์บอน (C) ต่อกันเป็นสายโซ่โดยอาจเป็นสายตรงหรือสายแขนงก็ได้ มีจำนวนคาร์บอนตั้งแต่ 4-24 หรืออาจมากกว่านั้น ตรงปลายด้านหนึ่งมีหมู่คาร์บอกซิล (carboxyl group) ซึ่งแสดงคุณสมบัติเป็นกรดอินทรีย์อยู่ กรดไขมันที่พบในพืชและสัตว์โดยทั่วไปมีหมู่คาร์บอกซิลเพียงหมู่เดียว มีจำนวนคาร์บอนเป็นเลขคู่และเป็นสายตรงโดยอาจจะเป็นกรดไขมันชนิดอิ่มตัว (saturated fatty acids) หรือชนิดไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acids) ก็ได้ กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวมีทั้งประเภทที่มีพันธะคู่ (double bond) เพียงคู่เดียว (monoenoic) สองคู่ (dienoic) สามคู่ (trienoic) หรือหลายคู่ (polyenoic) (Table 5) ซึ่งมีคุณสมบัติทางกายภาพต่างจากกรดไขมันชนิดอิ่มตัว คือ มีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าและไวต่อปฏิกิริยาทางเคมีมากกว่า (บุญล้อม, 2541) โดยทั่วไปแล้วกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวจะมีลักษณะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง

การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของไขมัน น้ำ และเนื้อเยื่อเกี่ยวพันจะเกิดขึ้นระหว่างการเจริญเติบโต สัตว์ที่มีอายุน้อยจะมีสัดส่วนของน้ำและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันสูงแต่มีไขมันต่ำ เมื่อสัตว์โตขึ้นจะมีการสะสมในรูปไขมันมากขึ้น ขนาดของเซลล์ไขมันใหญ่ขึ้น และเมื่อสัดส่วนไขมันเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ทำให้ปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันและน้ำลดลง ซึ่งรูปแบบการเปลี่ยนแปลงนี้สามารถใช้ทำนายส่วนประกอบไขมันของซากได้ (สัญชัย, 2543) กรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย คือ กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่มากกว่า 1 อันได้แก่ กรดลิโนเลอิก (linoleic acid, C18:2n-6), กรดลิโนเลนิก (linolenic acid, C18:3n-3) และ กรดอะแรคิโดนิก (arachidonic acid, C20:4n-6) ซึ่งร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ได้เองจำเป็นต้องได้รับจากอาหารเท่านั้น หากขาดกรดไขมันที่จำเป็นจะทำให้เกิดโรคหรืออาการผิดปกติต่างๆได้ (นิธิยา, 2545; McDonald *et al.*, 2002) กรดไขมันเป็นองค์ประกอบของไขมันในเนื้อ ซึ่งมีผลต่อกลิ่นและอายุการเก็บรักษา โดยเนื้อที่มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวอยู่ในปริมาณสูงจะส่งผลให้เนื้อมีกลิ่นที่ผิดปกติและอายุการเก็บรักษาสั้น แต่การบริโภคกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวจะช่วยป้องกันการเกิดโรคหัวใจและโรคไขมันอุดตันในหลอดเลือด (Wood *et al*., 2003) และสัดส่วนระหว่างกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (PUFA) ต่อกรดไขมันชนิดอิ่มตัว (SFA) (P/S ratio) ควรจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.4 ถึง 1.0 หากมีค่ามากหรือน้อยกว่านี้แสดงว่ากรดไขมันที่บริโภคเข้าไปอยู่ในสภาวะที่ไม่สมดุล และสัดส่วนระหว่างกรดไขมันชนิดโอเมก้า 6 ต่อโอเมก้า 3 (n-6:n-3 ratio) ควรมีค่าน้อยกว่า 4 (Polak *et al*., 2006; Rondelli *et al*., 2004; Wood *et al*., 2003) โดยส่วนมากไขมันจากเนื้อประกอบด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวชนิดที่มีพันธะคู่ 1 อัน (monounsaturated fatty acid หรือ MUFA) และกรดไขมันชนิดอิ่มตัว กรดไขมันชนิดที่มีอยู่ในเนื้อไก่มาก ได้แก่ กรดโอเลอิก (oleic, C18:1), กรดปาลมิติก (palmitic, C16:0) และ กรดสเตียริก (stearic, C18:0) เนื้อไก่และเนื้อหมูประกอบด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูงกว่าเนื้อวัวและเนื้อแกะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่หลายอัน (Valsta *et al*., 2005) (Figure 8) และไขมันเนื้ออกไก่มีเปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูง (Buege *et al*., 1998; Moran, 1996) (Table 6) แต่ไม่แตกต่างกันระหว่างเพศ (P>0.05) ยกเว้น กรดปาลมิติก (C16:0), กรดแอลฟา-ลิโนเลอิก ($\alpha$-linolenic acid, C18:3n3) (เพศเมีย>เพศผู้) และ กรด*ทรานส์*-แวคซินิก (*trans*-vaccenic acid, C18:1n7t) กรดอะแรคิโดนิก (arachidonic acid, C20:4n6) (เพศผู้>เพศเมีย) (De Marchi *et al*., 2005)

การเลี้ยงไก่เนื้อแบบปล่อยอิสระจะให้เนื้อที่มีองค์ประกอบของกรดไขมันที่ดีกว่าไก่เนื้อที่เลี้ยงแบบขังกรงโดยเพิ่มส่วนประกอบของกรดไขมันชนิดโอเมก้า 3 และโอเมก้า 6 เนื่องจากไก่ที่เลี้ยงแบบปล่อยอิสระได้กินหญ้า ซึ่งเป็นแหล่งของกรดไขมันที่จำเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดไขมันชนิดโอเมก้า 3 (Castellini *et al*., 2002; Polak *et al*., 2002) ซึ่งองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อเยื่อไขมัน (adipose tissue) ของไก่เนื้อได้รับผลมาจากองค์ประกอบของกรดไขมันที่มีอยู่ในอาหาร ฉะนั้นการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อเยื่อไขมันสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยการเสริมอาหารประเภทไขมันจากแหล่งต่างๆกัน (Waldroup and Waldroup, 2005)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Hsieh *et al.* (2002) ได้ศึกษาไก่เนื้อเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีสัดส่วนของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่ 1 อันต่อกรดไขมันชนิดอิ่มตัวเท่ากับ 1.2 และ 4.8 แล้วเสริมด้วยวิตามินอี 0, 10 และ 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เป็นระยะเวลานาน 3 สัปดาห์ พบว่าในหัวใจ ตับและกล้ามเนื้ออกมีปริมาณกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่ 1 อันเพิ่มขึ้น ส่วนหัวใจและกล้ามเนื้ออกมีปริมาณกรดไขมันชนิดอิ่มตัวลดลง เช่นเดียวกันกับ Nam *et al.* (1997) ที่รายงานว่า การเสริมน้ำมันลินซีด (linseed oil) ในอาหารไก่เนื้อสามารถลดกรดไขมันชนิดอิ่มตัวได้ทั้งในเนื้ออกและเนื้อสะโพก แม้ว่ากรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่หลายอันของเนื้ออกและเนื้อสะโพกจะเพิ่มขึ้นภายหลังจากเสริมน้ำมันลินซีดไปได้ 2 สัปดาห์ หรือระยะเวลานานกว่านี้ ส่วน Wattanachant *et al.* (2004) รายงานว่าไก่พื้นเมืองมีกรดไขมันชนิดอิ่มตัวมากกว่าและกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่หลายอันน้อยกว่าไก่เนื้อ แต่กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่ 1 อันไม่แตกต่างกันระหว่างสายพันธุ์ โดยปกติแล้วกรดไขมันแต่ละชนิดและปริมาณกรดไขมันของเนื้อสัตว์แต่ละชนิดไม่มีการเปลี่ยนแปลงระหว่างที่เก็บรักษา แต่การเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันส่วนมากมาจากกระบวนการแปรรูปไปเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีการเสริมสารต่างๆเพื่อป้องกันการเกิดออกซิเดชัน (Baggio and Bragagnolo, 2006) เมื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบไขมันของสัตว์แต่ละชนิด พบว่ามีความแปรผันไปตามอายุ อาหารที่สัตว์ได้รับ และเพศ (Rule *et al.*, 2002)

**Table 5** Some naturally occurring unsaturated fatty acids (White *et al.*, 1968)

| Molecular formula | Common name | Structural formula |
|---|---|---|
| $C_{16}H_{30}O_2$ | Palmitoleic* | $CH_3(CH_2)_5CH{=}CH(CH_2)_7COOH$ |
| $C_{18}H_{34}O_2$ | Oleic* | $CH_3(CH_2)_7CH{=}CH(CH_2)_7COOH$ |
| $C_{18}H_{34}O_2$ | Elaidic | $CH_3(CH_2)_7CH{=}CH(CH_2)_7COOH$ |
| $C_{18}H_{34}O_2$ | Vaccenic | $CH_3(CH_2)_5CH{=}CH(CH_2)_9COOH$ |
| $C_{18}H_{32}O_2$ | Linoleic* | $CH_3(CH_2)_4CH{=}CHCH_2CH{=}CH(CH_2)_7COOH$ |
| $C_{18}H_{30}O_2$ | Linolenic* | $CH_3CH_2CH{=}CHCH_2CH{=}CHCH_2CH{=}CH(CH_2)_7COOH$ |
| $C_{18}H_{30}O_2$ | alpha-Linolenic | $CH_3(CH_2)_4CH{=}CHCH_2CH{=}CHCH_2CH{=}CH(CH_2)_4COOH$ |
| $C_{18}H_{30}O_2$ | Eleostearic | $CH_3(CH_2)_3CH{=}CH\text{-}CH{=}CH\text{-}CH{=}CH(CH_2)_7COOH$ |
| $C_{20}H_{32}O_2$ | Arachidonic | $CH_3(CH_2)_4CH{=}CHCH_2CH{=}CHCH_2CH{=}CHCH_2CH{=}CH(CH_2)_3COOH$ |
| $C_{24}H_{46}O_2$ | Nervonic | $CH_3(CH_2)_7CH{=}CH(CH_2)_{13}COOH$ |

* These are the most abundant unsaturated fatty acid in animal lipids.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**Table 6** Fatty acid compositions of raw separable chicken fat

| | Chicken fatty acid (% of total) | Fatty acid in intramuscular fat (% of total) |
|---|---|---|
| | Buege *et al*. (1998) | Moran (1996) |
| Saturated fatty acid | | |
| Total | 29.4 | 28.4 |
| 14:0 | 0.8 | 0.6 |
| 16:0 | 23.3 | 20.7 |
| 18:0 | 5.7 | 7.1 |
| Monounsaturated fatty acid | | |
| Total | 46.4 | 39.9 |
| 16:1 | 7.3 | 3.7 |
| 18:1 | 38.3 | 36.9 |
| 20:1 | 0.4 | - |
| Polyunsaturated fatty acid | | |
| Total | 15.0 | 25.1 |
| 18:2 | 14.0 | 25.1 |
| 18:3 | 0.6 | - |
| 20:2 | 0.1 | - |
| 20:4 | 0.2 | - |
| Total fatty acid | 90.8 | 93.4 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

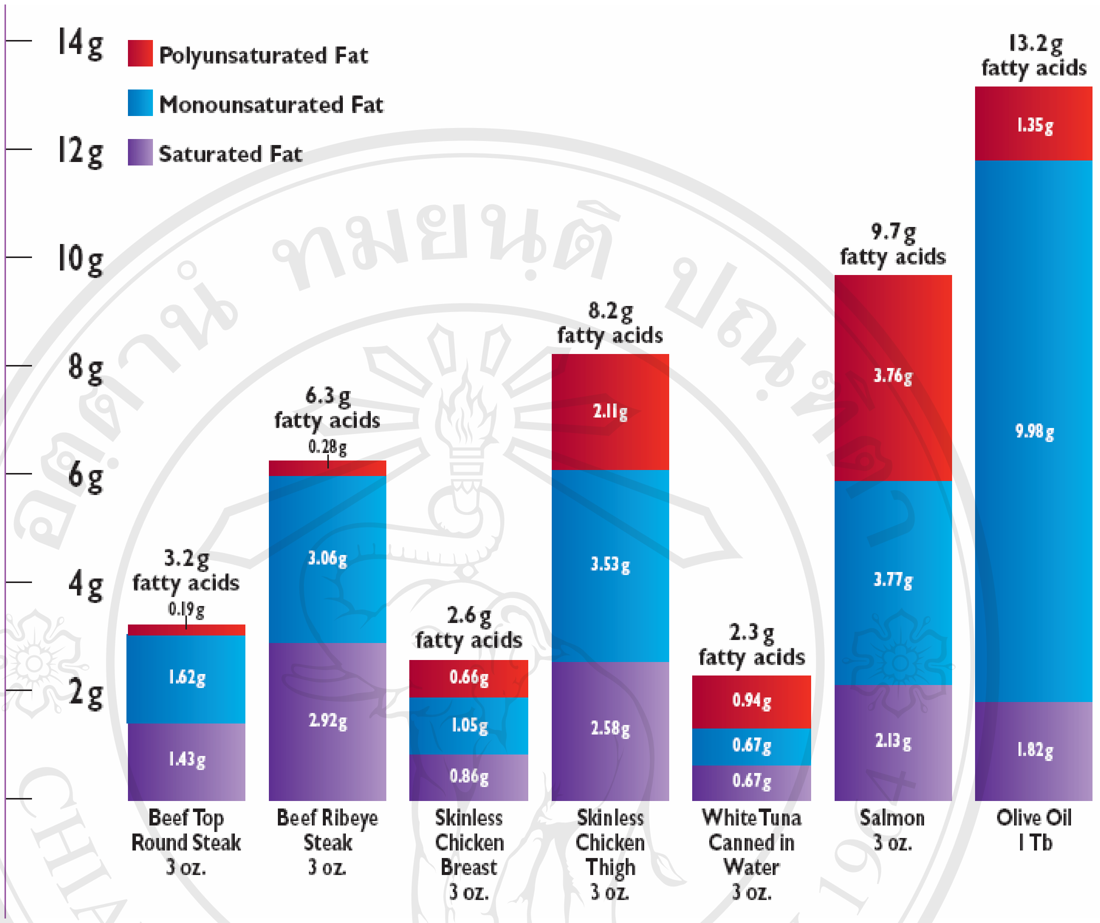



**Figure 8** Fatty acid comparisons of beef, chicken, fish and olive oil (USDA, 2003)

**2.6.2 คอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์**

คอเลสเตอรอลที่อยู่ในเนื้อเยื่อทั่วๆไปหรือในลิโพโปรตีน (lipoprotein) ในเลือดอาจอยู่ในรูปคอเลสเตอรอลอิสระ (free cholesterol) หรือจับอยู่กับกรดไขมันสายยาวเป็น cholesteryl ester คอเลสเตอรอลในร่างกายได้มาจากอาหารหรือสังเคราะห์ขึ้นภายในเซลล์ส่วนใหญ่ของร่างกาย โดยเฉพาะเซลล์ตับและลำไส้ สารตั้งต้นที่ใช้ในการสังเคราะห์คอเลสเตอรอล คือ acetyl CoA ที่ได้มาจากกลูโคส กรดไขมัน และกรดอะมิโน โดยประมาณครึ่งหนึ่งของคอเลสเตอรอลในร่างกายจะถูกสังเคราะห์ขึ้น (ประมาณ 500 มิลลิกรัม/วัน) ส่วนที่เหลือได้มาจากอาหาร โดยตับจะสังเคราะห์คอเลสเตอรอลประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของการสังเคราะห์ทั้งหมด ทางเดินอาหารจะสังเคราะห์คอเลสเตอรอลประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์และอีก 35 เปอร์เซ็นต์จะถูกสังเคราะห์ทางผิวหนัง โดยคอเลสเตอรอลในร่างกายทำหน้าที่เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ เป็นสารตั้งต้นของเกลือน้ำดี (bile salt) และสเตอรอยด์ฮอร์โมน (steroid hormone) เนื่องจากคอเลสเตอรอลไม่ละลายน้ำการพาไปในกระแสเลือดต้องอาศัยลิโพโปรตีน (lipoprotein) หากคอเลสเตอรอลในเลือดสูงจะเป็นปัจจัยที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เสี่ยงต่อการเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน (สมทรง, 2542) การรับประทานเนื้อไก่แทนเนื้อสัตว์ประเภทเนื้อที่มีสีแดง (red meat) และเนื้อสุกรสามารถลดคอเลสเตอรอลในซีรัมได้เพียงเล็กน้อย เนื่องมาจากเนื้อไก่ประกอบด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่หลายอันสูง (Beynen, 1984 cited by Bavelaar and Beynen, 2003) ปริมาณคอเลสเตอรอลของเนื้อจะมีค่าระหว่าง 30-120 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งกรดไขมันที่มีผลต่อปริมาณคอเลสเตอรอลคือ กรดไมริสติก และกรดปาลมิติก (Valsta *et al*., 2005) Buege *et al*. (1998) รายงานว่ามีปริมาณคอเลสเตอรอลบริเวณเนื้ออกของไก่ 64 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ส่วนในเนื้อสะโพก น่อง และปีกมีปริมาณคอเลสเตอรอลสูงกว่าเนื้ออก (90-92 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) (Table 7) นอกจากนี้วิธีการที่ใช้เลาะกระดูกออกมีผลต่อปริมาณคอเลสเตอรอล โดยคอเลสเตอรอลของเนื้อไก่พันธุ์เล็กฮอร์นที่ใช้เครื่องจักรในการเลาะกระดูกออกให้เหลือเพียงเนื้อและหนังไก่ (122.55 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) มีปริมาณสูงกว่าการเลาะกระดูกออกด้วยมือ (78.70 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) (Al-Najdawi and Abdullah, 2002) ตัวอย่างเช่น ปริมาณคอเลสเตอรอลของเนื้อไก่งวงที่ใช้เครื่องจักรในการเลาะกระดูกออกเท่ากับ 63.6 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ขณะที่เนื้อที่ใช้มือเลาะกระดูกออกเท่ากับ 56.9 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม โดยปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อปริมาณคอเลสเตอรอลคือ ไขมันที่สะสมอยู่ในร่างกายและหนังไก่ (Serdaroglu *et al*., 2005) การเลาะหนังไก่ออกสามารถลดค่าคอเลสเตอรอลได้ ซึ่งเนื้อไก่ที่เลาะเอาหนังออกด้วยมือและการใช้เครื่องจักรมีปริมาณคอเลสเตอรอลเท่ากับ 58.75 และ 34.29 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ นอกจากนี้ยังอาจลดปริมาณคอเลสเตอรอลลงได้โดยใช้อาหารที่เสริมไคโตซาน (chitosan)ไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมมีความเข้มข้นของคอเลสเตอรอลในเลือดลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมเพกทิน (pectin) ซึ่งอาหารที่มีเยื่อใยจะมีผลต่อการดูดซึมคอเลสเตอรอลโดยจะเกิดการจับตัวกันระหว่างอาหารที่มีเยื่อใยกับกรดน้ำดี (Razdan *et al*., 1997) นอกจากนี้ ยังพบว่าปริมาณคอเลสเตอรอลที่สะสมอยู่ในตัวสัตว์ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น พันธุ์ เพศ อายุ และอาหารสัตว์ (Lee *et al*., 2003) แต่การเลี้ยงไก่ด้วยอาหารที่มีแหล่งไขมันแตกต่างกัน แต่มีปริมาณไขมันในสูตรอาหารเท่ากันไม่มีผลต่อปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อไก่ (Grau *et al*., 2001)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**Table 7** Mean composition of raw chicken cuts (trimmed lean only) (Buege *et al*., 1998)

| **Chicken cuts** | **Breast** | **Drum** | **Thigh** | **Wing** |
|---|---|---|---|---|
| Protein (g/100g) | 22.6 | 18.9 | 19.3 | 20 |
| Fat (g/100g) | 2.1 | 4.1 | 4.8 | 4.5 |
| Cholesterol (mg/100g) | 64 | 92 | 90 | 90 |

ไตรเอซิลกลีเซอรอลหรือไตรกลีเซอไรด์หรือไขมัน (neutral fat) เป็นเอสเทอร์ของกลีเซอรอลกับกรดไขมัน 3 โมเลกุล เนื่องจากโมเลกุลของกลีเซอรอลมีตำแหน่งที่กรดไขมันจะเข้าไปเกิดปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชันได้ถึง 3 ตำแหน่ง ทำให้ได้ไตรเอซิลกลีเซอรอลหลายชนิด ไตรเอซิลกลีเซอรอลที่โมเลกุลประกอบด้วยกรดไขมันชนิดเดียวกันทั้ง 3 โมเลกุล เรียกว่า ไตรเอซิลกลีเซอรอลชนิดเดียว (simple triacylglycerols) ถ้าประกอบด้วยกรดไขมันต่างชนิดกัน เรียกว่า ไตรเอซิลกลีเซอรอลชนิดผสม (mixed triacylglycerols) ในธรรมชาติไขมันที่โมเลกุลประกอบด้วยกรดไขมันชนิดเดียวกันทั้งหมดพบน้อยมาก ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยกรดไขมันต่างชนิดกันทำให้ได้ไตรเอซิลกลีเซอรอลต่างชนิดกันด้วย ซึ่งไขมันแต่ละชนิดจะแตกต่างกันและผันแปรไปตามชนิดของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในโมเลกุล (นิธิยา, 2545) การมีไตรกลีเซอไรด์ในร่างกายมากส่งผลให้เกิดภาวะอ้วน (obesity) เนื่องจาก acetyl CoA จะถูกนำไปสร้างเป็นไตรกลีเซอไรด์สะสมตามเนื้อเยื่อไขมันใต้ผิวหนังมากกว่าปกติ (อุษณีย์, 2538) นอกจากนี้ยังพบว่าอาหารที่สัตว์ได้รับมีผลต่อปริมาณไตรกลีเซอไรด์และคอเลสเตอรอล โดยไก่เนื้อที่ได้รับอาหารที่มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูงมีความเข้มข้นของไตรกลีเซอไรด์และคอเลสเตอรอลในเลือดต่ำ ซึ่งความเข้มข้นของไตรกลีเซอไรด์มีแนวโน้มลดลงในกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมน้ำมันดอกทานตะวันและลดลงอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมน้ำมันปลาเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมไขมันสัตว์ ส่วนกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมน้ำมันปลามีความเข้มข้นของคอเลสเตอรอลลดลงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมน้ำมันดอกทานตะวันและไขมันสัตว์ ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันดอกทานตะวันและน้ำมันปลาประกอบด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูง (Newman *et al*., 2002) และการเสริมน้ำมันปลา 1.5 และ 3 เปอร์เซ็นต์ ในไก่ไข่จะช่วยลดไขมัน ไตรกลีเซอไรด์ คอเลสเตอรอลชนิด low density lipoprotein (LDL) และ very low density lipoprotein (VLDL) ในเลือด (Al-Sultan, 2005)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**2.6.3 การประเมินค่าการหืน**

การหืน (rancidity) เป็นปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของไขมันและน้ำมัน ทำให้มีกลิ่นผิดปกติและคุณสมบัติทั้งทางเคมีและทางกายภาพเปลี่ยนไป การหืนเกิดได้ 3 แบบ ดังนี้

1. Lipolysis เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อพันธะเอสเทอร์ในโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์เกิดการไฮโดรไลซิส (hydrolysis) ด้วยเอนไซม์ไลเพส ความร้อน กรด ด่าง หรือปฏิกิริยาทางเคมีใดๆก็ตาม ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า lypolysis หรือ lypolytic rancidity หรือ hydrolytic rancidity ทำให้มีกลิ่นเหม็นหืนมาก เมื่อเกิดการหืนจะทำให้ไขมันและน้ำมันมีกลิ่นและรสชาติเปลี่ยนไป (นิธิยา, 2545)
2. Oxidative rancidity เป็นการหืนที่เกิดขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยา autoxidation ที่พันธะคู่ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวกับออกซิเจนในอากาศเกิดเป็น peroxide linkage ขึ้นระหว่างพันธะคู่ ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นเองแบบต่อเนื่องตลอดเวลาเมื่อไขมันและน้ำมันสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ การหืนด้วยปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นในอาหารที่มีไขมันและน้ำมันผสมอยู่ด้วย การมีโลหะเช่น ทองแดง และตะกั่ว จะเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น นอกจากนั้น ความร้อนและแสงก็มีผลช่วยเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วย การหืนโดยปฏิกิริยานี้ทำให้กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวซึ่งเป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายถูกทำลาย มีผลทำให้คุณค่าทางโภชนาการของไขมันและน้ำมันลดลงด้วย และยังทำลายวิตามินต่างๆที่ละลายในไขมันและน้ำมันอีกด้วย
3. Ketonic rancidity เป็นการเกิดปฏิกิริยา enzymatic oxidation ที่โมเลกุลของกรดไขมันชนิดอิ่มตัว ได้เป็นสารประกอบจำพวกคีโตน (ketone)

การพิจารณาการหืนของเนื้อจะใช้การทดสอบ Thiobarbituric acid number (TBA) ซึ่งเป็นวิธีการเบื้องต้นเพื่อใช้ประเมินการเกิดออกซิเดชันของไขมัน โดยกลุ่มสารประกอบพวกอัลดีไฮด์ของไขมัน ปฏิกิริยาระหว่างกรดไทโอบาร์ไบทิวริก (thiobarbituric acid) กับ มาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde) จะได้เป็นสารสีแดงซึ่ง สามารถวิเคราะห์ได้โดยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 538 นาโนเมตร (Allen and Hamilton, 1994 cited by สมจิต, 2544) ซึ่งความเข้มของสีจะแปรผันโดยตรงกับการหืนของไขมันหรือค่า TBA number ที่วัดได้ โดยค่านี้สามารถชี้บ่งถึงอายุการเก็บรักษาเนื้อ เนื่องจากการเกิดออกซิเดชันของไขมันเป็นสาเหตุเบื้องต้นที่ทำให้เกิดการเน่าเสียของผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์และยังทำให้คุณภาพของเนื้อแช่เยือกแข็งมีคุณภาพต่ำ การเกิดออกซิเดชันของไขมันในเนื้อระหว่างที่ทำการแช่เยือกแข็งสามารถส่งผลโดยตรงต่อสี รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส คุณค่าทางโภชนาการและความปลอดภัยของอาหาร เป็นต้น (พันทิพา, 2543; Bryhni *et al*., 2002; Coronado *et al*., 2002) โดยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวจะเป็นตัวเพิ่มการเกิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ออกซิเดชันของไขมัน อายุการเก็บรักษาของเนื้อจึงถูกจำกัดด้วยการเกิดออกซิเดชันของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวซึ่งนำไปสู่การเกิดการหืน (สัญชัย, 2543) การเก็บรักษาเนื้อไก่ภายใต้สภาวะออกซิเจน (aerobic condition) เป็นเวลา 7 วันพบว่าค่า TBA number ของเนื้อไก่สูงกว่าวันที่เริ่มต้น แสดงให้เห็นว่าช่วงระยะเวลาที่เก็บรักษาเกิดการออกซิเดชันของไขมัน (Du *et al*., 2000) นอกจากนี้อาหารที่ไก่ได้รับสามารถเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของกรดไขมันในเนื้อไก่ได้ โดยเนื้อไก่ของกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวปริมาณสูงเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 เดือน มีค่า TBA สูงขึ้นแสดงให้เห็นว่าเกิดการออกซิเดชันของไขมันในเนื้อสูงมาก (Grau *et al*., 2001) ส่วนไก่เนื้อที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยวิตามินอี 20, 200 และ 800 มิลลิกรัมมีค่า TBA ในเนื้ออกและเนื้อสะโพกลดลงตามความเข้มข้นของวิตามินอีที่สูงขึ้นในสูตรอาหาร ดังนั้นการเสริมวิตามินอีจะช่วยป้องกันการออกซิเดชันของไขมันและสามารถยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อได้ (Galvin *et al*., 1998) สอดคล้องกับ Cortinas *et al*. (2005) ซึ่งรายงานว่า การเสริมกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวและวิตามินอีในอาหารไก่ มีผลต่อการออกซิเดชันของไขมันในเนื้อที่ปรุงสุกและเนื้อปรุงสุกแช่เย็นมากกว่าเนื้อสดและเนื้อสดแช่เย็น โดยการเกิดออกซิเดชันของเนื้อที่ปรุงสุกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อปริมาณกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวในเนื้อสดเพิ่มขึ้น (Jahan *et al*., 2005) สำหรับการเลี้ยงสัตว์แบบปล่อยอิสระกล้ามเนื้ออกและน่องมีการสะสมกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่หลายอันสูง จึงส่งผลให้ค่า TBA number สูงเมื่อเทียบกับสัตว์ที่เลี้ยงแบบขังกรง เนื่องจากกล้ามเนื้อของสัตว์บริเวณที่มีการออกกำลังกายหรือเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลาจะทำให้มีปริมาณ haem-iron สูง จำเป็นจะต้องใช้ออกซิเจนมาก กล้ามเนื้อบริเวณนั้นจะเกิดการออกซิเดชันสูง (Castellini *et al*., 2002) นอกจากนี้พบว่า การเสริม CLA (conjugated linoleic acid) ลงในสูตรอาหารไก่สามารถลดค่า TBA number ในเนื้อไก่ได้ เนื่องจาก CLA จะลดปริมาณกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวโดยการยับยั้งการสังเคราะห์ กรดไขมันในตับและช่วยให้เกิด ß-oxidation ของกรดไขมัน นอกจากนี้ ยังช่วยยืดอายุการรักษาเนื้อโดยป้องกันการเกิดออกซิเดชัน (Du *et al*., 2002; Nagao and Yanagita, 2005) ขณะที่การเกิดออกซิเดชันของคอเลสเตอรอลในเนื้อสะโพกมีอัตราที่สูงกว่าเนื้ออก เนื่องจากเนื้อสะโพกมีปริมาณคอเลสเตอรอลสูงกว่าเนื้ออก ดังนั้นไขมันของเนื้อสะโพกจึงไวต่อการเกิดออกซิเดชันเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้ออก (Galvin *et al*., 1998) เนื่องจากการเกิดออกซิเดชันของคอเลสเตอรอลช่วยเร่งให้เกิดการออกซิเดชันของไขมัน ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังนี้ ความร้อน กระบวนการผลิต และสารตั้งต้นที่ทำให้เกิดออกซิเดชัน (O'Neill *et al*., 1999) จากการศึกษาของ Govaris *et al*. (2004) รายงานว่าเนื้อสะโพกเกิดการออกซิเดชันสูง เนื่องจากมีจำนวนกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่มาก แต่เมื่อเสริมอาหารด้วยสารต้านการเกิดออกซิเดชันเช่น น้ำมันออริกาโน่ (oregano oil) ในไก่งวงจะช่วยยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของไขมันทั้งในเนื้ออกและเนื้อสะโพกระหว่างที่ทำการเก็บ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

รักษาได้ นอกจากนี้ยังพบว่าความเครียดที่เกิดจากสภาพอากาศร้อนสามารถเพิ่มการเกิดลิพิดเปอร์-ออกซิเดชัน (lipid peroxidation) ของกล้ามเนื้อสัตว์ได้ เนื่องจากมีการหลั่งฮอร์โมน epinephrine และ glucocorticoids จากร่างกายสัตว์ จะส่งผลให้เกิดอนุมูลอิสระ (free radical) ในอัตราสูงขึ้น โดยสังเกตได้จากค่า TBA number โดยแสดงความเข้มของสีที่วัดได้จากค่ามาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde) (Altan *et al*., 2003)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved