**ผลของระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อโค**

กิตติธร สักแกแก้ว

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

---

**บทคัดย่อ**

สัมมนาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อ โดยรวบรวมและศึกษาข้อมูลจากเอกสารวิชาการ ซึ่งพบว่าการบ่มเนื้อ (Aging) โดยการเก็บรักษาเนื้อภายใต้อุณหภูมิที่สามารถควบคุมได้ ตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น 0, 7, 14 และ 21 วันส่งผลให้ค่าแรงตัดผ่านเนื้อมีค่าลดลง จากการศึกษาพบว่าการบ่มกล้ามเนื้อส่วนสันนอก *(Longissimus dorsi)* กล้ามเนื้อส่วนสันใน *(Psoas major)* และกล้ามเนื้อส่วนสะโพก *(Semitendinosus)* ที่ระยะเวลาการบ่ม 14 วันมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อน้อยกว่าวันที่ 0 และ 7 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และให้ผลการทดลองไม่แตกต่างกับวันที่ 21 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบค่าแรงตัดผ่านเนื้อของชนิดกล้ามเนื้อพบว่า กล้ามเนื้อส่วนสันในมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำที่สุด รองลงมาเป็นกล้ามเนื้อส่วนสันนอกและกล้ามเนื้อส่วนสะโพก ตามลำดับ การบ่มเนื้อส่งผลต่อค่าสีของเนื้อทำให้ความสว่างของเนื้อ (L*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลืองของเนื้อ (b*) มีแนวโน้มลดลง แต่ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($P>0.05$) ดังนั้นจึงสรุปว่าได้การระยะเวลาการบ่มเนื้อที่หมาะสม คือ 14 วัน เพราะมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อน้อยที่สุดทำให้เนื้อมีความนุ่ม

---

**คำสำคัญ :** การบ่ม ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ความนุ่มของเนื้อ

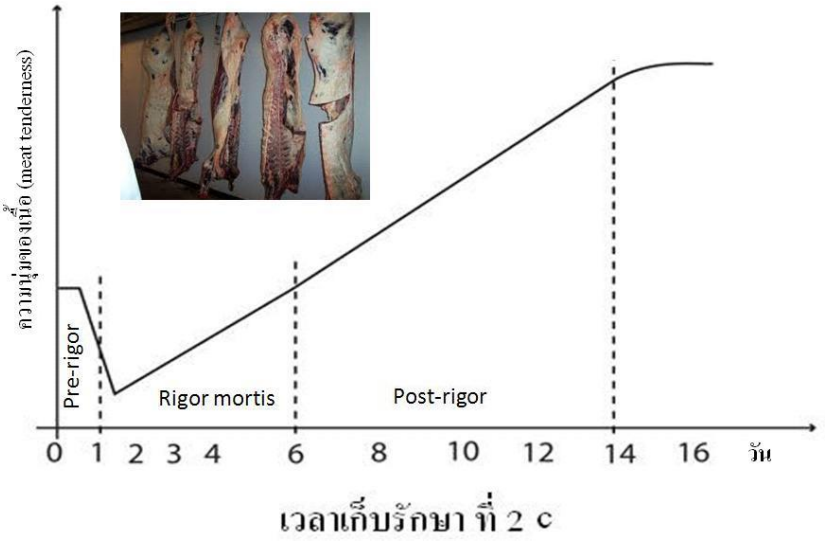
## บทนำ

ในปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญกับคุณภาพเนื้อ และลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อมากขึ้น ซึ่งความนุ่มของเนื้อโคเป็นลักษณะสำคัญที่บ่งบอกถึงคุณภาพของเนื้อ และมีผลอย่างมากต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค โดยผู้บริโภคมีความต้องการเนื้อโคที่มีความนุ่ม (Boleman et al., 1997 อ้างโดย วัชรวิทย์ มีหนองใหญ่, 2557) ความนุ่มของเนื้อโคมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการ ได้แก่ อายุ เพศ อัตราการเกิดไกลโคลิซิส ปริมาณของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันในมัดกล้ามเนื้อ ความยาวของซาร์โคเมียร์ (sarcomere length) สภาวะการยืดหดตัวของกล้ามเนื้อ การสลายตัวของโปรตีนเส้นใยกล้ามเนื้อหลังการฆ่า (proteolysis post-slaughter) อิทธิพลของเอนไซม์ proteinases และปัจจัยด้านไขมันแทรกในเนื้อ (Warner et al., 2010) โดยปัจจัยที่มีผลโดยตรงต่อความนุ่มของเนื้อ คือ ปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) ที่สะสมในเนื้อ ซึ่งส่วนมากจะเป็นคอลลาเจน (collagen effect) และโปรตีนจากเส้นใยกล้ามเนื้อ (actomyosin effect) (Riley et al., 2005) และนอกจากนี้ยังพบว่าระยะเวลาในการบ่มเนื้อ (aging) มีผลต่อความนุ่มของเนื้อโค (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529) อุตสาหกรรมผู้ผลิตเนื้อโคจึงมีการใช้วิธีการบ่มเนื้อเพื่อให้ได้เนื้อโคที่มีคุณภาพดี มีความนุ่มตามความต้องการของผู้บริโภค ในการบ่มเนื้อที่ใช้ระยะเวลา 0, 7, 14, และ 21 วัน แตกต่างกันจะพบว่ามีผลต่อคุณภาพของเนื้อโค ซึ่งเป็นผลเนื่องจากการทำงานของเอนไซม์โปรตีเอส (protease) ที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์ย่อยเส้นใยโปรตีนกล้ามเนื้อ (myofibril) และโปรตีนที่เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เช่น คอลลาเจน มีผลให้เนื้อมีความนุ่มเพิ่มขึ้น ตามระยะเวลาการเก็บรักษา (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2556) วิธีการบ่มเนื้อสามารถทำได้โดยการแขวนซากสัตว์ หรือการบ่มเนื้อชิ้นส่วนใหญ่บรรจุถุงสุญญากาศเก็บในห้องเย็นที่สะอาดอย่างถูกสุขลักษณะ มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสม (1-4 องศาเซลเซียส) เนื้อสัตว์ที่ผ่านการบ่มจะมักกลิ่นรสเฉพาะตัวเกิดจากการสลายตัวของอะดิโนซีนโมโนฟอสเฟต (adinocine monophosphate, AMP) และอินโนซีนโมโนฟอสเฟต (inosine monophosphate, IMP) โดยจุลินทรีย์และยีสต์เป็นตัวการสำคัญในการทำให้เกิดกลิ่น ซึ่งผู้บริโภคมีความต้องการ (สัญชัย จตุรสิทธา, 2555) ดังนั้นสัมมนาฉบับนี้จึงศึกษาเกี่ยวกับระยะเวลาที่เหมาะสมในการบ่มเนื้อที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อโค

### 1.การบ่มเนื้อ (Meat aging)

การบ่มเนื้อสัตว์ (meat aging หรือ ripening หรือบางประเทศอาจเรียกว่า conditioning) คือ การเก็บเนื้อสัตว์หลังการฆ่า ในห้องเย็น ที่อุณหภูมิ ประมาณ 1-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-4 สัปดาห์ ก่อนการบริโภค เพื่อเพิ่มความนุ่มของเนื้อสัตว์ โดยเอนไซม์โปรตีเอสที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์ย่อยเส้นใยโปรตีนกล้ามเนื้อและโปรตีนที่

เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เช่น คอลลาเจน มีผลให้เนื้อมีความนุ่มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา การบ่มซากโค จึงมีผลต่อความนุ่มและรสชาติของเนื้อวัว ซึ่งเป็นสัตว์ใหญ่มากกว่าเนื้อสัตว์ชนิดอื่น ๆ การบ่มทำให้เนื้อมีมูลค่าเพิ่มขึ้นมากว่าเนื้อที่ไม่ได้บ่ม (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2556) เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการรักษาผลิตภัณฑ์ให้นานขึ้นทั้งนี้โดยการเก็บรักษาไว้ภายใต้อุณหภูมิและความชื้นที่ควบคุมได้ วัตถุประสงค์ของการบ่มได้แก่ 1. เพื่อทำให้เกิดรสชาติเฉพาะ 2. ทำให้เนื้อมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไป 3. เพื่อให้ปฏิกิริยาหมักสีสมบูรณ์ 4. เพื่อทำให้แห้งและเกิดการแข็งตัวได้บ้าง (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529)

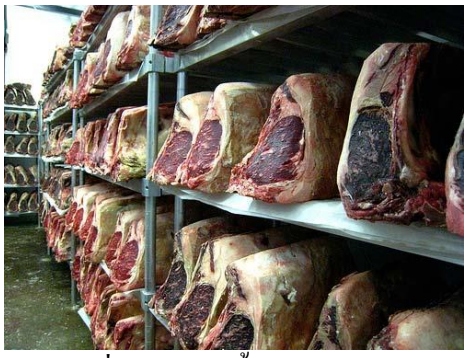



แหล่งที่มา: http://www.foodnetworksolution.com/uploaded/meat%20aging.JPG

**วิธีการบ่มเนื้อสัตว์ ทำได้ 2 วิธีคือ**

1.1 **การบ่มแบบแห้ง (dry aging)** โดยการแขวนซากสัตว์ หรือวางชิ้นเนื้อไว้ในห้องเย็น (cold storage) ที่สะอาด ออกแบบอย่างถูกสุขลักษณะ ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ระหว่างการบ่ม ใช้เวลา 2-4 สัปดาห์ ระหว่างการบ่ม เอนไซม์โปรตีเอส (protease) ที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์ย่อยเส้นใยโปรตีนกล้ามเนื้อ (myofibril) และโปรตีนที่เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เช่น คอลลาเจนมีผลให้เนื้อมีความนุ่มเพิ่มขึ้น ตามระยะเวลาการเก็บรักษาการบ่มแบบนี้ทำให้เกิดการสูญเสียความชื้นจากบริเวณผิวหน้า จะทำให้เกิดเปลือกแข็งรอบซากสัตว์ ซึ่งต้องตัดแต่งออกทิ้งไป เมื่อนำมาปรุงอาหาร เนื้อสัตว์ที่ผ่านการบ่มแบบแห้งจะมีกลิ่นรสเฉพาะตัว เป็นวิธีที่มีค่าใช้จ่ายสูง และใช้เวลานานกว่าการบ่มแบบเปียกการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในห้องบ่มเนื้อสัตว์เพื่อป้องกันการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นสาเหตุการเสื่อมเสียของเนื้อสัตว์

1.2 **การบ่มแบบเปียก (Wet aging)** ทำโดยการบรรจุเนื้อสัตว์หรือซากสัตว์ในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศ (vacuum packaging) หรือในกล่องที่ใช้เพื่อการขนส่ง หรือ จัดจำหน่าย โดยควบคุมอุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษา เพื่อให้เกิดการบ่มภายในบรรจุภัณฑ์ การบ่มวิธีนี้จะช่วยการป้องกันการสูญเสียความชื้นออกจากชิ้นเนื้อ รักษาความฉ่ำของเนื้อ ทำให้เนื้อนุ่มเพิ่มขึ้น และลดการปนเปื้อน ทำให้มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น



ภาพที่ 1 การบ่มเนื้อแบบแห้ง

ภาพที่ 2 การบ่มแบบเปียก

ที่มา http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3354/meat-aging

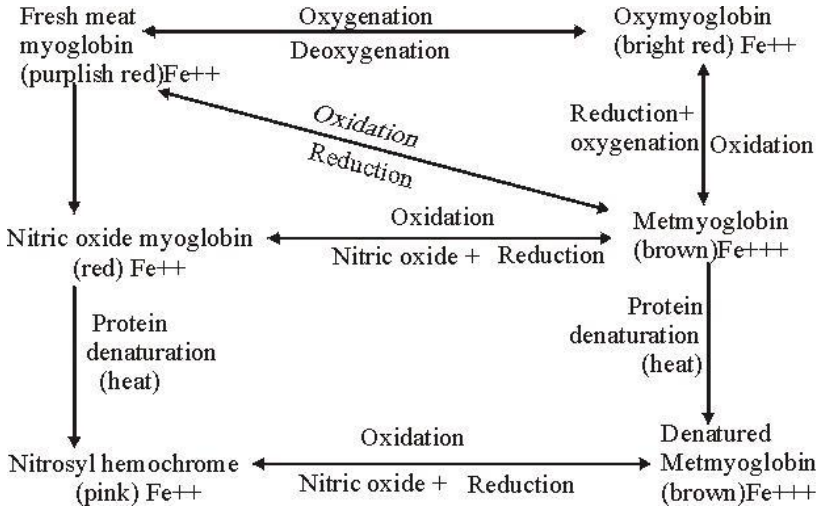
**1.2 ค่าแรงตัดผ่านของเนื้อ (Warner Blatzler shear force value)**

การวัดค่าแรงตัดผ่านของเนื้อ (Warner-Bratzler shear force) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการวัดค่าความเหนียวของเนื้อทั้งในเนื้อดิบและเนื้อสุก วัดได้จากเครื่องวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ซึ่งวัดออกมาเป็นค่าแรงสูงสุด (maximum force; N) และค่าพลังงาน (energy; J) โดยการนำชิ้นเนื้อดิบหรือเนื้อปรุงสุกให้มีอุณหภูมิใจกลางเนื้อ (core temperature) 70 องศาเซลเซียส สำหรับเนื้อปลาและเนื้อโค 72 องศาเซลเซียส คุณสมบัติของโครงสร้างและลักษณะเนื้อสัมผัสมีผลต่อลักษณะของเนื้อ ซึ่งเนื้อมีความเหนียว ความนุ่ม มีผลต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ขึ้นอยู่กับปัจจัยภายในของเนื้อ เช่น การหดเกร็งตัวภายหลังฆ่า (rigor mortis) ไขมันแทรกในเนื้อ (intramuscular fat) เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) ความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) และขนาดของมัดกล้ามเนื้อ (muscle bundle) เป็นต้น (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529) ชนิดของกล้ามเนื้อและสายพันธุ์มีผลต่อค่าแรงตัดผ่านสูงสุด ทั้งนี้เกี่ยวข้องกับปริมาณกล้ามเนื้อเกี่ยวพัน ปริมาณคอลลาเจนในกล้ามเนื้อ และการทำงานของกล้ามเนื้อในแต่ละส่วนมีการทำงานที่แตกต่างกัน และสัมพันธ์กับกล้ามเนื้อเกี่ยวพันที่ทำงานหนัก และทำหน้าที่รองรับน้ำหนักมาก ๆ จะมีปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันจำนวนมากประกอบกับเนื้อเยื่อเกี่ยวพันคุณภาพต่ำ จะส่งผล

ให้เนื้อมีความเหนียวมากขึ้น ดังนั้นปริมาณคอลลาเจน จึงมีความสัมพันธ์กับค่าแรงตัดผ่านที่เป็นดัชนีชี้วัดความเหนียว ความนุ่มของเนื้อได้ (วราภรณ์ เหลืองวันทา, 2548)

**1.3 สี (color)**

สีของเนื้อสัตว์อาจเกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของไมโอโกลบินได้ เมื่อสัตว์ตายจะไม่มีออกซิเจนส่งมายังกล้ามเนื้อไมโอโกลบินจึงอยู่ในรูปปราศจากออกซิเจน (deoxymyoglobin) ถ้าตัดชิ้นเนื้อไมโอโกลบินจะได้รับออกซิเจนจากอากาศรอบ ๆ ทำให้ไมโอโกลบินเปลี่ยนไปอยู่ในรูปออกซีไมโอโกลบิน (oxymyoglobin) บริเวณผิวที่ถูกตัดจะเป็นชมพูสดจนถึงแดงซึ่งจะทำให้ชิ้นเนื้อมีสีแดงขึ้นได้ การบรรจุเนื้อในถาดโฟม หรือพลาสติกซึ่งห่อด้วยฟิล์มพลาสติกที่จำหน่ายตามซุปเปอร์มาเกตทั่วไปจะช่วยให้ออกซิเจนสามารถผ่านแผ่นฟิล์มได้บ้าง จึงทำให้ไมโอโกลบินสามารถเปลี่ยนเป็นออกซีไมโอโกลบินเพื่อให้เนื้อมีสีแดงสดได้ ฟิล์มพลาสติกที่ใช้ห่อหุ้มจึงควร เป็นพลาสติกที่ยอมให้ออกซิเจนผ่านเข้าออกได้ เช่น พวกโพลิไวนิลคลอไรด์ และโพลิเอททิลีน เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ถ้าเนื้อสัมผัสกับอากาศเป็นเวลานานเกินไปอาจทำให้เหล็กในฮีมถูกออกซิไดส์เป็นเฟอริก (Fe++) และไมโอโกลบิน จะเปลี่ยนเป็นเมทไมโอโกลบินซึ่งเป็นสีน้ำตาลออกแดง ทำให้เนื้อกลายเป็นสีน้ำตาลแดงซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของผู้ซื้อ (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2556)




ที่มา: http://meat.tamu.edu/color.html

**การศึกษาผลของระยะเวลาการบ่มแบบแห้งต่อความนุ่มของเนื้อโค**

**ตารางที่ 1** การเปรียบเทียบระยะเวลาการบ่มที่มีผลต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (กิโลกรัมนิวตัน)

| Aging day | *Longissimus dorsi* | *Psoas major* | *Semitendinosus* | Reference |
|---|---|---|---|---|
| 0 | $3.21^{a}$ | 2.58 | $4.49^{a}$ | |
| 7 | $2.45^{a}$ | 2.42 | $3.92^{ab}$ | (1) |
| 14 | $2.14^{b}$ | 2.51 | $3.05^{b}$ | |
| 0 | $5.36^{ABa}$ | $3.67^{B}$ | $6.18^{Aa}$ | |
| 7 | $4.23^{ABab}$ | $3.36^{B}$ | $4.52^{Ab}$ | (2) |
| 14 | $3.15^{Bbc}$ | $3.25^{B}$ | $3.85^{Abc}$ | |
| 21 | $2.79^{Bc}$ | $3.21^{AB}$ | $3.40^{Ac}$ | |
| 1 | $6.95^{Ba}$ | $5.85^{Ca}$ | $7.87^{Aa}$ | |
| 7 | $5.58^{Bb}$ | $3.91^{Cb}$ | $7.45^{Aa}$ | (3) |
| 14 | $4.55^{Bc}$ | $3.65^{Cb}$ | $6.41^{Ab}$ | |
| 21 | $3.45^{Bd}$ | $2.98^{Bb}$ | $6.12^{Ab}$ | |

**หมายเหตุ** ดัดแปลงจาก (1)= Cho et al. (2017), (2) = Cho et al. (2016), (3) = Marino el al. (2015)

$^{a-c}$ ค่าเฉลี่ยของวันที่ในการบ่มที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$)

$^{A-C}$ ค่าเฉลี่ยของกล้ามเนื้อที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$)

จากตารางที่ 1 งานทดลองของ Cho et al. (2016) ศึกษาผลของระยะเวลาการบ่มต่อความนุ่มในเนื้อโค โดยนำกล้ามเนื้อโค 3 ส่วนคือ *Longissimus dorsi* (LD), *Psoas major* (PM) และ *Semitendinosus* (SM) มาบ่มที่ระยะเวลา 0, 7 และ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส พบว่า กล้ามเนื้อแต่ละส่วนมีผลต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (WBSF) ที่แตกต่างกัน โดยกล้ามเนื้อส่วน LD ที่ระยะเวลาการบ่ม 14 วัน มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อที่ต่ำที่สุดคือ 2.14 กิโลกรัมนิวตัน มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$) กับวันที่ 0 และ วันที่ 7 ในส่วนกล้ามเนื้อ PM ที่ระยะเวลาการบ่ม 7 วัน มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ต่ำสุด คือ 2.42 กิโลกรัมนิวตัน ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.05$) กับวันที่ 0 และ วันที่ 14 ในส่วนกล้ามเนื้อ SM ที่ระยะเวลาการบ่ม 14 วัน มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำสุด คือ 3.05

กิโลกรัมนิวตัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับวันที่ 7 สอดคล้องกับงานทดลองของ Cho et al. (2016) ได้ทำการทดลองนำเนื้อโคมาบ่มที่ระยะเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส รายงานว่า กล้ามเนื้อส่วน LD ที่ระยะเวลาการบ่ม 21 วัน ให้ค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำสุด คือ 2.79 กิโลกรัมนิวตัน แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับวันที่ 14 กล้ามเนื้อส่วน PM ให้ค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำที่สุดในวันที่ 21 แต่ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับวันอื่น ๆ และกล้ามเนื้อส่วน SM ที่ระยะการบ่ม 21 วัน ให้ค่าแรงตัดผ่านเนื้อที่ 3.40 กิโลกรัมนิวตัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับวันที่ 14 เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างกล้ามเนื้อทั้ง 3 ส่วนต่อระยะเวลาการบ่มในแต่ละวัน พบว่า ในระยะเวลาการบ่มวันที่ 0 และ วันที่ 7 กล้ามเนื้อส่วน PM มีคามแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) กับกล้ามเนื้อส่วน SM แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับกล้ามเนื้อส่วน LD ที่ระยะเวลาการบ่มวันที่ 14 พบว่า กล้ามเนื้อส่วน SM มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$) กับกล้ามเนื้อส่วน LD และกล้ามเนื้อส่วน PM ส่วนในระยะเวลาการบ่มที่ 21 วัน พบว่า กล้ามเนื้อส่วน LD มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$) กับกล้ามเนื้อส่วน SM แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับกล้ามเนื้อส่วน PM และในการทดลองของ Marino el al. (2015) ได้ทำการทดลองนำเนื้อโคมาบ่มที่ระยะเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส รายงานว่า กล้ามเนื้อส่วน LD ให้ค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำที่สุด คือ 3.45 กิโลกรัมนิวตัน ในวันที่ 21 มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับวันอื่น ๆ ในกล้ามเนื้อส่วน PM มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำที่สุด คือ 2.98 กิโลกรัมนิวตัน ในการบ่มที่ 21 วัน ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.05$) กับวันที่ 7 และวันที่ 14 แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) กับวันที่ 1 ส่วนกล้ามเนื้อ SM พบว่า มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำที่สุดในวันที่ 21 แต่ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.05$) กับวันที่ 14 เพราะเมื่อเวลานานการบ่มเพิ่มขึ้นเป็น 14 หรือ 21 วัน ความนุ่มจะเพิ่มขึ้นอีกเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้อาจมีผลเนื่องมาจากมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเอ็มไซม์ในเนื้อระหว่างการบ่ม ซึ่งระยะเวลาของการบ่มเนื้อที่ยาวนานขึ้นจะทำให้สภาพแวดล้อมภายในเนื้อเกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี คือทำให้ แอกโทไมโอซิน ถูกตัดขาด ณ บริเวณ Z-line ทำให้ความตึงตัวลดลงและเป็นเหตุให้เนื้อมีความนุ่มเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ขณะบ่มซากมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในเนื้อโดยสารย่อย คาเทปซินเกิดการรั่วไหลออกมานอกเซลล์ แล้วเข้าไปย่อยโปรตีน บริเวณ Z-line ดังกล่าว จึงทำให้ซาร์โคเมียร์ มีความยาวขึ้นและเนื้อมีความนุ่มขึ้น (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529) เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างกล้ามเนื้อทั้ง 3 ส่วนต่อระยะเวลาการบ่มในแต่ละวัน พบว่า ในวันที่ 1, 7, 14 และ 21 วันกล้ามเนื้อทั้ง 3 ส่วน มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$) เห็นได้ว่าเมื่อระยะเวลาบ่มเนื้อโคเพิ่มขึ้นทำให้มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อลดลง แสดงให้เห็นว่าเนื้อที่ผ่านการบ่มมีความนุ่มเพิ่มมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงในความนุ่มนี้

ถือว่าเป็นผลดีจากการแช่เย็นซากเป็นเวลานานหรือการบ่ม ซึ่งนับเป็นปัจจัยสำคัญของปรากฏการณ์ที่เรียกว่าการคลายตัว (resolution) เยื่อใยของกล้ามเนื้อหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าการอ่อนตัวของเยื่อใยของกล้ามเนื้อซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างของเส้นใยย่อย ทำให้ซาร์โคเมียร์ขยายตัวกว้างออกไปกว่าที่เคยหดสั้นลง และเป็นผลให้เนื้อนุ่มกว่าเดิม (ณฐมน เสมือนคิด, 2548)

**ผลของการศึกษาค่าสีที่เปลี่ยนตามระยะการบ่ม**

การวัดค่าสีของเนื้อแบบ CIELAB มีการใช้ค่าวัดอยู่ 3 ลักษณะคือ Lightness (L*) คือ ค่าแสดงความสว่างของเนื้อ ค่า Redness (a*) คือ แสดงความเป็นสีแดงและเขียว ค่าบวกเป็นสีแดง ค่าลบเป็นสีเขียว หรือเนื้อเน่า และ ค่า Yellowness (b*) แสดงความเป็นสีเหลืองของเนื้อ หากค่าเป็นบวก คือ สีเหลือง มีค่าเป็นลบ คือง สีน้ำเงิน จากการศึกษางานของ Cho et al. (2017) ที่ทำการทดลองโดยนำเนื้อมาบ่ม ที่ระยะเวลา 0, 7 และ 14 วัน พบว่า เนื้อส่วน *Longissimus dorsi* (LD) พบว่ามีค่า Lightness (L*) เท่ากับ 46.77, 48.25, 47.22 ตามลำดับ แสดงว่าระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้นทำให้ค่าความสว่างของเนื้อมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ค่า Redness (a*) พบว่าเมื่อระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้นจากวันที่ 0, 7, 14 ค่า a* มีค่าเท่ากับ 24.32, 23.80 และ 21.33 ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มลดลงแสดงว่าเนื้อเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเขียวคล้ำ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) และค่า Yellowness (b*) เมื่อระยะเวลาการบ่มที่ 0, 7 และ 14 วัน b* มีค่า 13.74, 13.61 และ 12.23 ลดลงตามลำดับ ขัดแย้งกับงานทดลอง Cho et al. (2016) ที่ทดลอง นำเนื้อมาบ่มที่ระยะเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน พบว่า ค่า L* , a* และ b* มีค่าเพิ่มขึ้นตามการบ่มที่เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งงานทดลอง Cho et al. (2016) เป็นไปในแนวทางเดียวกันกับงานของ Maurice and et al. (2018) ที่ทดลองในระยะเวลาการบ่มที่ 0, 7, 14 และ 21 วัน พบว่า ค่า L*, a* และ b* ที่มีค่าเพิ่มขึ้น แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p>0.05$ ค่าความสว่างของเนื้อที่เพิ่มขึ้นเกิดจากในเนื้อมีความชุ่มน้ำทำให้เกิดการกระจายตัวของแสงในวงกว้าง ค่าความเป็นสีแดงมีค่าเพิ่มมากขึ้นจากการบ่มเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นเนื้อแปรสภาพจากสีแดงเป็นสีเขียวเพราะจุลินทรีย์ถูกทำลายทำให้ไมโอโกลบินถูกทำลายและค่าความเป็นสีเหลืองของเนื้อมีค่าเพิ่มขึ้นทำให้เนื้อมีสีเข้มขึ้น เปลี่ยนแปลงของสีเนื้อเกิดจากรงควัตถุที่มีอยู่ในเนื้อประกอบด้วยโปรตีน 2 ชนิด คือ ไมโอโกลบินของกล้ามเนื้อและฮีโมโกลบิน การที่เนื้อสัตว์ต่างชนิดมีสีต่างกันเนื่องจากความแตกต่างของปริมาณไมโอโกลบินในกล้ามเนื้อ สีของเนื้อในบริเวณที่ใช้พลังงานสูงจะมีสีเข้มกว่าส่วนที่ใช้พลังงานต่ำ (ณภัทร วิศวะกุล, มมป)

**ตารางที่ 2 ผลของระยะเวลาการบ่มต่อค่าสีของเนื้อ** (*Longissimus dorsi)*

| Aging time | Lightness (L*) | Redness (a*) | Yellowness (b*) | Reference |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 46.77 | 24.32 | 13.74 | |
| 7 | 48.25 | 23.80 | 13.61 | (1) |
| 14 | 47.22 | 21.33 | 12.23 | |
| 0 | 33.12 | 11.46 | 6.37 | |
| 7 | 36.00 | 17.97 | 7.31 | (2) |
| 14 | 36.41 | 18.11 | 7.20 | |
| 21 | 36.14 | 18.09 | 7.31 | |
| 0 | 34.00 | 20.59 | 10.40 | |
| 7 | 39.34 | 27.51 | 15.52 | (3) |
| 14 | 39.33 | 24.44 | 13.88 | |
| 21 | 40.98 | 28.23 | 16.50 | |

**หมายเหตุ** ดัดแปลงจาก (1)= Cho et al. (2017), (2)= Cho et al. (2016), (3)= Maurice and et al. 2018

## สรุป

ระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มมากขึ้นทำให้เนื้อมีความนุ่มขึ้น โดยวัดจากค่าแรงตัดผ่านเนื้อที่ลดลง โดยระยะเวลาที่ทำให้มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำที่สุดคือวันที่ 21 ของการบ่ม แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับวันที่ 14 ของการบ่ม ส่วนค่าสีของเนื้อที่เปลี่ยนแปลงไปมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยสีและความนุ่มของเนื้อมีผลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค แนะนำให้บ่มที่ระยะเวลา 14 วันเพราะมีความนุ่มที่ไม่ต่างกับวันที่ 21 และประหยัดค่าใช้จ่ายในการบ่ม

## เอกสารอ้างอิง


ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. “**วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์”**. กรุงเทพฯ. ไทยวัฒนาพานิช. 276 หน้า

ณฐมน เสมือนคิด. 2548. **“เทคโนโลยีเนื้อและผลิตภัณฑ์”.** สงขลา. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา. 352 หน้า

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2556. “**เกรดคุณภาพซากเนื้อวัว”**. http://www.foodnetwork solution.com. 15 มกราคม

วัชรวิทย์ มีหนองใหญ่.2557 “ปัจจัยที่มีผลต่อความนุ่มของเนื้อโค”. **แก่นเกษตร** 42 (3) : 443-452

สัญชัย จตุรสิทธา. 2555. “**เทคโนโลยีเนื้อสัตว์”.** เชียงใหม่: ธนบรรณการพิมพ์. 335 หน้า

ณภัทร วิศวะกุล. ม.ป.ป. **“Introduction to food”.** http://www.human.cmu.ac.th/ home /hc/ebook /006126/05-06.pdf. 07 มีนาคม

Boleman, S. and et al. 1997. “Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness”. **Journal of Animal Science. 75: 1521-1524.**

Cho, S. and et al. 2016. “Effect of aging time on physicochemical meat quality and sensory property of Hanwoo bull beef ”. **Korean Journal for Food Science of Animal Resources**. 36(1): 68-76.

Cho, S. and et al. 2017. “Effect of aging and freezing condition on meat quality and storage stability of 1++ grade Hanwoo steer beef ”. **Korean Journal for Food Science of Animal Resources**.37(3):440-448.

Marino, R. della Malva, A. and Albenzio, M. 2015. “proteolytic changes of myofiberillar proteins in Podolian meat quality during aging : focusing on tenderness1”. **Journal of Animal Science. 93:1376-1387.**

Maurice, G. and et al. 2018. “Sensory and Physiochemical Comparison of Traditional Bone-In Dry-Aged Beef Loin with Bone-Less Dry Ageing and Ageing Using a Moisture Permeable Bag**” Food and Nutrition Sciences.** 9:1078-1098

Wulf, D. M. and Wise, J. W. 1999. “Measuring muscle color on beef carcasses using the L*a*b* color space” **Journal of Animal Science. 77(9): 2418-2427**