

ผลของระดับความรุนแรงของตำหนิริ้วสีขาวในอกไก่ต่อคุณภาพเนื้อไก่
(Effects of white striping level on breast meat quality in broiler)

ปวีรัตน์ สุดใจ

Pawanrat Sudjai

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

สัมมนาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระดับความรุนแรงของตำหนิริ้วสีขาวในเนื้ออกไก่ต่อคุณภาพเนื้อ โดยทำการรวบรวมและศึกษาเอกสารทางวิชาการ 14 ฉบับ ตั้งแต่ปี พ.ศ.2536-2564 ส่วนใหญ่แบ่งระดับความรุนแรงของตำหนิริ้วสีขาวในเนื้ออกไก่เป็น 3 ระดับ คือ เกิดตำหนิริ้วสีขาวระดับปกติ (Non) ตำหนิริ้วสีขาวระดับต่ำ (Mild) และตำหนิริ้วสีขาวระดับปานกลาง (Moderate) จากการรวบรวมข้อมูล พบว่า เนื้ออกไก่ที่มีตำหนิริ้วสีขาวระดับปานกลางมีค่า pH สูงกว่ากลุ่มที่ไม่พบรอยตำหนิริ้วและระดับต่ำ ($P<0.05$) เนื้อไก่ที่มีระดับตำหนิริ้วสีขาวระดับต่ำและปานกลางมีลักษณะสีขาวซีด ส่งผลให้ค่าความสว่าง (L^*) สูงขึ้นและค่าความเป็นสีแดงของเนื้อ (a^*) เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับเนื้อไก่ที่มีตำหนิริ้วสีขาวระดับปกติ ($P<0.05$) องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ พบว่า เนื้อไก่ที่มีระดับตำหนิริ้วสีขาวระดับปานกลางจะมีปริมาณไขมันและระดับคอเรสเตอรอลเพิ่มขึ้น ปริมาณโปรตีนในเนื้อลดลง ($P<0.05$) แต่ไม่ส่งผลต่อความชื้นในเนื้ออกไก่ ($P>0.05$) อีกทั้งเนื้ออกไก่ที่มีตำหนิริ้วสีขาวระดับปานกลางมีปริมาณคอลลาเจนชนิดที่ละลายได้ ปริมาณคอลลาเจนชนิดที่ไม่ละลาย และคอลลาเจนทั้งหมดสูงกว่ากลุ่มที่ไม่พบรอยตำหนิริ้วสีขาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เช่นเดียวกับค่าแรงตัดผ่านเนื้อที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับเนื้อไก่ที่มีตำหนิริ้วสีขาวระดับปกติ ($P<0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่า เนื้อไก่ที่มีระดับตำหนิริ้วสีขาวระดับต่ำและปานกลางมีความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ระดับความรุนแรงของตำหนิริ้วสีขาวในเนื้ออกไก่มีผลต่อคุณภาพเนื้อ โดยมีเนื้อไก่ที่มีระดับตำหนิริ้วสีขาวที่รุนแรงขึ้นมีความสัมพันธ์ในทางลบต่อคุณภาพเนื้อไก่ที่ลดลง และการเกิดตำหนิริ้วสีขาวบนผิวเนื้อไก่อาจส่งผลต่อลักษณะปรากฏที่ไม่พึงประสงค์ในการเลือกซื้อเนื้อไก่ของผู้บริโภค ซึ่งเป็นการลักษณะเนื้อที่ผิดปกติที่มีผลต่อการสูญเสียทางเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมไก่เนื้อ ทั้งนี้อาจจะมีการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของการปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดตำหนิริ้วสีขาวบนผิวเนื้อไก่ต่อไปในอนาคตเพื่อเป็นประโยชน์และแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว

คำสำคัญ: ตำหนิริ้วสีขาว, เนื้ออกไก่, คุณภาพเนื้อ, เนื้ออกไก่

บทนำ

อุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่เนื้อได้มีการพัฒนาและขยายตัวอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากไก่เนื้อเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญและนิยมบริโภคอย่างกว้างขวางโดยขึ้นส่วนที่ผู้บริโภคนิยมมากที่สุด คือ เนื้อส่วนอกไก่ (chicken breast) เนื่องจากเป็นเนื้อส่วนที่ไม่ติดมัน มีปริมาณไขมันต่ำ และคุณค่าทางโปรตีนสูง (สุภาพรรณ และคณะ, 2563) การผลิตไก่เนื้อได้มีการพัฒนาสายพันธุ์ไก่เนื้อให้มีอัตราการแลกเนื้อและคุณภาพซากดี มีการสร้างกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็ว ซึ่งการสร้างกล้ามเนื้อหรือการเพิ่มปริมาณกล้ามเนื้อมีการสร้าง 2 แบบ คือ การเพิ่มจำนวนเซลล์ (hyperplasia) และการเพิ่มขนาดเซลล์ (hypertrophy) (Berriet al., 2007) โดยการเพิ่มน้ำหนักจะขึ้นอยู่กับปริมาณของกล้ามเนื้อในขณะที่สัตว์มีชีวิต ซึ่งในปัจจุบันในไก่เนื้อมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว มีการเพิ่มขนาดเซลล์ของกล้ามเนื้อส่งผลทำให้เนื้อมีคุณภาพต่ำ (Koomkrong et al., 2016) การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักไก่มีชีวิตเป็นสองเท่า ระยะเวลาการเลี้ยงสั้นลง ซึ่งมีผลทำให้เกิดความผิดปกติบนกล้ามเนื้อเป็นตำหนิริ้วสีขาว (white striping, WS) มีลักษณะปรากฏเป็นเส้นสีขาวที่มีขนาดความกว้างน้อยกว่า 1-2 มิลลิเมตร ขนานไปกับทิศทางของเส้นใยกล้ามเนื้อทั้งเนื้อหน้าอก และสามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า (Campo et al., 2020; Mello et al., 2021) ซึ่งมีผลต่อการตัดสินใจในการเลือกซื้อเนื้อไก่ของผู้บริโภค ส่งผลให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจ (Kuttappan et al., 2012) มีงานวิจัยหลายฉบับพบว่า ไก่เนื้อที่มีน้ำหนักมากมีอัตราการเกิดตำหนิริ้วสีขาวสูงกว่าไก่ที่มีน้ำหนักน้อยซึ่งเกี่ยวข้องกับอัตราการเจริญเติบโตที่รวดเร็วแบบแปรผกผัน และสัดส่วนของกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นอาจส่งผลให้เกิดโรคที่มีความสัมพันธ์กับการเสื่อมของกล้ามเนื้อ ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการปรับปรุงพันธุกรรมสัตว์ (Lorenzi et al., 2014; Russo et al., 2015; Trocino et al., 2015) ดังนั้นสมมติฐานนี้จึงรวบรวมข้อมูลผลของระดับความรุนแรงของตำหนิริ้วสีขาวในอกไก่ต่อคุณภาพเนื้อไก่ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการเลือกซื้อเนื้ออกไก่และเป็นการตัดสินใจในการเลือกซื้อของผู้บริโภคต่อไป

ตำหนิริ้วสีขาว (White striping)

ตำหนิริ้วสีขาว (white striping : WS) เป็นลักษณะโรคหรืออาการผิดปกติของกล้ามเนื้อ (myopathy) ในไก่ที่แสดงออกด้วยการปรากฏร่องรอยของเส้นสีขาวพาดผ่านเนื้อไก่ในทิศทางเดียวกันกับเส้นใยของกล้ามเนื้อโดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณเนื้ออกของไก่ โดยเส้นสีขาวดังกล่าวนี้เกิดจากการสะสมของไขมันและการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) ในกล้ามเนื้อ มีการประมาณกันว่าเกินกว่าครึ่งของจำนวนไก่ในอิตาลี ฝรั่งเศส สเปน บราซิล และสหรัฐอเมริกามีอาการของโรคดังกล่าวนี้ ซึ่งมันได้สร้างปัญหาและความเสียหายทางเศรษฐกิจให้กับอุตสาหกรรมไก่เนื้อเป็นมูลค่ามหาศาล เช่นเดียวกับโรคกล้ามเนื้อผิดปกติในไก่ชนิดอื่น (Mello et al., 2021) สาเหตุของการเกิดตำหนิริ้วสีขาว มีความเกี่ยวข้องกับอัตราการเจริญเติบโตและการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของเซลล์กล้ามเนื้อส่งผลให้หลอดเลือดและเส้นเลือดมีไม่เพียงพอต่อการหล่อเลี้ยงเนื้อเยื่อที่เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วแบบผิดปกติ

ธรรมชาติ (insufficient vascularisation) นอกจากนี้ภาวะที่เซลล์ถูกออกซิไดซ์เกินสมดุล (oxidative stress) ส่งผลให้สารอนุมูลอิสระเข้าไปทำลายระบบต่างๆภายในเซลล์กล้ามเนื้อจนเกิดร่องรอยของตำหนิ ริ้วสีขาวที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าและลักษณะทางประสาทสัมผัส (Petracci et al., 2019) นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะรอยโรคของกล้ามเนื้อที่ผิดปกติดังกล่าว สามารถพบได้ทุกส่วนของเนื้อไก่ เช่น กล้ามเนื้อน่อง สะโพกหรือเอ็น แต่บริเวณที่พบได้มากที่สุด คือ บริเวณกล้ามเนื้ออก อย่างไรก็ตามงานวิจัยในปัจจุบันรายงานว่าเนื้อไก่ที่มีลักษณะผิดปกติเกิดรอยตำหนิ ริ้วสีขาวไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ในด้านการบริโภค แต่พบว่าลักษณะผิดปกติเช่นนี้มีผลต่อคุณภาพเนื้อและลักษณะทางประสาทสัมผัส โดยมีอัตราส่วนของไขมันและกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (MUFA) ที่สูงเกินกว่าไก่ในสภาวะปกติ ซึ่งเป็นไขมันดี รวมทั้งมีปริมาณโปรตีนและกรดไขมันไม่อิ่มตัว (PUFA) ต่ำกว่าเนื้อไก่ลักษณะปกติ (Bailey et al., 2015) ปัจจัยหลักในการเกิดตำหนิ ริ้วสีขาวคือ การจัดการการให้อาหารที่มีพลังงานและโปรตีนสูง อีกหนึ่งสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัจจัยเหล่านี้ก็คือการคัดเลือกทางพันธุกรรมและวิธีการเลี้ยงที่มุ่งตอบสนองต่อการขยายตัวของผู้บริโภค โดยในส่วนของ การคัดเลือกทางพันธุกรรมนั้นเกิดจากผสมและตัดแต่งพันธุกรรมของไก่ให้ได้ไก่เลี้ยงที่มีอัตราการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว อายุของสัตว์ เช่นสัตว์ที่อายุมากจะมีเนื้อที่เหนียวกว่าสัตว์ที่อายุน้อย เพศ การจำกัดปริมาณอาหาร สิ่งเหล่านี้ถูกเชื่อมโยงเข้ากับสาเหตุการเกิดตำหนิ ริ้วสีขาวทั้งสิ้น (Bauermeister et al., 2009) งานวิจัยหลายฉบับชี้ชัดเจนว่าไก่เนื้อที่มีน้ำหนักมากมีอัตราการเกิดตำหนิ ริ้วสีขาวสูงกว่า ไก่ที่มีน้ำหนักน้อย และการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว และสัดส่วนของกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้น อันเป็นผลมาจากการปรับปรุงพันธุ์กรรมสัตว์ (Kuttappan et al., 2012)



Figure 1 Broiler breast muscle (*pectoralis major*) with a firm and diffuse consistency, exhibiting a degree of white striping classified as severe

Source: Ferreira et al. (2014)

การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ (growth of muscle tissue)

การเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อแบ่งเป็น 2 แบบ คือ การเพิ่มจำนวนเซลล์ (hyperplasia) และการเพิ่มขนาดเซลล์ (hypertrophy) โดยการเปรียบเทียบลักษณะของเส้นใยกล้ามเนื้อระหว่างไก่ 2 สายพันธุ์พบว่า ไก่ที่มีการเจริญเติบโตเร็วมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเซลล์กล้ามเนื้อใหญ่จึงทำให้เยื่อหุ้มของเซลล์กล้ามเนื้อ (endomysium) ที่เป็นส่วนของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันมีลักษณะบางกว่าในเยื่อหุ้มเซลล์กล้ามเนื้อของไก่ที่มีการเจริญเติบโตช้าจึงเป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่ทำให้เนื้อของไก่พื้นเมืองมีลักษณะเหนียว เพราะในเนื้อเยื่อเกี่ยวพันจะมีองค์ประกอบของเส้นใยได้แก่ เส้นใยคอลลาเจน (collagen fiber) เส้นใยอีลาสติก (elastic fiber) และเส้นใยร่างแห (reticular fiber) เป็นต้น อย่างไรก็ตามนอกจากปัจจัยในเรื่องสายพันธุ์แล้วยังมีปัจจัยทางด้านอายุเพศและชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อโดยพบว่าสัตว์ที่มีอายุมากมีพื้นที่หน้าตัดและความหนาของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน perimysium และ endomysium สูงกว่าสัตว์ที่มีอายุน้อย ในระยะตัวอ่อน และระยะทารกนั้น เซลล์ของกล้ามเนื้อหรือที่นิยมเรียกกันว่า เส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle fiber) จะรวมตัวกันเข้าเป็นกลุ่มๆ หรือที่เรียกกันว่าเป็น muscle bundle แต่ละเส้นใยกล้ามเนื้อในช่วงทั้งสองนี้จะขยายตัวของมันเองเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่ส่วนใหญ่ที่ทำให้หน้าหนากล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้นนั้นจะเนื่องมาจาก hyperplasia หรือการเพิ่มจำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อมากกว่าเหตุผลอื่น ส่วนในเวลาใกล้คลอดนั้นการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อจะเนื่องมาจากการเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อมากกว่าการเพิ่มจำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อ ส่วนใหญ่ของการขยายตัวของกล้ามเนื้อจะเกิดขึ้นตั้งแต่ช่วงหลังคลอดเป็นต้นไป และเมื่อสัตว์เติบโตไปเรื่อยๆ จนใกล้จะถึงขนาดโตเต็มที่ (maturity) นั้น การขยายตัวดังกล่าวก็จะลดน้อยลงไปเรื่อย

ผลของระดับความรุนแรงตำหนิร้าวสีขาวในไก่เนื้อต่อคุณภาพเนื้อ

สุภาพรรณ และคณะ (2563) ทำการสำรวจเนื้ออกไก่กระທงที่พบตำหนิร้าวสีขาวและศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมีกายภาพ (Table 1) ระหว่างการเก็บรักษาจาก 4 บริษัท คือ บริษัท A, B, C และ D ที่มีการวางจำหน่ายแบบบรรจุสุญญากาศในห้างสรรพสินค้า เขตลาตกระบัง กรุงเทพมหานคร ทำการสำรวจทั้งหมด 15 ครั้ง ทำการเก็บข้อมูลเนื้ออกไก่กระທงแบบสุ่ม จำนวน 60 ชิ้น และการจัดระดับความรุนแรงของการเกิดตำหนิร้าวสีขาวออกเป็น 3 กลุ่มการทดลอง คือ กลุ่มที่ 1 เกิดตำหนิร้าวสีขาวระดับปกติ (non-ws) คือ ไม่พบตำหนิร้าวสีขาว กลุ่มที่ 2 เกิดตำหนิร้าวสีขาวระดับต่ำ (mild ws) คือ ตำหนิร้าวสีขาวขนาด ≤ 0.5 มิลลิเมตร จำนวน 1-40 เส้น และกลุ่มที่ 3 เกิดตำหนิร้าวสีขาวระดับปานกลาง (moderate ws) คือ ตำหนิร้าวสีขาวจำนวนมากกว่า 40 เส้น หรือตำหนิร้าวสีขาวมีความหนาของขนาด 1-1.9 มิลลิเมตร จำนวน 1-5 เส้น (Figure 2) พบว่า ระดับการพบตำหนิร้าวสีขาวไม่มีผลต่อการสูญเสีย น้ำจากการแช่แข็ง แต่มีผลต่อค่าการสูญเสีย น้ำระหว่างการปรุงสุก ซึ่งส่งผลให้มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ($P < 0.001$) สูงกว่ากลุ่มที่ไม่พบตำหนิร้าวสีขาว พบว่า ระดับการเกิดตำหนิร้าวสีขาวมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงตัดผ่านเนื้อ

โดยเนื้ออกไก่ที่เกิดตำหนิริ้วสีขาวระดับปานกลางมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเกิดการเสื่อมของเส้นใยกล้ามเนื้อจึงส่งผลให้โปรตีนใน myofibrillar และ sarcoplasmic ลดลง (Mudalal et al., 2014) ซึ่งโปรตีน myofibrillar และ sarcoplasmic นอกจากนี้ค่าแรงตัดผ่านเนื้อยังเกี่ยวข้องกับความสามารถในการอุ้มน้ำ การสูญเสียน้ำออกจากเนื้อในระหว่างการเก็บรักษาและระหว่างการปรุงสุก เป็นตัวชี้วัดที่สำคัญเนื่องจากสามารถอธิบายได้ถึงการสูญเสียโภชนาในเนื้อออกมาพร้อมกับน้ำที่สูญเสียไปซึ่งทำให้มีผลกระทบต่อค่าความฉ่ำน้ำ ความชุ่มฉ่ำเป็นผลมาจากการที่กล้ามเนื้อมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำ เพราะน้ำในเนื้อช่วยหล่อลื่นขณะทำการเคี้ยวก่อนที่จะกลืน ความชุ่มของเนื้อยังเป็นปัจจัยสำคัญด้านการบริโภคเนื้อ มีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง คือ โครงสร้างของกล้ามเนื้อ (Winger, 1999) ซึ่งมีผลด้านความสามารถในการอุ้มน้ำ

เนื้อที่มีลักษณะเหนียว แห้งและหยาบ จึงทำให้ค่าแรงตัดผ่านและพลังงานที่ใช้ในการตัดเนื้อสูง (เยาวลักษณ์, 2536) ความนุ่มของเนื้อ (tenderness) ขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ พันธุ์สัตว์ อายุ ชนิดของกล้ามเนื้อ ปริมาณของไขมันที่แทรกอยู่ในเนื้อ การเปลี่ยนแปลงทางเคมีในกล้ามเนื้อสัตว์ภายหลังการฆ่าและระยะเวลาในการบ่มเนื้อ ความนุ่มของเนื้อจะมีผลโดยตรงต่อเนื้อสัมผัสของเนื้อซึ่งส่งผลต่อความน่ารับประทานของเนื้อด้วย สำหรับผู้บริโภคความนุ่มเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดความรู้สึกว่าเนื้ออร่อยหรือไม่เนื้อที่มีความนุ่มย่อมง่ายต่อการกัดหรือเคี้ยว เมื่อสัมผัสกับเนื้อเยื่อบริเวณแก้มและลิ้นจะทำให้รู้สึกอ่อนนุ่มและเมื่อเคี้ยวไประยะหนึ่งเนื้อจะยุ่ยละเอียด จึงทำให้ผู้บริโภคเกิดความพอใจเนื้อที่มีความนุ่มได้มากกว่าเนื้อที่เหนียวความนุ่มของเนื้อสัตว์ขึ้นอยู่กับพันธุ์ วิธีการเลี้ยงดูกรรมวิธีการ ปฏิบัติที่ได้รับก่อนฆ่า ระหว่างฆ่าและหลังฆ่า วิธีเตรียมเพื่อบริโภค ปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน พันธุ์สัตว์ อายุและการดูแล ไม่ให้สัตว์มีความเครียดก่อนการฆ่ารวมถึงการบ่มจะช่วยให้เนื้อมีความนุ่มขึ้น (สัญชัย, 2555) ส่วนค่า pH และค่าการออกซิเดชันของไขมัน สูงกว่ากลุ่มที่ไม่พบตำหนิริ้วสีขาว ($P = 0.05$) ค่าการออกซิเดชันของไขมันเพิ่มขึ้นในกลุ่มที่เกิดตำหนิริ้วสีขาว รายงานว่า ลักษณะตำหนิริ้วสีขาว เป็นลักษณะโรคหรืออาการผิดปกติของกล้ามเนื้อ เกิดจากการสะสมของไขมันและการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันในกล้ามเนื้อเนื่องจากเนื้ออกไก่ที่มีปริมาณไขมันเยอะ ทำให้เกิดการออกซิเดชันของไขมันสูงขึ้นด้วย เนื้อมีค่าความชื้นเพิ่มมากขึ้น (Mudalal et al., 2015) นอกจากนี้ยังพบว่า ตำหนิริ้วสีขาวมักเกิดภาวะที่เซลล์ถูกออกซิไดซ์เกินสมดุล ส่งผลให้สารอนุมูลอิสระเข้าไปทำลายระบบต่างๆภายในเซลล์กล้ามเนื้อ (Petracci et al., 2019)

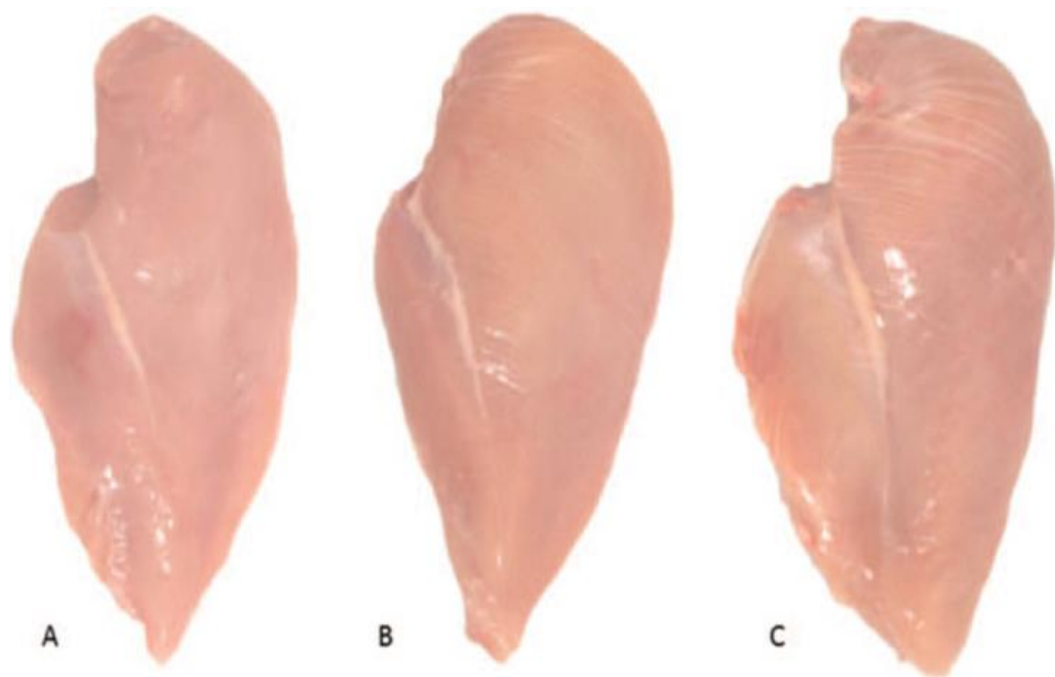


Figure 2 Classification of broiler breast meat according to severity of white striping. Non-WS, Mild WS, Moderate WS

Source: Kuttappan et al. (2012)

ด้านสีของเนื้อ พบว่า ค่าความสว่างของเนื้อ (L^*) เพิ่มขึ้นตามระดับความรุนแรงของการเกิดตำหนิ ริ้วสีขาวระดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) ซึ่งค่าความ L^* มีความสัมพันธ์แปรผันตรงกับค่าสีแดง (a^*) ในเนื้อ สีของเนื้อเป็นความรู้สึกระการแรกสำหรับผู้บริโภคสามารถสัมผัสได้ และเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่ทำให้ผู้บริโภคตัดสินใจในการเลือกซื้อ ตามมาตรฐานสีเนื้อโดยทั่วไป NPPC (2000) มีค่า L^* เท่ากับ 37-49 แต่ในเนื้อไก่มีค่า L^* เท่ากับ 42-50 ถือเป็นลักษณะของสีเนื้อปกติ (Allen et al., 1998) ตำหนิริ้วสีขาวเกี่ยวข้องกับอัตราการเจริญเติบโตและการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของเซลล์กล้ามเนื้อส่งผลให้หลอดเลือดและเส้นเลือดไม่เพียงพอต่อการหล่อเลี้ยงเนื้อเยื่อที่เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วแบบผิดปกติ (Petracci et al. 2019) จึงผลให้เนื้อมีการสะสมของไมโอโกลบินในกล้ามเนื้อลดลง เนื้อจึงมีความสว่างเพิ่มขึ้น (สัญญาชัย, 2555) อย่างไรก็ตาม พบว่า การเกิดตำหนิริ้วสีขาวไม่ส่งผลต่อค่าสีเหลือง (b^*) และค่าสีแดงของเนื้อ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

Table 1 Effect of white striping severity level in broiler chickens on meat quality.

	Non	Mild	Moderate	P-Value
Drip loss (%)	2.14	2.25	2.13	ns
Thawing loss (%)	3.83	4.63	4.48	ns
Cooking loss (%)	4.11 ^c	15.48 ^b	19.39 ^a	<0.001
pH	6.01 ^b	6.00 ^b	6.10 ^a	0.05
TBARS (mg MDA/kg meat)	1.37 ^b	1.48 ^{ab}	1.59 ^a	0.05
Lightness (L*)	42.85 ^c	44.63 ^b	49.3 ^a	<0.001
Redness (a*)	1.85	1.63	1.47	ns
Yellowness (b*)	8.63	8.74	8.74	ns
Total microbial growth	3.98 ^b	4.3 ^a	4.01 ^b	0.05
Shear force (N)	22.51 ^b	22.64 ^b	24.42 ^a	<0.001

ที่มา: สุภาพรพรณ และคณะ (2563)

จากการศึกษาของ Campo et al. (2020) ศึกษาระดับความผิดปกติของเนื้ออกไก่ต่อค่าสีและลักษณะของเนื้อ โดยทำการสุ่มไก่จำนวน 300 ตัว คิดเป็น 60% ของไก่ทั้งหมดแบ่งออกเป็น 3 ระดับความรุนแรงของตำหนิริ้วสีขาว คือ กลุ่มที่ 1 ไม่พบรอยรอยตำหนิริ้วสีขาว กลุ่มที่ 2 พบรอยตำหนิริ้วระดับต่ำ กลุ่มที่ 3 พบรอยตำหนิริ้วปานกลาง พบว่า ไก่เนื้อกลุ่มที่มีระดับตำหนิริ้วสีขาวระดับปานกลางจะมีน้ำหนักซากและเปอร์เซ็นต์เนื้อส่วนนอกสูงกว่ากลุ่มที่ไม่มีตำหนิริ้วสีขาว อาจเนื่องจากไก่ที่มีอัตราการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ไก่ที่มีน้ำหนักมากอาจเกิดลักษณะผิดปกติตำหนิริ้วสีขาวสูงกว่าไก่ที่มีน้ำหนักน้อย ในส่วนของค่า pH ของเนื้อพบว่า เนื้ออกไก่ที่มีตำหนิริ้วสีขาวระดับปานกลางมีค่า pH สูงกว่ากลุ่มที่ไม่พบรอยตำหนิริ้วและระดับต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนค่าสีของเนื้อ พบว่า ค่า L* ค่า b* และ a* มีค่าเพิ่มขึ้น ตามระดับความรุนแรงของการเกิดตำหนิริ้วสีขาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งค่าสีของเนื้อสอดคล้องกับการศึกษาของ Mello et al. (2021) รายงานว่า เนื้อที่มีระดับตำหนิริ้วสีขาวปานกลางมีค่าพบว่า ค่า L* ค่า b* และ a* สูงกว่ากลุ่มที่ไม่พบตำหนิริ้วสีขาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องจากการเกิดตำหนิริ้วสีขาวเป็นลักษณะผิดปกติ ที่ส่งผลต่อการเสื่อมสภาพของโปรตีน ทำให้โปรตีนไม่สามารถรักษาคุณสมบัติในการจับน้ำ ทำให้เนื้อไม่สามารถอุ้มน้ำได้ และเกิดการไหลของน้ำออกมา จึงปรากฏให้เห็นเนื้อด้านหน้าตัดมีสีซีด เหลวและไม่คงรูป จึงเห็นเนื้อมีสีซีดและผิดปกติ (สัญญาชัย, 2555) ค่าสีแดง (a*) และความเหลือง (b*) อธิบายได้เนื่องจากค่า pH สูงและ

ปริมาณไขมันสูงตามลำดับ คือ ถ้า pH ต่ำ จะเกิดการย่อยเส้นใยไมโอโกลบินจะเกิดการสูญเสียออกมากับ น้ำเนื้อจะซีดถ้า pH สูงส่งผลให้ปริมาณไมโอโกลบินยังคงอยู่ในเนื้อ ค่า a* ก็ยังสูง

Table 2 Effect of white striping severity level in broiler chickens on meat quality.

	Non	Mild	Moderate	P-Value
Carcass weight kg	1.92 ^b	2.04 ^a	2.06 ^a	0.010
Carcass breast yield%	31.3 ^c	32.4 ^b	33.6 ^a	<0.001
pH	5.86 ^b	5.92 ^b	6.01 ^a	0.018
Lightness (L*)	52.1 ^c	53.1 ^b	54.2 ^a	0.005
Redness (a*)	-1.74 ^b	-1.36 ^a	-1.17 ^a	0.005
Yellowness (b*)	5.00 ^c	5.75 ^b	6.73 ^a	<0.001
Compression	10.9 ^b	12.9 ^a	12.8 ^a	0.050
C20 N/cm ²				
WBSF kg/cm ² TPA	1.51	1.52	1.36	0.087
Hardness N/cm ²	11.1	12.8	13.3	0.997
Adhesiveness	-41.7	-50.7	-51.0	0.804
Cohesiveness	0.417 ^a	0.404 ^{ab}	0.385 ^b	0.007
Springiness cm	0.661	0.703	0.734	0.114
Gumminess N/cm ²	4.74	5.25	5.29	0.735
Chewiness N/cm	3.18	3.74	3.97	0.844
Resilience	0.249	0.242	0.238	0.118

Source: Campo et al. (2020)

การศึกษาของ Mello et al. (2021) ได้ทำการศึกษาคุณภาพเนื้ออกไก่ที่มีลักษณะการเกิดตำหนิ ริ้วสีขาวในเนื้อของประเทศไทย แสดงดัง Table 3 ใช้ตัวอย่างเนื้ออกไก่ 180 ตัวอย่างจากไก่เนื้อเพศผู้ ทำการฆ่าและชำแหละเมื่ออายุ 42 วัน แบ่งตามระดับความรุนแรงของตำหนิ ริ้วสีขาวบนเนื้อส่วนอก คือ ระดับที่ 1 ที่ไม่พบรอยตำหนิ ริ้วสีขาว ระดับที่ 2 พบรอยตำหนิ ริ้วสีขาว ระดับที่ 3 พบรอยตำหนิ ริ้วสีขาวปานกลาง ซึ่งในการศึกษานี้พบว่า เนื้ออกไก่ที่มีระดับตำหนิ ริ้วสีขาวมีค่าการสูญเสียจากการปรุงสุกต่ำและค่าแรงตัดผ่านเนื้อสูงกว่ากลุ่มที่ไม่พบตำหนิ ริ้วสีขาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

Table 3 Effect of white striping severity level in broiler chickens on meat quality.

	Non	Mild	Moderate	P-Value
Water holding capacity (%)	72.19±3.83	71.12±3.36	71.61±3.47	0.5486
Cooking loss (%)	30.94±2.30 ^a	26.69±2.29 ^b	21.65±2.65 ^c	<0.0001
Shear force (N)	20.44±6.88 ^b	26.03±7.37 ^a	25.21±6.25 ^a	<0.0076
pH	5.97±0.09	5.95±0.15	5.97±0.09	0.7629
Lightness (L*)	59.2±2.2 ^b	61.2±1.9 ^a	60.9±2.4 ^a	0.0086
Redness (a*)	0.3±0.07 ^c	1.4±0.8 ^b	2.2±1.1 ^a	<0.0001
Yellowness (b*)	0.8±0.7 ^b	3.2±1.8 ^a	2.4±1.3 ^a	<0.0001
Protein (%)	22.66±1.37 ^a	23.38±1.59 ^a	21.47±1.39 ^b	0.0001
Total lipids (%)	1.60±0.43 ^b	2.72±0.85 ^a	2.42±0.65 ^a	<0.0001
Moisture (%)	73.81±1.39	73.27±1.86	73.98±1.75	0.2832
Mineral matter (%)	1.53±0.22	1.47±0.25	1.42±0.24	0.3729
Cholesterol (mg/100g)	84.60±3.81 ^b	85.61±5.47 ^{ab}	91.73±6.18 ^a	0.0133
Total collagen (%)	0.22±0.09 ^b	0.28±0.06 ^{ab}	0.35±0.07 ^a	<0.0001
Soluble collagen (%)	0.10±0.05 ^b	0.12±0.03 ^{ab}	0.14±0.05 ^a	0.0196
Insoluble collagen (%)	0.12±0.06 ^b	0.16±0.05 ^{ab}	0.21±0.07 ^a	0.0006
Sarcomere (µm)	1.67±0.03	1.65±0.07	1.69±0.06	0.2816
Shear force (N)	20.44±6.88 ^b	26.03±7.37 ^a	25.21±6.25 ^a	<0.0076

Source: Mello et al, (2021)

จากการศึกษานี้พบว่า ค่าการสูญเสียจากการปรุงสุกมีค่าลดลงตามระดับความรุนแรงของตำหนิที่เพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากเกี่ยวข้องกับเส้นใยโปรตีน myofibrillar ลดลง เกิดการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ และเพิ่มเนื้อเยื่อเกี่ยวพันหรือปริมาณคอลลาเจน ซึ่งอาจนำไปสู่ความสามารถในการอุ้มน้ำที่ลดลงได้ จึงทำให้สูญเสียในการปรุงอาหารเพิ่มขึ้น ขัดแย้งกับ Gregory et al. (1994) รายงานว่า ปริมาณไขมันในเนื้อหมีค่าสหสัมพันธ์ในทางลบกับค่าแรงตัดผ่านเนื้อ และหมีค่าสหสัมพันธ์ในทางบวกกับความนุ่มและความชุ่มของเนื้อ นอกจากนี้ค่าแรงตัดผ่านเนื้อยังเกี่ยวข้องกับความสามารถในการอุ้มน้ำ การสูญเสียออกจากเนื้อในระหว่างการเก็บรักษาและระหว่างการปรุงสุก เป็นตัวชี้วัดที่สำคัญเนื่องจาก

สามารถอธิบายได้ถึงการสูญเสียโภชนะในเนื้อออกมาพร้อมกับน้ำที่สูญเสียไปซึ่งทำให้มีผลกระทบต่อค่าความฉ่ำน้ำ เนื้อมีลักษณะเหนียว แห้งและหยاب จึงทำให้ค่าแรงตัดผ่านและพลังงานที่ใช้ในการตัดเนื้อสูง (เยาวลัษณ์, 2536) ลักษณะเส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle fiber characteristic) ความนุ่มของเนื้อสัตว์เป็นผลมาจากสภาพภายหลังการเกร็งตัว (post rigor) ของกล้ามเนื้อพบว่าในกล้ามเนื้อเดียวกัน ความนุ่มเหนียวมีความแตกต่างกันทั้งนี้คุณภาพของคอลลาเจนก็มีความสัมพันธ์กับความเหนียวนุ่มของเนื้อ ซึ่งเป็นผลมาจาก Intermolecular crosslinkage เป็นตัวเชื่อมระหว่างโมเลกุลของคอลลาเจนแต่ละโมเลกุลเข้าด้วยกัน ในขณะที่สัตว์อายุน้อย Intermolecular crosslinkage มีจำนวนน้อยและง่ายต่อการฉีกขาดทำให้เนื้อนุ่มแต่เมื่อสัตว์อายุมากขึ้นปริมาณ Intermolecular crosslinkage จะเพิ่มขึ้นจึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เนื้อเหนียว (สัญชัย, 2555)

อย่างไรก็ตาม ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ขึ้นอยู่กับปัจจัยภายในของเนื้อ เช่น การหดเกร็งตัวภายหลังฆ่า (rigor mortis) ไขมันแทรกในเนื้อ (intramuscular fat) เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน(connective tissue) ความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) และขนาดของมัดกล้ามเนื้อ (muscle bundle) เป็นต้น การศึกษานี้พบว่า เนื้ออกไก่ที่มีตำหนิรั้วสีขาวระดับปานกลางมีปริมาณคอลลาเจนชนิดที่ละลายได้สูง ปริมาณคอลลาเจนชนิดที่ไม่ละลาย และคอลลาเจนทั้งหมดสูงกว่ากลุ่มที่ไม่พบรอยตำหนิรั้วสีขาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยเส้นสีขาวเกิดจากการสะสมของไขมันและการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) ในกล้ามเนื้อ ปริมาณกล้ามเนื้อเกี่ยวพันและปริมาณคอลลาเจน จึงมีความสัมพันธ์กับค่าแรงตัดผ่านที่เป็นดัชนีชี้วัดความเหนียว ความนุ่มของเนื้อได้ (สัญชัย, 2555)

นอกจากนี้ยังพบว่า เนื้ออกไก่ที่มีตำหนิรั้วสีขาวระดับปานกลางมีปริมาณไขมันสูงกว่ากลุ่มที่ไม่พบตำหนิรั้วสีขาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับระดับคอเลสเทอรอลในเนื้อไก่ ซึ่งพบว่า เนื้ออกไก่ที่มีตำหนิรั้วสีขาวระดับปานกลางมีระดับคอเลสเทอรอลสูงกว่ากลุ่มที่ไม่พบตำหนิรั้วสีขาว ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากเนื้ออกไก่กลุ่มที่มีตำหนิรั้วสีขาวระดับต่ำ ($P>0.05$) ซึ่งให้ผลการทดลองไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ไม่พบตำหนิรั้วสีขาวอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$)

สรุป

จากการศึกษาผลสำรวจระดับการเกิดตำหนิรั้วสีขาวบนเนื้ออกไก่ แบ่งได้ทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับไม่พบรอยตำหนิรั้วสีขาว ระดับรอยตำหนิรั้วสีขาวต่ำ และระดับรอยตำหนิรั้วปานกลาง พบว่า ค่าความสว่างของเนื้อ ปริมาณไขมันในเนื้อ ค่าการสูญเสีย น้ำในเนื้อ ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ มีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับความรุนแรงที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้ควรพิจารณาในเรื่องอายุสัตว์ น้ำหนักตัว

เอกสารอ้างอิง

- เยาวลักษณ์ สุรพันธุ์พิษฐ์. 2536. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สหมิตรออฟเซต.
- สัญญา จตุรสิทธา. 2555. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์**. เชียงใหม่: โรงพิมพ์มิ่งเมือง.
- สัญญา จตุรสิทธา. 2555. **การจัดการเนื้อสัตว์**. เชียงใหม่: โรงพิมพ์มิ่งเมือง.
- สุภาพรรณ ศฤงฆาร, จันทรเพ็ญ เอื้อสกุลรุ่งเรือง และศุภลักษณ์ สรภักดี. 2563 “การสำรวจเนื้ออกไก่กระตังที่พบตำหนิร้าวสีขาวและศึกษาการเปลี่ยนแปลงด้านเคมีกายภาพระหว่างการเก็บรักษา”. **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า**. 38(4): 504-510.
- Bailey, R.A., Watson K.A., Bilgili S.F. and Avendano S. 2015. “The genetic basis of pectoralis major myopathies in modern broiler chicken lines”. **Poultry Science**. 94: 2870–2879.
- Bauermeister, L.J., Morey A.U., Moran T.E., Singh M., Owens C.M. and McKee S.R. 2009. “Occurrence of WS in chicken breast fillets in relation to broiler size”. **Poultry Science**. 88: 104.
- Bowker, B and Zhuang Z. 2016. “Impact of white striping on functionality attributes of broiler breast meat”. **Poultry Science**. 95:1957–1965.
- breast, white striping, and spaghetti Meat: causes, consequences and consumer Perception of emerging broiler meat abnormalities”. **Institute of Food Technologists**. 10: 1541-4337.
- Campo, M., Mur L., Guerrero A., Barahona M., Resconi V., Magalhaes D., Lisbinski E., Boito B., Oliveira I. and Olleta J. 2020. “Differentiating Breast Myopathies through Color and Texture Analyses in Broiler”. **Foods**. 9: 824-835.
- Ferreira, T.Z., Casagrande R.A., Vieira S.A., Driemeier D. and Kindlein L. 2014. “An investigation of a reported case of white striping in broilers”. **Poultry Science association**. 23: 748–753.
- Gregory, K. E., Cundiff L.V., Koch R.M., Dikeman M.E. and Koohmaraie M. 1994. “Breed effects, retained heterosis and estimates of genetic and phenotypic parameters for carcass and meat traits of beef cattle”. **Journal of Animal Science**. 72: 1174-1183
- Kuttappan, V., Hargis B. and Owens C. 2016. “White striping and woody breast myopathies in the modern poultry industry”. **Poultry Science**. 5:2724–2733

Mello, J., Souza R., Ferrari F., Cavalcanti E., Oliveira R., Fidlis H., Pereira H., Villegas E., Giampietro A., Dutra D., Souza P. and Borba H. 2021. "Quality of breast meat from broiler chickens raised in Brazil affected by white striping myopathy". **Society and Development**. 10(2): 2525-3409.

Petracci, M., Soglia F., Madruga M., Carvalho L., Ida E. and Estevez M. 2019. "Wooden

Soglia, F., Baldi G., Laghi L., Mudalal S., Cavani C. and Petracci M. 2018. "Effect of white striping on turkey breast meat quality". **Animal**. 10: 1-7.