อิทธิพลของอายุและระบบการเลี้ยงต่อองค์ประกอบทางเคมี คุณสมบัติ และโครงสร้างระดับจุลภาคของกล้ามเนื้อไก่พื้นเมือง

เสาวคนธ์ วัฒนจันทร์[1] และ ไชยวรรณ วัฒนจันทร์[2]

[1] อาจารย์, ปร.ด. (เทคโนโลยีอาหาร), ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์, Ph.D. (Animal production), ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของอายุและระบบการเลี้ยงต่อองค์ประกอบทางเคมี กายภาพ คุณสมบัติและโครงสร้างระดับจุลภาคของกล้ามเนื้อไก่พื้นเมืองเปรียบเทียบกับไก่กระทง โดยใช้ไก่พื้นเมือง (ไก่แดง, *Gallus domesticus*) จำนวน 560 ตัว เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบประณีตและไม่ประณีต และสุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ทุกสองสัปดาห์ในช่วงอายุ 6 ถึง 24 สัปดาห์ ส่วนไก่กระทงสายพันธุ์ Cobb 500 เพศเมีย จำนวน 300 ตัว เลี้ยงแบบประณีตและสุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ทุกสองสัปดาห์ในช่วงอายุ 2 ถึง 12 สัปดาห์ จากการศึกษาพบว่า ระบบการเลี้ยงไม่มีผลต่อการเพิ่มของน้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซาก และน้ำหนักกล้ามเนื้อไก่พื้นเมือง ($P>0.05$) แต่การเลี้ยงแบบประณีตมีผลให้เปอร์เซ็นต์กล้ามเนื้ออกส่วนนอก (*Pectoralis major*) สูงกว่าการเลี้ยงแบบไม่ประณีตเมื่ออายุไก่มีอายุตั้งแต่ 14 สัปดาห์ขึ้นไป ($P<0.01$) สำหรับช่วงอายุ 20 – 24 สัปดาห์ ไก่พื้นเมืองมีน้ำหนักซากคงที่โดยเฉพาะการเลี้ยงแบบไม่ประณีต ($P>0.05$) สำหรับไก่กระทงมีการเพิ่มของน้ำหนักมีชีวิตอย่างรวดเร็วและสูงกว่าไก่พื้นเมืองที่ระดับอายุเท่ากัน ($P<0.001$) แต่ที่น้ำหนักมีชีวิตเท่ากันไก่ทั้งสองสายพันธุ์มีน้ำหนักซากใกล้เคียงกัน ระบบการเลี้ยงและอายุไม่มีผลต่อค่า pH_{24} ของกล้ามเนื้ออกของไก่พื้นเมืองและไก่กระทง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 5.7 – 5.9 สำหรับไก่พื้นเมืองซึ่งสูงกว่าของไก่กระทง (5.5 – 5.7) ระบบการเลี้ยงไม่มีผลต่อความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมีของไก่พื้นเมือง โดยจะมีปริมาณความชื้นลดลงจาก 77.8% ถึง 71.6% ($P<0.01$) ในขณะที่ปริมาณโปรตีนและไขมันเพิ่มขึ้นตามอายุจาก 21.5% ถึง 24.0% และ 1.35% ถึง 3.9% ตามลำดับ ($P<0.01$) โดยมีปริมาณสูงสุดที่ระดับอายุ 22 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกับไก่กระทงพบว่าไก่พื้นเมืองมีปริมาณโปรตีนสูงกว่า ไขมันต่ำกว่าทุกช่วงอายุ ไก่กระทงมีปริมาณความชื้นและโปรตีนลดลงแต่ปริมาณไขมันเพิ่มขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้น ($P<0.01$) โดยเฉพาะที่ระดับอายุสูงกว่า 6 สัปดาห์ ปริมาณคอลลาเจนทั้งหมดในกล้ามเนื้ออกไก่พื้นเมืองไม่เปลี่ยนแปลงตามอายุและระบบการเลี้ยง ($P>0.05$) แต่เมื่ออายุเพิ่มขึ้นปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ลดลง ($P<0.01$) การเลี้ยงแบบระบบประณีตมีผลให้กล้ามเนื้ออกไก่มีปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้สูงกว่า ($P<0.01$) ไก่พื้นเมืองมีปริมาณคอลลาเจนทั้งหมดสูงกว่าไก่กระทงที่ทุกช่วงอายุ ($P<0.01$) แต่ปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ต่ำกว่าที่ระดับอายุน้อยกว่า 8 สัปดาห์ ระบบการเลี้ยงมีผลต่อองค์ประกอบของโปรตีนกล้ามเนื้อและการพัฒนาโปรตีนกล้ามเนื้อชนิดต่างๆในระหว่างการเจริญเติบโตของไก่พื้นเมือง โดยการเลี้ยงแบบประณีตมีผลให้กล้ามเนื้อมี

ไมโอไฟปริลาร์โปรตีนสูงกว่า แต่ปริมาณสโตรมาโปรตีนและโปรตีนที่ละลายในด่างต่ำกว่าการเลี้ยงแบบไม่ประณีต (P<0.01) เมื่ออายุไก่เพิ่มขึ้นปริมาณซาร์โคพลาสมิกโปรตีน สโตรมาโปรตีน และโปรตีนที่ละลายในด่างเพิ่มขึ้น (P<0.05) จากผลของ SDS-PAGE พบการพัฒนาโปรตีนไมโอซินเพิ่มขึ้นสูงสุดที่อายุ 14 สัปดาห์และมีสูงกว่าในกล้ามเนื้อไก่ที่เลี้ยงด้วยระบบประณีต การพัฒนาโปรตีน Troponin C จะเริ่มที่อายุน้อยกว่าสำหรับการเลี้ยงแบบประณีต ส่วนกล้ามเนื้อไก่กระทงมีปริมาณไมโอไฟปริลาร์โปรตีนสูงกว่า (P<0.01) โดยมีปริมาณโปรตีน ไมโอซินสูงสุดที่อายุ 4 สัปดาห์ และลดลงเมื่ออายุไก่เพิ่มสูงขึ้น ไก่กระทงมีโปรตีน α-Actinin และ Troponin C ต่ำกว่ากล้ามเนื้อไก่พื้นเมืองอย่างเห็นได้ชัดที่ระดับอายุเท่ากัน

ระบบการเลี้ยงไม่มีผลต่อค่าสี (L*, a*, b*) ของกล้ามเนื้อไก่พื้นเมือง แต่การเพิ่มของอายุไก่พื้นเมืองมีผลลดค่า b* ของเนื้อไก่ (P<0.05) ซึ่งตรงกันข้ามกับสีของหนังจะมีค่า L*, a*, b* เพิ่มขึ้นเมื่ออายุไก่เพิ่มขึ้น โดยการเลี้ยงแบบประณีตให้ค่าสีหนังสูงกว่าอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่หนังของไก่กระทงจะมีค่าสี a* และ b* สูงกว่าหนังไก่พื้นเมืองอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.001) ระบบการเลี้ยงแบบประณีตมีผลให้ค่าแรงตัดผ่านเนื้อของกล้ามเนื้อไก่พื้นเมืองทั้งดิบและสุกต่ำกว่าการเลี้ยงแบบไม่ประณีต (P<0.01) อายุไก่มีผลเพิ่มค่าแรงตัดผ่านเนื้อจนถึงอายุ 18 สัปดาห์ (P<0.01) สำหรับไก่กระทงมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำกว่าไก่พื้นเมืองที่ระดับอายุเท่ากัน(P<0.001) และมีการเพิ่มของค่าแรงตัดผ่านเนื้อจนถึงอายุ 6 สัปดาห์ (P<0.01) ค่าการสูญเสียน้ำเนื่องจากการทำสุกของเนื้อไก่พื้นเมืองไม่แตกต่างเนื่องจากระบบการเลี้ยง แต่จะเพิ่มขึ้นเมื่ออายุไก่เพิ่มจนถึง 14 สัปดาห์ (P<0.01) การสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีนเนื่องจากความร้อนในกล้ามเนื้อไก่ถูกศึกษาโดยเครื่อง Differential Scanning Calorimeter ซึ่งระบบการเลี้ยงไม่มีผลต่ออุณหภูมิและพลังงานในการสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีนกล้ามเนื้อ อายุไก่ที่เพิ่มขึ้นมีผลลดอุณหภูมิในการการสูญเสียสภาพธรรมชาติของไมโอไฟบริลาร์โปรตีน (P<0.05) กล้ามเนื้อไก่กระทงมีอุณหภูมิในการสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีนสูงกว่าไก่พื้นเมือง ยกเว้นโปรตีนไมโอซินที่อายุมากกว่า 6 สัปดาห์จะมีอุณหภูมิในการสูญเสียสภาพธรรมชาติลดลงต่ำกว่าไก่พื้นเมือง (P<0.05) ระบบการเลี้ยงไม่มีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อและความยาวซาร์โคเมียร์(P>0.05) แต่การเลี้ยงแบบไม่ประณีตมีผลให้เยื่อหุ้มชั้นเพอร์ริไมเซียมมีความหนามากกว่ากล้ามเนื้อไก่ที่เลี้ยงแบบประณีต (P<0.05) ขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ ความยาวซาร์โคเมียร์และความหนาของเยื่อหุ้มชั้นเพอร์ริไมเซียมเพิ่มขึ้นตามอายุไก่ (P<0.01) ไก่กระทงมีการเพิ่มขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อและความหนาของเยื่อหุ้มชั้นเพอร์ริไมเซียมมากกว่าไก่พื้นเมืองที่ระดับอายุเดียวกัน (P<0.01) ลักษณะการจัดเรียงตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อและโครงสร้างซาร์โคเมียร์ของกล้ามเนื้อไก่พื้นเมืองและไก่กระทงที่อายุต่างๆ ถูกแสดงโดยภาพจากเครื่อง Scanning Electron Microscope

ผลการศึกษาที่ได้แสดงให้เห็นว่าการเลี้ยงแบบประณีตให้เปอร์เซ็นต์กล้ามเนื้ออกสูงกว่า โปรตีนของกล้ามเนื้อมีคุณสมบัติดีกว่า และมีกล้ามเนื้อที่มีความนุ่มสูงกว่ากล้ามเนื้อของไก่ที่เลี้ยงแบบไม่ประณีต โดยอายุที่เหมาะสมทั้งในเชิงความคุ้มค่าของน้ำหนักเนื้อที่ได้และคุณภาพของเนื้อควรอยู่ที่ช่วงอายุ 16 – 18 สัปดาห์ ส่วนไก่กระทงมีคุณสมบัติของโปรตีนกล้ามเนื้อสูงกว่าไก่พื้นเมือง และอายุที่เหมาะสมในการใช้ประโยชน์จากโปรตีนกล้ามเนื้อควรอยู่ในช่วง 4 – 6 สัปดาห์

Chemical composition, properties and microstructure of Thai indigenous chicken muscle as influenced by age and rearing systems

Saowakon Wattanachant[1] and Chaiyawan Wattanachant[2]

[1] Lecturer, Ph.D. (Food Technology), Department of Food Technology, Faculty of Agro-Industry, Prince of Songkla University.

[2] Assist.Prof., Ph.D. (Animal production), Department of Animal Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University.

Abstract

The effect of age and rearing system on chemical composition, physical and chemical properties, and microstructure of Thai indigenous *pectoralis* muscle were studied comparatively to broiler *pectoralis* muscle. Five hundreds and sixty of Thai indigenous chickens (Gai Dang, *Gallus domesticus*) were reared under intensive and extensive systems and randomly sampled for analyses every 2 weeks starting from age of 6 to 24 weeks. Three hundreds of female broiler (Cobb 500) were reared under intensive system and randomly sampled for examination every 2 weeks from age 2 to 12 weeks. It was found that live weight, carcass weight and breast weights of indigenous chickens were not influenced by the rearing system ($P>0.05$). However, rearing under the intensive system resulted in higher percentage of breast muscle when the age of chickens were higher than 14 weeks ($P<0.01$). After 20 weeks of age, the carcass weight of indigenous chicken was stable, especially those reared under extensive system ($P>0.05$). Live weight of broiler increased rapidly and was higher than that of indigenous chicken when compared at the same age ($P<0.001$). However, if compared at the same level of live weight, there was not significant difference in carcass weight between both breeds. There was not significant difference in pH_{24} of chicken muscle obtained from different rearing system and age. The indigenous chicken muscle had pH_{24} in the range of 5.7 – 5.9 which was higher than that of broiler muscle (5.5 – 5.7). Rearing system did not affect the proximate composition of indigenous chicken muscle. Moisture content of the indigenous chicken muscle decreased from 77.8% to 71.6% ($P<0.01$) whereas protein and fat contents increased from 21.5 to 24.0% and 1.35 to 3.9%, respectively, when chicken age increased up to 22 weeks ($P<0.01$). The indigenous chicken muscle had higher protein and lower fat content compared to the broiler muscle at all age levels. Moisture and protein content of broiler muscle decreased but fat content increased when the chicken age increased after 6 weeks. Total collagen content was not different among chickens with different ages and between both rearing systems ($P>0.05$). As chicken age increased, the soluble collagen was decreased ($P<0.01$). Thai indigenous chicken muscle contained higher total collagen at all ages but less soluble collagen than that of the broiler at the age lower than 8 weeks. Rearing system influenced protein composition and development of muscle proteins during growth of indigenous chicken. Rearing under intensive system provided chicken muscle with higher myofibrillar protein but lower stromal and alkali-soluble protein compared to those from extensive system ($P<0.01$). As chicken age increased, the increments of sarcoplasmic, stromal and alkali-soluble protein in muscle were obtained ($P<0.05$). SDS-PAGE of chicken muscle showed the increased intensity of myosin band up to 14 weeks of chicken age and more

density was obtained from chicken muscle reared under intensive system. Troponin C was found to develop in younger muscle for chicken reared under intensive system. Broiler chicken muscle contained higher myofibrillar protein ($P<0.01$) and more intensity of myosin band at the age up to 4 weeks as compared to indigenous chicken muscle. At the same age level, broiler had less band intensity of α-actinin and Troponin C than that of the indigenous muscle.

Color profile (L*, a* and b*) of breast muscle from two rearing systems did not show any significant difference ($P>0.05$). However, the chicken with the higher age had the decreased b* value of breast muscle ($P<0.05$). Inversely, the breast muscle skin color L*, a* and b* were significantly increased. Higher color profiles of breast muscle skin were obtained from chicken reared under intensive systems ($P>0.05$). Nevertheless, broiler muscle skin possessed higher a* and b* values than those of the indigenous chicken ($P<0.001$). Rearing under intensive system resulted in lower shear force value of raw and cooked indigenous chicken muscles ($P<0.01$). Shear force value of indigenous chicken muscle was increased when the chicken age increased up to 18 weeks ($P<0.01$). Shear force value of broiler muscle was increased up to 6 weeks of age and was lower compared to those of the indigenous chicken muscles ($P<0.01$). Cooking loss of chicken muscle increased according to the age of chicken up to 14 weeks ($P<0.01$) and was not significantly different between both rearing systems. Thermal denaturation of chicken muscle proteins was investigated by using a differential scanning calorimeter. The results showed no significant difference in transformation temperature and enthalpy of denaturation of chicken muscles obtained from both rearing systems. Transformation temperature of endothermic peak referred to myofibrillar proteins was decreased as the chicken age increased ($P<0.05$). Broiler muscle had higher transformation temperature of all endothermic peaks compared to those of indigenous muscle except the peak referred to myosin was lower after 6 weeks of age ($P<0.05$). No significant difference between both rearing systems was performed on fiber diameter and sarcomere length of indigenous chicken muscle ($P>0.05$). However, chicken muscle reared under extensive system had more thickness of perimysium ($P<0.05$). Fiber diameter, sarcomere length and perimysium thickness of chicken muscle increased with the chicken age ($P<0.01$). At the same level of age, broiler muscle had larger fiber diameter and thicker perimysium than the indigenous chicken muscle ($P<0.01$). The arrangements of fiber diameter and structure of sarcomere during growth of chicken muscle were elucidated by scanning electron microscope.

The results of study revealed that rearing under intensive system provided chicken with high percentage of breast muscle, which was more tender and higher quality of muscle protein than muscle obtained from extensive system. The appropriate age of indigenous chicken to obtain economical live weight and high meat quality was in the range of 16 – 18 weeks of age. Broiler chicken performed higher properties of muscle protein than indigenous chicken and its muscle should be consumed or utilized at the age between 4 and 6 weeks.