บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

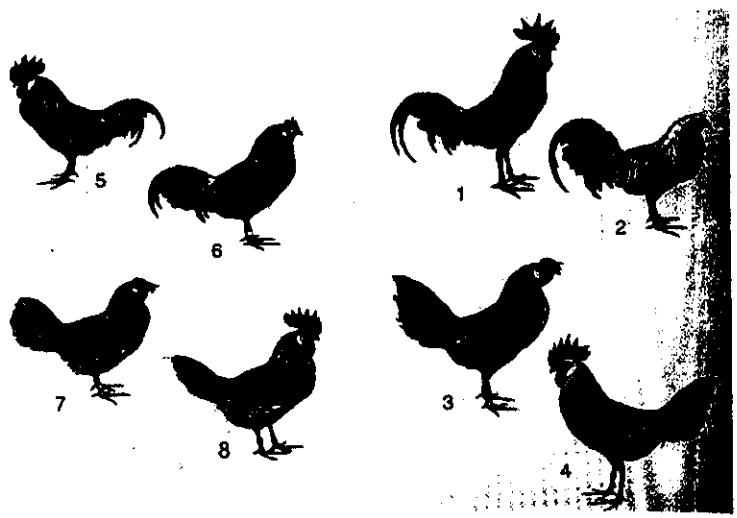
การตอนไก่เป็นวิธีการจัดการที่สามารถขุนไก่เพศผู้ให้อ้วนขึ้น มีการสะสมไขมันในซากสูง ได้เนื้อไก่ที่นุ่ม ไม่เหนียว รสชาติดี ปัจจุบันคนไทยบริโภคไก่ตอนอย่างแพร่หลายในรูปของข้าวมันไก่ โดยที่ผู้บริโภคไม่อาจทราบได้ว่า เนื้อไก่ตอนที่บริโภคมาจากการตอนโดยวิธีใด การตอนไก่ ทำได้ 2 วิธีด้วยกัน คือ การตอนแบบผ่าตัด เป็นวิธีการดั้งเดิมที่ไม่ใช้สารเคมีในการตอน โดยการผ่าตัดเอาอัณฑะออกทั้ง 2 ข้าง ดังนั้นไก่ตอนวิธีนี้จึงไม่มีสารเคมีตกค้างในซาก มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคสูง และวิธีการตอนอีกวิธีหนึ่ง คือ การตอนแบบฝังฮอร์โมน เป็นวิธีการผลิตไก่ตอนโดยใช้สารเคมีสังเคราะห์คล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจน ได้แก่ เฮกเอสตรอล (hexestrol) และไดเอทธิลสติลเบสตรอล (diethylstilbestrol) ฝังไว้ใต้ผิวหนังบริเวณท้ายทอยของไก่ จากการตรวจเอกสารเบื้องต้น พบว่าในปัจจุบันการตอนไก่ส่วนใหญ่หรือเกือบทั้งหมดใช้วิธีการตอนแบบฝังฮอร์โมน แต่เนื่องจากผู้ผลิตไก่ตอนส่วนใหญ่จำหน่ายไก่ก่อนเวลาที่เหมาะสม คือ จำหน่ายไก่หลังการฝังฮอร์โมนประมาณ 25 วัน (จากที่ควรเป็นอย่างน้อย 56 วัน) จึงอาจทำให้มีสารเคมีคล้ายฮอร์โมนตกค้างในซากไก่ตอน (วรางคณา และมานิต, 2541) เป็นผลให้ผู้บริโภคอาจได้รับอันตรายจากสารเคมีคล้ายฮอร์โมน ซึ่งใช้ในการตอนตกค้างในซาก เนื่องจากสารเคมีชนิดนี้เป็นสารก่อมะเร็ง และได้มีคำสั่งจากกระทรวงสาธารณะสุขเพิกถอนตำหรับยาไปแล้วในปี พ.ศ. 2529 เพราะมีปัญหาการตกค้างในเนื้อและผลิตผลที่ได้จากสัตว์ ทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค (เทอดพงษ์, 2529) ในหลายประเทศ เช่น แคนาดา และสเปน ไม่อนุญาตให้มีสารชนิดนี้ตกค้างในเนื้อสัตว์ และออกกฎหมายห้ามการใช้ในสัตว์เลี้ยงเพื่อการบริโภค นอกจากนี้ยังมีการกีดกันการนำเข้าเนื้อสัตว์จากประเทศที่ยังไม่มีมาตรการควบคุมการใช้สารชนิดนี้ (จารุณี และจิตผกา, 2539) การตรวจวิเคราะห์ปริมาณของสารเคมีคล้ายฮอร์โมนในซากไก่ตอน จึงเป็นอีกมาตรการหนึ่งที่สำคัญและมีความจำเป็น ที่จะต้องมีการพัฒนาวิธีการต่าง ๆ ขึ้นมา เพื่อสร้างความมั่นใจและคุ้มครองความปลอดภัยของผู้บริโภค

สำหรับการทำงานวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไก่ตอน หรือไก่ไม่ตอนที่อ้วน และมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค มาทดแทนการผลิตไก่ตอนโดยการฝังฮอร์โมน เพื่อใช้ความรู้ที่ได้เป็นแนวทางในการผลิตอาหารที่มีความปลอดภัย สำหรับผู้ผลิตที่เห็นความสำคัญของกฎหมายและสุขภาพของผู้บริโภค นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาวิธีการตรวจ

วิเคราะห์สารเคมีตกค้างในซากไก่ตอน และทำการตรวจวัดระดับสารเคมีคล้ายฮอร์โมนตกค้างในซากไก่ตอน ภายหลังการตอนที่ระยะเวลาต่าง ๆ ทำให้ทราบข้อมูลเบื้องต้น เพื่อใช้ประเมินสภาพสารเคมีตกค้างในซากไก่ตอน เพื่อเตือนภัยต่อผู้บริโภค และหาแนวทางแก้ไขในการคุ้มครองความปลอดภัยให้กับผู้บริโภคต่อไป

การตรวจเอกสาร

ไก่ตอน (capon) หมายถึง ไก่เพศผู้ที่ถูกผ่าตัดเอาอัณฑะออกทั้ง 2 ข้าง ทำให้ไม่สามารถผลิตฮอร์โมนเทสโทสเตอร์โรน (testosterone) ซึ่งเป็นฮอร์โมนเพศผู้ได้ หรืออาจหมายรวมถึงไก่เพศผู้ที่ถูกฝังหรือฉีดด้วยสารเคมีที่มีฤทธิ์คล้ายฮอร์โมนเพศเมีย การตอนไก่มีผลทำให้การแสดงออกของเพศผู้ลดลงหรือหมดไป ไก่ที่ตอนแล้วลักษณะรูปร่างจะเปลี่ยนไป หงอนและเหนียงจะฝ่อลดเล็กลง ไม่ปราดเปรียว ไม่จิกตีกัน เชื่องช้า ขนบริเวณสร้อยคอ ขนรองหลังและหางเปลี่ยนไปคล้ายไก่เพศเมีย (ภาพย่อยที่ 2 ในภาพที่ 1) มีลักษณะอ้วน เกิดการสะสมไขมันตามใต้ผิวหนัง หน้าท้อง และแทรกอยู่ระหว่างกล้ามเนื้อต่าง ๆ มากขึ้น ทำให้ได้เนื้อไก่ที่นุ่ม ไม่เหนียว รสชาติดี (Card and Nesheim, 1975) ตรงตามความต้องการของตลาดเฉพาะด้าน เช่น ร้านข้าวมันไก่ หรือไก่ที่ใช้ประกอบพิธีการทางศาสนาของชาวไทยเชื้อสายจีน



ภาพที่ 1 The secondary sexual characteristics of male and female Brown Leghorn chickens supplemented with ovarian and testicular grafts. Body shape and size are not greatly affected by the presence or absence of the testis or the ovary in males and females. Comb size, feather structure and feather colour are determined by the presence or absence of an ovary and not by genetic sex. (1) a normal male; (2) a castrated male; (3) a castrated male bearing a grafted ovary; (4) a normal male bearing a grafted ovary; (5) an ovariectomized female bearing a grafted testis; (6) an ovariectomized female; (7) a normal female and (8) a normal female bearing a grafted testis.

ที่มา : Finlay (1925) อ้างโดย Etches (1996)

วิธีการตอนไก่

มีอยู่ด้วยกัน 2 วิธี คือ

1. **การตอนไก่แบบผ่าตัด** (surgical **หรือ** castration caponization)

เป็นวิธีการตอนโดยผ่าตัดเอาอัณฑะซึ่งเป็นแหล่งผลิตฮอร์โมนเพศผู้ออกทั้ง 2 ข้าง ทำให้ฮอร์โมนเพศผู้ลดลงหรือหมดไป ส่งผลให้การแสดงออกของฮอร์โมนเพศเมียที่มีอยู่ต่ำในไก่เพศผู้แสดงออกชัดเจนขึ้น (Turner and Bagnara, 1976) พันธุ์ของไก่ที่นำมาใช้ตอนแบบผ่าตัด ควรเป็นพันธุ์ที่แข็งแรง ทนทาน เลี้ยงง่ายและโตเร็ว เช่น ไก่โรดไอแลนด์แดง บาร์พลีมัทร็อค นิวแฮมเชียร์ ออสตราลอร์ป ไก่พื้นเมือง หรือลูกผสมของไก่เหล่านี้ อายุไก่ที่เหมาะสมในการตอนแบบผ่าตัดอยู่ระหว่าง 6-8 สัปดาห์ หรือมีน้ำหนัก 0.5-1.0 กิโลกรัม หากไก่มีน้ำหนักมากกว่านี้จะทำให้การตอนยุ่งยาก มีเลือดออกมาก และเสี่ยงต่อการตายของไก่ (อภิชัย, 2536; Card and Nesheim, 1975)

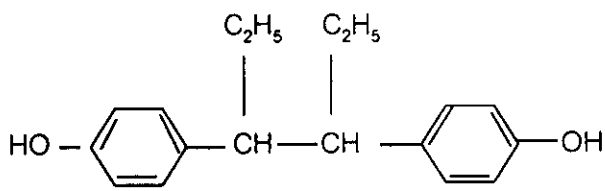
การตอนโดยวิธีการผ่าตัดไก่จะได้รับบาดเจ็บค่อนข้างมาก ทำให้มีความเครียดสูงและร่างกายต้องพักฟื้นนาน ทำให้อ้วนช้า ใช้เวลาในการขุนนาน (ตามปกติจะเลี้ยงขุนเป็นเวลาประมาณ 100 วัน) รวมทั้งความสำเร็จจากการตอนก็น้อยกว่าการตอนแบบฝังฮอร์โมน จึงทำให้มีต้นทุนการผลิตสูง แต่เนื้อไก่ตอนที่ได้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค เนื่องจากไม่มีสารเคมีคล้ายฮอร์โมนตกค้าง ราคาขายไก่ที่ตอนด้วยวิธีนี้จึงสูงกว่าไก่ที่ตอนด้วยวิธีการฝังฮอร์โมน (ไชยา, 2541) การเลี้ยงไก่ตอนโดยทั่วไปใช้ระยะเวลา 6-11 เดือน ขึ้นอยู่กับขนาดของไก่ที่ท้องตลาดต้องการ แต่ไก่ตอนเพื่อการค้าส่วนใหญ่ใช้เวลาในการเลี้ยง 17-18 สัปดาห์ โดยจะมีน้ำหนักประมาณ 2.7-3.6 กิโลกรัม (อภิชัย, 2536)

2. **การตอนไก่แบบฝังฮอร์โมน** (hormonal **หรือ** chemical caponization)

การตอนแบบฝังฮอร์โมนเป็นวิธีการตอนไก่ที่เกิดขึ้นในระยะหลัง เนื่องจากเป็นวิธีการที่ทำได้ง่าย สะดวก และรวดเร็ว ไก่ได้รับบาดเจ็บและมีความเครียดน้อย เมื่อฝัง (implant) **หรือ**ฉีดฮอร์โมนแล้ว ฮอร์โมนจะออกฤทธิ์ทันที จึงใช้เวลาในการขุนสั้นกว่าไก่ที่ตอนแบบผ่าตัด ทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำ จึงเป็นวิธีที่นิยมใช้ตอนไก่ในปัจจุบัน ฮอร์โมนที่ใช้ในการตอนเป็นฮอร์โมนจำพวกเอสโตรเจนสังเคราะห์ที่ไม่ใช่สเตียรอยด์ (synthetic non-steriodal estrogen) ได้แก่เฮก-เอสตรอล และไดเอทธิลสติลเบสตรอล ซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์ในการควบคุมการเจริญเติบโตและการพัฒนาของอวัยวะสืบพันธุ์ของเพศเมีย รวมทั้งทำให้เกิดลักษณะของร่างกายที่บ่งบอกเพศ (2^{nd} sex characteristics) เช่น การที่มีเนื้อนุ่ม เนื่องจากเกิดการสะสมไขมันใต้ผิวหนัง (สุมนา, 2541)

ขนาดของฮอร์โมนที่ใช้ในการตอน 1 เม็ด มีน้ำหนัก 15-20 มิลลิกรัม (Umberger *et al.*, 1975) ลักษณะเป็นแท่งกลมยาว (ภาพภาคผนวกที่ 5) โดยฮอร์โมนทั้งสองมีสมบัติทางเคมี ดังนี้

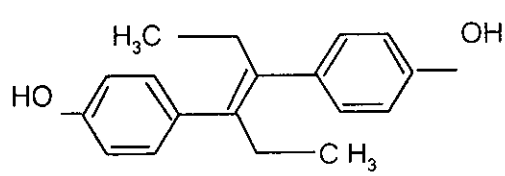
เฮกเอสตรอล (hexestrol, HEX) มีสูตรทางเคมีคือ $C_{18}H_{22}O_2$ น้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 270.4 โครงสร้างทางเคมีดังแสดงในภาพที่ 2 สมบัติทางกายภาพ เป็นผลึกแป้งสีขาว ไม่มีกลิ่น ไม่ละลายในน้ำ ละลายได้ในคลอโรฟอร์ม (chloroform) และละลายได้ดีใน แอลกอฮอล์ (alcohol), อะซีโตน (acetone), อีเธอร์ (ether), โปรพิลีน ไกลคอล (propylene glycol), เมธานอล (methanol) และสารละลายของอัลคาไล ไฮดรอกไซด์ (alkali hydroxide) (Wade, 1977; James, 1982)



ภาพที่ 2 โครงสร้างทางเคมีของเฮกเอสตรอล

ที่มา : James (1982)

ไดเอทธิลสติลเบสตรอล (diethylstilbestrol, DES) มีสูตรทางเคมีคือ $C_{18}H_{20}O_2$ น้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 268.4 โครงสร้างทางเคมีดังแสดงในภาพที่ 3 สมบัติทางกายภาพ เป็นผลึกแป้งสีขาว ไม่มีกลิ่น ไม่ละลายในน้ำ ละลายได้ใน อีเธอร์, แอลกอฮอล์ , น้ำมันมะกอก (olive oil) และคลอโรฟอร์ม และละลายได้ดีในอะซีโตน, ไดออกแซน (dioxan), เอธิล อะซีเตท (ethyl acetate), เมธิล แอลกอฮอล์ (methyl alcohol) และสารละลายของอัลคาไล ไฮดรอกไซด์ (Wade, 1977; James, 1982)



ภาพที่ 3 โครงสร้างทางเคมีของไดเอทธิลสติลเบสตรอล

ที่มา : James (1982)

ไก่ที่ใช้ทำไก่ตอนแบบฝังฮอร์โมนส่วนใหญ่ เป็นไก่กระทงหรืออาจใช้ไก่เพศผู้พันธุ์พื้นเมือง โรดไอแลนด์แดง บาร์พลีมัทร็อค หรือไก่ลูกผสมต่าง ๆ ที่มีการเติบโตดีและแข็งแรง การฝังหรือฉีดฮอร์โมน ไก่ควรมีอายุ 4 สัปดาห์ขึ้นไป โดยทั่วไปจะฝังฮอร์โมนเมื่อไก่มีอายุประมาณ 6-9 สัปดาห์ อายุไก่ที่ฝังหรือฉีดฮอร์โมน ขึ้นอยู่กับอายุการส่งตลาดของแต่ละฟาร์ม แต่ไม่ควรมีอายุมากกว่า 12 สัปดาห์ เพราะจะมีปัญหาเรื่องราคาเนื่องจากไก่มีน้ำหนักตัวมาก (Card and Nesheim, 1975)

ผลของฮอร์โมนตกค้างในซากไก่ต่อผู้บริโภค

ฮอร์โมนสังเคราะห์ที่ใช้ในการตอนไก่มีสมบัติเป็น estrogenic และอาจเป็นสารก่อมะเร็ง (carcinogen) (สุมนา, 2541; Turner and Bagnara, 1976; Arthur, 2000.) ในหลายประเทศ เช่น ประเทศในกลุ่มองค์การร่วมทางเศรษฐกิจแห่งยุโรป (European Economic Community, EEC) และสหรัฐอเมริกา รวมทั้งประเทศไทย ไม่อนุญาตให้มีสารนี้ตกค้างในเนื้อสัตว์ และปัจจุบันได้มีการออกกฎหมายห้ามการใช้สารนี้ในสัตว์เลี้ยงเพื่อบริโภค เนื่องจากตระหนักถึงความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้บริโภค ที่อาจได้รับสารนี้จากการตกค้างในเนื้อสัตว์ (เทอดพงษ์, 2529; จารุณี และจิตผกา, 2539; Weirt, 1982; Verbeke and Vanhee, 1983; Heitzman, 1993 อ้างโดย Wajih *et al.*, 1998.) โดยประเทศไทยตามคำสั่งกระทรวงสาธารณสุข ที่ 417/2529 เรื่อง เพิกถอนทะเบียนตำหรับยา ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 103 ตอนที่ 193 ลงวันที่ 6 พฤศจิกายน 2529 ได้ประกาศให้เพิกถอนทะเบียนตำหรับยาที่มีตัวยาเฮกเอสตรอล เนื่องจากมีการตกค้างของยาในเนื้อสัตว์ และตกค้างในผลิตผลที่ได้จากสัตว์ ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาการสะสมของยานั้น จนถึงระดับทำให้เกิดอาการเป็นพิษต่อผู้บริโภคได้ (เทอดพงษ์, 2529) ซึ่ง Herriman และคณะ (1982) ได้รายงานปริมาณเฮกเอสตรอลต่ำสุดที่ทำให้เกิดฤทธิ์ของเอสโตรเจนได้เท่ากับ 5,800 พิโคกรัมต่อกรัมตัวอย่าง

อร่าม (2532) และกิจจา (2533) รายงานถึงอาการข้างเคียง จากการใช้ฮอร์โมนเอสโตรเจนในการรักษาโรคทางการแพทย์ ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณและระยะเวลาที่ได้รับ ดังต่อไปนี้

อาการทั่วไป ได้แก่ คลื่นไส้ อาเจียน เวียนศีรษะ ปวดศีรษะ เจ็บคัดเต้านม และน้ำหนักตัวเพิ่ม เป็นต้น ในมารดาที่ได้รับไดเอทธิลสติลเบสตรอล อาจทำให้เกิดอุบัติการของ clear cell adenocarcinoma ของช่องคลอดและปากมดลูกในบุตรสาวสูงขึ้น โดยมีอัตราการเกิดโรคนี้ประมาณ 0.01-0.1 เปอร์เซ็นต์ และมีรายงานว่า ผู้หญิงที่เกิดจากมารดาที่ได้รับไดเอทธิลสติล-

เบสตรอล เมื่อมีอายุครรภ์ประมาณ 6 สัปดาห์ อาจเกิดมะเร็งของช่องคลอดและคอมดลูก โดยมีอัตราเสี่ยงประมาณ 0.14-1.4 ต่อ 1,000 ที่อาจมีการเจริญของ adenocarcinoma ของช่องคลอดและคอมดลูกก่อนอายุ 25 ปี (กิจจา, 2533) นอกจากนี้ในกรณีที่เป็นบุตรชาย อาจทำให้เกิดการเจริญของอวัยวะเพศผิดปกติได้

เอสโตรเจนมีผลทำให้เยื่อบุโพรงมดลูกหนาตัวได้ และหากได้รับติดต่อกันเป็นระยะเวลานานอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นมะเร็งของเยื่อบุโพรงมดลูก ซึ่งจากการศึกษาทางระบาดวิทยาพบว่ามีอัตราเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งเยื่อบุโพรงมดลูกในผู้ที่ใช้ฮอร์โมนนี้ประมาณ 1.7-20 เท่าของคนปกติ นอกจากนี้เอสโตรเจนความเข้มข้นสูง ๆ อาจทำให้เกิดเนื้องอกของกล้ามเนื้อมดลูกเจริญเติบโตขึ้นมาได้ (อร่าม, 2532; กิจจา, 2533)

การตรวจวิเคราะห์ฮอร์โมนตกค้างในเนื้อสัตว์

Cooper และคณะ (1967) รายงานวิธีการตรวจวิเคราะห์ฮอร์โมนเฮกเอสตรอลในเนื้อสัตว์โดยใช้วิธี gas-chromatography ตรวจวัดฮอร์โมนเฮกเอสตรอลในระดับ 0.4 นาโนกรัมต่อกรัมตัวอย่าง ซึ่งวิธีการนี้สามารถใช้เพื่อตรวจวิเคราะห์ฮอร์โมนเอสโตรเจนตัวอื่นในระดับเดียวกันได้

Tobioka และ Kawashima (1978) รายงานผลการศึกษาว่า วิธีการที่ใช้สำหรับตรวจวิเคราะห์ฮอร์โมนไดเอทธิลสติลเบสตรอล สามารถนำมาใช้ในการตรวจวิเคราะห์ฮอร์โมนเฮกเอสตรอลโดยให้ผลไปในทำนองเดียวกัน

Lee (1994) รายงานการตรวจวิเคราะห์ฮอร์โมนตกค้างในอาหารของฮ่องกง โดยทำการตรวจวิเคราะห์ฮอร์โมนตกค้างในเนื้อสัตว์ด้วยวิธีการต่าง ๆ ดังนี้

1. High Performance Liquid Chromatography (HPLC) เป็นวิธีการที่ใช้ตรวจวิเคราะห์ฮอร์โมนตกค้างในเนื้อตัวอย่าง เปรียบเทียบกับฮอร์โมนมาตรฐาน เป็นวิธีการที่มีความไวและความจำเพาะสูง แต่ต้องอาศัยเครื่องมือราคาแพงและผู้เชี่ยวชาญในด้านเครื่องมือ

2. High Performance Thin Layer Chromatography (HPTLC) เป็นวิธีการตรวจวิเคราะห์ที่ใช้เพื่อยืนยันผลร่วมกับวิธีการอื่น

3. Gas Chromatography-Mass Spectrometric (GC-MS) เป็นวิธีการที่ได้รับการยอมรับในการใช้ตรวจวิเคราะห์ฮอร์โมนตกค้างในเนื้อสัตว์ สามารถตรวจวิเคราะห์ฮอร์โมนตกค้างในระดับที่ต่ำกว่า 1 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมตัวอย่างได้

จากการตรวจวิเคราะห์ฮอร์โมนตกค้างในเนื้อไก่ซึ่งเป็นสินค้านำเข้าและเนื้อไก่ที่ผลิตขึ้นเองในฮ่องกง ฮอร์โมนเฮกเอสตรอลยังคงถูกตรวจพบมากที่สุด โดยในปี ค.ศ. 1993 พบเนื้อไก่ที่มีฮอร์โมน

เฮกเอสตรอลร้อยละ 3.4 (Lee, 1994) แสดงให้เป็นว่าการประกาศห้ามใช้ฮอร์โมนชนิดนี้ตามกฎหมายยังคงมีการละเมิดอยู่

จารุณี และจิตผกา (2539) จากกองวิเคราะห์อาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ใช้วิธีการ thin layer chromatography (TLC) ซึ่งเป็นวิธีการที่ง่ายและสะดวก มาประยุกต์ใช้เป็นวิธีเบื้องต้นในการตรวจวิเคราะห์ไดเอทธิลสติลเบสตรอลในเนื้อไก่ โดยค่าต่ำสุดที่สามารถตรวจได้เท่ากับ 5 ไมโครกรัมไดเอทธิลสติลเบสตรอล หรือเท่ากับ 100 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมตัวอย่าง วิธีการนี้สามารถใช้ตรวจวิเคราะห์ไดเอทธิลสติลเบสตรอลในเนื้อสัตว์เบื้องต้นได้ระดับหนึ่ง

ปริมาณฮอร์โมนเฮกเอสตรอลตกค้างในซากไก่

ตารางที่ 1 แสดงผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณเฮกเอสตรอลตกค้างในซากไก่หลังการฝังฮอร์โมน 12 มิลลิกรัม เป็นเวลา 44 วัน ด้วยวิธี radio-immunoassay (RIA) พบว่าฮอร์โมนยังคงตกค้างในคอส่วนบนสูงที่สุดเพราะฮอร์โมนบางส่วนที่ฝังไว้ยังไม่ถูกดูดซึมเข้าสู่เนื้อเยื่อรองลงมาคือ ตับ ไขมันหน้าท้อง เนื้อหน้าอก และ เนื้อขา ตามลำดับ (Herriman *et al.*, 1982) เป็นที่น่าสังเกตว่าการกระจายตัวของฮอร์โมนเฮกเอสตรอลตกค้างในเนื้อเยื่อต่าง ๆ เป็นไปในรูปแบบเดียวกันกับไดเอทธิลสติลเบสตรอลที่รายงานโดย Umberger และคณะ (1975)

ตารางที่ 1 ปริมาณฮอร์โมนเฮกเอสตรอลตกค้างในไก่หลังการฝังฮอร์โมนขนาด 12 มิลลิกรัม ที่บริเวณ 1/3 จากด้านบนของลำคอ เป็นเวลา 44 วัน

ส่วนของร่างกาย	กลุ่มควบคุม (pg/g)	กลุ่มฝังฮอร์โมน (pg/g)
คอส่วนบน	0	584,600 ± 766,900
ตับ	44±32	6,214 ± 3,970
คอส่วนล่าง	0	3,620 ± 1,474
ไขมันหน้าท้อง	9±10	1,273 ± 911
เนื้อหน้าอก	18±19	533 ± 724
เนื้อขา	8±19	471 ± 204

ที่มา : ดัดแปลงจาก Herriman และคณะ (1982)

Tobioka และ Kawashima (1985) ศึกษาการตกค้างของเฮกเอสตรอลและเมแทบอไลท์ (metabolites) ในเนื้อเยื่อของแกะที่ฉีด hexestrol dicaphylate หรือ hexestrol ผลจากการวิเคราะห์เฮกเอสตรอลอิสระ, glucuronide และ KOH hydrolyzable ที่ตกค้างในเนื้อเยื่อพบว่าเฮกเอสตรอลในรูปอิสระ ปรากฏในกล้ามเนื้อสูงที่สุดคือ ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เฮก-เอสตรอลในรูป glucuronide พบมากที่สุดในตับและไตคือ 70-80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในปอดจะพบทั้งสองรูปแบบด้วยปริมาณที่ใกล้เคียงกัน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการผลิตไก่ซึ่งตอนด้วยวิธีฝังฮอร์โมน และวิธีผ่าตัด ที่อายุการตอน 4, 6, 8 และ 10 สัปดาห์ กับไก่กลุ่มควบคุม และไก่เพศเมียที่ไม่ตอน
2. เพื่อศึกษาวิธีวิเคราะห์ปริมาณเฮกเอสตรอล ในเนื้อเยื่อของไก่ด้วยวิธี high performance liquid chromatography (HPLC) และนำวิธีมาประยุกต์ใช้วิเคราะห์หาปริมาณตกค้างในซากไก่หลังการตอนด้วยวิธีฝังฮอร์โมน 4, 6 และ 8 สัปดาห์