

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 ลักษณะทั่วไปของเป็ด

เป็ดเป็นสัตว์ปีกที่หากินได้ทั้งบนบกและในน้ำ จัดอยู่ใน Family Anatidae ที่เป็นสัตว์เศรษฐกิจ มี 2 จำพวกใหญ่ได้แก่ 1. เป็ดทั่วไป (Common duck, *Anas platyrhynchos*) ซึ่งมีบรรพบุรุษมาจากเป็ดป่า (Green-headed mallard) (Hetzel, 1985) ซึ่งเป็นต้นตระกูลของเป็ดปักกิ่ง มีโครโมโซม $2n = 74-82$ และระหว่างในระยะเมตาเฟสร้อยละ 53.3 มีจำนวนโครโมโซม $2n = 80$ และ 2. เป็ดเทศ (Muscovy, *Cairina moschata*) มีโครโมโซม $2n = 80$ นอกจากนี้ยังมีการผลิตเป็ดเนื้อที่เกิดจากการผสมกันระหว่างเป็ดเทศกับเป็ดทั่วไป เรียกว่าเป็ดบัวฉ่าย (Mule duck, *Anas steriles*)

2.2 ลักษณะของเป็ดเทศ

เป็ดเทศมีแหล่งกำเนิดในทวีปอเมริกาใต้ ซึ่งภายหลังได้มีการแพร่มาทางเอเชียใต้ ซึ่งก็ได้มีการยอมรับในรสชาติของเนื้อเป็ดพันธุ์นี้เป็นอย่างมาก ส่วนใหญ่นิยมกันตามชนบททั่วไป เป็ดเทศมีลักษณะที่ผิดไปจากเป็ดพันธุ์อื่นๆ ตรงที่ชอบนอนตามต้นไม้ หรือที่สูงที่สามารถบินไปเกาะได้สะดวก เนื่องจากมีเล็บที่ยาวและคมสามารถบินได้ระยะทางไกลๆ เป็ดเทศเมียไม่ร้องก๊ากเหมือน เป็ดทั่วไป ส่วนเป็ดเทศผู้จะมีหนังย่นสีแดง (caruncle) ตรงบริเวณใบหน้าเหนือปาก แต่ขนหางจะไม่งอเหมือนเป็ดใน genus *Anas* ลักษณะโดยทั่วไปของเป็ดเทศจะมีหัวขนาดใหญ่ ปากใหญ่ คอสั้น ตาโตขนเด่น ขาวยาวปานกลางมีสีส้ม เป็ดพันธุ์ดั้งเดิมจะมีขนสีดำ แต่ในปัจจุบันมีหลายสี เช่น สีขาวปลอด สีดำปลอด สีขาว-ดำ เป็นต้น สำหรับในประเทศฝรั่งเศสและไต้หวัน นิยมเลี้ยงเป็ดเทศสีขาวเพื่อบริโภคเพราะมีคุณภาพซากดีกว่าเป็ดเทศสีดำ ไม่มีขนอ่อนหรือตุ่มขนอ่อนสีดำที่ผิวหนัง ซึ่งตลาดมักรังเกียจ เป็ดเทศมีอัตราการไข่ต่ำ ประมาณ 70 - 120 ฟองต่อ 40 สัปดาห์ ตัวไซ่หนึ่งๆ จะมีประมาณ 8-20 ฟอง เป็ดเทศเพศเมียจะมีพฤติกรรมในการชอบปักไข่โดยจะปักไข่นานกว่าเป็ดธรรมดา 1 สัปดาห์คือประมาณ 35 วัน มีการเลี้ยงลูกดีมาก แต่ไม่

เหมาะในการเลี้ยงเป็นฝูงขนาดใหญ่เพราะมีพฤติกรรมก้าวร้าวสูง อาจจิกชนกันทำให้เกิดความเสียหายได้ ฟาร์มที่เลี้ยงมักตัดปากเพื่อแก้ปัญหานี้ (พินิจ, 2530)

การเจริญเติบโตของเป็ดเทศในช่วงแรกต่ำมาก แต่หลังจากเปิดอายุ 6-8 สัปดาห์แล้วจะมีการเจริญเติบโตสูง ขนาดของเป็ดเทศผู้ตัวเมียมากกว่าตัวผู้ น้ำหนักเป็ดเทศผู้จะมากกว่าเป็ดเทศเมีย 35-50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อโตเต็มที่เพศผู้มีน้ำหนักประมาณ 4-4.5 กิโลกรัม ส่วนเพศเมียมีน้ำหนักประมาณ 3-3.5 กิโลกรัม (ปฐม, 2529) สำหรับ Morris และ Cole (1951) รายงานว่าเป็ดเทศเมื่อเลี้ยงได้ 16 สัปดาห์ เพศผู้มีน้ำหนักประมาณ 4-4.5 กิโลกรัม ส่วนเพศเมียมีน้ำหนักประมาณ 2.23-2.46 กิโลกรัมเมื่ออายุได้ 14 สัปดาห์

2.3 อาหารและความต้องการโภชนาของเป็ด

โดยธรรมชาติเป็ดมีนิสัยชอบหากินตลอดทั้งวัน จึงไม่ปรากฏการพัฒนาของกระเพาะพัก (crop) เหมือนไก่ เนื่องจากลักษณะปากของเป็ดไม่สามารถจิกกัดอาหารให้มีขนาดเล็กลงได้ การพัฒนากระเพาะบด (gizzard) ของเป็ดจึงสามารถใช้ในการบดย่อยอาหารอย่างมีประสิทธิภาพได้มากกว่าไก่ ทำให้เป็ดสามารถใช้อาหารหยาบประเภทรำหยาบ ข้าวเปลือกได้ดี โดยไม่ต้องทำการบดละเอียด การตอบสนองต่อการเลี้ยงจึงแตกต่างกันไป ประทีป (2526) แนะนำว่าอาหารเป็ดทั่วไปในสภาพการเลี้ยงของประเทศไทยควรมีระดับโปรตีน 18, 16 และ 15 เปอร์เซ็นต์ พลังงานใช้ประโยชน์ได้ 2,850 3,050 และ 2,900 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ในระยะเปิดเล็ก เป็ดสาวและเป็ดพันธุ์ตามลำดับ NRC (1977) แนะนำอาหารเป็ดระดับปลอดภัยในระยะเปิดเล็ก เป็ดสาวและเป็ดไข่-เป็ดพันธุ์ ควรมีระดับโปรตีน 18, 16 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 2,900 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมทุกช่วงอายุ ส่วน NRC (1984) แนะนำแตกต่างกันเล็กน้อยคือในระยะเปิดเล็ก เป็ดสาว และเป็ดไข่-เป็ดพันธุ์ ควรให้อาหารที่มีโปรตีน 22 16 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 2,900 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมในทุกช่วงอายุ Bagot และ Karunajeewa (1978) ได้แนะนำอาหารสำหรับเป็ดปักกิ่งสายพันธุ์การดำ ในช่วงอายุ 0-3 สัปดาห์ และ 3-9 สัปดาห์ ควรมีระดับโปรตีน 25.0 และ 14.0 เปอร์เซ็นต์ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 2890.47 และ 2552.38 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมตามลำดับ และสำหรับเป็ดลูกผสม (เป็ดปักกิ่ง x เป็ดพันธุ์ออกปัดตันขาว) ควรมีระดับโปรตีน 21.0 และ 14.0 เปอร์เซ็นต์ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 2540.47 และ 2552.38 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม

Siregar และคณะ (1982a) ได้ทำการทดลองหาผลของระดับโปรตีนที่มีต่อสมรรถภาพทางชีวภาพ (biological performance) ของเป็ดปักกิ่ง และได้แนะนำระดับโปรตีนที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโต และอัตราการแลกเนื้ออย่างมีประสิทธิภาพของเป็ดในช่วงอายุ 0-2 สัปดาห์ และ 3-8 สัปดาห์ ควรจะมีระดับโปรตีน 19 และ 16 เปอร์เซ็นต์ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 12.7 เมกกะจูลต่อกิโลกรัม หรือ 3028.81 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม Siregar และคณะ (1982b) ได้ศึกษาผลของระดับโปรตีนและพลังงานที่มีต่อคุณภาพซากของเป็ด จากช่วงอายุ 2-8 สัปดาห์ พบว่าโปรตีนในซากจะลดลงและไขมันในซากจะเพิ่มขึ้น เมื่ออัตราส่วนระหว่างพลังงานกับโปรตีนเพิ่มขึ้น และเปอร์เซ็นต์ซากมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระดับพลังงานในอาหารเพิ่มขึ้น และได้แนะนำว่าระดับพลังงานและโปรตีนสำหรับสร้างเนื้อมากที่สุด และลดไขมันในซากให้เหลือน้อยที่สุดควรมีระดับ 24 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 15 เมกกะจูลต่อกิโลกรัม หรือ 3571.4 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม Siregar และคณะ (1982 c) พบว่าเป็ดมีความสามารถในการใช้ประโยชน์จากอาหารที่มีเยื่อใยอย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าไก่ ซึ่งผลของเยื่อใยในอาหารที่ใช้ประโยชน์ได้ของพลังงาน (availability of ME) ลดลง สำหรับสัตว์ปีกทั้งสองชนิด พบว่าปริมาณไขมันในซากจะลดลง และปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณเยื่อใยในอาหารเพิ่มขึ้น

Dean และคณะ (1965) รายงานว่า เป็ดปักกิ่งมีน้ำหนักตัวเพิ่มและอัตราการแลกเนื้อดีที่สุด เมื่ออาหารมีระดับโปรตีน 22 เปอร์เซ็นต์และพลังงาน 2,960 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ในช่วงอายุ 0-7 วัน สำหรับในช่วงอายุ 7-14 วัน อาหารควรมีระดับโปรตีน 20 เปอร์เซ็นต์ และพลังงาน 3,013 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม และในช่วงอายุ 14-21 วัน อาหารควรมีระดับโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ และพลังงาน 3,062 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ต่อมา Dean (1972) ทำการ ทดลองเกี่ยวกับระดับของโปรตีนในอาหาร โดยมีโปรแกรมการให้อาหาร 3 โปรแกรม คือ

- 1) ให้ระดับโปรตีนในอาหาร 28 เปอร์เซ็นต์ ในช่วง 2 - 4 สัปดาห์แรก จากนั้นจะลดลงเหลือ 16 เปอร์เซ็นต์
- 2) ให้ระดับโปรตีนในอาหาร 28 เปอร์เซ็นต์ ตลอดการทดลอง
- 3) ให้ระดับโปรตีนในอาหาร 16 เปอร์เซ็นต์ ตลอดการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่า การให้อาหารที่มีโปรตีนในอาหาร 28เปอร์เซ็นต์ จะทำให้น้ำหนักตัวและอัตราการแลกเนื้อสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วง 2-4 สัปดาห์ แต่น้ำหนักตัวและอัตราการแลกเนื้อเมื่อสิ้นสุดการทดลองไม่แตกต่างกัน

Chin และ Hutagalung (1984) รายงานว่า ระดับโปรตีนและพลังงานในอาหารเป็ดสำหรับเขตร้อน (ทดลองในประเทศมาเลเซีย) ควรมีโปรตีน 22-24 เปอร์เซ็นต์ และพลังงาน 3,500 กิโลแคล

ลอรี/กิโลกรัม ในช่วง 0-6 สัปดาห์ และในช่วง 7-10 สัปดาห์ควรมีโปรตีน 20-22 เปอร์เซ็นต์ และพลังงาน 3,850 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม จะทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีที่สุด

National Research Council (1984) แนะนำให้ใช้ระดับโปรตีน 22 เปอร์เซ็นต์และพลังงาน 2,900 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ในอาหารเปิดอายุ 0-2 สัปดาห์ และในอาหารเปิดอายุ 2-7 สัปดาห์ใช้ระดับโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์และพลังงาน 2,900 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม

เยาวมาลย์และสาโรช, (2530) แนะนำให้ใช้ระดับโปรตีน 22 เปอร์เซ็นต์และพลังงาน 3,000 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ในอาหารเปิดอายุ 0-2 สัปดาห์ สำหรับในอาหารเปิดอายุ 2-7 สัปดาห์ใช้ระดับโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์และพลังงาน 2,950 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม และในอาหารเปิดอายุ 7-12 สัปดาห์ใช้ระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์และพลังงาน 2,950 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม

2.4 สมรรถภาพในการผลิตเนื้อจากเป็ดเทศ

2.4.1 อัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร

Swatland (1980) รายงานว่า เป็ดปักกิ่งมีความแตกต่างกันของน้ำหนักตัวระหว่างเพศผู้และเพศเมียน้อยกว่าเป็ดเทศ เป็ดปักกิ่งมีการเจริญเติบโตได้ดีในช่วงอายุ 0-3 สัปดาห์มากกว่าเป็ดเทศ แต่ในช่วงอายุ 3-10 สัปดาห์ เป็ดเทศมีการเจริญเติบโตชัดเจนได้ดีกว่า ซึ่งต่อมาได้มีการเปรียบเทียบสมรรถภาพในการให้ผลผลิตของเป็ดพันธุ์เนื้อในประเทศฝรั่งเศส ได้แก่ เป็ดปักกิ่ง เป็ดปักกิ่งลูกผสม เป็ดปากลูกผสม (เป็ดปากตัวผู้ x เป็ดปักกิ่ง) และเป็ดเทศเพศผู้และเพศเมียพบว่า การเจริญเติบโตช่วง 0-4 สัปดาห์ของเป็ดปักกิ่งจะเจริญรวดเร็วมาก แต่หลังจากนั้นการเจริญเติบโตจะเพิ่มขึ้นน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับเป็ดเทศ ซึ่งจะมีการเจริญเติบโตในช่วงแรกช้าแต่หลังจาก 4 สัปดาห์ไปแล้วจะมีการเจริญเติบโตรวดเร็วมาก นอกจากนั้นแล้วเป็ดเทศยังมีอัตราแลกเนื้อที่ต่ำกว่าเป็ดพวกอื่น (Wiseman, 1986) ส่วน Caligado (1985) เปรียบเทียบน้ำหนักตัวของ เป็ด mallard เป็ดเทศ เป็ดปักกิ่ง เป็ดเทศ x เป็ด mallard เป็ดเทศ x เป็ดปักกิ่ง และเป็ดปักกิ่ง x เป็ด mallard เมื่ออายุ 8 สัปดาห์ มีน้ำหนักตัว 1,078 1,700 1,831 1,373 1,770 และ 1,343 กรัม และเมื่ออายุ 14 สัปดาห์ เท่ากับ 1,417 2,149 2,189 1,827 2,357 และ 1,600 กรัมตามลำดับ แสดงว่าเป็ดเทศ x เป็ดปักกิ่ง เมื่ออายุ 14 สัปดาห์ มีน้ำหนักมากกว่าเป็ดชนิดอื่นๆ

โอม (2530) ได้ศึกษาอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของเป็ดเทศ เป็ดเซอร์ร็วอลเลย์ เป็ดปักกิ่ง และเป็ดบัวฉาย พบว่า น้ำหนักตัวเพิ่ม/ตัว/วัน จะเพิ่มขึ้น

เรื่อยๆ ตามอายุ เมื่อสูงสุดแล้วจะค่อยๆ ลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้นเหมือนกันทุกพันธุ์ อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดของแต่ละพันธุ์ อยู่ในช่วงอายุที่ไม่เท่ากัน น้ำหนักตัวเพิ่มสูงสุดของเปิดเซอร์วอลเลย์ อยู่ในช่วงอายุ 0-8 สัปดาห์ เท่ากับ 35.49 กรัม/ตัว/วัน เปิดเทค เปิดปักกิ่ง และเปิดบัวฉาย อยู่ในช่วงอายุ 0-10 สัปดาห์ เท่ากับ 29.07 24.58 และ 22.19 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ จากนั้นน้ำหนักตัวเพิ่มจะลดลงมาเรื่อยๆ ส่วนอัตราแลกเปลี่ยนพบว่าความสามารถในการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อจะมีอยู่สูงในช่วงอายุน้อย และเมื่ออายุมากขึ้นความสามารถจะลดลง โดยเปิดเทคมีอัตราแลกเปลี่ยนต่ำกว่าพันธุ์อื่นๆ แสดงว่ามีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเปิดเซอร์วอลเลย์ เปิดปักกิ่ง และเปิดบัวฉาย

2.4.2 คุณภาพซาก

Ziegler (1985) ทำการเปรียบเทียบคุณภาพซากของเปิดเทค เปิดปักกิ่ง และเปิดลูกผสม ทำเมื่ออายุ 8 10 และ 12 สัปดาห์ โดยให้เห็นถึงความแตกต่างของน้ำหนักแตกต่างของน้ำหนักเนื้ออก ซา และสะโพก ไชมันในช่วงท้อง ซา ผิวหนัง และไชมัน ที่แทรกอยู่ใต้ผิวหนัง พบว่าเปิดลูกผสมมีแนวโน้มในการให้เนื้อแดงมากกว่าเปิดสายพันธุ์พ่อและแม่ ไชมันในช่องท้องพบว่าเป็นดัชนีของความอ้วนหรือการสะสมไขมันในซาก ซึ่งเปิดลูกผสมมีเปอร์เซ็นต์การสะสมไขมันต่ำกว่า ส่วนเนื้ออกของเปิดลูกผสมมีเปอร์เซ็นต์มากกว่าเปิดปักกิ่ง แต่ไม่แตกต่างกันมากกับเปิดเทค พอสรุปได้ว่าเปิดเทคและเปิดลูกผสมที่เกิดจากเปิดเทค มีคุณภาพซากที่ดีกว่าเปิดปักกิ่งเมื่อมีอายุเพิ่มขึ้น โจม (2530) รายงานว่า น้ำหนักซากที่ถอนขนแล้วคิดเทียบกับน้ำหนักมีชีวิตของเปิดเทค เปิดเซอร์วอลเลย์ เปิดปักกิ่ง และเปิดบัวฉายเมื่ออายุ 8 สัปดาห์ ได้เท่ากับ 86.08 88.21 86.99 และ 89.08 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่ออายุ 10 สัปดาห์ได้เท่ากับ 86.78 88.42 และ 87.99 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักซากที่ผ่าเอากระบบทางเดินอาหารและตับออกแล้วคิดเทียบกับน้ำหนักมีชีวิตของเปิดเทค เปิดเซอร์วอลเลย์ เปิดปักกิ่ง และเปิดบัวฉาย อายุ 8 สัปดาห์ ได้เท่ากับ 73.11 74.10 และ 75.51 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออายุ 10 สัปดาห์ ได้เท่ากับ 74.85 75.80 75.61 และ 76.08 เปอร์เซ็นต์ ส่วนต่างๆ ของซากเมื่อคิดเทียบกับน้ำหนักซากที่ผ่าเอากระบบ ทางเดินอาหารและตับออกแล้ว ปรากฏว่าส่วนอกของเปิดเซอร์วอลเลย์สูงที่สุดเท่ากับ 22.85 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ เปิดปักกิ่ง เปิดเทค และเปิดบัวฉาย ได้เท่ากับ 15.55 15.13 และ 11.39 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนน่อง (drumsticks และ thighs) ของเปิดบัวฉายสูงที่สุดเท่ากับ 27.38 เปอร์เซ็นต์รองลงมาได้แก่ เปิดเทค เปิดปักกิ่ง และเปิดเซอร์วอลเลย์เท่ากับ 24.91 22.75 และ 18.92 เปอร์เซ็นต์เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่ออายุได้ 8 สัปดาห์

2.5 สมรรถภาพในการให้ผลผลิตตับจากเปิดเทศ

2.5.1 การเลี้ยงเปิดและอุตสาหกรรมการผลิตตับเปิด

การเลี้ยงเปิดเพื่อการผลิตตับเป็นอุตสาหกรรมทางการเกษตรที่มีความสำคัญชนิดหนึ่งในยุโรป เนื่องจากชาวยุโรปส่วนใหญ่นิยมบริโภคตับเปิดกันมาก นอกจากตับเปิดแล้วยังมีคนนิยมบริโภคตับห่านอีกด้วย ประเทศที่มีการเลี้ยงเปิดและผลิตตับส่งออกและบริโภคเองภายในประเทศ ได้แก่ ฝรั่งเศส ซึ่งสามารถผลิตตับได้ 2,260 ตัน ในปี ค.ศ. 1981 โดยเป็นตับเปิด 1,600 ตัน และตับที่ได้จากห่านอีก 660 ตัน นอกจากนั้นแล้วยังมีประเทศอื่นๆ ที่สามารถผลิตได้เป็นสินค้าส่งออก เช่น อังกฤษผลิตได้ 846 ตัน อิสราเอลผลิตได้ 238 ตัน โปแลนด์ผลิตได้ 127 ตัน และบัลแกเรียผลิตได้ 78 ตัน (Castaing, 1983) ส่วนประเทศที่มีการนำเข้าได้แก่ สวิตเซอร์แลนด์ สหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร อิตาลี แคนาดา ออสเตรเลีย สเปน ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย และสิงคโปร์ ดังนั้นนอกเหนือจากเนื้อเปิดแล้วตับเปิดยังสามารถทำเงินรายได้มาสู่ผู้เลี้ยง ราคาของตับเปิดมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ จากปี ค.ศ. 1974 ราคาส่งออกของตับเปิด 41.3 ฟรังก์ต่อกิโลกรัม หรือคิดเป็นเงินไทยประมาณ 176 บาทต่อกิโลกรัมเพิ่มเป็น 132.7 ฟรังก์ต่อกิโลกรัม ในปี ค.ศ. 1982 หรือประมาณ 564 บาทต่อกิโลกรัม (Pezet, 1983) แนวโน้มของตับเปิดก็เพิ่มสูงขึ้นซึ่งจึงได้มีผู้หันมาสนใจและนิยมการเลี้ยงเปิดและการผลิตตับมากขึ้นโดยมีปริมาณเปิดกระจายไปในทั่วประเทศของโลก จากการสำรวจจำนวนประชากรเปิดในปี ค.ศ. 1969 พบว่าทวีปยุโรปและเอเชียสามารถผลิตเปิดรวมกันได้มากกว่า 80 เพอร์เซ็นต์ของโลก (พินิจ, 2530)

2.5.2 ความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์และอายุเปิดที่มีผลต่อการผลิตตับ

Mamayev และคณะ (1982) เปรียบเทียบเปิดปักกิ่ง 3 สายพันธุ์ คือ Zhlobinsk 151 และ 102 เปิดพันธุ์ Ukrainian white และเปิดเทศ โดยการบังคับให้กินวันละ 4 เวลา เป็นเวลา 28 วัน โดยใช้ข้าวโพดเป็นอาหารหลักมีส่วนผสมอื่นๆ อีก คือ เกลือ 1 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันพืช 1 เปอร์เซ็นต์ และวิตามินอีก 1 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่า เปิดเทศมีน้ำหนักตับมากที่สุดคือ 329 กรัม เปิดปักกิ่งทั้ง 3 สายพันธุ์ มีน้ำหนักตับเฉลี่ย 185 262 และ 241 กรัม ส่วนเปิดพันธุ์ Ukrainian white มีน้ำหนักตับเฉลี่ย 206 กรัม นอกจากสายพันธุ์แล้วอายุของเปิดที่นำมากรอกอาหารก็มีอิทธิพลต่อน้ำหนักตับที่ผลิตได้ Babile (1983) ทำการเปรียบเทียบอายุเปิดเทศที่ 10 และ 12 สัปดาห์ โดยการกรอกอาหารเป็นเวลา 21 วัน พบว่าเปิดเทศที่อายุ 12 สัปดาห์ จะให้ผลตอบ

สนองต่อน้ำหนักตัวได้มากกว่าเปิดเตดที่อายุ 10 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ 521 และ 483 กรัมตามลำดับ

Yu และคณะ (1986) รายงานว่า การใช้เครื่องกรอกอาหารเปิดเตดที่มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 2.2 กิโลกรัม โดยใช้ข้าวโพด 8 กิโลกรัมต่อตัวเป็นเวลา 17 วัน จะทำให้เปิดมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 373.6 กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้กรอกคือ 44.7 กรัม และได้กล่าวว่าเปิดเตดดำเป็นเปิดเตดที่ดีที่สุดและเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการผลิตตัวในประเทศจีน

Babile และคณะ (1987) รายงานว่าความแตกต่างของปริมาณข้าวโพดที่กรอกมีผลต่อน้ำหนักตัวที่ผลิตได้ในเปิดเตด กล่าวคือ การกรอกอาหารเปิดเตดเป็นเวลา 17 วัน โดยใช้ปริมาณข้าวโพดเฉลี่ย 7,017, 6,658 และ 6,646 กรัมต่อตัว จะทำให้เปิดมีน้ำหนักตัวที่ผลิตได้เท่ากับ 440, 337 และ 457 กรัมตามลำดับ

Babile และคณะ (1988) รายงานเพิ่มเติมว่าอิทธิพลของสายพันธุ์และอายุเปิดมีผลต่อการผลิตตัวและคุณภาพตัว โดยพบว่าเปิดเตดสายพันธุ์สีน้ำเงิน (Blue phenotype) ให้ผลผลิตตัวสูงที่สุด แต่คุณภาพตัวที่ดีควรจะทำให้การกรอกอาหารเมื่อเปิดอายุ 10 สัปดาห์

2.5.3 การให้อาหารที่มีพลังงานสูงในการผลิตตัว

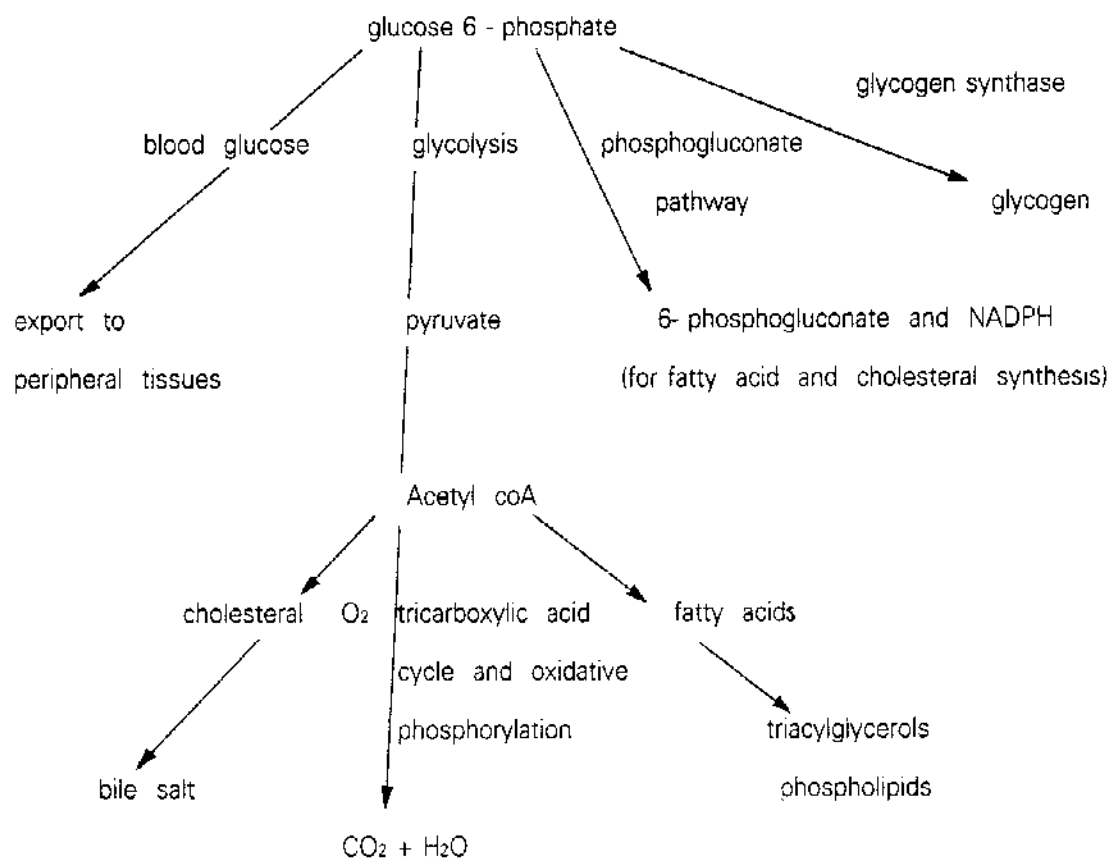
คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในอาหารสัตว์ปีกคือให้พลังงานที่ใช้ในการดำรงชีวิต การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต ส่วนพลังงานที่เหลือใช้จะถูกเก็บสะสมอยู่ในร่างกายของสัตว์ปีกในรูปไขมัน แต่การสะสมคาร์โบไฮเดรตในร่างกายของสัตว์ปีกนั้นมีน้อย โดยเฉลี่ยแล้วน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปกลูโคสในเลือดและไกลโคเจนในตับกับกล้ามเนื้อ ไกลโคเจนเป็นคาร์โบไฮเดรตที่พบในคนและสัตว์บางครั้งเรียกไกลโคเจนว่าแป้งในสัตว์ (animal starch) อนุภาคของไกลโคเจนประกอบด้วยกลูโคสประมาณ 6,000-30,000 อนุภาค ไกลโคเจนในตับจะมีขนาดใหญ่กว่าอนุภาคของไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ ไกลโคเจนจะละลายน้ำได้ และเมื่อทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีนจะเกิดสีแดง (Scott และคณะ, 1976)

ไกลโคเจนมีความสำคัญต่อกระบวนการสันดาป (metabolism) ในสัตว์ปีกมาก ไกลโคเจนที่เก็บสะสมในตับและกล้ามเนื้อจะทำหน้าที่ในกระบวนการภาวะสมดุลทางคุณสมบัติเคมีและฟิสิกส์ของของเหลวในร่างกาย (homeostatic mechanism) ควบคุมระดับกลูโคสในเลือดและเป็นแหล่งให้พลังงานแก่กล้ามเนื้อ ในระหว่างที่กล้ามเนื้อออกกำลังกายติดต่อกันจะเกิดกรดแลคติก (lactic acid) ซึ่งจะค่อยๆ ส่งผ่านทางเลือดไปสู่ตับ แล้วเปลี่ยนกรดแลคติกกลับไปเป็นไกลโคเจน ปริมาณของไกลโคเจนที่สะสมในตับและกล้ามเนื้อของสัตว์ปีกนั้น ขึ้นอยู่กับชนิดของสูตรอาหาร

และกิจกรรมต่างๆของร่างกาย (physical activity) ของสัตว์ การสะสมคาร์โบไฮเดรตในร่างกายของสัตว์ปีกในรูปไกลโคเจนในตับและกล้ามเนื้อมีขีดจำกัด ดังนั้นเมื่อสัตว์ได้รับอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตสูงเกินความต้องการสำหรับใช้เป็นพลังงานแล้วจะถูกเปลี่ยนไปเป็นไขมัน โดยผ่านกรดไพรูวิก (pyruvic acid) และ อซิทิล โคเอ (Acetyl CoA) ในการสันดาป คาร์โบไฮเดรต จากนั้นอซิทิลโคเอ จะถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดไขมัน และไปสะสมอยู่ในรูปของไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) (Scott และคณะ, 1976, Lehninger, 1979 และบุญล้อม 2531) อาหารคาร์โบไฮเดรตที่ต่างชนิดกันมีผลต่อการสะสมไขมันในสัตว์ปีก Patrick และ Schaible (1980) รายงานว่าสัตว์ปีกที่กินข้าวโพดจะมีการสะสมไขมันมากที่อวัยวะรอบๆ ช่องท้องเช่น ตับและไตผิวหนัง แต่ถ้ากินข้าวสาลีหรือข้าวบาร์เลย์จะมีการสะสมไขมันมากที่ไตผิวหนัง แต่มีการสะสมไขมันบริเวณรอบๆ อวัยวะภายในน้อยกว่าพวกที่กินข้าวโพด

Leclercq (1984) รายงานว่าความแตกต่างของระดับพลังงานในอาหารของไก่ที่อายุ 56 วัน จะมีการสะสมไขมันแตกต่างกันคือ อาหารที่มีพลังงาน 3,250 และ 3,000 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม จะมีการสะสมไขมันรอบๆ ช่องท้อง (abdominal fat) เท่ากับ 52 และ 44 กรัมในเพศผู้ และพบว่าเพศผู้มีการสะสมไขมันมากกว่าเพศเมียเมื่อได้รับอาหารที่มีพลังงานเท่ากัน สำหรับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม Desnoyer (1973) กล่าวว่า การสะสมไขมันใต้ผิวหนัง (subcutaneous fat) จะเกิดช้ากว่าการสะสมไขมันรอบๆ อวัยวะภายในและช่องท้อง

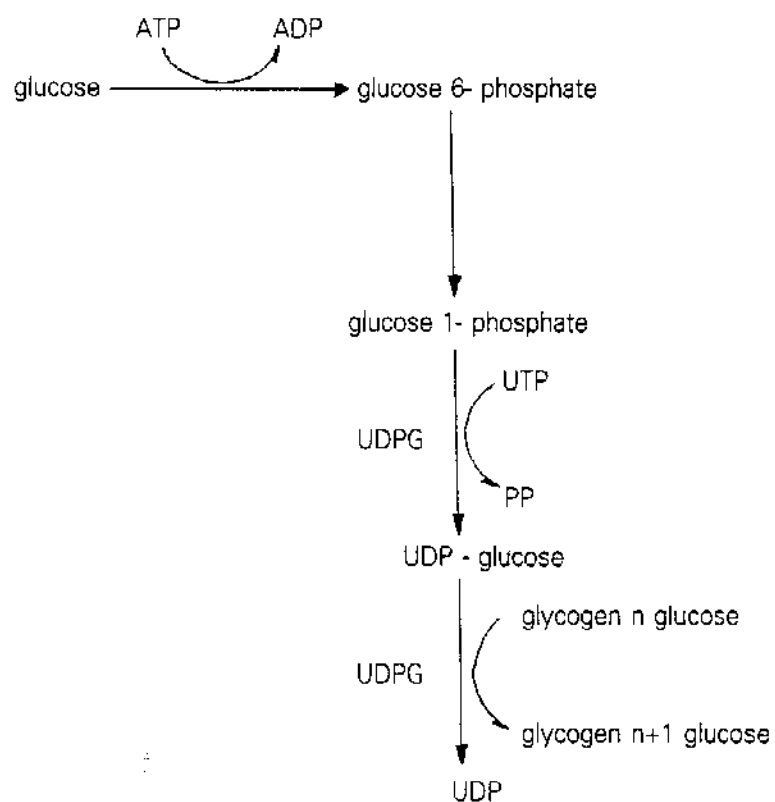
การเปลี่ยนแปลงของคาร์โบไฮเดรตในร่างกายสัตว์ไปเป็นไกลโคเจนและไขมันได้แสดงรายละเอียดไว้ในภาพที่ 1, 2 และ 3



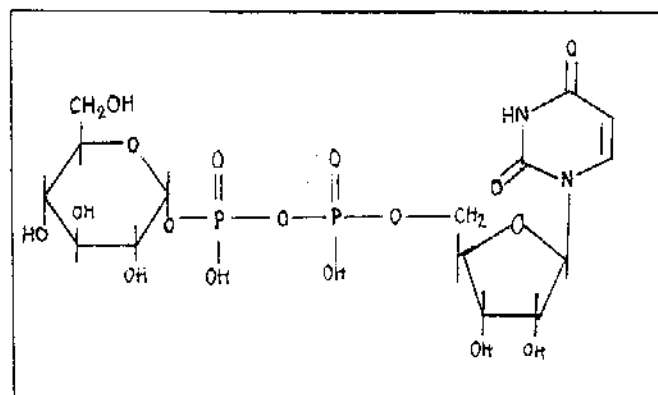
ตารางที่ 1. แสดงวิถีเมตาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตในตับ

(Metabolic pathway of glucose 6- phosphate in the liver)

ที่มา : Lehninger (1979)



Structure of UDPG



ภาพที่ 2. แสดงการสังเคราะห์ไกลโคเจน (The pathway of glycogen synthesis)

ที่มา : Newsholme และ Start (1973)

2.5.4 ชนิดและระดับของไขมันและกรดไขมันต่างๆที่มีต่อคุณภาพซากและดับ

แหล่งของไขมันแต่ละชนิดจะมีกรดไขมันเป็นส่วนประกอบทั้งชนิดอิ่มตัวและชนิดไม่อิ่มตัว แต่จะมีสัดส่วนแตกต่างกันไป ซึ่งคุณสมบัติทางเคมีของกรดไขมันแต่ละชนิดได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 ในไขมันสัตว์จะมีสัดส่วนของกรดไขมันชนิดอิ่มตัวสูงกว่าชนิดไม่อิ่มตัว ส่วนน้ำมันที่สกัดจากพืช เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันรำข้าว น้ำมันข้าวโพด จะมีสัดส่วนของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูงกว่าชนิดอิ่มตัว ยกเว้น น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว จะมีสัดส่วนของกรดไขมันชนิดอิ่มตัวสูงกว่าชนิดไม่อิ่มตัว ส่วนประกอบของกรดไขมันในแหล่งไขมันต่างๆ แสดงในตารางที่ 2 กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่พบในน้ำมันพืชจะมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เนื่องจากมีกรดไขมันชนิดที่ร่างกายสัตว์ไม่สามารถสังเคราะห์ได้ต้องได้รับจากอาหารเท่านั้น จึงเรียกรดไขมันเหล่านี้ว่า กรดไขมันที่จำเป็น (essential fatty acids) ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 3 ชนิด คือ กรดโอเลอิก (oleic acid) กรดลิโนเลนิก (linolenic acid) และกรดอะราชิโดนิก (arachidonic acid) แต่อย่างไรก็ตามกรดไขมันที่มีบทบาทมากที่สุดในร่างกาย คือ กรดลิโนเลนิก เนื่องจากสามารถนำไปสังเคราะห์เป็นกรดอะราชิโดนิก ซึ่งเป็นกรดไขมันจำเป็นอีกตัวหนึ่งที่พบเฉพาะในไขมันสัตว์และมีปริมาณน้อยมาก

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติทางเคมีของกรดไขมันบางชนิดที่พบในอาหารสัตว์

ชื่อกรดไขมัน	จำนวนคาร์บอนอะตอม	น้ำหนัก	ค่าไอโอดีน	จุดหลอมเหลว
	ต่อจำนวนพันธะคู่	โมเลกุล	นัมเบอร์	(องศา C)

กรดไขมันชนิดอิ่มตัว (saturated fatty acids)

กรดลอริก (lauric)	12:0	200	0	43.6
กรดไมริสติก (myristic)	14:0	228	0	53.8
กรดปาล์มิติก (palmitic)	16:0	256	0	62.9
กรดสเตียริก (stearic)	18:0	285	0	69.9

กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acids)

กรดปาล์มิโตเลอิก (palmitoleic)	16:1	254	99.8	1.5
กรดโอเลอิก (oleic)	18:1	283	89.9	14.0
กรดลิโนเลอิก (linoleic)	18:2	281	181.0	-5.0
กรดลิโนเลนิก (linolenic)	18:3	279	273.5	-14.4

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติทางเคมีของกรดไขมันบางชนิดที่พบในอาหารสัตว์ (ต่อ)

ชื่อกรดไขมัน	จำนวนคาร์บอนอะตอม	น้ำหนัก	ค่าไอโอดีน	จุดหลอมเหลว
	ต่อจำนวนพันธะคู่	โมเลกุล	กรัมเบอร์	(องศา C)
กรดอะราชีดิก (arachidonic) 20:4		305	316.2	-49.5

ที่มา : Scott et al. (1976)

ตารางที่ 2 แสดงส่วนประกอบของกรดไขมันในแหล่งไขมันบางชนิด

แหล่งไขมัน 1/	ชนิดของกรดไขมัน							
	C12:0	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3
ไขมันไก่	0.1	0.9	21.6	5.7	6.0	37.3	19.5	1.0
ไขมันหมู 2/	0.1	1.6	22.8	3.0	14.0	45.6	12.0	0.1
ไขวัว	0.9	3.7	24.9	4.2	18.9	36.0	3.1	0.6
น้ำมันดอกคำฝอย	-	0.1	6.2	0.4	2.2	11.7	74.1	0.4
น้ำมันทานตะวัน	-	-	5.9	-	4.5	19.5	65.7	-
น้ำมันข้าวโพด	-	-	10.9	-	1.8	24.2	58.0	0.7
น้ำมันเมล็ดฝ้าย	-	0.8	22.7	0.8	2.3	17.0	51.5	0.2
น้ำมันถั่วเหลือง	-	0.1	10.3	0.2	3.8	22.8	51.0	6.8
น้ำมันรำข้าว 3/	-	-	18.3	-	1.7	40.9	37.0	1.4
น้ำมันปาล์ม	0.1	1.0	43.5	0.3	4.3	36.6	9.1	0.2
น้ำมันมะพร้าว	44.6	16.8	8.2	-	2.8	5.8	1.8	-

ที่มา : 1/ NRC (1984)

2/ Ketals and De Groote (1989)

3/ พิมพ์ และ จันทรพิชญ (2530)

การเสริมไขมันในอาหารไก่เนื้อ มีผลทำให้อัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีขึ้น แต่ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กินได้ (Attech และคณะ, 1983; Brue และ Latchaw, 1985; Donaldson, 1985) โดยทั่วไปการใช้ไขมันเสริมในอาหารไก่เนื้อ มีทั้งที่เป็นน้ำมันพืช ไขมันสัตว์ หรือทั้งสองอย่างร่วมกัน Dam และคณะ (1959) รายงานว่า การเสริมน้ำมันข้าวโพดที่ระดับ 10 % ในอาหาร มีผลทำให้การเจริญเติบโตของไก่เนื้อสูงกว่าที่ระดับ 5 % แต่ไม่แตกต่างกับระดับ 20 % Griffiths และคณะ (1977) พบว่า การเสริมน้ำมันข้าวโพดหรือไขมันไก่ ที่ระดับ 9 % ในอาหาร ไม่มีผลทำให้น้ำหนักตัวเพิ่ม (1 ถึง 4 สัปดาห์) แตกต่างกัน แต่สูงกว่าอาหารเปรียบเทียบซึ่งมีปริมาณไขมันในปริมาณน้อย Ross และ Adamson (1961) รายงานว่า การเสริมน้ำมันข้าวโพดในอาหารที่ระดับ 3 และ 15 % ไม่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกัน แต่จะสูงกว่าอาหารเปรียบเทียบซึ่งมีปริมาณไขมัน 0.05 % Attech และคณะ (1983) ได้เปรียบเทียบการใช้ไขมันพืชร่วมกับไขมันสัตว์ และน้ำมันข้าวโพดอย่างเดียว พบว่า น้ำหนักตัวเพิ่ม ปริมาณอาหารที่กิน และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารไม่มีความแตกต่างกัน แต่การใช้น้ำมันข้าวโพดมีแนวโน้มที่จะดีกว่า ส่วนการใช้ไขมันสัตว์ในอาหารไก่เนื้อ ได้มีการรายงานโดย Deaton และคณะ (1981) พบว่าเมื่อระดับไขมันเพิ่มจาก 4 เป็น 10 % มีผลทำให้ปริมาณไขมันช่องท้องเพิ่มขึ้นทั้งในสภาพอุณหภูมิ 21 และ 29 องศาเซลเซียส และน้ำหนักตัวมีแนวโน้มสูงขึ้น แต่ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารไม่แตกต่างกัน Brue และ Latchaw (1985) พบว่า การใช้ไขมันข้าวโพด ไขมันไก่ ไขมันวัว ในอาหาร ไม่ทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มแตกต่างกัน แต่ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของไก่ที่ได้รับน้ำมันข้าวโพดจะดีกว่าและน้ำมันข้าวโพดมีผลต่อการสะสมกรดไขมันในเนื้อสูงกว่า ไขมันไก่ และไขมันวัว ตามลำดับ Fuller และ Rendon (1977) รายงานว่า การให้อาหารที่มีแหล่งไขมันแตกต่างกัน โดยใช้ไขมันปาล์ม ไขมันวัวหรือไขมันไก่ พบว่าไม่ทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มที่อายุ 4 ถึง 7 สัปดาห์แตกต่างกัน ส่วนในอาหารที่เติมน้ำมันมะพร้าวมีน้ำหนักตัวเพิ่มต่ำกว่าทุกกลุ่ม แต่ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารไม่แตกต่างกัน Hulan และคณะ (1984) รายงานว่า การใช้ไขมันสัตว์ไม่ว่าจะเป็นไขมันไก่ ไขมันหมู หรือไขมันวัว ในระดับที่เท่ากัน คือ 3 % ในสูตรอาหาร ไม่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของไก่เนื้ออายุ 48 วัน แตกต่างกัน แต่เมื่อเสริมไขมันเรปส์ด้วย จะทำให้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีขึ้น Pinchasov และ Nir (1992) รายงานว่า การเสริมไขมันพืชในระดับที่สูงขึ้นในสูตรอาหารที่ใช้ไขมัน โดยปรับระดับไขมันให้เท่ากันคือ 10 % พบว่า อัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกัน และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีขึ้น

การสะสมไขมันและส่วนประกอบของกรดไขมันในซากไก่เนื้อ จะขึ้นอยู่กับปริมาณและชนิดของไขมันในอาหาร จากรายงานของ Yau และคณะ (1991) ได้ทำการเสริมไขมัน 3 ชนิดในอาหาร คือ น้ำมันดอกคำฝอย (มีกรดลิโนเลอิก 79 %) น้ำมันมะกอก (มีกรดโอเลอิก 70 %) และน้ำมันมะพร้าว (มีกรดไขมันอิ่มตัว 83 %) พบว่าส่วนประกอบของกรดไขมันในซากไก่เนื้อจะแตกต่างกันไป แต่จะสัมพันธ์กับส่วนประกอบของกรดไขมันในอาหาร Edwards และคณะ (1973) รายงานว่า ชนิดของไขมันไม่มีผลต่อส่วนประกอบของซากไก่เนื้อ แต่จะมีผลต่อส่วนประกอบของกรดไขมันในซากและเนื้อเยื่อไขมัน ดังนั้นถ้าในอาหารมีกรดไขมันที่มีพันธะคู่ (polyunsaturated fatty acid) ตั้งแต่ 2 ขึ้นไปสูง ก็จะทำให้ไก่เนื้อได้รับกรดไขมันที่จำเป็น โดยเฉพาะกรดลิโนเลอิกมากขึ้นด้วย Machlin และ Gordon (1961) พบว่าเมื่อเสริมน้ำมันดอกคำฝอยซึ่งมีปริมาณกรดลิโนเลอิกสูง ในอาหารเปรียบเทียบ 2 % พบว่า ปริมาณของกรดลิโนเลอิกในซากไก่เนื้อ จะเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับอาหารเปรียบเทียบซึ่งไม่มีกรดไขมันชนิดนี้อยู่เลย Marion และ Woodroof (1963) พบว่า เมื่อปริมาณกรดลิโนเลอิกในอาหารสูงขึ้น สัดส่วนของกรดไขมันชนิดนี้ในเนื้อขาจะมีอัตราส่วนสูงขึ้น Chanmugam และคณะ (1992) รายงานว่า แหล่งของไขมัน ทำให้สัดส่วนของกรดไขมันในซากแตกต่างกันไป ตามชนิดของไขมันที่ผสมในอาหาร Pinchasov และ Nir (1992) พบว่าการเสริมน้ำมันพืชเพื่อให้มีระดับกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดที่มีพันธะคู่ 1 พันธะ โดยเฉพาะกรดโอเลอิก ลดลงด้วย Hulan และคณะ (1984) พบว่า การใช้ไขมันไก่ ไขมันหมู ไขวัว เพียงอย่างเดียวหรือผสมกับน้ำมันเรปส์ดีไม่ทำให้ปริมาณไขมันในช่องท้องแตกต่างกัน ในขณะที่ Pinchasov และ Nir (1992) พบว่า กรดไขมันชนิดที่มีพันธะคู่ตั้งแต่ 2 ขึ้นไป ในสัดส่วนที่สูงขึ้นในอาหารผสมไขวัว จะทำให้การสะสมไขมันในช่องท้องมีแนวโน้มลดลง และพบว่าปริมาณไขมันในตับจะมีปริมาณลดลงด้วย

2.5.5 ผลของการใช้เครื่องกรอกอาหารในการขุนเปิดเพื่อการผลิตตับ

การกรอกอาหารหรือการบังคับการกิน (force-feeding methodology) เป็นเทคนิคในการให้อาหารเพื่อศึกษาผลของระดับการกิน (ระดับสูงหรือต่ำกว่าของการกินได้อย่างอิสระ) จากหลักฐานการใช้อุปกรณ์ในการกรอกอาหาร เริ่มแรกโดยการสอดใส่แท่งแก้วที่เชื่อมต่อกับกรวยให้เข้าไปในกระเพาะพัก (crop) ของสัตว์ปีก แล้วเทอาหารผ่านกรวยเข้าไปในกระเพาะพัก (Sibbald, 1976 และ Wehner และคณะ, 1980) เวลาใช้ในการกินประมาณ 3-13 นาทีต่อตัว (Wehner และ Harrold, 1982) Teeter และคณะ (1984) รายงานว่าการใช้อุปกรณ์ในการกรอกอาหารเปรียบเทียบกับ การให้กินอย่างเต็มที่ของไก่ปรากฏว่า น้ำหนักตัวที่เพิ่มต่อวันเท่ากับ 59.1 และ 58.7 กรัมและเปอร์เซ็นต์การย่อยได้เท่ากับ 73.5 และ 75.0 ตามลำดับ และกล่าวว่า การใช้อุปกรณ์

ในการกรอกอาหารนั้นสะดวก และง่ายเหมาะสำหรับใช้ในการทดลองเกี่ยวกับการกินได้ของสัตว์ เพราะสามารถป้องกันการย้อนกลับของอาหารได้ อุปกรณ์ในการกรอกอาหารได้มีการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยการใช้เครื่องมือเดอรมาประกอบกับกรวยอาหาร เป็นเครื่องกรอกอาหาร (force-feeding machine) สามารถใช้กรอกอาหารในห่านได้ 60-100 ตัวภายในเวลา 1 ชั่วโมง (Castaing, 1979) ในประเทศฝรั่งเศสได้มีการผลิตเครื่องกรอกอาหารสำหรับในการขุนเปิดเพื่อผลิตตับโดยใช้เป็ดบัวค่าย (mule duck) ซึ่งเป็นเป็ดลูกผสมจากเป็ดเทศกับเป็ดปักกิ่ง ซึ่งเป็ดบัวค่ายจะให้ผลผลิตตับเฉลี่ยสูงถึง 500-550 กรัมต่อตัว นอกจากนั้นแล้วเป็ดบัวค่าย ยังมีการเจริญเติบโตได้เร็วและมีคุณภาพซากดี จึงเป็นที่นิยมเลี้ยงกันมากในประเทศฝรั่งเศส (Pingel, 1989)

การบังคับให้สัตว์กินอาหารพลังงานสูงโดยการใช้เครื่องกรอกอาหารพบว่าตับจะมีการเพิ่มน้ำหนักมากขึ้น Wolford และ Polin (1974) รายงานว่าการเปรียบเทียบการใช้เครื่องกรอกอาหาร โดยให้กินในระดับ 50 และ 150 เปอร์เซ็นต์ของการกินอย่างเต็มที่ เป็นเวลา 21 วัน พบว่า การกรอกอาหารในระดับ 150 เปอร์เซ็นต์ของการกินอย่างเต็มที่ จะทำให้มีน้ำหนักมากที่สุดคือ 91.2 กรัม รองลงมาคือ การกรอกอาหารในระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ของการกินอย่างเต็มที่ และการกินอย่างเต็มที่เท่ากับ 29.9 และ 24.1 กรัมตามลำดับ นอกจากนั้นพบว่า การกรอกอาหารที่ระดับ 150 เปอร์เซ็นต์ของการกินอย่างเต็มที่ จะมีการสะสมไขมันที่ตับมากกว่าการกรอกอาหารที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์และการกินได้อย่างเต็มที่ Castaing (1979) กล่าวว่า ตับเปิดที่ได้จากการกรอกอาหารพลังงานสูงจะมีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ตับเปิดธรรมดา มีเปอร์เซ็นต์ไขมันเพียง 23 เปอร์เซ็นต์ นอกจากจะมีการผลิตตับจากเป็ดแล้วบางประเทศในยุโรป ยังมีการผลิตตับจากห่านอีกด้วย วิธีการในการผลิตเช่นเดียวกับการผลิตตับจากเป็ด โดยบังคับให้ห่านกินข้าวโพดให้มากเกินความต้องการคือประมาณ 5 เท่าของการกินอย่างเต็มที่ Nir และ Perek (1971) รายงานว่าการใช้ข้าวโพดกรอกให้ห่านกินจะทำให้ความสมดุลของกรดอะมิโนที่จำเป็นและอัตราส่วนระหว่างพลังงานต่อโปรตีนสูญเสียไป Nir และ Perek (1972) แนะนำว่าการผลิตตับห่านถ้าผสมกากถั่วเหลือง 10% ลงในอาหารข้าวโพด จะทำให้ตับมีขนาดใหญ่กว่าการกรอกด้วยอาหารข้าวโพดอย่างเดียว Nitsan และคณะ (1973) รายงานว่าการกรอกอาหารห่านโดยใช้ข้าวโพดผสมกากถั่วเหลือง 10 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ห่านมีน้ำหนักตัว น้ำหนักตับ และน้ำหนักไตมากกว่าการกินข้าวโพดอย่างเดียว การขุนห่านโดยการกรอกอาหารหรือบังคับให้ห่านกินเป็นสาเหตุทำให้กิจกรรมของเอนไซม์ Xanthine dehydrogenase ที่ตับเพิ่มขึ้นและเอนไซม์ Arginase ที่ไตลดลง นอกจากนั้นยังพบว่า กิจกรรมของเอนไซม์ Glucose 6-phosphate dehydrogenase ลดลง ในขณะที่กิจกรรมของเอนไซม์ 6-Phosphogluconate dehydrogenase เพิ่มขึ้น

T'orh (1987) รายงานว่าการกรอกอาหารข้าวโพดในน่านจะทำให้น่านสามารถผลิตได้เฉลี่ย 550 กรัม โดยมีอัตราการตายน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น Nagi และ Fancsi (1987) รายงานว่าการใช้เครื่องกรอกอาหารในน่านพันธุ์นิช (Rhenish) อายุ 10 สัปดาห์ น้ำหนักเฉลี่ย 4.36 กิโลกรัม จะทำให้มีน้ำหนักตัว น้ำหนักตับและคุณภาพตับมีมากกว่าตอนไม่กรอก อาหารอย่างมีนัยสำคัญ จากผลการทดลองสามารถคำนวณความสัมพันธ์ดังกล่าวออกมาเป็นสมการรีเกรชันได้ คือ

$$\text{น้ำหนักตับ (กรัม)} = 0.129 \text{ น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กรัม)} + 8.75$$

ต้นน่านจีนเป็นที่นิยมบริโภคของชาวฝรั่งเศส Mazzoni (1989) รายงานว่าในปี ค.ศ. 1986 ต้นน่านปริมาณ 2 ใน 3 ที่บริโภคในประเทศฝรั่งเศสนั้นผลิตในประเทศอังกี อีสราเอล บัลกาเรีย โปแลนด์ และประเทศฝรั่งเศส ประสบปัญหาเรื่องพันธุ์น่านที่ให้ผลผลิตต่ำ เช่น เปอร์เซ็นต์ไซมีเซียต่ำ จึงได้มีการเร่งรัด คัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์น่านให้มีเปอร์เซ็นต์การไซและน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นเพื่อเร่งปริมาณในการผลิตให้มากขึ้น อย่างไรก็ตามพบว่าต้นทุนการผลิตต้นน่านนั้นสูงเนื่องจากการผลิตต้นน่านนั้นต้องให้อาหารโดยการกรอกอาหารวันละ 3 ครั้ง ในขณะที่การผลิตต้นเปิดให้อาหารเพียงวันละ 2 ครั้งเท่านั้น

2.5.6 สัดส่วนของโปรตีนและพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในอาหารต่อการสะสมไขมันในช่องท้อง

ระดับโปรตีนและระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในอาหารจะมีผลต่อสมรรถนะการผลิตของสัตว์ปีกเป็นอย่างมาก NRC (1984) แนะนำว่า ในอาหารไก่เนื้อ ช่วงอายุ 0 ถึง 8 สัปดาห์ ควรจะมีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 3,200 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม Deaton และคณะ (1983) ได้ทำการศึกษาการให้อาหารที่มีระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 4 ระดับ คือ 3,100, 3,175, 3,250 และ 3,325 กิโลแคลอรี/กิโลกรัมพบว่า ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารที่มีระดับพลังงาน 3,325 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม จะมีการสะสมไขมันมากที่สุดคือ 2.29 % ของน้ำหนักชีวิต และเมื่อได้รับอาหารที่มีระดับพลังงาน 3,100 และ 3,175 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม จะมีการสะสมไขมันน้อยที่สุดคือ 1.92 % ของน้ำหนักมีชีวิต ส่วนน้ำหนักตัวของไก่ที่ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 3,100 และ 3,175 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ที่อายุ 48 วัน จะเท่ากับไก่ที่ได้รับอาหารที่มีระดับพลังงาน 3,250 และ 3,325 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ที่อายุ 47 วัน และประสิทธิภาพการให้อาหารดีขึ้นเมื่อระดับพลังงานในอาหารสูงขึ้น Deaton และ Lott (1985)

พบว่าปริมาณไขมันช่องท้องเมื่อคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักตัวจะเพิ่มขึ้น เมื่อระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในอาหารเพิ่มขึ้น ในขณะที่ Hargis และ Creger (1980) พบอิทธิพลร่วมระหว่างระดับโปรตีนและพลังงานในอาหารโดยที่ระดับพลังงาน 2,860 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม การเพิ่มโปรตีนจากระดับ 24 เป็น 30 % มีผลทำให้น้ำหนักตัวที่อายุ 49 วัน และปริมาณไขมันช่องท้องลดลง แต่ที่ระดับ 3,080 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม การเพิ่มระดับโปรตีนให้สูงขึ้น มีผลทำให้น้ำหนักตัวสูงขึ้น Griffiths และคณะ (1977) รายงานว่า สัดส่วนของระดับโปรตีน (%) และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม) ในอาหารที่เพิ่มจาก 138.7 ถึง 187.6 ไม่มีผลทำให้อัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวในช่วงอายุ 4 ถึง 8 สัปดาห์แตกต่างกัน แต่จะมีผลทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลง และมีผลทำให้ปริมาณไขมันบริเวณช่องท้องเพิ่มขึ้น Summer และ Leeson (1979) พบว่า สัดส่วนของระดับโปรตีนและพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในอาหารที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่ออัตราการเพิ่มน้ำหนักตัว แต่จะมีผลทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลง และมีผลทำให้ปริมาณไขมันช่องท้องเพิ่มขึ้น Mabray และ Waldroup (1981) รายงานว่า สัดส่วนของระดับโปรตีนและระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในอาหารไก่เนื้อเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการสะสมไขมันช่องท้องของไก่เนื้อ โดยสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นในอาหารมีผลทำให้การสะสมไขมันช่องท้องสูงขึ้น

2.5.7 ผลของอะฟลาทอกซินต่อตับเปิดและการเกิด Fatty Liver Syndrome

ลูกเป็ดจะมีความต้านทานต่อการเกิดพิษของอะฟลาทอกซินได้น้อยมากอาการเป็นพิษอาจเป็นแบบเรื้อรังหรือเฉียบพลัน ในรายที่เกิดอาการเป็นพิษอย่างเฉียบพลันนั้น มักจะแสดงอาการชัก (convulsions) และตายในลักษณะหิว คอ และขา บิดไปข้างหลัง ลำตัวแอ่นไปข้างหน้า (opisthotonus) ภายในระยะเวลา 2-3 วัน จากการผ่าซากตรวจดูพบว่ามีจุดเลือดออกใต้ผิวหนัง และอวัยวะภายใน เลือดมักจะมีลักษณะใสและแข็งตัวได้ยากกว่าปกติ มีอาการบวม น้ำรอบๆหัวใจ และหน้าแข้ง ตับขยายโตและมีสีเหลืองซีดมีเม็ดตุ่มเต็มไปหมด สำหรับไต ตับอ่อนและม้ามจะขยายใหญ่เช่นเดียวกัน ส่วนวิธีการที่ตรวจพบด้วยกล้องจุลทรรศน์นั้น พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงในเซลล์ของตับมากที่สุดคือมีการตายของเซลล์ (necrosis) ของตับ มีปริมาณไขมันเพิ่มมากขึ้นในเซลล์เหล่านี้ (fatty degeneration) ในรายที่เรื้อรัง ตับจะมีจุดเนื้อตายเล็กๆกระจายทั่วไป ผลสุดท้ายจะเกิดตับแข็ง (cirrhosis) และยังมีการเพิ่มจำนวนของท่อน้ำดี (bile duct proliferation) มากขึ้นอีกด้วย แต่ในสัตว์ปีกพวกนี้ที่รอดตายจากการเกิดพิษของอะฟลาทอกซิน จะมีท่อน้ำดีมากขึ้นกว่า

ธรรมดา แต่ถึงอย่างไรก็ตามจะมีใยเกี่ยวพันเพิ่มขึ้นในตับ (fibrosis) น้อยกว่า เมื่อเทียบกับสัตว์ดุนม (mammals) นอกจากนี้ยังพบอีกว่า ลูกเป็ดที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีอะฟลาทอกซินปะปนอยู่ในปริมาณ 35 ไมโครกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม จะเกิดมะเร็ง (carcinogenesis) ในตับขึ้นภายหลังที่เลี้ยงด้วยอาหารนี้เป็นเวลา 14 เดือน (ยวนตา,1973; Asplin และ Carnaghan,1961; Carnaghan, 1965)

Veno และ Veno (1978) ได้ทดลองในลูกเป็ดอายุ 1 วัน พบว่าสารพิษอะฟลาทอกซินชนิด B1, G1, B2 และ G2 มีค่า LD50 เท่ากับ 0.5, 0.8, 1.7, และ 3.4 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ

Sinha และ Muir (1973) รายงานว่า มะเร็งที่ตับ (liver tumours) สามารถพบได้ในลูกเป็ดที่ได้รับอาหารที่มีสารพิษอะฟลาทอกซินในระดับ 30 พีพีบี

Muller และคณะ (1970) ได้ทดลองให้ลูกเป็ดได้รับอาหารที่มีสารพิษอะฟลาทอกซินในระดับ 0, 50, 100, 200 และ 400 พีพีบี พบว่าเป็ดมีอัตราการตาย 100 เปอร์เซ็นต์เมื่ออายุ 2 สัปดาห์ ในกลุ่มที่ได้รับอะฟลาทอกซิน 200 และ 400 พีพีบี ส่วนกลุ่มที่ได้รับ 100 พีพีบี ตายเมื่ออายุ 3 สัปดาห์ โดยลูกเป็ดที่ตายในสัปดาห์แรกมีตับสีเหลืองและที่ตายในสัปดาห์ต่อมา พบมีการเปลี่ยนแปลงของลักษณะตับ สำหรับผลทางจุลพยาธิวิทยาในไตของเป็ดที่ได้รับอะฟลาทอกซิน 50 พีพีบี เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบเซลล์ไตขยายใหญ่ มีไฮยาไลน์ ดีเจนเนอเรชัน (hyaline degeneration) ในส่วนของโกลเมอรูล (glomeruli) สำหรับการเจริญเติบโตนั้นในลูกเป็ดที่ได้รับอะฟลาทอกซินในระดับ 0 และ 100 พีพีบี เมื่ออายุ 4 สัปดาห์ มีน้ำหนักตัว 1,110 และ 701 กรัม ตามลำดับ ส่วนประสิทธิภาพการใช้อาหารในเป็ดกลุ่มที่ได้รับอะฟลาทอกซิน 0, 50, 100 และ 200 พีพีบี มีค่าเท่ากับ 2.63, 3.28, 4.55 และ 9.40 ตามลำดับ

สุรพล (2530) รายงานว่าอาการในเป็ดที่ถูกพิษของอะฟลาทอกซินถ้าเป็นลูกเป็ดจะตายอย่างรวดเร็ว โดยแสดงอาการเพียงแค่อิ่ม กินอาหารน้อย ขอบตาแดง ชักและตายส่วนในเป็ดใหญ่จะมีอาการอืด กินอาหารน้อยลง เดินกะเผลก บางตัวจะมีส่วนของลำไส้ตรงและรูทวารยื่นย้อยออกมาโดยเฉพาะในเป็ดไข่ สำหรับวิธีการในลูกเป็ด ตับจะมีสีซีดกว่าปกติ ไตจะบวม ถ้าเป็นในเป็ดใหญ่พบว่า ตับมีสีเข้มขยายใหญ่ ต่อมาจะหดเล็กลง มีจุดเนื้อตายขนาดต่างๆ อยู่ในเนื้อตับถ้าเป็นนานๆ จุดเนื้อตายจะกลายเป็นเนื้ออกขนาดใหญ่เรื่อยๆ เนื้ออกนี้จะพบที่ตับเท่านั้น

เชิดชัย (2529) รายงานว่า ลูกเป็ดที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินมักจะมีอาการชักและตายในท่าโอพิสโทโทโนส (opisthotonos) คือหลังแอ่น ขาทั้งสองยึดไปข้างหลัง

ประหยัด (2532) รายงานว่า ลูกเป็ดอายุ 1 วัน เมื่อให้อะฟลาทอกซิน B ขนาด LD (= 0.335 พีพีเอ็ม) ลูกเป็ดจะตายภายใน 3 วัน ลูกเป็ดตัวที่รอดตาย พบว่าการเจริญเติบโตไม่ปกติ ไขมันในตับสูง มีเซลล์ตาย และมีการเพิ่มจำนวนอย่างมากของเซลล์ท่อน้ำดี

เชิดชัย (2519) รายงานว่า ในลูกเปิดอายุ 12-20 วัน ที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซิน หัวใจของลูกเปิดส่วนมากจะซีดกว่าปกติ บางตัวพบน้ำค่อนข้างใสสีฟางขาวขังอยู่ในถุงหุ้มหัวใจ หลังจากเปิดถุงหุ้มหัวใจ จะพบแผ่นคล้ายหนองสีเหลือง (fibrin) เกาะที่กล้ามเนื้อหัวใจด้านนอก นอกจากนี้ ยังพบว่าปอดมีการคั่งเลือดและบวมน้ำทั้ง 2 ข้าง ตับมีสีซีดหรือสีเหลืองอ่อน มีลักษณะแข็งและพื้นผิวเป็นเม็ดเล็กๆ นูนขึ้นมากระจายอยู่ทั่วไป ซึ่งตับจะมีขนาดเล็กกว่าปกติ ไตพบจุดเลือดออกเล็กๆ และพบอาการท้องมาน มีน้ำใสสีฟางขาวขังในช่องท้องประมาณ 5-20 ซี.ซี. วิธีการที่พบทั้งหมดนี้ พบในลูกเปิดแสดงอาการเฉียบพลันซึ่งตายใน 8 วันแรกหลังจากได้รับอาหารที่มีพิษอะฟลาทอกซิน

ประภาส และคณะ (2521) รายงานว่าเปิดไข่ที่ได้รับอะฟลาทอกซิน ตับจะบวมเหลืองและมีจุดเลือดออก บางแห่งมีจุดเนื้อตาย ลำไส้ใหญ่มีการอักเสบและจุดเลือดออก ม้ามมีจุดเลือดออก รังไข่อักเสบรุนแรงมีเลือดออกสีแดงคล้ำ อวัยวะมีเลือดคั่ง และเมื่อตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะพบว่าลำไส้มีการอักเสบเยื่อぶลอกหมด ตับพบการแทรกซึมของท่อน้ำดี (bile duct proliferation) เซลล์ตับบวมโตและมีจุดเนื้อตายเป็นหย่อม

Ostrowski - Meissner (1983) ได้ศึกษาผลของอะฟลาทอกซิน ต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนในวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่างๆ ในเปิด พบว่าเมื่อระดับของอะฟลาทอกซินในอาหารสูงขึ้น จะมีผลทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนในวัตถุดิบอาหารได้แก่ กากถั่วเหลือง กากถั่วลิสง กากมะพร้าว ลดลงอย่างมาก เช่นเมื่อเปิดได้รับอะฟลาทอกซินในระดับ 0, 50, 100, และ 200 พีพีบี จะทำให้ค่าการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนสุทธิ (NPU) ของกากถั่วเหลือง เท่ากับ 58, 26, 14 และ 11 ตามลำดับ ซึ่งค่าเหล่านี้ใกล้เคียงกับค่าการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนสุทธิในกากถั่วลิสงและกากมะพร้าว

เชิดชัย และคณะ (2533) ได้ทดลองเลี้ยงเปิดเนื้อโดยให้อาหารที่มีอะฟลาทอกซินในระดับ 30, 60 และ 100 พีพีบี พบว่าเปิดส่วนมากปกติ มีบางตัวป่วยโดยมีอาการ เบื่ออาหาร ซึม อูจจาระร่วง ขอบตาแดงและตายในท่าหลังแอ่น เมื่อผ่าซากพบว่ามีอาการต่างกัันดังนี้ ซีด เลือดคั่ง มีจุดเลือดออก เยื่อหุ้มตับอักเสบ ถุงลมอักเสบ และตับแข็ง ไตและหัวใจมีสีซีดและขยายใหญ่ ในบางรายพบท้องมาน เยื่อบุช่องท้องอักเสบ ถุงลมอักเสบ และน้ำขังในถุงหุ้มหัวใจ การศึกษาทางจุลพยาธิวิทยาพบ diffuse fatty degeneration ถึง diffuse necrosis และ bile duct proliferation ในตับ ท่อไตอักเสบ และกล้ามเนื้อหัวใจเสื่อม ตับเปิดที่ได้รับอะฟลาทอกซินมีสีซีดตั้งแต่สัปดาห์แรกจนถึงสิ้นสุดการทดลองเมื่อ 8 สัปดาห์ และระดับความซีดของตับเท่ากับ 0.69 0.63 และ 2.13 ตามลำดับ (ระดับความซีดของตับมีพิสัย =0-3) ในสัปดาห์ที่ 5 เปิดบางตัวตับขยายใหญ่มี

จุดเลือดออกจุดเนื้อมีตาย และตับแข็ง รอยโรคอื่นๆ ที่พบ คือ ไต หัวใจ และม้าม มีสีซีดและบวม ในทางจุลพยาธิวิทยาพบ fatty degeneration และ bile duct proliferation ในตับ ท่อน้ำดีอักเสบ กล้ามเนื้อหัวใจเสื่อม และปอดมีเลือดคั่งและบวม

เยาวมาลย์ และคณะ (2533) รายงานว่าเปิดเนื้อที่ได้รับอะฟลาทอกซินในระดับ 30, 60 และ 120 พีพีบี เมื่ออายุ 8 สัปดาห์มีน้ำหนักเพิ่มเท่ากับ 1,399 1,226 และ 1,039 กรัมตามลำดับ และประสิทธิภาพการใช้อาหารเท่ากับ 3.02, 3.68 และ 3.86 ตามลำดับ และมีไขมันในตับ (% น้ำหนักแห้ง) เท่ากับ 34.8, 44.1 และ 48.6 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

Ostrowski - Meissner (1983) ได้ทดลองให้อาหารที่มีอะฟลาทอกซิน บี 1 ในระดับ 0, 50, 100 และ 200 พีพีบี ในลูกเป็ดเป็นเวลา 28 วัน พบว่าลูกเป็ดมีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 27.8, 21.7, 15.1 และ 11.2 กรัม/วัน ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอะฟลาทอกซินตั้งแต่ระดับ 50 พีพีบี ในอาหารทำให้การเจริญเติบโตของเป็ดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ส่วนน้ำหนักของตับเป็ดนั้น พบว่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) เมื่อได้รับอะฟลาทอกซินสูงขึ้น โดยมีน้ำหนักตับเมื่ออายุ 28 วัน เท่ากับ 4.2, 4.7, 5.0 และ 5.3 กรัมตามลำดับ

เยาวมาลย์ และคณะ (2519) ได้ศึกษาพบว่า ลูกเป็ดที่ได้รับอะฟลาทอกซิน B ในระดับ 0.70 ไมโครกรัม/กรัมของอาหารจะมีผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการตายของลูกเป็ด 100 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการตรวจพิจารณาด้วยตาเปล่าของลูกเป็ดที่ตายด้วยสารพิษอะฟลาทอกซินในอาหาร พบว่า ตับขยายใหญ่ สีซีด และมีจุดเลือดเล็กๆกระจายอยู่ทั่วไป เลือดมีสีใส และแข็งตัวยาก