

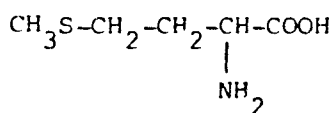
บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 คุณสมบัติของเมไทโอนีนและไลซีน

เมไทโอนีน และไลซีน เป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตเนื่องจากเป็นกรดอะมิโนที่ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นใช้ตัวเองหรือสร้างเองได้แต่ไม่เพียงพอแก่ความต้องการ จึงจำเป็นต้องได้รับจากอาหาร หากสูตรอาหารมีระดับกรดอะมิโนเมไทโอนีน หรือไลซีน ไม่ครบตามความต้องการมีผลทำให้การใช้ประโยชน์ของโปรตีน หรือของกรดอะมิโนทั้งหมดในสูตรอาหารเสียไป ทำให้ไก่กระพริบมือ อัตรการเจริญเติบโต อัตรการแลกเนื้อ และการให้ผลผลิตลดลง

การดูดซึมกรดอะมิโนโดยกระบวนการ active transport เกิดที่ brush border membrane ในลำไส้เล็กของสัตว์ และในธรรมชาติ การดูดซึมกรดอะมิโนในรูปแอล-ฟอร์มได้ดีกว่าดี-ฟอร์ม (เปียา, 2525)

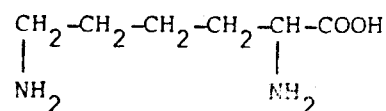


METHIONINE

(gamma methyl thio- α -amine-N-butyric acid)

เมไทโอนีน

กรดอะมิโนที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ



LYSINE

(α , ϵ -diamino caproic acid)

ไลซีน

กรดอะมิโนพวกเบส

รูปที่ 1 โครงสร้างของกรดอะมิโน เมไทโอนีน และไลซีน

ที่มา : Rodwell(1983) และ Church และ Pond (1982)

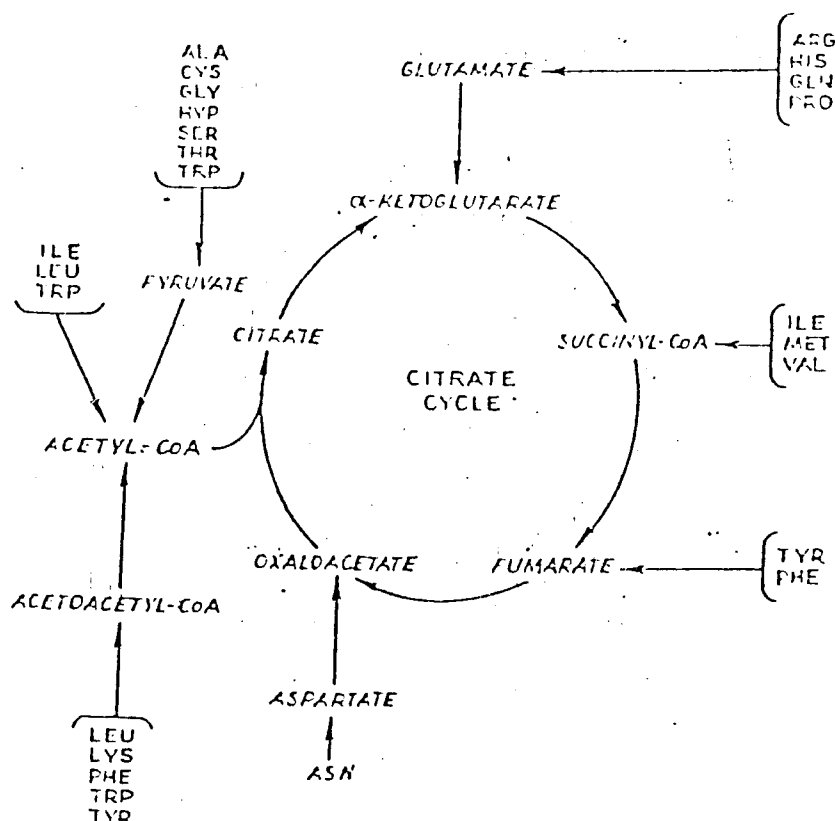
ไก่กระหงสามารถใช้ประโยชน์จากการคอมิโนในรูปของดี-ฟอร์ม ได้ใกล้เคียงกับรูป แอล-ฟอร์ม ได้แก่ เมไทโอนีน, ฟีนิลอลานีน, วาลีน, ลิวซีน, และไทโรซีน แต่การคอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้น้อยหรือไม่ได้เลยเมื่ออยู่ในรูปดี-ฟอร์ม ได้แก่ ไลซีน, ทรีโอนีน, ทรีปโตเฟน, ไอโซลิวซีน, ซีสทีน และอาร์จินีน และ Morace และคณะ (1987) พบว่ามีเอนไซม์ ดี-อมิโน ออกซิเดส (D-Amino Acid oxidase) เพิ่มขึ้นในไตเพื่อสลาย ดี-อมิโน ออกซิโด ไก่ เจริญเติบโตช้าลง

* ในปัจจุบันมีการสังเคราะห์การคอมิโนได้หลายชนิด ในการเลี้ยงสัตว์นิยมใช้เมไทโอนีน และไลซีนสังเคราะห์มาก การคอมิโนเมไทโอนีนสังเคราะห์มีหลายรูป ได้แก่ ดีแอล-เมไทโอนีน (DL-methionine) ดีแอล-เมไทโอนีนโซเดียม (DL-methionine-Na) ดีแอล-เมไทโอนีน ไฮดรอกซี อนุาล็อก กัลเซียม (DL-methionine hydroxy analogue-Ca; DL-MHA-Ca) และ ดีแอลเมไทโอนีนไฮดรอกซี อนุาล็อก ฟรีอมิโนแอซิด (DL-methionine hydroxy analogue free acid ; DL-MHA-FA) ในไก่กระหงสามารถใช้ ดีแอล-เมไทโอนีน ได้ดีที่สุด ดีแอล เมไทโอนีน-โซเดียม ใช้ได้ผลเท่ากับ ดีแอล-เมไทโอนีนในสภาพน้ำหนักโมเลกุลเท่ากัน ดีแอล-ไฮดรอกซี อนุาล็อก กัลเซียม ใช้ได้เพียง 81% ของ ดีแอล-เมไทโอนีน ดีแอล-เมไทโอนีน ไฮดรอกซี อนุาล็อก ฟรีอมิโนแอซิด ใช้ได้เพียง 72-76% ของ ดีแอล-เมไทโอนีน (Weerden และคณะ, 1982) ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมดี - เมไทโอนีนจะให้การเจริญเติบโตเร็วกว่าพวกที่ ได้รับอาหารที่มีแอล-เมไทโอนีนหรือเมไทโอนีนไฮดรอกซีอนุาล็อก (Tipton และคณะ, 1966) ส่วนไลซีนสังเคราะห์ที่ใช้ประโยชน์ได้มาก คือ อยู่ในรูป แอล-ไลซีน ไฮโดรคลอไรด์ การที่มีกรด อมิโนในอาหารไม่สมดุล จะทำให้เกิดการกดขี่การคอมิโนแบบแข่งขัน (Antagonism) เมื่อมี อาร์จินีน ซีสทีน เมไทโอนีน และออร์นิตินความเข้มข้นสูง จะยับยั้งการดูดซึมของไลซีน แต่ถ้า มีอาร์จินีน ไลซีน และออร์นิตินความเข้มข้นสูง จะยับยั้งการดูดซึมของซีสทีน ส่วนออร์นิติน, อาร์จินีน และไลซีน มีการดูดซึมรวมไปกับซีสทีน (Church และ Pond, 1982)

2.2 เมตาบอลิซึมของกรดอะมิโน เมไทโอนีนและไลซีน

การสลายกรดอะมิโน เกิดขึ้นเมื่อร่างกายขาดแคลนพลังงาน กรดอะมิโนจะสลายตัวให้โคเอนไซม์ที่นำไปใช้ในการให้พลังงานได้ เมไทโอนีนสลายตัวให้พลังงาน โดย เมไทโอนีนจะเข้าสู่ Krebs's cycle ทาง succinyl CoA (Rodwell, 1983) ส่วนไลซีนจะสลายตัวให้ acetoacetyl-CoA แล้วเปลี่ยนต่อไปเป็น acetyl-CoA เข้าสู่ Krebs's cycle โดยรวมกับ oxaloacetate ได้เป็น citrate โดยในไตรเจนถูกกำจัดออกไปในสภาพของยูเรีย

กรดอะมิโนบางพวกในร่างกายสามารถสังเคราะห์ขึ้นได้อย่างเพียงพอภายในร่างกาย ได้แก่ กรดอะมิโนที่ไม่จำเป็นต้องมีในอาหาร (Non-essential amino acids) ไก่กระต่ายสามารถสังเคราะห์กรดอะมิโน โกลซีนได้แต่ไม่เพียงพอกับความต้องการต้องเสริมลงไปในการอาหารด้วย กรดอะมิโนอิสระในร่างกายสามารถนำไปสังเคราะห์เป็นโปรตีนและสารที่มีในไตรเจนเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ กรดนิวคลอติก, กรีเอติน และโคเลีน



รูปที่ 2 การสลายตัวของกรดอะมิโน เมไทโอนีน และไลซีน

ที่มา : Rodwell (1983)

2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างเมไทโอนีน ไลซีนและโคชนะอื่นๆ

เมไทโอนีน และไลซีนมีความสัมพันธ์กับโคชนะ ในขบวนการเมตาบอลิซึมในร่างกายสัตว์

เมไทโอนีนและไลซีนสามารถทดแทน สารเมตาโบไลต์ของตัวเองได้ สารเมตาโบไลต์ของเมไทโอนีนได้แก่ โฮโมซิสเตอีน, ซีสทีน, กรีเอติน, โคลีน และ คาร์นิทีน เมไทโอนีนสามารถนำไปสังเคราะห์คาร์นิทีนได้โดยให้เมทิลกลุ่ม การสังเคราะห์คาร์นิทีนมากเกินไปทำให้ร่างกายขาดเมไทโอนีนได้ ส่วนสารเมตาโบไลต์จากไลซีนคือคาร์นิทีนและ เซสโมซีน (Scott และคณะ, 1976)

เมไทโอนีน มีความสัมพันธ์กับกำมะถัน เนื่องจากเมไทโอนีนเป็นกรดอะมิโน ที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ การเติมซัลเฟตในอาหารที่ขาดเมไทโอนีนทำให้สมรรถนะการให้ผลผลิตของไก่กระต๊ากขึ้น (Miles และคณะ, 1983, Miller และคณะ, 1974, Blackman และ Waldroup, 1980) การให้กำมะถันนอกจากจะให้ในรูปซัลเฟตอาจให้ในรูป ทอรีน (taurine), ซัลไฟท์ (sulfite) ไทโอซัลเฟต (thiosulfate), อัมโมเนียมซัลเฟต และโซเดียมซัลเฟต โปตัสเซียมซัลเฟต (Owango et al., 1984)

Owango และคณะ (1984) แสดงให้เห็นความสำคัญของเมไทโอนีนและโคลีน พบว่าในอาหารไก่กระต๊ากระยะแรก (1-21 สัปดาห์) การเสริมเมไทโอนีน และไลซีน ปรับปรุงการเพิ่มน้ำหนักและประสิทธิภาพการใช้อาหารเมื่อมีการเสริมโคลีนเพียงพอ การเสริมเมไทโอนีนหรือซัลเฟตไม่เพิ่มน้ำหนักตัวหรือปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้อาหารที่อายุ 2 สัปดาห์ Baker และคณะ (1982) รายงานว่าในไก่กระต๊ากเมไทโอนีนสามารถทดแทนโคลีนได้เล็กน้อยแต่โคลีนไม่สามารถทดแทนเมไทโอนีนได้

อาร์จินีนก็มีความสัมพันธ์กับ เมไทโอนีนและไลซีน Wilburn และ Filler (1974) รายงานว่า ความต้องการอาร์จินีนของไก่ที่ได้รับอาหารกลูโคส-เคซีน ที่ไม่เสริมเมไทโอนีนสูงกว่าอาหารที่เสริมเมไทโอนีน (1.55 และ 1.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) เมื่อเสริมอาร์จินีนในอาหารสูตรข้าวโพด-กากถั่วเหลือง ไม่มีผลต่อน้ำหนักตัว หรือประสิทธิภาพการใช้อาหาร เมื่อเสริมไลซีนลงในอาหารนี้ก็การเสริมอาร์จินีน 0.3 เปอร์เซ็นต์ ทำให้การ

เจริญเติบโตดีขึ้น การเสริมเมไทโอนีนและอาร์จินีนจะช่วยลดการขัดขวางการคยูริคซึ่งอาจจะ เป็นผลมาจากการแลกเปลี่ยนทดแทนไนโตรเจน ระหว่างเมไทโอนีนและอาร์จินีนในไก่ที่ให้อาหารที่ปราศจากโปรตีน (Muramatsu และคณะ, 1979) เมื่อให้ไลซีนในอาหารมากเกินไป จะเกิด การขัดขวางการคยูริคอาร์จินีน (Lysine-arginine antagonism) ทำให้เพิ่มความต้องการ อาร์จินีนในอาหาร (Austin และ Scott, 1975) การให้ไลซีนสูงไก่สามารถเพิ่มระดับเอนไซม์ อาร์จินเนสในไตให้สูงจึงเป็นสาเหตุของการขาดอาร์จินีนอีกทั้งเอนไซม์อาร์จินเนสมีความสัมพันธ์กับ การขัดขวางยูเรียคยูเรีย (Austin และ Nesheim, 1979) โปรตีนซีรัมและโซเดียมมีประสิทธิภาพ ในการลดความรุนแรงของแอนติโกนิซึมบางส่วน (Stutz และคณะ, 1971; Savage, 1972)

เมไทโอนีนและซิสตีนลดการสะสมของโคบอลต์ในตับและไต การเสริมเมไทโอนีน เกินความต้องการสำหรับการเพิ่มน้ำหนักสูงสุดมีส่วนช่วยลดอาการ เป็นพิษของโคบอลต์ (Southern และ Baker, 1981)

เมไทโอนีนสามารถรักษาความเป็นพิษของตะกั่วได้โดยเมไทโอนีนอาจจะ เป็น precursor ของกลูตาไทออน (glutathion) เนื่องจากการเสริมเมไทโอนีนจะเพิ่มกลูตา- ไทออนในตับ (Leeming และคณะ, 1984) นอกจากนี้แล้วยังพบว่า อาการการเจริญลดลงเนื่อง จากทองแดงในระดับสูงในอาหารไก่กระหงและลูกไก่สามารถรักษาได้โดยการเติมเมไทโอนีนใน อาหาร (Christmas และ Harms, 1982; Jensen และ Maurice, 1976)

การสูญเสียเมไทโอนีนและไลซีนอาจสูญเสียในรูปกระบวนการ browning reaction โดยการคอมิโนจะทำปฏิกิริยากับน้ำตาลทำให้เกิดโครงสร้างที่ซับซ้อนเป็นการสูญเสีย กรคอมิโนไป และกระบวนการให้ความร้อนแก่ปลายันจะสูญเสียกรคอมิโนไลซีนและซิสตีน ทำให้ เกิดสารกิสเซอโรซีน (Gizzerosine) ซึ่งเป็นพิษต่อไก่กระหง (Ariyoshi, 1986)

2.4 ความต้องการเมทาไธโอนีนและไลซีน

โดยสูตรอาหารของไก่กระหงทั่วไพบักเป็นสูตรอาหารข้าวโพด กากถั่วเหลือง เนื่องจากข้าวโพดจะมีการคอมิโนที่จำเพาะ ก็น้อย 2 ตัวคือ ไลซีนและทริปโตเฟน โปรตีนของข้าวโพดจะมีการคอมิโนที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบอยู่คือ เมทาไธโอนีนและซิสตีนค่อนข้างมาก เช่น ถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนที่มีคุณภาพซึ่งมีการคอมิโนต่างๆ ประกอบอยู่มาก เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกากพืชน้ำมันถั่วกับพบว่าโปรตีนจากกากถั่วเหลืองจะมีไลซีนอยู่สูงมากแต่ขาดการคอมิโนที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ แต่เมื่อนำกากถั่วเหลืองมาผสมร่วมกับข้าวโพดแล้วพบว่าโปรตีนจากกากถั่วเหลืองและข้าวโพดจะเสริมการคอมิโนที่ขาดไปซึ่งกันและกันให้สมบูรณ์ขึ้นโดยกากถั่วเหลืองจะให้ไลซีนสูง และข้าวโพดจะให้การคอมิโนที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบสูง (จิเมเมอร์แมน, 2527)

2.4.1 ความต้องการเมทาไธโอนีนในอาหารไก่กระหง

Almquist (1952) พบว่า ความต้องการการคอมิโนในไก่จะขึ้นอยู่กับระดับโปรตีนในอาหาร อาหารที่มีโปรตีน 20 เปอร์เซ็นต์ต้องการเมทาไธโอนีน 0.8 เปอร์เซ็นต์ Baldini และ Rosenberq (1955) ยังแสดงให้เห็นความต้องการเมทาไธโอนีนเพิ่มขึ้นตามการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้น Nelson และคณะ (1960) พบว่าไก่ที่ได้รับอาหารที่เสริมเมทาไธโอนีนจะมีน้ำหนักตัวมากกว่าพวกที่ไม่ได้เสริม Morimoto (1971) แสดงให้เห็นว่าเมื่อไก่มีอายุมากขึ้นจะมีความต้องการเมทาไธโอนีนน้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Graber และคณะ (1971) ที่ว่าเมื่อไก่กระหงมีอายุมากขึ้นจะสามารถใช้ซิสตีนแทนเมทาไธโอนีนได้สูงขึ้น Nelson และคณะ (1960) และ Scott (1972) มีความเห็นว่า ความต้องการการคอมิโนที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบจะแปรผันตามระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ในอาหาร NRC (1984) รายงานว่า ความต้องการเมทาไธโอนีน เสริมด้วยเมทาไธโอนีน ส่วนความต้องการ ซิสตีน (Cystine) สามารถเสริมด้วยซิสตีน (Cystine) หรือเมทาไธโอนีนก็ได้ เมทาไธโอนีนสามารถเปลี่ยนไปเป็นซิสตีนได้โดยทางเมตาบอลิซึมแต่ไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้ ถ้าอาหารขาดซัลเฟตส่วนของซิสตีนจะเปลี่ยนไปเป็นซัลเฟต ดังนั้นเราป้องกันการเปลี่ยนจากซิสตีนเป็นซัลเฟตโดยการเติมซัลเฟต

2.4.2 ความต้องการไลซีนในอาหารไก่กระທ

ไลซีนมีความสัมพันธ์กับพลังงานและโปรตีนในอาหาร และช่วงอายุของไก่กระທ NRC (1984) รายงานว่า อาหารไก่กระທควรมีพลังงาน 3200 กิโลแคลอรีของพลังงานเมตาบอลิซึม ในช่วง 0-3 สัปดาห์ ต้องการโปรตีน 23% และไลซีน 1.20% ในช่วง 3-6 สัปดาห์ ต้องการโปรตีน 20% และไลซีน 1.00% และในช่วง 6-8 สัปดาห์ ต้องการโปรตีน 18% และไลซีน 0.85% Twining และคณะ (1973) รายงานว่า ถ้าไก่กระທอยู่ในสภาพเครียดจากอากาศร้อนเกินไป จะมีความต้องการไลซีนสูงขึ้น ไก่กระທเพศผู้อายุ 7-9 สัปดาห์ที่ได้รับไลซีนสูงขึ้นจะมีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารดีขึ้น Vincek และคณะ (1969) รายงานว่า เมื่อเลี้ยงไก่ตั้งแต่อายุ 30-60 วัน ด้วยอาหารที่มีไลซีน 0.85 และมีเมทาไธโอนีน 0.45 เปอร์เซ็นต์ แล้วเสริมด้วยที่แอล-เมทาไธโอนีน และแอล-ไลซีน ในระดับต่างๆ กัน ผลปรากฏว่าเมื่อเสริมไลซีนลงในอาหารในระดับต่าง ๆ จนถึงระดับ 1.15 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นไม่ว่าในอาหารจะมีเมทาไธโอนีนอยู่ระดับใดก็ตาม แต่ถ้าในอาหารมีไลซีน 1.15 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักตัวของไก่จะดีที่สุดเมื่อในอาหารที่มีเมทาไธโอนีนอยู่ในช่วง 0.75-0.85 เปอร์เซ็นต์

2.4.3 ความต้องการกรดอะมิโน เมทาไธโอนีนและไลซีน

Vincek และคณะ (1969) รายงานว่า ถ้าในอาหารไม่มีโปรตีนจากสัตว์เลย และทำการเสริมไลซีนและเมทาไธโอนีนในระดับต่างๆ กัน ปรากฏว่าไก่จะมีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุดเมื่อในอาหารมีไลซีน 1.2-1.3 เปอร์เซ็นต์ มีเมทาไธโอนีน 0.8-0.9 เปอร์เซ็นต์ หรืออาหารที่มีไลซีน 1.3-1.4 เปอร์เซ็นต์ มีเมทาไธโอนีน 0.6-0.7 เปอร์เซ็นต์ หรืออาหารที่มีไลซีน 1.4-1.5 เปอร์เซ็นต์ มีเมทาไธโอนีน 0.7-0.8 เปอร์เซ็นต์

เยาวมาลย์ และสาโรช (2529a) ได้รายงานไว้ว่า ระดับโปรตีนในสูตรอาหารข้าวโพดและกากถั่วเหลืองของไก่กระທในช่วงอายุ 1-4 สัปดาห์ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือสามารถลดค่าลงได้ 20 เปอร์เซ็นต์ ทำให้สามารถลดค่าอาหารลงได้ ผลตอบแทนสูงขึ้น ในทำนองเดียวกัน ในช่วงอายุ 4-8 สัปดาห์ สามารถลดระดับโปรตีนในสูตรอาหารลงเหลือ 17% โดยไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพซากเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ถ้าสูตรอาหารมีระดับพลังงานใช้ประโยชน์ 2900 กิโลแคลอรีต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และมีการเสริมเมทาไธโอนีนบวกซีสทีนให้ครบตาม NRC (1977)

Roush (1982) รายงานว่า การจะให้การตอบสนองทางชีวภาพที่เหมาะสมและการตอบแทนทางเศรษฐกิจต้องให้ระดับโปรตีนในอาหารระยะแรก 22 เปอร์เซ็นต์ และระยะหลัง 19 เปอร์เซ็นต์ และเวลาของการเปลี่ยนแปลง 24 วัน ให้กำไรสุทธิที่สุด NRC (1984) และเขาวมาลย์ (2528) ได้แนะนำความต้องการโภชนะของไก่กระทงดังตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 ความต้องการโภชนะของไก่กระทง ตามที่ NRC แนะนำ

ความต้องการโภชนะ	0-3 สัปดาห์	3-6 สัปดาห์	6-8 สัปดาห์
พลังงาน kcal ME/kg อาหาร	3,200	3,200	3,200
โปรตีน %	23.0	20.0	18.0
เมทาไธโอนีน + ซีสทีน %	0.93	0.72	0.60
เมทาไธโอนีน %	0.50	0.38	0.32
ไลซีน %	1.20	1.00	0.85

ที่มา : NRC (1984)

ตารางที่ 2 ความต้องการโภชนะของไก่กระทงในอาหารสูตรข้าวโพด-กากถั่วเหลืองในประเทศไทย

ระดับโปรตีน %	ระดับพลังงาน ME(kcal/kg)	ระดับกรดอมิโนเฉลี่ย Cyst %	Lys %	ระดับ Ca %	ระดับ P %	ระดับ Na %	อายุ
22	2800	1.00	1.20	1	0.45	0.15	0-3 สัปดาห์
19	2800	0.75	1.00	0.8-1.0	0.40-0.42	0.15	3-6 สัปดาห์
18	2800	0.60	0.85	0.8-0.9	0.40	0.15	6 สัปดาห์ขึ้นไป

ที่มา : เขาวมาลย์ (2528)

2.5 ผลของการขาดกรดอะมิโนเมไทโอนีนและไลซีน

2.5.1 ผลของการขาดกรดอะมิโนเมไทโอนีน

การขาดกรดอะมิโน มีผลคล้ายกับการขาดโปรตีน เนื่องจากการขาดกรดอะมิโนจะยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีน คือทำให้ไก่ไม่ยอมกินอาหาร อัตราการเจริญเติบโตลดลง ประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลง ความเข้มข้นของโปรตีนในซีรัมลดลงมีการสะสมไขมันในตับ มีอาการบวมหน้า และลดการสังเคราะห์เอ็นไซม์ และฮอร์โมนในร่างกาย

ไก่ที่ได้รับอาหารที่มีระดับเมไทโอนีนไม่เพียงพอต่อความต้องการ ทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง (Lepore, 1964) และมีการสังเคราะห์ไขมันในตับเพิ่มขึ้น (Church และ Pond, 1982)

Sekiz และคณะ (1975) พบว่า การขาดเมไทโอนีนปานกลางโดยใส่เมไทโอนีน 0.32, 0.39 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารสูตรข้าวโพด-กากถั่วเหลืองไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไก่กระหง การเพิ่มการกินอาหารไม่มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวแต่จะเพิ่มเนื้อเยื่อไขมันมากกว่า กลุ่มไก่ที่ขาดเมไทโอนีนรุนแรงโดยเสริมเพียง 0.25 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การเพิ่มน้ำหนักตัว, การกินอาหาร, ประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลง และเพิ่มการผลิตความร้อนในอาหาร ระดับเมไทโอนีนที่พอเหมาะในการเสริมในสูตรอาหารนี้คือ 0.46 เปอร์เซ็นต์

Carew และ Hill (1961) พบว่าอาหารที่ขาดเมไทโอนีน (ให้เมไทโอนีน + ซีสดีน 0.60 เปอร์เซ็นต์) จะมีผลทำให้ซากของไก่กระหงมีการสะสมของไขมันสูงขึ้นเมื่อเสริมเมไทโอนีนในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น (ให้ เมไทโอนีน + ซีสดีน 0.94 เปอร์เซ็นต์) จะมีผลทำให้การเพิ่มโปรตีนในซากเพิ่มขึ้นประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ แต่จะลดปริมาณไขมันในซากลงประมาณ 18 เปอร์เซ็นต์ (ดังตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลของเมทาไธโอนีนต่อการให้ผลผลิตของไก่กระหง ช่วง 0-4 สัปดาห์

	อาหารพื้นฐาน (ขาดเมทาไธโอนีน)	อาหารพื้นฐาน 0.34% ดีแอล- เมทาไธโอนีน
ระดับโปรตีนในอาหาร, %	22.8	22.8
ระดับพลังงานในอาหาร, ME/kg	3150	3150
เมทาไธโอนีน, %	0.29	0.63
เมทาไธโอนีน + ซีสดีน, %	0.60	0.94
อาหารที่กิน, กรัม	437	415
น้ำหนักเพิ่ม (กรัม/2-4 สัปดาห์)	227	233
น้ำหนักอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม	1.93	1.78
ส่วนประกอบของซาก :		
โปรตีนที่เพิ่มขึ้น, กรัม	42.7	45.7
ไขมันที่เพิ่มขึ้น, กรัม	22.1	18.2

ที่มา : Carew และ Hill (1961)

2.5.2 ผลของการขาดกรดอะมิโนไลซีน

การขาดไลซีนเกิดขึ้นตั้งแต่อายุ 1 วันถึง 7 สัปดาห์ และพบว่าไขมันในร่างกายเพิ่มขึ้น น้ำในส่วนฟีเมอร์ (Femur) จะลดลง ส่วนประกอบเลือดเปลี่ยนแปลงไปคือ ฮีโมโกลบินลดลง และค่าฮีมาโตคริต (hematocrit) จะลดลงด้วย แต่การขาดไลซีนจะไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ของ เถ้า คัลเซียมและฟอสฟอรัสในกระดูก แม้ว่ากระบวนการสร้างกระดูก (calcification) จะถูกทำให้เกิดผิดปกติไปคือ เกิดล่าช้าแต่ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การตายเช่นกัน รวมทั้งไม่เกิดการสะสมไขมันที่ตับด้วย (Klain, Hill และ Branion, 1956) การขาดไลซีนมีอาการเฉพาะคือ ทำให้ชนผิดปกติ (Church และ Pond, 1982)

Singsen และคณะ (1965) รายงานว่าไก่กระหงที่ขาดไลซีนจะทำให้น้ำหนักตัวของ ไก่ที่อายุ 3 สัปดาห์ ลดลงเกือบ 50 เปอร์เซ็นต์ และยังเป็นที่ทำให้เกิดการขาดเมทิลที่ชน ไก่ด้วยทำให้ชนไก่มีสีซีด แต่ภายหลังจาก 4 สัปดาห์แล้ว ไก่เริ่มขาดไลซีนแล้วจะมีผลทำให้การเจริญเติบโตช้าลง ไก่จะเข้าสู่ระยะโตเต็มวัยช้าลง

Akinwande และ Braqq (1974) รายงานว่า การขาดไลซีนมีผลทำให้เซลล์ขยายใหญ่ ไลซีนยังมีผลต่อการสังเคราะห์โปรตีนในเนื้อเยื่อ ไลซีนจึงมีผลต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบของ ดีเอ็นเอ (DNA), อาร์เอ็นเอ (RNA) และ โปรตีนในตัวไก่กระหง เมื่อระดับไลซีนเพิ่มขึ้นจาก 0.25 จนถึง 1 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้อัตราส่วนของโปรตีน ต่อดีเอ็นเอ และ อัตราส่วนของอาร์เอ็นเอต่อดีเอ็นเอ ลดลง

2.5.3 ผลของการขาดกรดอะมิโน เมไทโอนีนและไลซีน

การวิจัยในปัจจุบันพยายามลดโปรตีนลงเพื่อให้ราคาอาหารถูกลงแล้วเสริมกรดอะมิโนหลักที่ขาดคือ เมไทโอนีน และไลซีน การเสริมกรดอะมิโนในอาหารโปรตีนต่ำมีผลต่อการกินอาหารและองค์ประกอบของร่างกาย การลดโปรตีนในอาหารมีผลเพิ่มการกินอาหารและเพิ่มการสะสมไขมันในร่างกาย (Nelson, 1980) การกินอาหารเพิ่มขึ้นถึงแม้พลังงานในอาหารเพิ่มขึ้น เมื่อระดับโปรตีนลดลง (Parsons et al., 1985) การกินอาหารของไก่เป็นความพยายามของไก่ที่จะให้ได้รับกรดอะมิโนเพียงพอกับความต้องการ ผลในการกินได้รับพลังงานมาก สัมพันธ์กับการได้รับกรดอะมิโนอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น เกิดการสะสมไขมันในร่างกายเพิ่มขึ้น การเสริมอาหารโปรตีนต่ำด้วยกรดอะมิโนที่จำกัดโดยทั่วไปลดการกินอาหารและไขมันในร่างกายและเพิ่มประ-

ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (ตารางที่ 4) การเสริมเพียงกรดอะมิโนที่จำกัที่สำคัญคือ เมไทโอนีนและไลซีนไม่พบว่าปรับปรุงประสิทธิภาพการให้อาหารอย่างสมบูรณ์และลดไขมันร่างกายได้ต่ำเท่าประสิทธิภาพ การใช้อาหารและลดไขมันของไก่ที่ให้อาหารเปรียบเทียบกับโปรตีนสูง มันเป็นที่สนใจเมื่อสังเกตว่าการเติมกรดกลูตามิกเพิ่มจาก กรดอะมิโนเมไทโอนีนและไลซีน ลดไขมันในร่างกายสู่ระดับที่เท่ากันหรือต่ำกว่าไก่ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีนสูง ข้อสังเกตเหล่านี้แนะนำว่าไนโตรเจนในอาหารทั้งหมดอาจจะ เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการสะสมไขมันในร่างกาย (ดังตารางที่ 4)

Edmonds และคณะ (1985) ได้รายงานการขาดกรดอะมิโนในอาหารโปรตีนต่ำ (76 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน) ในไก่กระหงายอายุ 1-3 สัปดาห์และอายุ 1-2 สัปดาห์ โดยให้ระดับของกรดอะมิโนตัวอื่นเท่ากับระดับกรดอะมิโนที่มีในอาหารโปรตีน 24 เปอร์เซ็นต์ พบว่าลูกไก่ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์เสริมด้วยกรดอะมิโนก็ไม่เพิ่มน้ำหนักอย่างรวดเร็ว หรือมีประสิทธิภาพเท่ากับไก่ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีโปรตีน 24 เปอร์เซ็นต์ เมื่อขาดกรดอะมิโน อาร์จินีน, เมไทโอนีน, ไลซีน และวาเลีน ลดการเพิ่มน้ำหนัก 28, 19, 13 และ 17 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนการขาดเมไทโอนีน ไลซีน, อาร์จินีน วาเลีน และทรีโอนีน ลดการเจริญ 18, 17, 8, 7 และ 6 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในการทดลองที่ 2 การขาดไอโซลูซีน, ฮีสติดีน หรือทริปโตเฟนไม่มีผลต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต (ดังตารางที่ 5)

ตารางที่ 4 อิทธิพลของการเสริมกรดอะมิโนต่อการกินอาหารและองค์ประกอบของซากในอาหาร
ที่ขาดโปรตีนในช่วงอายุ 4-7 สัปดาห์

ทรีทเมนต์	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม)	การเพิ่มน้ำหนักตัว ต่อน้ำหนักอาหาร	ไขมันซากหรือไขมันช่องท้อง (เปอร์เซ็นต์)*
Uzu (1983)			
1. โปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์	2509 ^a	0.417 ^c	3.47 ^b
2. โปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ + ไลซีน + เมไทโอนีน	2434 ^b	0.444 ^b	3.20 ^{ab}
3. โปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ + ไลซีน + เมไทโอนีน + กรดกลูตามิก	2418 ^b	0.455 ^a	2.90 ^a
4. โปรตีน 20 เปอร์เซ็นต์	2476 ^a	0.450 ^a	2.95 ^a
Nakajima และคณะ (1985)			
1. โปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์	7236	0.375	4.20
2. โปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ + ไลซีน + เมไทโอนีน + ทรีโอนีน	6603	0.415	4.10
3. โปรตีน 19 เปอร์เซ็นต์	6422	0.433	4.00
Edmonds และคณะ (1985)			
1. โปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์	209 ^a	0.520 ^c	15.60 ^a
2. โปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ + กรดอะมิโน 8 ชนิด + กรดกลูตามิก	190 ^b	0.650 ^b	11.00 ^b
3. โปรตีน 24 เปอร์เซ็นต์	203 ^a	0.684 ^a	11.30 ^b

หมายเหตุ : * ค่าจาก Edmonds และคณะ (1985) เป็นไขมันในร่างกายทั้งหมด ; นอกจากนั้น
เป็นไขมันช่องท้อง
ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกันภายในคอลัมน์เดียวกันหมายถึงแตกต่างกัน
ทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 5 ผลของการดื่มนมโคที่จำเป็นแต่ละตัวออกจากสูตรอาหารต่อสมรรถนะของลูกไก่ที่ให้อาหารโปรตีน 16% ที่เติมกรดอะมิโน¹

วิธีหาค่าเฉลี่ย	การทดลองที่ 1		การทดลองที่ 2	
	การเพิ่มน้ำหนัก(กรัม)	การเพิ่มน้ำหนัก/อาหาร	การเพิ่มน้ำหนัก(กรัม)	การเพิ่มน้ำหนัก/อาหาร
1. 24% โปรตีน	254 ^a	0.678 ^a	139 ^a	0.684 ^a
2. 16% โปรตีน	-	-	109 ^{ef}	0.520 ^f
3. เวย์น 2-กรดอะมิโนทั้งหมด	213 ^{bc}	0.614 ^b	123 ^{cd}	0.650 ^{bc}
4. เวย์น 3-Arg	153 ^d	0.467 ^e	113 ^e	0.586 ^{de}
5. เวย์น 3-Met	173 ^f	0.460 ^e	101 ^f	0.563 ^e
6. เวย์น 3-Lys	187 ^{ef}	0.500 ^e	102 ^f	0.570 ^{de}
7. เวย์น 3-Val	198 ^{de}	0.566 ^d	114 ^{de}	0.638 ^c
8. เวย์น 3-Thr	204 ^{cd}	0.571 ^{cd}	116 ^{de}	0.598 ^d
9. เวย์น 3-Ile	222 ^b	0.613 ^{bc}	134 ^{ab}	0.666 ^{abc}
10. เวย์น 3-His	216 ^{bc}	0.622 ^b	129 ^{bc}	0.666 ^{abc}
11. เวย์น 3-Trp	217 ^{bc}	0.611 ^{bc}	129 ^{bc}	0.672 ^{abc}
Pooled SEM	4.2	0.014	2.3	0.007

หมายเหตุ 1 ค่าเฉลี่ยของ 3 กลุ่ม ลูกไก่ตัวผู้ 7 ตัวอายุ 8-22 วันในการทดลองที่ 1 และอายุ 8-16 วันในการทดลองที่ 2 อาหารโปรตีน 16% ในการทดลองที่ 2 ประกอบด้วยการเสริมกรดกลูตามิก 3 เปอร์เซ็นต์

a-f อักษรแตกต่างกันที่หมายถึงค่าเฉลี่ยภายในแต่ละกลุ่มแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ที่มา : Edmonds และคณะ (1985)

2.6 ผลของการได้รับกรคอมิโน เมทาไธโอนีนและไลซีนมากเกินไป

หากไก่กระหงได้รับกรคอมิโนตัวใดตัวหนึ่งหรือหลายตัวมากเกินไป ก็จะเกิดอาการเป็นพิษได้ ถ้าได้รับไลซีนมากเกินไปความต้องการ จะทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง สามารถแก้ไขได้โดยเสริมอาร์จินีน ผลจากการเกิด ไลซีน-อาร์จินีน แอนตาโกนิซึม จะช่วยลดการดูดซึมไลซีนลง แต่ถ้าความเป็นพิษที่เกิดจากการได้รับเมทาไธโอนีนมากเกินไปความต้องการ ไม่สามารถแก้ไขได้โดยการเสริมกรคอมิโนตัวอื่นๆ (church และ Pond, 1982)

การให้ไลซีนระดับสูงในอาหาร จะมีการดูดซึมกับกรคอมิโนบางตัวโดยเฉพาะอาร์จินีน ทำให้ไก่ขาดอาร์จินีน มีการเพิ่มอาร์จินีนในโมโตคอนเดรียของไต ไก่จะเจริญเติบโตช้า (Kwong และคณะ, 1982) การเพิ่มของไลซีนต่ออาร์จินีนในการดูดซึมอาหารมีบทบาทต่อการควบคุมการกินอาหาร (Austic และ Scott, 1975)

Okumura และ Yamaguchi (1980) ได้ศึกษาระดับความเป็นพิษของกรคอมิโนแต่ละตัวที่ได้รับมากเกินไป (3%) ในอาหาร ในช่วง 8-18 วันของอายุ โดยเทียบกับอัตราการลดการเจริญเติบโตและการกินได้ของอาหารพบว่า เมทาไธโอนีน และฟีนิลอลานีน เป็นพิษรุนแรงมากที่สุด ที่มีการลดการเจริญเติบโตและลดการกินอาหารมากที่สุดสอดคล้องกับ Sauberich (1961); Benevenga และ Harper (1967) ก็มีการลดการเจริญเติบโตและลดการกินอาหารมากที่สุด ไลซีน, ทรีโพรเฟน, ทรีโอนีน, ซีลิตี, ไธโรซีน และ ลูซีน ก็แสดงความเป็นพิษ ส่วน อาร์จินีน, ไกลซีน, วาลีน, ซีสตีล และ ไอโซลิวซีน มีผลน้อยหรือไม่มีผลต่อการเป็นพิษ มีการเพิ่มความเข้มข้นของกรคอมิโนในพลาสมาของเลือดในสูตรอาหารที่ให้กรคอมิโนมากเกินไป และเกิดการขัดขวางการดูดซึมกรคอมิโนในลูกไก่

Benevenga (1974) รายงานว่า การได้รับเมทาไธโอนีนมากเกินไปในอาหารจะทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลงและเนื้อเยื่อถูกทำลาย เนื่องจากเมตาบอลิซึมของเมทาไธโอนีนผิดปกติโดยเฉพาะกลุ่มเมทิล ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของเมทาไธโอนีน

Benevenga (1976) พบว่า เอส-เมทิลซีสตีล (S-methylcystein) ลดการเจริญและทำลายม้ามไม่สามารถรักษาด้วยไกลซีนหรือเซอรินได้

Hafez และคณะ (1978) รายงานว่า การเสริมดีแอล-เมทาไธโอนีน 2 เปอร์เซ็นต์ในไก่กระหงลดการเจริญเติบโต เกิดอาการอัมพาตที่คอ (cervical paralysis) คล้ายการขาดกรดโฟลิก แต่เมื่อเสริมกรดโฟลิกที่ระดับหลายเท่าของความต้องการกรดโฟลิกก็สามารถรักษาพิษจากเมทาไธโอนีนได้ และสามารถบรรเทาได้ด้วยไกลซีน

2.7 ผลของการเสริมกรดอะมิโนเมไทโอนีนและไลซีนต่อไขมันช่องท้อง และสมรรถนะของ ไก่กระหว

การมีไขมันช่องท้องมากเกินไปในไก่กระหวทำให้มีปัญหาหลายอย่างต่ออุตสาหกรรมการแปรรูป ไขมันช่องท้องสามารถมีผลต่อการกำจัดของเสียจากกระบวนการแปรรูป องค์ประกอบของผลพลอยได้ ปริมาณผลผลิต และการยอมรับของผู้บริโภค (Health et al., 1980) รวมทั้งไขมันช่องท้องที่มากเกินไปยังเป็นพลังงานในอาหารที่สูญเสียไป

Summers และ Leeson (1979) รายงานว่า องค์ประกอบของอาหาร, อุณหภูมิ, ชนิดโรงเรือน, อายุและเพศ พบว่ามีผลต่อปริมาณสะสมไขมันโดยไก่กระหว การแก้ไขโดยการเปลี่ยนอัตราส่วน พลังงาน : โปรตีน และการลดการได้รับพลังงาน

การลดอัตราพลังงาน: โปรตีนของอาหารสามารถลดปริมาณซากและไขมันหน้าท้องที่ผลิต (Fraps, 1943; Summers et al, 1965; Griffiths et al, 1977)

Bartov (1979) รายงานว่า อาหารที่มีอัตรา พลังงานต่อโปรตีน กว้างมีผลต่อการกินของไก่ให้ได้รับพลังงานมากกว่าความต้องการ อัตราการเจริญช้า เมื่อโปรตีนไม่เพียงพอเล็กน้อย ลูกไก่เพิ่มการกินอาหารเพื่อให้ได้โปรตีนเพียงพอ มีผลต่อการได้รับพลังงานมากเกินไปและไก่้วนขึ้น วิธีการจำกัดพลังงานเพื่อลดไขมันช่องท้องโดยการลดการแบ่งเซลล์ (hyperplasia) และการขยายของเซลล์ไขมัน (adipocytes hyperoropy) Griffiths และคณะ (1977) พบว่า อิทธิพลของการจำกัดพลังงานช่วงแรกของชีวิตต่อสมรรถนะการผลิตและขนาดไขมันช่องท้อง (abdominal fat pad) ของไก่กระหวโดยการให้อาหารระยะแรก (starter) ที่มีพลังงานต่ำสำหรับ 1, 2 หรือ 3 สัปดาห์แรกของชีวิต การลดการได้รับพลังงานโดยวิธีนี้พบว่าไม่มีผลต่อขนาดไขมันช่องท้องที่อายุ 8 สัปดาห์

Bean และคณะ (1979) จำกัดการกินอาหารโดยให้อาหาร 85% ของการกินเต็มที่ ช่วงระหว่างการเจริญ 14-42 วัน และพบว่า ในตัวผู้ ไขมันช่องท้องวัดที่อายุ 56 วันเพิ่มขึ้น

Harqis and Creger (1980) สามารถลดไขมันช่องท้องลงโดยไม่เติมไขมันในอาหาร สำหรับอายุ 7 วันแรก

Cherry และคณะ (1978) สังเกตว่า การให้อาหารระยะแรกที่มีพลังงานต่ำสามารถเพิ่มหรือลดขนาดไขมันช่องท้องหรือไม่มีผลต่อไขมันช่องท้อง (ขึ้นกับพันธุกรรม)

Heath และคณะ (1980) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อไขมันช่องท้อง พบว่า ระดับพลังงานและเพศมีผลต่อปริมาณไขมันช่องท้อง ไก่เพศผู้อายุ 8 สัปดาห์มีปริมาณไขมันช่องท้องมากกว่าไก่เพศเมียที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรเดียวกันเมื่อพลังงานในอาหารเพิ่มขึ้นจาก 3080 เป็น 3630 Kcal ME/kg ไขมันช่องท้องของไก่เพศเมียอายุ 7 สัปดาห์เพิ่มขึ้น แต่พลังงานในอาหารไม่มีผลต่อไขมันรอบก้น, เครื่องใน และหัวใจ นอกจากนี้ Heath และคณะ ยังพบสัดส่วนของไขมันช่องท้อง : ก้น : ลำไส้ : หัวใจในเพศเมียเท่ากับ 58.7:20.7:17.2:3.4 และเพศผู้เท่ากับ 60.4:19.6:16.8:3.2

Deaton และคณะ (1983) รายงานว่า ไก่ที่ให้พลังงานในอาหารต่ำจะมีไขมันช่องท้องน้อยกว่า (ไขมันช่องท้อง 1.92% เฉลี่ยของน้ำหนักมีชีวิตทั้งเพศผู้และเพศเมีย) เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารที่มีพลังงาน 3325 ME kcal/kg เมื่อวัดที่ 40 วัน และ 53 วัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การจำกัดพลังงานน่าจะเป็นวิธีหนึ่งสำหรับลดไขมันช่องท้องในไก่กระหง ซึ่งสอดคล้องกับ Boone และคณะ (1980) โดยให้การจำกัดการกินอาหารพบว่า ถ้าให้กิน 75% ของการกินเต็มที่จะลดน้ำหนักไขมันช่องท้องประมาณ 25%

March และคณะ (1984) พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยของไขมันช่องท้องเป็นปฏิภาคผกผันกับความเข้มข้นของโปรตีนในอาหาร โดยวัดในไก่กระหงเพศเมียอายุ 0-4 สัปดาห์ ขนาดเซลล์ไขมัน (adipocyte) และกลุ่มเซลล์ของไขมันช่องท้องที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีโปรตีน 50 เปอร์เซ็นต์ต่ำกว่าที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีโปรตีน 20 เปอร์เซ็นต์ การสะสมไขมันช่องท้องเพิ่มขึ้นในไก่อายุ 3 สัปดาห์เมื่อใช้น้ำมันแทนแป้งโดยให้พลังงานเท่ากันในอาหารแต่อายุ 4 สัปดาห์ไม่เห็นความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

Ghazalah และคณะ (1980) รายงานว่า ลูกไก่ที่ได้รับกรดไขมันที่มีไขมันอิ่มตัวเป็นองค์ประกอบ 1.06 เปอร์เซ็นต์ และวิตามินบีทก 9 พีพีเอ็มให้น้ำหนักตัวสูงสุด, เปอร์เซ็นต์ซากสูงสุดและปริมาณโปรตีนในเนื้อสูงสุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น (cholesterol) การเพิ่มระดับเมทาโซอินและวิตามินบีทกในอาหารทำให้การสะสมโคเลสเตอรอล และไขมันทั้งหมดน้อยลง และระดับฟอสโฟไลปิดในซีรัมในเลือดมากขึ้น การมีไขมันในอาหารในปริมาณที่เหมาะสมจะทำให้หน้าที่เหมือนเป็นกลไกป้องกันการสะสมไขมันในตับไม่ให้มีมากเกินไปเมื่อมีแป้งเพิ่มขึ้น (Haghighi-rad และ Polin, 1982)

Edmonds และคณะ (1985) ศึกษาการคอมมิโนที่จำเป็นในอาหาร ข้าวโพด-กากถั่วเหลือง ที่มีโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์สำหรับไก่อายุ 1-3 สัปดาห์ ในการทดลองที่ 1 การเติมเมทาไธโอนีน ปรับปรุงสมรรถนะการเจริญให้ดีขึ้นเมื่อเติมการคอมมิโนอาร์จินีนลงในอาหารที่มีเมทาไธโอนีนอยู่แล้ว ทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มและประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น การเสริมไลซีนจะไม่เพิ่มน้ำหนักตัวถ้าไม่มีการเติมทั้งเมทาไธโอนีนและอาร์จินีน การเสริมทรีโอนีนและทรีโตนีนไม่มีผลต่อน้ำหนักตัวเพิ่มและประสิทธิภาพการใช้อาหาร ในการทดลองที่ 2 อาหารที่มีโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ประกอบด้วยกรด กลูตามิก 3 เปอร์เซ็นต์ การเติมอาร์จินีนลงในอาหารที่เติมเมทาไธโอนีนไม่มีผลต่อไก่แต่เมื่อเติม อาร์จินีนและไลซีนจะทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มและประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น การเสริมทั้งวาเลอีน และทรีโอนีนลงในอาหารที่เติมด้วยเมทาไธโอนีน, อาร์จินีนและไลซีนจะทำให้ประสิทธิภาพการใช้ อาหารดีขึ้น แต่เมื่อเติมวาเลอีนอย่างเดียวจะไม่มีผลต่อไก่กระหง (ดังตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ผลของการเติมกรดอะมิโนตัวเดียวและรวมกันต่อสมรรถนะการเจริญของไก่ที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีน 16%

รหัสเวเมนต์	การทดลองที่ 1 *		การทดลองที่ 2 *	
	น้ำหนักตัวเพิ่ม	ประสิทธิภาพการ	น้ำหนักตัวเพิ่ม	ประสิทธิภาพการ
	(กรัม)	ใช้อาหาร	(กรัม)	ใช้อาหาร
1. 24% CP	260 ^a	0.670 ^a	118 ^a	0.721 ^a
2. 16% CP	118 ^d	0.49 ^d	83 ^{**}	0.525 ^f
3. 16% CP+Met	207 ^c	0.52 ^d	95 ^{cd}	0.678 ^d
4. 16% CP+Arg	-	-	85 ^e	0.548 ^{ef}
5. 16% CP+Met+Arg	222 ^b	0.554 ^c	89 ^{de}	0.555 ^{de}
6. 18% CP+Met+Lys	199 ^{cd}	0.51 ^d	-	-
7. 16% CP+Met+Lys+Arg	227 ^b	0.576 ^{bc}	103 ^{bc}	0.627 ^c
8. 16% CP+Met+Arg+Val	-	-	88 ^{de}	0.574 ^{de}
9. 16% +Met+Lys+Arg + Thr+Tryp	225 ^b	0.59 ^b	-	-
10. 16%+Met+Lys+Arg + Val	-	-	102 ^{bc}	0.62 ^c
11. 16%+Met+Lys+Arg +Val+Thr	-	-	110 ^{ab}	0.67 ^b
Pooled. SEM	3.7	0.008	3.1	0.01

ที่มา : Edmonds และคณะ (1985)

หมายเหตุ * การทดลองที่ 1 ใช้ไก่ 3 กลุ่มกลุ่มหนึ่งประกอบด้วยตัวผู้ 7 ตัวอายุ 8-22 วัน
การทดลองที่ 2 ใช้ไก่ 3 กลุ่มกลุ่มหนึ่งประกอบด้วยตัวผู้ 7 ตัวอายุ 8-16 วัน
** อาหารโปรตีน 16% ในการทดลองที่ 2 ประกอบด้วยการเติมกรดกลูตามิก 3%
ค่าเฉลี่ยที่ห้อยอักษรแตกต่างกันภายในคอลัมน์หมายถึงแตกต่างกันทางสถิติ
(P<0.05)
CP = โปรตีน Met = เมไทโอนีน Arg = อาร์จินีน
Lys = ไลซีน Val = วาลีน Thr = ทรีโอนีน
Tryp = ทริปโตเฟน

วรวิทย์ (2520) รายงานว่า เมื่อเลี้ยงไก่กระตังในช่วง 0-4 และ 4-8 สัปดาห์การเสริมเมทไธโอนีนลงไปให้อาหารให้สูงกว่าความต้องการตามที่ NRC(1971) แนะนำอีก 0.1 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ทำให้ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารและการเจริญเติบโตของไก่ดีขึ้น ส่วนการเสริมไลซีนให้สูงกว่าความต้องการตามที่ NRC (1971) แนะนำไว้อีก 0.25 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่ทำให้เกิดผลดีขึ้น (ตารางที่ 7 และตารางที่ 8)

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบผลเฉลี่ยของน้ำหนักตัวเพิ่ม ปริมาณอาหารที่กิน และประสิทธิภาพการ
เปลี่ยนอาหารในช่วงอายุ 0-4 สัปดาห์

สูตรอาหาร	น้ำหนักตัวเพิ่ม* (กรัม)	ปริมาณอาหาร ที่กิน (กรัม)	ประสิทธิภาพการ เปลี่ยนอาหาร*
T ₁ อาหารที่มีโปรตีน 24.06 เปอร์เซ็นต์ พลังงาน 3.006 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม มีเมทาไธโอนีนรวมสี่พื้นที่ 0.86% ไลซีน 1.442%	333.60 ^c	705.7	2.129 ^c
T ₂ T ₁ +0.00% เมทาไธโอนีน + 0.25% ไลซีน	382.60 ^{abc}	780.5	2.041 ^{ac}
T ₃ T ₁ +0.00% เมทาไธโอนีน + 0.50% ไลซีน	369.30 ^{abc}	730.5	1.987 ^{abc}
T ₄ T ₁ +0.10% เมทาไธโอนีน + 0.00% ไลซีน	382.60 ^{abc}	755.7	1.953 ^{ab}
T ₅ T ₁ +0.10% เมทาไธโอนีน + 0.25% ไลซีน	423.10 ^a	802.9	1.901 ^{ab}
T ₆ T ₁ +0.10% เมทาไธโอนีน + 0.50% ไลซีน	361.60 ^{bc}	717.6	1.956 ^{ab}
T ₇ T ₁ +0.30% เมทาไธโอนีน + 0.00% ไลซีน	398.80 ^{ab}	736.2	1.846 ^a
T ₈ T ₁ +0.30% เมทาไธโอนีน + 0.25% ไลซีน	375.00 ^{abc}	705.5	1.883 ^{ab}
T ₉ T ₁ +0.30% เมทาไธโอนีน + 0.50% ไลซีน	404.00 ^{ab}	736.7	1.825 ^a

* ตัวอักษรที่ต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์

หมายเหตุ อัตราการตายในช่วงอายุ 0-4 สัปดาห์ เฉลี่ย 0.00 เปอร์เซ็นต์

ที่มา : วรวิทย์ (2520)

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบผลเฉลี่ยของน้ำหนักตัวเพิ่ม ปริมาณอาหารที่กิน และประสิทธิภาพการ
เปลี่ยนอาหารในช่วงอายุ 4-9 สัปดาห์

	สูตรอาหาร	น้ำหนักตัวเพิ่ม* (กรัม)	ปริมาณอาหาร ที่กิน (กรัม)	ประสิทธิภาพการ เปลี่ยนอาหาร*
T ₁	อาหารที่มีโปรตีน 22.00 เปอร์เซ็นต์ พลังงาน 3.198 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม มีเมทาโซอินันรวมที่ใส่ 0.769% ไลซีน 1.307%	1129.60 ^{ab}	2369.0	2.098 ^{ab}
T ₂	T ₁ + 0.00% เมทาโซอินัน + 0.25% ไลซีน	1062.90 ^{bc}	2253.8	2.151 ^{bc}
T ₃	T ₁ + 0.00% เมทาโซอินัน + 0.50% ไลซีน	1012.00 ^c	2055.3	2.231 ^c
T ₄	T ₁ + 0.10% เมทาโซอินัน + 0.00% ไลซีน	1053.30 ^{bc}	2230.5	2.117 ^{bc}
T ₅	T ₁ + 0.10% เมทาโซอินัน + 0.25% ไลซีน	1108.60 ^{ab}	2337.6	2.110 ^{bc}
T ₆	T ₁ + 0.10% เมทาโซอินัน + 0.50% ไลซีน	1111.00 ^{ab}	2323.8	2.093 ^{ab}
T ₇	T ₁ + 0.30% เมทาโซอินัน + 0.00% ไลซีน	1137.71 ^{ab}	2310.0	2.072 ^{ab}
T ₈	T ₁ + 0.30% เมทาโซอินัน + 0.25% ไลซีน	1163.30 ^a	2363.3	2.034 ^{ab}
T ₉	T ₁ + 0.30% เมทาโซอินัน + 0.50% ไลซีน	1171.90 ^a	2722.4	1.982 ^a

* ตัวอักษรที่ต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์

หมายเหตุ อัตราการตายในช่วง 4-8 สัปดาห์ เฉลี่ย 0.529 เปอร์เซ็นต์

ที่มา - วรวิทย์ (2520)

เยาวมาลย์ และสาโรช (2529b) รายงานว่า การศึกษาการลดต้นทุนค่าอาหารไก่ กระทั่ง โดยการลดโปรตีนและพลังงานลง แต่เพิ่มกรดอะมิโน (ไลซีนและเมไทโอนีน) วิตามิน และแร่ธาตุให้สูงกว่า NRC (1977) ในระดับ 100, 110, 120, 125% ผลการทดลองพบว่า ถ้าเพิ่มกรดอะมิโน (ไลซีนและเมไทโอนีน) วิตามินและแร่ธาตุให้สูงกว่า NRC ในระดับ 110-125% จะทำให้น้ำหนักเพิ่ม ประสิทธิภาพการให้อาหาร และคุณภาพของซากไก่กระทั่งดีขึ้น ถ้าระดับของ โปรตีนลดลงจาก 21/20 ไปเป็น 20/17 หรือ 19/17 ในช่วงไก่เล็กและไก่ขุน ถ้าไม่เพิ่ม กรดอะมิโนไลซีนและเมไทโอนีนจะมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการให้อาหารและ ไขมันช่องท้อง ผลเสียครั้งนี้สามารถแก้ไขได้โดยเพิ่มระดับของกรดอะมิโนทั้งสองชนิดนี้ซึ่งสอดคล้อง กับผลการทดลองของ Picard and Brette (1980), Pasad และ Sadogopan (1976) และ Uzu (1983) เยาวมาลย์ และสาโรช (2529b) ยังได้รายงานอีกว่า การเพิ่มระดับ เมไทโอนีนบวกซีสทีนในอาหารเกินกว่า 0.90% ในช่วงแรก (0-4 สัปดาห์) และ 0.60% ในช่วงหลัง (4-8 สัปดาห์) ในอาหารที่มีโปรตีนระดับต่ำ ($S/F = 20/18$) จะมีผลทำให้อัตราการ เจริญเติบโต ประสิทธิภาพการให้อาหารดีขึ้น และไขมันในช่องท้องลดต่ำลง การเพิ่มไลซีน ในอาหารเกินกว่า 1.20% ในช่วงแรก และ 1.0% ในช่วงหลังจะมีผลทำให้อัตราการเจริญ เติบโตและประสิทธิภาพการให้อาหารดีขึ้นแต่ไม่มีผลต่อคุณภาพของซากไก่

Cabel และคณะ (1988) รายงานว่า ปริมาณไนโตรเจนที่ไม่จำเป็นหรือมี เหลือเกินความต้องการมีความสำคัญช่วยลดไขมันช่องท้อง ระดับโปรตีนในอาหารมีผลต่ออัตรา การเจริญและประสิทธิภาพการให้อาหารอย่างมีนัยสำคัญโดยไม่ขึ้นกับปริมาณไขมันในช่องท้อง

ตารางที่ 10 ผลของระดับพลังงาน โปรตีน และกรคอมิโนในอาหารต่อผลผลิตและคุณภาพของซากของไก่กระทอง

พลังงาน (ME, kcal/kg)	โปรตีน %	NRC กรคอมิโน + แร่ธาตุและวิตามิน (เปอร์เซ็นต์)			
		100	110	120	125
S/F	S/F	<u>น้ำหนักเพิ่มอายุ 0-56 วัน</u>			
3000/2800	21/20	1841 ^a	1854 ^a	1861 ^a	1850 ^a
	21/19	1826 ^{ab}	1869 ^a	1834 ^a	1861 ^a
	20/18	1820 ^{ab}	1825 ^{ab}	1841 ^a	1838 ^a
	20/17	1760 ^b	1825 ^{ab}	1828 ^a	1851 ^a
	19/18	1801 ^{ab}	1804 ^{ab}	1831 ^{ab}	1868 ^a
	19/17	1740 ^b	1810 ^{ab}	1838 ^{ab}	1848 ^a
3000/2800	S/F	<u>น้ำหนักอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม</u>			
	21/20	2.19 ^{ab}	2.16 ^a	2.04 ^a	2.08 ^a
	21/19	2.26 ^b	2.14 ^a	2.11 ^a	2.02 ^a
	20/18	2.29 ^b	2.1 ^a	2.09 ^a	2.10 ^a
	20/17	2.31 ^c	2.18 ^{ab}	2.12 ^a	2.09 ^a
	19/18	2.21 ^{ab}	2.16 ^a	2.16 ^a	2.06 ^a
3000/2800	S/F	<u>ไขมันของทอง (เปอร์เซ็นต์)</u>			
	21/20	3.08 ^{bc}	2.86 ^a	2.81 ^a	2.83 ^a
	21/19	3.14 ^c	2.89 ^{ab}	2.84 ^a	2.81 ^a
	20/18	3.26 ^d	2.94 ^b	2.89 ^{ab}	2.8a ^a
	20/17	3.45 ^e	3.21 ^d	2.92 ^b	2.96 ^a
	19/18	3.28 ^d	3.10 ^c	2.90 ^b	2.84 ^a
	19/17	3.56 ^e	3.34 ^{ed}	3.17 ^c	2.98 ^b

หมายเหตุ S = อาหารไก่อระยะแยก F = อาหารไก่อระยะที่สอง

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ที่มา : เยาวมาลัย และสาโรช (2529b)

ตารางที่ 11 ผลของเมทไธโอนีนและไลซีนต่อผลผลิตและคุณภาพของซากไก่กระหว่ง***

เมทไธโอนีน + ซีสดีน (%) S/F*	ไลซีน (%) S/F*	น้ำหนักเพิ่ม 0-56 วัน (กรัม)	ประสิทธิภาพ การให้อาหาร (Feed/Gain)	น้ำหนักไขมัน ในช่องท้อง (% BW)**
	1.20/1.0	1826	2.36	3.30
0.90/0.60	1.25/1.0	1848	2.30	3.22
	1.30/1.1	<u>1831</u> 1835a	<u>2.26</u> 2.31a	<u>3.23</u> 3.25a
	1.20/1.0	1851	2.30	3.18
0.95/0.65	1.25/1.0	1882	2.26	3.17
	1.30/1.1	<u>1896</u> 1876ab	<u>2.21</u> 2.27b	<u>3.06</u> 3.14ab
	1.20/1.0	1904	2.16	2.94
1.00/0.70	1.25/1.0	1936	2.09	2.82
	1.30/1.1	<u>1987</u> 1942b	<u>2.01</u> 2.09b	<u>2.90</u> 2.89b

หมายเหตุ * S/F หมายถึง starter (0-4 สัปดาห์) และ finisher (4-8 สัปดาห์)

** BW หมายถึง น้ำหนักตัว

*** ใช้สูตรอาหารข้าวโพด กากถั่วเหลือง และปลาป่น (S/F = 8/4 เปอร์เซ็นต์
ในสูตรอาหาร) ซึ่งมีโปรตีนในช่วงแรก 20 เปอร์เซ็นต์และช่วงหลัง 18 เปอร์เซ็นต์
ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

ที่มา : เขาวมาลัย และสาโรช (2529b)

ตารางที่ 11 ผลของเมทาไธโอนีนและไลซีนต่อผลผลิตและคุณภาพของซากไก่กระທ*** (ต่อ)

เมทาไธโอนีน + ซีสดีน (%) S/F*	ไลซีน (%) S/F*	น้ำหนักเพิ่ม 0-56 วัน (กรัม)	ประสิทธิภาพ การให้อาหาร (Feed/Gain)	น้ำหนักไขมัน ในช่องท้อง (% BW)**
	1.20/1.0	2018	2.10	2.84
1.05/0.75	1.25/1.0	2048	2.08	2.86
	1.30/1.1	<u>2094</u>	<u>2.00</u>	<u>2.91</u>
		2053c	2.06c	2.87b
	1.20/1.0	1906 ^a	2.23 ^a	3.07
ไลซีน (%) SF*	1.25/1.0	1929 ^{ab}	2.18 ^{ab}	3.02
	1.30/1.1	1952 ^b	2.12 ^b	3.02

หมายเหตุ * S/F หมายถึง starter (0-4 สัปดาห์) และ finisher (4-8 สัปดาห์)

** BW หมายถึง น้ำหนักตัว

*** ใช้สูตรอาหารข้าวโพด ถั่วเหลือง และปลาป่น (S/F = 8/4 เปอร์เซ็นต์
ในสูตรอาหาร) ซึ่งมีโปรตีนในช่วงแรก 20 เปอร์เซ็นต์ และช่วงหลัง 18 เปอร์เซ็นต์
ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

ที่มา : ยาวมาลัย และสาโรช (2529 b)

Picard and Brette (1980) รายงานว่า กรดอมิโนเมทาไธโอนีน ซีสตีน์ และไลซีน มีความสำคัญในการลดการเจริญเติบโตของเซลล์ไขมันในไก่กระหง ในการทดลอง ใช้ระดับพลังงานในอาหาร ในช่วงอายุ 4-7 สัปดาห์ คงที่ ที่ 3120 Kcal การเพิ่มระดับโปรตีน จาก 19 เปอร์เซ็นต์เป็น 27 เปอร์เซ็นต์ หรือเพิ่มกรดอมิโนจากเมทาไธโอนีน ซีสตีน์ จาก 0.81 เปอร์เซ็นต์เป็น 1.01 เปอร์เซ็นต์ ทำให้การสะสมไขมันในซากลดลง (ตารางที่ 8) Picard ได้แนะนำให้ใช้ระดับโปรตีนในอาหารสำหรับไก่กระหงในช่วงนี้ประมาณ 19 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งควรมี เมทาไธโอนีนอย่างน้อยที่สุด 0.56 เปอร์เซ็นต์ หรือ เมทาไธโอนีน + ซีสตีน์ 1.01 เปอร์เซ็นต์ และควรมีไลซีน 1.27 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร

ตารางที่ 9 ผลของระดับกรดอมิโนในอาหารต่อผลผลิตของไก่กระหง (4-7 สัปดาห์)

โปรตีน, %	22.3	18.8	18.8	18.8	27.6
เมทาไธโอนีน, %	0.44	0.34	0.44	0.56	0.56
เมทาไธโอนีน + ซีสตีน์, %	0.81	0.67	0.81	1.01	1.01
ไลซีน, %	1.02	0.85	1.02	1.27	1.27
ME (kcal/kg)	3,120 kcal				
น้ำหนักเพิ่ม, กรัม	1,110 ^b	1,003 ^a	1,097 ^b	1,094 ^b	1,104 ^a
น้ำหนักอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม	2.19 ^b	2.46 ^a	2.21 ^b	2.14 ^c	2.09 ^c
Abdominal fat*	2.01 ^b	2.72 ^a	1.93 ^b	1.79 ^{bc}	1.44 ^c

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรแตกต่างกันภายในแถว หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

($P < 0.05$)

* กรัมต่อ 100 กรัมของน้ำหนักตัว

ที่มา : Picard and Brette (1980)

ตารางที่ 12 ผลของการเสริมวิตามินเอและวิตามินซีในอาหารต่อองค์ประกอบของสัตว์

สูตรอาหาร	พลังงาน	ปริมาณวิตามินเอและวิตามินซีในอาหาร				องค์ประกอบของซาก		
	M.E. (kcal/kg)	โปรตีน	วิตามินเอ	วิตามินซี	วิตามินเอ	โปรตีน	ไขมัน	ความชื้น
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1		19.9	0.37	0.26	0.63	55.1	34.2	67.3
2	2,844	19.9	0.60	0.26	0.86	57.9	31.3	67.7
3		19.9	0.74	0.26	1.00	61.3	30.4	67.8
4		19.9	0.38	0.26	0.64	53.3	36.9	65.2
5	3,044	19.9	0.60	0.26	0.86	56.2	34.1	65.4
6		19.9	0.74	0.26	1.00	58.4	32.3	66.3
7		23.2	0.45	0.31	0.76	61.9	28.0	71.2
8	2,844	23.2	0.55	0.31	0.86	64.8	26.1	71.5
9		23.2	0.59	0.31	1.00	66.6	23.9	72.1
10		23.2	0.47	0.31	0.78	57.4	32.2	68.8
11	3,044	23.2	0.55	0.31	0.86	59.3	30.4	68.9
12		23.2	0.69	0.31	1.00	63.3	29.1	69.2

ที่มา : Prasad และ Sadoqopan (1976)

2.8 ผลของอาหารต่อการตายอย่างกะทันหัน

อาการตายอย่างกะทันหัน (Sudden Death Syndrome; SDS) เป็นอาการตายที่เกิดขึ้นกับไก่กระทิงที่เจริญอย่างรวดเร็ว (Hulan และคณะ, 1980) การเกิดอาการตายอย่างกะทันหันกระจายไปทั่วอังกฤษ (Hemsley, 1965) แคนาดา (Brigden และ Riddell, 1975; Volk และคณะ, 1974) และออสเตรเลีย (Jackson และคณะ, 1972) อยู่ในช่วง 0.5-50% ของการตายทั้งหมด Riddell และ Orr (1980) พบว่าเกิดอาการนี้ในตัวผู้มากกว่าตัวเมีย อาการคือไก่ที่ตายจะสดชื่นดี และน้ำหนักก็แต่จะตายอย่างคาดไม่ถึง Ononiwu และคณะ (1979) ได้ตั้งสมมติฐานว่าอาการตายอย่างกะทันหัน มีสาเหตุมาจากการเกิดอาการที่หัวใจมีผลทำให้เกิดการบวมที่ปอด (lung edema) และทำให้ไก่ไม่สามารถหายใจได้ ของเหลวจากระบบหมุนเวียนเลือดเข้าไปยังเนื้อเยื่อปอดเป็นสาเหตุการช็อกและตาย Pass (1983) รายงานว่าอาการนี้เป็นการล้มเหลวของระบบเส้นเลือดและหัวใจ Cassidy และคณะ (1975) รายงานว่าไก่ที่แสดงอาการนี้พบว่าการแข็งตัวของเลือด (blood clot) ที่หัวใจ โครงสร้างนี้เกิดจากเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว ไฟบริน และซีรัม โมพ ไฟโบรพลาส (Fibroblast), คอลลาเจน ไฟเบอร์ และเกล็ดเลือด (thrombocyte) โครงสร้างนี้เกิดขึ้นจากไก่ตายแล้ว Riddell และ Orr (1980) รายงานว่า ไก่ที่ตายจากอาการตายอย่างกะทันหันจะมีปริมาณไขมันทั้งหมดเพิ่มขึ้นในซีรัม Buenrostor และ Kratzer (1982) รายงานว่า ไก่ที่ตายด้วย SDS แตกต่างจากไก่ที่ตายด้วยสาเหตุอื่นคือ มีองค์ประกอบของกรดไขมันของเนื้อเยื่อตับแตกต่างกัน ปัจจุบันที่เกี่ยวข้องกับ SDS อาจรวมถึงความเครียด (Ononiwu et al., 1979) และกระบวนการอัดอาหาร (Proudfoot et al., 1982)

Mollison (1983) แนะนำว่า ระดับและชนิดของไขมันในอาหาร (ที่ไม่อิ่มตัว) มีส่วนเกี่ยวข้องกับโรค Sudden death syndrome อาหารข้าวสาลี-กากถั่วเหลืองที่เลี้ยงไก่อย่างเต็มที่แล้วจุกัด มีผลต่อการเกิด SDS สูงกว่าอาหารข้าวโพด-ข้าวสาลี การเสริมอาหารข้าวสาลี-กากถั่วเหลืองด้วยวิตามิน B-complex ไม่มีผลต่อการเกิด SDS แต่การเสริมด้วยวิตามินที่ละลายในไขมัน (A, D และ E) ลดการเกิด SDS จาก 2.86% เป็น 1.66%

Rotter และคณะ (1985) รายงานว่า สามารถลดการเกิดอาการตายอย่างกะทันหัน โดยเปลี่ยนจากไขว้ (ไขมันที่อิ่มตัว) เป็นน้ำมันดอกทานตะวัน (ไขมันที่ไม่อิ่มตัว) ในอาหาร ความหนาแน่น (0.08 ตารางเมตรต่อตัว) ไม่มีผลต่อการเกิดอาการตายอย่างกะทันหัน

- องค์ประกอบของกรดไขมันของเนื้อเยื่อหัวใจในตับจากไก่ที่เป็นอาการตายอย่างกะทันหัน แสดงความแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับไก่ที่คักทิ้ง (ปัญหาเรื่องซา) ในเนื้อเยื่อหัวใจมีกรดพามิติก (16:0) และ กรดโอเลอิก (18:1) เพิ่มมากขึ้น เมื่อ กรดลิโนลอิก (18:2) และกรดอราซิโคนิก (20:4) ต่ำลง เนื้อเยื่อตับมี กรดโอเลอิก (18:1) เพิ่มขึ้น แต่กรดลิโนลอิก (18:2) และกรดอราซิโคนิก (20:4) ลดลง ความเข้มข้นของคลีเซียมในเนื้อเยื่อหัวใจของ SDS สูงกว่าไก่คักทิ้งอย่างมีนัยสำคัญ ความเข้มข้นของทองแดงและสังกะสีในเนื้อเยื่อตับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างไก่ SDS และไก่คักทิ้ง

Mollison และคณะ (1984) ได้ศึกษาอิทธิพลของการจำกัดการกินอาหารเพื่อจำกัดพลังงานในอาหารในระยะแรกพบว่า การจำกัดการกินอาหาร 90 เปอร์เซ็นต์ของการกินอาหารเต็มที่ทำให้น้ำหนักตัวที่ 49 วัน ขนาดไขมันในช่องท้องและประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลงกว่าไก่กระหงที่เลี้ยงด้วยอาหารข้าวสาลี-กากถั่วเหลือง ที่ให้อินเต็มที่ การเสริมอาหารด้วยวิตามิน และแร่ธาตุไม่มีอิทธิพลต่อการเกิดอาการตายอย่างกะทันหัน (ดังตารางที่ 13) การลดอัตราส่วนของพลังงานและโปรตีนของอาหารช่วงหลังปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้อาหารก็ขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (ช่วง 29-49 วัน) และไก่ที่เลี้ยงด้วยอาหารระยะหลังอายุ 29-56 วันที่มีโปรตีน 24 เปอร์เซ็นต์มีการเกิดอาการตายกะทันหันต่ำกว่าไก่ที่เลี้ยงด้วยอาหารระยะหลังที่มีโปรตีน 19 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 13 ผลของการจำกัดพลังงานและเสริมวิตามินแร่ธาตุต่อเปอร์เซ็นต์ซาก, เปอร์เซ็นต์ไขมันในช่องท้อง และการตายเนื่องจากอาการตายอย่างกะทันหัน

หรือเมนต์	เปอร์เซ็นต์ซาก ที่ 49 วัน*	เปอร์เซ็นต์ไขมันใน ช่องท้องที่ 49 วัน	เปอร์เซ็นต์การตาย ทั้งหมดในช่วง 0-49 วัน**	เปอร์เซ็นต์การตายเนื่องจาก อาการตายอย่างกะทันหัน ในช่วง 0-49 วัน
1 ***	69.10 ^b	2.06 ^b	3.57	1.66
2 ***	67.70 ^a	1.67 ^a	2.62	1.90
3 ***	69.00 ^b	2.17 ^b	3.81	1.90
4 ***	69.90 ^b	1.95 ^{ab}	3.57	0.95

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันภายในแต่ละคอลัมน์ หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

* เปรียบเทียบน้ำหนักซากด้วยน้ำหนักวิธีวัด น้ำหนักซากรวมรังคอ แต่ไม่รวมขา หัว หรือเครื่องใน

** รวมน้ำหนักที่คัดทิ้ง

*** หรือเมนต์ที่ 1 ให้อาหารสูตร ข้าวสาลี-กากถั่วเหลือง โดยให้อาหารเต็มที่ ระยะแรก โปรตีน 23 เปอร์เซ็นต์, 3075 กิโลแคลอรีของพลังงาน เมตาบอลิซึมต่อกิโลกรัม-อาหาร

ระยะที่สอง โปรตีน 20.1 เปอร์เซ็นต์, 3081 กิโลแคลอรีของพลังงาน เมตาบอลิซึมต่อกิโลกรัม-อาหาร

หรือเมนต์ที่ 2 ให้อาหารเปรียบเทียบของหรือเมนต์ที่ 1 โดยให้เต็มที่ 7 วัน แล้วให้กินเพียง 90 เปอร์เซ็นต์ของการกินอาหารของกลุ่มเปรียบเทียบ

หรือเมนต์ที่ 3 ให้กินอาหารเต็มที่ อาหารเปรียบเทียบเสริมด้วยวิตามินและแร่ธาตุ 150 เปอร์เซ็นต์ของมาตรฐาน

หรือเมนต์ที่ 4 ให้กินอาหารเต็มที่ สูตรอาหารข้าวโพดกากถั่วเหลืองที่มีพลังงาน และโปรตีนระดับเดียวกับอาหารข้าวสาลีกากถั่วเหลืองทั้งระยะแรกและระยะที่สอง

ที่มา : Mollison และคณะ (1984)