บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์

Church (1986) กล่าวว่า การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์นั้นมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากวัตถุดิบอาหารสัตว์มีอยู่มากมายหลายชนิด และมาจากภูมิประเทศต่างๆกัน ทำให้มีคุณค่าทางโภชนาการหรือมีคุณภาพที่แตกต่างกัน คุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ไม่ว่าจะเป็นโปรตีน กรดแอมิโน หรือพลังงาน ที่นำไปใช้ในการประกอบสูตรอาหารนั้น โดยทั่วไปเป็นค่าที่แสดงปริมาณโภชนะต่างๆ โดยประมาณ แต่ไม่ได้แสดงถึงค่าที่สัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงๆ เมื่อนำไปใช้ประกอบสูตรอาหารสัตว์แล้ว ทำให้สัตว์เกิดปัญหา คือ ได้รับโภชนะต่างๆไม่เพียงพอตามที่คำนวณไว้ ทั้งนี้เพราะวัตถุดิบอาหารสัตว์ เมื่อเข้าไปในระบบทางเดินอาหารของสัตว์แล้ว จะมีเพียงบางส่วนที่สัตว์สามารถย่อยแล้วนำไปใช้ประโยชน์ได้ และมีอีกบางส่วนที่ถูกขับออกมาทางมูล ซึ่งเป็นส่วนที่สูญเสีย ดังนั้น การคำนวณสูตรอาหารจึงควรใช้ค่าการใช้ประโยชน์ได้ในสัตว์มากกว่าค่าที่มีอยู่ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดนั้น (สุวิทย์, 2532)

เสาวนิต (2538) กล่าวว่า การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์มีหลายวิธีด้วยกัน วิธีการประเมินที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป คือ

1. การประเมินคุณภาพของวัตถุดิบอาหารสัตว์ทางกายภาพ (physical evaluation) และการตรวจสอบด้วยสารละลาย เป็นการประเมินเบื้องต้นเพื่อให้ทราบคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่

   1.1 การประเมินด้วยตาเปล่าและการดมกลิ่น เพื่อตรวจสอบชนิดของวัตถุดิบอาหารสัตว์ สี สิ่งปลอมปน และกลิ่นเฉพาะตัวของวัตถุดิบอาหารสัตว์

   1.2 การประเมินโดยการใช้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อศึกษาสิ่งปลอมปนในวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยการศึกษาลักษณะเฉพาะตัว เช่น สี รูปร่าง ขนาดของอนุภาค ความอ่อน ความแข็ง ความหยาบ ความละเอียด ลักษณะทึบแสง สะท้อนแสง หรือยอมให้แสงผ่านเนื้อวัตถุดิบนั้น

   1.3 การทดสอบด้วยสารละลาย เป็นการตรวจสอบการปลอมปนในวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิด เช่น กระดูกป่น เปลือกหอย หินปูน และปูนขาว เป็นต้น

2. การประเมินโดยการวิเคราะห์ทางเคมี (chemical analysis) เป็นการวิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบอาหารสัตว์ในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ทราบส่วนประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ทราบคุณภาพของอาหารสัตว์เบื้องต้น ซึ่งสามารถนำค่าเหล่านี้ไปคำนวณสูตรอาหารสัตว์ได้ แต่ยังไม่ใช่ค่าที่สัตว์ใช้ประโยชน์ได้จริง

3. การประเมินโดยการทดลองทางชีวภาพ (biological evaluation) เป็นการประเมินโดยให้สัตว์กินอาหารที่ต้องการ เพื่อให้ทราบว่าสัตว์สามารถนำโภชนะต่างๆไปใช้ประโยชน์ได้มากน้อยเพียงใด หากผลที่ได้จากการประเมินโดยวิธีนี้มีค่าค่อนข้างสูงหรือมีแนวโน้มสูง แสดงว่าอาหารสัตว์ชนิดนั้นมีคุณภาพดี การทดลองกับตัวสัตว์เป็นวิธีการที่ดี และสมบูรณ์ที่สุดที่จะทำให้ทราบคุณค่าของอาหารสัตว์ การประเมินโดยวิธีนี้มีวิธีย่อยอีกหลายวิธี ดังนี้

3.1 การทดสอบการย่อยได้ (digestibility) เป็นการทดสอบการย่อยได้หรือการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยการทดลองให้อาหารแก่สัตว์ เพื่อหาปริมาณโภชนะต่างๆที่สัตว์ย่อยและดูดซึมได้ และเป็นวิธีหนึ่งที่ให้ค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดนั้นได้ถูกต้อง ซึ่งสามารถทำได้โดยการหาปริมาณอาหารที่กินและปริมาณมูลที่ขับออกมาประกอบกับการวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหาโภชนะต่างๆในอาหารและในมูล แล้วนำมาคำนวณหาค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ดังสมการต่อไปนี้

$$\%\text{การย่อยได้ของโภชนะ} = \frac{(\text{ปริมาณอาหารที่กิน} \times \%\text{โภชนะในอาหาร}) - (\text{ปริมาณมูล} \times \%\text{โภชนะในมูล})}{(\text{ปริมาณอาหารที่กิน} \times \%\text{โภชนะในอาหาร})} \times 100$$

3.2 การประเมินคุณภาพโปรตีนโดยการทดลองกับตัวสัตว์

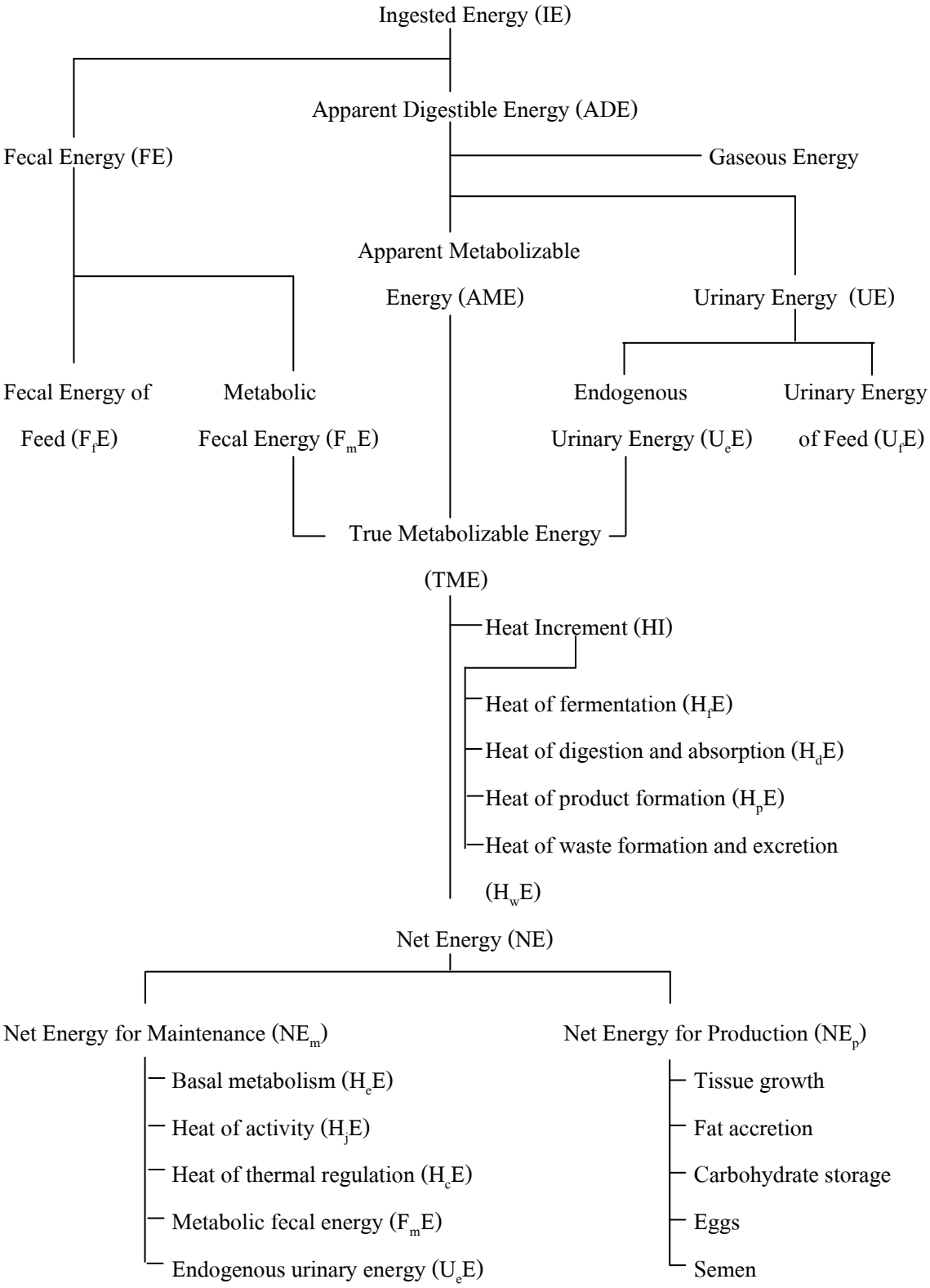
พันทิพา (2539) กล่าวว่า คุณภาพของโปรตีนจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ สัดส่วนการย่อยได้ และการนำไปใช้ประโยชน์ได้ของกรดแอมิโนที่ประกอบอยู่ในโปรตีนนั้นๆ การประเมินคุณภาพโปรตีนจึงเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็น วิธีการประเมินที่ใช้ได้ผลคือ การประเมินทางชีวภาพ (Biological value ; BV) คือ การวัดโดยตัวสัตว์ เป็นการวัดปริมาณไนโตรเจนที่ร่างกายสามารถกักเก็บไว้ใช้ดำรงชีพ การเจริญเติบโต หรือเพื่อสร้างเนื้อเยื่อและสารประกอบต่างๆ โดยคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนที่ถูกดูดซึม (N-absorbed) นอกจากนี้ยังมีอีกหลายวิธี เช่น การวัดคุณภาพโปรตีนจากการเจริญเติบโต เช่น ค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (protein efficiency ratio ; PER) และค่าโปรตีนสะสมสุทธิ (net protein retention ; NPR) (บุญล้อม, 2541)

3.3 การประเมินค่าพลังงานในวัตถุดิบอาหารสัตว์ (determination of energy) การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยการวัดค่าพลังงาน เป็นการประเมินคุณค่าโดยวัดโภชนะหลักที่ตัวอาหารสัตว์ เพราะอาหารทุกชนิดมีโภชนะที่ให้พลังงาน อันเป็นพื้นฐานในการดำรงชีพ การวัดพลังงานในอาหารสัตว์ทำได้โดย การวัดพลังงานรวม (gross energy ; GE) พลังงานที่ย่อยได้ (digestible energy ; DE) พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (metabolizable energy ; ME) พลังงานใช้ประโยชน์สุทธิ (net energy ; NE) เป็นต้น (สุธา, 2533)

อาหารเมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้วจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานเพื่อให้ร่างกายนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยอาหารที่สัตว์กินเข้าไปจะผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น การย่อย การดูดซึม และการเมแทบอลิซึม เป็นต้น ซึ่ง Sibbald (1982) ได้อธิบายถึงลำดับขั้นตอนการใช้พลังงานในสัตว์ปีกไว้ ดังภาพที่ 1

บุญล้อม (2541) กล่าวว่า การประเมินค่าพลังงานในวัตถุดิบอาหารสัตว์ปีก ควรใช้ค่าพลังงานที่ย่อยได้ หรือพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เป็นหลัก เพราะอาหารส่วนใหญ่ย่อยได้ง่ายและพลังงานความร้อนที่สูญเสียไปกับการเผาผลาญในร่างกายนั้นมีไม่มากนัก ในการประเมินค่าพลังงานในวัตถุดิบอาหารของสัตว์ปีก สามารถหาได้หลายแบบแต่โดยทั่วไปนิยมใช้ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ เพราะสัตว์ไม่สามารถใช้พลังงานในอาหารได้ทั้งหมด ทั้งนี้เนื่องจากโภชนะที่ให้พลังงานบางส่วนไม่สามารถถูกย่อยและดูดซึมเป็นประโยชน์ต่อร่างกายได้ ส่วนที่ย่อยไม่ได้จะถูกขับถ่ายออกมาทางอุจจาระและไม่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ถึงแม้ส่วนที่ถูกดูดซึมเข้าไปในร่างกายแล้วยังมีพลังงานบางส่วนถูกขับถ่ายออกมาทางปัสสาวะ เพราะฉะนั้นการคำนวณสูตรอาหารสัตว์ปีกและสุกรจึงควรพิจารณาจากค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (อุทัย, 2529)

เสาวนิต (2538) กล่าวว่า การหาพลังงานที่ย่อยได้ (digestible energy ; DE) ในสัตว์ปีกนั้น มีวิธีการที่ยุ่งยาก เนื่องจากสัตว์ปีกขับถ่ายปัสสาวะออกมาในรูปกรดยูริก ซึ่งถ่ายออกมารวมกับอุจจาระ ทำให้แยกอุจจาระกับปัสสาวะออกจากกันได้ยาก ส่วนการวัดพลังงานสุทธิ (net energy ; NE) ต้องใช้เครื่องมือที่ยุ่งยากและต้องใช้เวลานานจึงไม่เป็นที่นิยม ดังนั้นพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้จึงเป็นค่าพลังงานที่เหมาะสำหรับใช้หาค่าพลังงานในอาหารสัตว์ปีกและเหมาะที่จะใช้ในการคำนวณสูตรอาหารสัตว์ปีก โดยหาค่าในรูปของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ (apparent metabolizable energy ; AME) และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง (true metabolizable energy ; TME)



ภาพที่ 1 การจำแนกขั้นตอนการใช้พลังงานในสัตว์ปีก

ที่มา : Sibbald (1982)

3.4 การทดสอบโดยการเลี้ยงสัตว์ (feeding trial) เป็นการทดสอบวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ต้องการประเมินโดยการเลี้ยงสัตว์ด้วยวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดนั้นๆ เปรียบเทียบกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ประเภทเดียวกันชนิดอื่น โดยศึกษาจากอัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพในการใช้อาหาร และปริมาณอาหารที่กินของสัตว์ (สุธา, 2533)

โปรตีนและกรดแอมิโน

โปรตีนเป็นโภชนะชนิดหนึ่งที่จำเป็นสำหรับสัตว์ โปรตีนที่พบในธรรมชาติประกอบขึ้นด้วยกรดแอมิโนหลายชนิดเชื่อมต่อกันเป็นลูกโซ่ด้วยพันธะเปปไทด์ (peptide bond) เมื่อสัตว์กินอาหารเข้าไป โปรตีนในอาหารจะถูกน้ำย่อยโปรติเอส (protease) ทำการย่อยสลายพันธะเปปไทด์ ทำให้โปรตีนแตกตัวได้กรดแอมิโนที่อยู่ในรูปของกรดแอมิโนอิสระ ซึ่งจะถูกดูดซึมผ่านผนังลำไส้เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในร่างกายสัตว์ต่อไป โปรตีนในอาหารไม่ว่าจะมาจากพืชหรือสัตว์ประกอบด้วยกรดแอมิโนประมาณ 20 ชนิด ในทางอาหารสัตว์กระเพาะเดี่ยว กรดแอมิโนแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กรดแอมิโนจำเป็น (essential amino acid) หมายถึง กรดแอมิโนที่สัตว์มีความจำเป็นต้องใช้แต่ร่างกายไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้ จึงเป็นกรดแอมิโนกลุ่มที่จำเป็นต้องมีในอาหาร และกรดแอมิโนไม่จำเป็น (non-essential amino acid) หมายถึง กรดแอมิโนที่ร่างกายของสัตว์สามารถสร้างขึ้นเองได้จึงไม่จำเป็นต้องได้รับจากอาหารโดยตรง (บริษัท อายิโนะโมะโต๊ะเซลล์ (ประเทศไทย) จำกัด, 2538)

ปริมาณกรดแอมิโนทั้งหมด (Total amino acid ; TAA) ในวัตถุดิบอาหารสัตว์

ทรงยศ (2543) ศึกษาปริมาณกรดแอมิโนในวัตถุดิบอาหารสัตว์ 4 ชนิด คือ ปลาป่น กากถั่วเหลือง ปลายข้าว และข้าวโพด และรายงานว่า ข้าวโพดมีปริมาณกรดแอมิโนโดยรวม (6.61 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าในปลายข้าว (5.47 เปอร์เซ็นต์) ส่วนวัตถุดิบอาหารสัตว์กลุ่มที่เป็นแหล่งของโปรตีน คือ ปลาป่น มีปริมาณกรดแอมิโนโดยรวม (40.24 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าในกากถั่วเหลือง (36.73 เปอร์เซ็นต์) แต่เมื่อพิจารณาถึงปริมาณกรดแอมิโนแต่ละชนิดพบว่า ในปลาป่นมีปริมาณของกรดแอมิโนธรีโอนีน (threonine) โพรลีน (proline) ไกลซีน (glycine) อะลานีน (alanine) วาลีน (valine) เมทไธโอนีน (methionine) ไอโซลูซีน (isoleucine) ลูซีน (leucine) และไลซีน (lysine) สูงกว่าในกากถั่วเหลือง นอกจากนี้ ประพจน์ (2543) ซึ่งศึกษาปริมาณกรดแอมิโนในวัตถุดิบอาหารสัตว์ 4 ชนิด คือ กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน ข้าวโพด กากถั่วเหลือง และปลาป่น พบว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์ในกลุ่มที่เป็นแหล่งของพลังงาน คือ กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน มีปริมาณกรดแอมิโนโดยรวม เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง (10.51 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าในข้าวโพด (6.25 เปอร์เซ็นต์) และกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันมีปริมาณของกรดแอมิโนทุกชนิดสูงกว่าในข้าวโพด ส่วนวัตถุดิบ

อาหารสัตว์ในกลุ่มที่เป็นแหล่งของโปรตีน คือ ปลาป่น มีปริมาณกรดแอมิโนโดยรวม เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง (46.18 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าในกากถั่วเหลือง (41.16 เปอร์เซ็นต์) ในกากถั่วเหลืองมีปริมาณของกรดแอมิโนอาร์จีนีน (arginine) เฟนิลอะลานีน (phenylalanine) ซีรีน (serine) โพรลีน กรดกลูตามิก (glutamic acid) และกรดแอสพาร์ติก (aspartic acid) สูงกว่าในปลาป่น ในขณะที่ปลาป่นมีกรดแอมิโนชนิดอื่นสูงกว่ากากถั่วเหลืองโดยเฉพาะอย่างยิ่งไลซีนและเมทไธโอนีน

กรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ (Available amino acid ; AAA)

การประเมินคุณภาพของวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยเฉพาะคุณภาพโปรตีนสามารถทำได้โดยการวัดค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งเป็นปริมาณของกรดแอมิโนที่ถูกย่อยและดูดซึมผ่านผนังลำไส้ในรูปที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยปกติแล้วมักจะบอกค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่ากรดแอมิโนทั้งหมด (TAA) ที่มีอยู่ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งในการประกอบสูตรอาหาร หากสามารถใช้ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ในการคำนวณ จะได้สูตรอาหารที่ใกล้เคียงกับความต้องการของสัตว์มากที่สุด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทราบค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้แต่ละชนิดในวัตถุดิบอาหารสัตว์ด้วย (Johnson, 1992)

ทรงยศ (2543) ได้ศึกษาค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ในไก่ไข่เพศผู้พันธุ์ Hubbard Golden Comet โดยใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์คือ ปลาป่น กากถั่วเหลือง ข้าวโพด และปลายข้าว พบว่าวัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีน มีค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณสูงกว่าวัตถุดิบที่เป็นแหล่งพลังงาน ส่วนค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริงจะสูงกว่าค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ เพราะว่ากรดแอมิโนในมูลไม่ได้มีเฉพาะกรดแอมิโนที่มาจากอาหารเท่านั้น แต่จะมีกรดแอมิโนที่มาจากน้ำย่อยและผนังเซลล์ด้วย ดังนั้นเมื่อนำค่ากรดแอมิโนที่มาจากน้ำย่อยและผนังเซลล์มาหักออกจากมูลทำให้ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริงมีค่าสูงขึ้นด้วย (พันทิพา, 2539) และเมื่อเปรียบเทียบค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณกับค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง พบว่า ในวัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีน คือ ปลาป่นและกากถั่วเหลือง มีความแตกต่างกันน้อยมาก คือ 2.23 เปอร์เซ็นต์ และ 2.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนความแตกต่างระหว่างค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณกับค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริงในวัตถุดิบที่เป็นแหล่งพลังงาน คือ ข้าวโพดและปลายข้าว มีความแตกต่างกันมาก คือ 11.51 เปอร์เซ็นต์ และ 13.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งโปรตีนมีปริมาณกรดแอมิโนในระดับสูงกว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งพลังงาน และมีความสมดุลของกรดแอมิโนดีกว่า ส่งผลทำให้ความแตกต่างระหว่างค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณกับค่ากรดแอมิโนที่ใช้

ประโยชน์ได้ที่แท้จริงของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งโปรตีนน้อยกว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งพลังงาน

ประพจน์ (2543) ได้ศึกษาค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ในไก่เพศผู้พันธุ์ Hisex Brown โดยใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์คือ ข้าวโพด กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน กากถั่วเหลือง และปลาป่น ซึ่งเมื่อพิจารณาระดับความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณกับกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริงในวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด พบว่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริงมีค่ามากกว่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณ เท่ากับ 17.05, 12.43, 2.56 และ 1.97 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า ระดับความแตกต่างจะลดลงเมื่อสัตว์ได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีโปรตีนสูง โดยในกากถั่วเหลืองและปลาป่น ซึ่งเป็นแหล่งโปรตีนมีปริมาณและความสมดุลของกรดแอมิโนดีกว่าในข้าวโพดและกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันซึ่งมีโปรตีนในระดับต่ำ ทำให้ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณของกากถั่วเหลืองและปลาป่นมีค่าสูงกว่าในข้าวโพดและกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน จึงส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณและกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง มีค่าความแตกต่างน้อยกว่าซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Parsons และคณะ (1983) ที่รายงานว่าการให้สัตว์ได้รับวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งโปรตีนที่มีปริมาณของกรดแอมิโนที่เพียงพอและมีความสมดุล จะลดความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้โดยประมาณและค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แท้จริง

ผลการใช้ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ในการประกอบสูตรอาหารต่อคุณลักษณะของสัตว์

การประกอบสูตรอาหารสัตว์มีจุดประสงค์ที่สำคัญ คือ การให้สัตว์ได้รับโภชนะต่างๆ เช่น โปรตีน กรดแอมิโนหรือพลังงานในปริมาณที่เหมาะสมกับความต้องการของสัตว์โดยเฉพาะโปรตีนและกรดแอมิโน ซึ่งเป็นต้นทุนหลักในอาหารสัตว์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องรู้ถึงค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งในความเป็นจริงแล้วสัตว์มีความสามารถในการใช้ประโยชน์จากกรดแอมิโนที่มีอยู่ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ไม่สมบูรณ์ ดังนั้นการคำนวณสูตรอาหารสัตว์จึงน่าจะใช้ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้มากกว่าการใช้ค่ากรดแอมิโนทั้งหมด (ประภากร, 2535)

Fernandez และคณะ (1995) ศึกษาสูตรอาหารที่มีส่วนประกอบของกากเมล็ดฝ้ายที่ระดับต่างๆคือ 5-40 เปอร์เซ็นต์ โดยการใช้ค่ากรดแอมิโนทั้งหมดและค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ในการคำนวณสูตรอาหารไก่ไข่ พบว่า เมื่อใช้ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ สามารถใช้กากเมล็ดฝ้ายในสูตรอาหารได้ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพในการใช้

อาหารด้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับกากเมล็ดฝ้ายที่ระดับต่ำกว่าและกลุ่มที่ได้รับสูตรอาหารควบคุม แต่พบว่าการใช้กากเมล็ดฝ้ายในสูตรอาหารที่ระดับสูงขึ้นกว่า 20 เปอร์เซ็นต์นั้น ทำให้ปริมาณของกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ในสูตรอาหารไม่เพียงพอกับความต้องการ เช่นเดียวกับ Wang และ Parsons (1998) ได้ศึกษาเปรียบเทียบสูตรอาหารไก่กระทงที่มีส่วนประกอบของเนื้อและกระดูกป่นที่มีคุณภาพต่ำและสูง ในระดับ 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่คำนวณโดยใช้ค่ากรดแอมิโนทั้งหมดและค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ในไก่ พบว่าไก่ที่ได้รับสูตรอาหารที่ใช้ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ มีน้ำหนักตัวเพิ่มและประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีกว่าในสูตรที่ใช้ค่ากรดแอมิโนทั้งหมด นอกจากนี้ Douglas และ Parsons (1999) รายงานว่าไก่ที่ได้รับสูตรอาหารที่มีส่วนประกอบของ Spent Hen Meals (SHM) ในระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ ที่ใช้ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ จะมีน้ำหนักตัวเพิ่มและประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีกว่าในสูตรที่ใช้ค่ากรดแอมิโนทั้งหมด และ Elwell และ Soares (1975) อ้างโดย ประพจน์ (2543) รายงานว่าเมื่อใช้ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ ในวัตถุดิบอาหารสัตว์มาประกอบสูตรอาหารสำหรับไก่กระทง จะทำให้ไก่มีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีกว่าไก่กลุ่มที่ได้รับสูตรอาหารที่ใช้ค่ากรดแอมิโนทั้งหมดในวัตถุดิบอาหารสัตว์

Johnson (1992) ได้ทดลองให้กากเมล็ดพืชน้ำมัน คือ กากเรปซีด และกากเมล็ดทานตะวัน เป็นส่วนประกอบในสูตรอาหารไก่กระทง โดยใช้ค่าของไลซีนทั้งหมดและค่าของไลซีนที่ใช้ประโยชน์ได้ในวัตถุดิบอาหารสัตว์มาคำนวณสูตรอาหาร พบว่าไก่ที่ได้รับสูตรอาหารที่ใช้ค่าของไลซีนที่ใช้ประโยชน์ได้ มีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีกว่าไก่ที่ได้รับสูตรอาหารที่ใช้ค่าของไลซีนทั้งหมด นอกจากนี้ ประพจน์ (2543) ศึกษาเปรียบเทียบสูตรอาหารไก่กระทงที่มีส่วนประกอบของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ระดับ 0, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยใช้ค่ากรดแอมิโนทั้งหมดเปรียบเทียบกับการใช้ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ และเสริมกรดแอมิโนสังเคราะห์ คือ แอล-ไลซีน (L-lysine) ดีแอล-เมทไธโอนีน (DL-methionine) และแอล-ธรีโอนีน (L-threonine) พบว่า เมื่อเปรียบเทียบกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในระดับเดียวกัน ในด้านน้ำหนักตัวเพิ่มและปริมาณอาหารที่กิน ค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่าง แต่มีแนวโน้มว่าไก่ที่ได้รับอาหารที่ใช้ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้นั้นมีปริมาณอาหารที่กินต่ำกว่าและมีน้ำหนักตัวเพิ่มสูงกว่าไก่ที่ได้รับอาหารที่ใช้ค่ากรดแอมิโนทั้งหมด ส่วนในด้านประสิทธิภาพในการใช้อาหาร พบว่า ค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่าไก่ที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ใช้ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ มีประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีกว่าในกลุ่มที่ใช้ค่ากรดแอมิโนทั้งหมด ทั้งนี้เพราะเมื่อมีการใช้ค่ากรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้แล้ว ทำให้การใช้โปรตีนและกรดแอมิโนจากอาหารมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

Firman (2001) ได้รายงานถึงระดับความต้องการกรดแอมิโนไลซีน เมทไธโอนีน และธรีโอนีนในไก่ พบว่าไก่ในช่วงการเจริญเติบโต 0-21 วัน มีความต้องการกรดแอมิโนไลซีน เมทไธโอนีนและธรีโอนีนค่อนข้างสูง และเมื่ออายุมากขึ้นจะต้องการกรดแอมิโนลดลงตามลำดับ เพราะฉะนั้นหากทราบถึงปริมาณกรดแอมิโนที่สัตว์ต้องการและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง จะทำให้สัตว์มีอัตราการเจริญเติบโตดีและลดการสูญเสียโภชนะด้วย นอกจากนี้ Firman (2001) ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบการใช้ค่ากรดแอมิโนทั้งหมดและกรดแอมิโนที่ใช้ประโยชน์ได้ในอาหาร ไก่งวง 2 สูตร คือ สูตรอาหารพื้นฐานที่มีข้าวโพดและกากถั่วเหลือง และสูตรอาหารพื้นฐานที่มีข้าวโพดและกากถั่วเหลืองเสริมเนื้อและกระดูกป่น พบว่าอาหารทั้ง 2 ชนิดมีปริมาณกรดแอมิโนทั้งหมดคล้ายคลึงกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบการย่อยได้ของกรดแอมิโนพบว่าอาหารที่มีส่วนผสมของข้าวโพดและกากถั่วเหลืองนั้น มีการย่อยได้ของกรดแอมิโนมากกว่าอาหารที่มีเนื้อและกระดูกป่นผสมอยู่

กรดแอมิโนสังเคราะห์ (Synthetic amino acid)

ชนิดของกรดแอมิโนสังเคราะห์ที่ใช้ในอาหารสัตว์

ปัจจุบันมนุษย์สามารถสังเคราะห์กรดแอมิโนได้แล้วทุกตัว เพื่อใช้ในคนและเสริมในอาหารสัตว์ กรดแอมิโนที่ผลิตขึ้นจำหน่ายเป็นอาหารเสริมสำหรับสัตว์ในปัจจุบันที่นิยมใช้มี 4 ชนิด คือ (1) กรดแอมิโนเมทไธโอนีน ผลิตได้โดยวิธีการสังเคราะห์ทางเคมี ที่นิยมใช้มี 2 รูป คือ DL-methionine (racemic -2-amino-4 methyl-thiobutyric acid) มีความบริสุทธิ์อย่างน้อย 95 เปอร์เซ็นต์ และmethionine hydroxyl analogue ซึ่งเมทไธโอนีนในรูปนี้ไม่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ สัตว์ปีกสามารถใช้ได้เพียง 80 เปอร์เซ็นต์ ของ DL-methionine (2) กรดแอมิโนไลซีน ผลิตได้โดยวิธีการหมักด้วยจุลินทรีย์อยู่ในรูป L-lysine HCL (L-lysine monohydrochloride) มีความบริสุทธิ์ 98.1 เปอร์เซ็นต์ มี L-lysine 78 เปอร์เซ็นต์ (3) กรดแอมิโนธรีโอนีน ผลิตได้โดยวิธีการหมักด้วยจุลินทรีย์ อยู่ในรูป L-threonine มีความบริสุทธิ์ 95 เปอร์เซ็นต์ (4) กรดแอมิโนทริพโตเฟน ผลิตได้โดยวิธีการหมักด้วยจุลินทรีย์ อยู่ในรูป L-tryptophan มีความบริสุทธิ์ 95 เปอร์เซ็นต์ (บริษัท อายิโนะโมะโต๊ะเซลล์ (ประเทศไทย) จำกัด, 2538 และยุทธนา, 2531)

การเสริมกรดแอมิโนสังเคราะห์ในอาหารสัตว์

สุกัญญา (2536) กล่าวว่า ความจำเป็นที่ต้องเสริมกรดแอมิโนสังเคราะห์ในอาหารสัตว์นั้นเนื่องจากวัตถุดิบอาหารสัตว์ส่วนใหญ่ มีกรดแอมิโนบางชนิดไม่เพียงพอกับความต้องการของสัตว์ โดยวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผสมอาหารสัตว์ทั่วไปเพื่อเป็นแหล่งพลังงานนั้นส่วนใหญ่ได้จากธัญพืช ได้แก่ ปลายข้าว ข้าวโพด และรำละเอียด เป็นต้น วัตถุดิบเหล่านี้มักขาดกรดแอมิโนไลซีน

ซึ่งถือว่าเป็นกรดแอมิโนที่จำเป็นและเป็นตัวที่จำกัด ดังนั้นจึงมีการเพิ่มวัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีนเข้าไป เช่น ปลาป่นและกากถั่วเหลือง ซึ่งทำให้อาหารสัตว์มีกรดแอมิโนไลซีนเพียงพอ แต่ทำให้กรดแอมิโนตัวอื่นๆ มีมากเกินความต้องการของสัตว์ ทำให้เกิดความสูญเสียได้ และสุกัญญา (2536) ได้ทดลองทำการเสริมกรดแอมิโนไลซีนสังเคราะห์ในรูปแอล-ไลซีน ในระดับ 0.16 เปอร์เซ็นต์และกรดแอมิโนเมทไธโอนีนสังเคราะห์ในรูปดีแอล- เมทไธโอนีน ในระดับ 0.05 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารสุกรที่มีโปรตีน 17 เปอร์เซ็นต์ ก็สามารถทำให้สูตรอาหารมีประสิทธิภาพเท่ากับสูตรอาหารที่มีโปรตีน 20 เปอร์เซ็นต์ได้เช่นกัน

นอกจากนี้ การเสริมกรดแอมิโนสังเคราะห์ให้ผลดีหลายประการด้วยกัน คือ

1. ทำให้สามารถใช้ระดับโปรตีนในอาหารที่ต่ำลงได้
2. ทำให้มีกรดแอมิโนส่วนที่เกินน้อยลง ผลคือ ความสมดุลของกรดแอมิโนในสูตรอาหารดีขึ้น
3. ช่วยให้สัตว์กินอาหารได้มากขึ้น อัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น
4. สามารถลดการใช้กากถั่วเหลืองและปลาป่นลงได้
5. ลดการสูญเสียกรดแอมิโนส่วนเกินที่ขับถ่ายออกมาในรูปของไนโตรเจน ซึ่งทำให้เกิดมลภาวะในเรื่องกลิ่นและของเสียต่อสภาพแวดล้อม
6. ลดต้นทุนค่าอาหารและลดต้นทุนการผลิตสัตว์ลง

โปรตีนสมบูรณ์ (Ideal protein)

ความหมายและความสำคัญของโปรตีนสมบูรณ์

โปรตีนสมบูรณ์ หมายถึง โปรตีนที่ประกอบด้วยกรดแอมิโนต่าง ๆ ที่จำเป็นอยู่อย่างครบถ้วนในสัดส่วนที่แน่นอน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วนของไลซีน โดยให้ถือว่าสัดส่วนของไลซีนมีค่าเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากไลซีนเป็นกรดแอมิโนที่มีบทบาทสำคัญมากที่สุด เพราะสัตว์ต้องการในปริมาณสูงและมักขาดในธัญพืช การกำหนดเกณฑ์ความสมดุลของกรดแอมิโนจึงใช้ไลซีนเป็นหลักโดยกำหนดให้เป็นค่า 100 ส่วนระดับกรดแอมิโนที่จำเป็นตัวอื่น ๆ จะผันแปรตามระดับไลซีน (บริษัท อายิโนะโมะโต๊ะเซลล์ (ประเทศไทย) จำกัด, 2538 และวัชรี, 2538)

Firman (2001) แนะนำว่า สัดส่วนของกรดแอมิโนที่จำเป็นในโปรตีนสมบูรณ์ของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (Illinois Ideal Protein) ซึ่งคำนวณเป็นกรัมของกรดแอมิโนต่อ 100 กรัมไลซีน โดยมีกรดแอมิโนไลซีนเป็นฐาน 100 เปอร์เซ็นต์ และกรดแอมิโนตัวอื่นๆคิดเป็นสัดส่วนต่อค่า 100 เปอร์เซ็นต์ไลซีน โดยหากค่าความต้องการกรดแอมิโนไลซีนเปลี่ยนแปลงไป กรดแอมิโนตัวอื่นๆ ก็จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ซึ่งสัดส่วนของกรดแอมิโนที่เป็นโปรตีนสมบูรณ์ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สัดส่วนโปรตีนสมบูรณ์

Amino acid	%
Lysine	100
Arginine	105
Histidine	37
Methionine	36
Cystine	36
Phenylalanine	55
Tyrosine	50
Threonine	67
Leucine	111
Isoleucine	67
Valine	77
Tryptophan	16
Glycine+Serine	65
Proline	44

ที่มา : Firman (2001)

ความต้องการโปรตีน และกรดแอมิโนของไก่ไข่ในระยะให้ไข่

การใช้ข้อมูลความต้องการโปรตีน และกรดแอมิโนของไก่ไข่นั้น สามารถใช้ข้อมูลตามคำแนะนำของ NRC (1994) ซึ่งรายงานว่า ไก่ไข่ในระยะให้ไข่ต้องการโปรตีนในระดับ 16.5 เปอร์เซ็นต์ กรดแอมิโนไลซีน เมทไธโอนีน ธรีโอนีน และทริพโตเฟน ในปริมาณ 0.76, 0.33, 0.52 และ 0.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หรืออาจใช้ข้อมูลดังกล่าวของบริษัทที่ผลิตหรือจำหน่ายพันธุ์ไก่ไข่ โดย Euribrid B.V. Company , The Netherlands (1997) รายงานว่าไก่ไข่พันธุ์ Hisex Brown ต้องการอาหารที่มีโปรตีนในระดับ 18.0 เปอร์เซ็นต์ กรดแอมิโนไลซีน เมทไธโอนีน ธรีโอนีน และทริพโตเฟนในปริมาณ 0.85, 0.39, 0.56 และ 0.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ