บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม (Review literature)

2.1 พืชอาหารสัตว์พื้นเมือง : ผักปลาบ

ผักปลาบ จัดเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Commelinaceae มีหลายสปีชีย์ เช่น *Commelina diffusa* (ชื่อพื้นบ้าน คือ ผักปลาบใบแคบ) หรือ *Commelina benghalensis* (ชื่อพื้นบ้าน คือ ผักปลาบใบกว้าง)

ผักปลาบใบแคบ (*Commelina diffusa*)

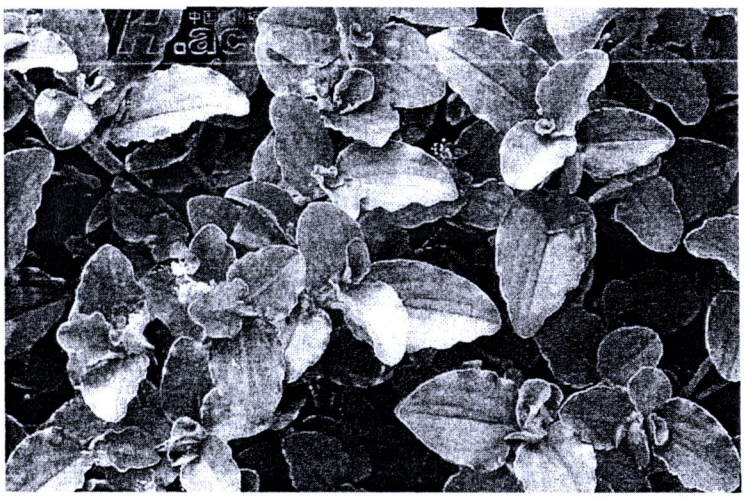
ชื่อสามัญ ผักปลาบใบกว้าง มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นพืชล้มลุก สามารถเจริญเติบโตอยู่ข้ามปีได้ มีลำต้นทอดเลื้อยไปตามพื้นดิน ลำต้นกลม เรียบ หรือมีขนเล็กน้อย อวบน้ำ จะชูส่วนปลายยอดตั้งขึ้นสูง 10-40 ซม. แตกแขนง บริเวณโคนต้น รากเป็นฝอยแตกออกตามข้อของลำต้น ใบ เป็นใบเดี่ยวออกจากลำต้นแบบสลับ ใบรูปร่างยาวรีรูปหอก ปลายใบไม่มีก้านใบ ฐานใบเรียว และแผ่ออกเป็นกาบหุ้มลำต้น ใบกว้าง 1-2 ซม.ยาว 4.7 ซม.มีขนขึ้นบริเวณขอบใบ สามารถขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดและส่วนของลำต้นได้ตลอดทั้งปี

ภาพที่ 2.1 ผักปลาบใบแคบ (*Commelina diffusa*)

©ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผักปลาบใบกว้าง (*Commelina benghalensis*)

ชื่อสามัญ ผักปลาบ (ภาคกลาง) ผักปลาบใบกว้าง มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์และเกษตร คือ เป็นพืชอายุปีเดียว ลำต้นอวบน้ำทอดเลื้อยไปตามพื้นดินปลายยอดชูตั้งขึ้น สูง 65-85 เซนติเมตร ลำต้นมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.10-3.50 มิลลิเมตร ใบเดี่ยวเรียงสลับรูปไข่ หรือรูปรี กว้าง 1.00-3.50 เซนติเมตร ยาว 1.70-8.00 เซนติเมตร โคนใบแผ่เป็นกาบหุ้มลำต้นยาว 0.80-1.60 เซนติเมตร ขอบใบมีขนครุย มีใบประดับสีเขียวหุ้มช่อดอก ตามลำต้นแผ่นใบทั้งสองด้านและหลังใบประดับ จะมีขนละเอียดสั้นๆ ปกคลุมหนาแน่น ดอกแบบช่อกระจุกออกดอกตามปลายกิ่งหรือตามซอกใบ กลีบเลี้ยง 3 กลีบ สีเขียวอ่อนใส กลีบดอกสีม่วงแกมน้ำเงิน มีคุณค่าทางอาหาร คือ มีโปรตีน ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.30 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 3.90 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 1.10 เปอร์เซ็นต์ เหล็ก 573 พีพีเอ็ม ADF 41 เปอร์เซ็นต์ NDF 50 เปอร์เซ็นต์ ไนเตรท 645 พีพีเอ็ม ไม่พบไนไนไตรท์ และออกซาลิกแอซิด



ภาพที่ 2.2 ผักปลาบใบกว้าง (*Commelina benghalensis*)

งานที่วิจัยเกี่ยวกับผักปลาบ ที่ศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการเป็นแหล่งอาหารโปรตีนเสริมสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องในประเทศไทยนั้นยังมีไม่มาก สำหรับในต่างประเทศได้ศึกษาไว้โดยเฉพาะในแถบประเทศเขตร้อน ดังนี้ Lanyasunya et al. (2007) พบว่า ผักปลาบ (*Commelina benghalensis*) มีโปรตีน 13.35 เปอร์เซ็นต์ NDF 37.65 เปอร์เซ็นต์ และ ADF 26.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อนำผักปลาบ (*Commelina benghalensis*) เสริมร่วมกับ *Sorghum almum* พบว่า สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของลูกแกะได้ และ Lanyasunya et al. (2008) รายงานว่า ผักปลาบ (*Commelina benghalensis*) เป็นพืชที่มีความชื้นสูง และที่ระยะการตัดที่ 42 วัน พบว่า มีโปรตีน 17.59 เปอร์เซ็นต์ NDF 32.60 เปอร์เซ็นต์ และ ADF 21.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ ผักปลาบ (*Commelina diffusa*) มีโปรตีน 17.71 เปอร์เซ็นต์ NDF 36.08 เปอร์เซ็นต์ และ ADF 22.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีการย่อยได้โปรตีน 74.10 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการย่อยได้ NDF และ ADF เท่ากับ 55.40 และ 55.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Lanyasunya et al., 2006) นอกจากนี้ นอกจากนี้ Bindelle et al. (2009) รายงานว่า ผักปลาบ (*Commelina diffusa*) มีโปรตีน 13.20 เปอร์เซ็นต์ NDF 31.10 เปอร์เซ็นต์ และ ADF 23.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

©ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2.2 องค์ประกอบทางเคมีของผักปลาบ และหญ้าชนิดต่างๆ

ผักปลาบ อยู่ในวงศ์ Commelinacea มีอยู่หลายชนิด ได้แก่ ผักปลาบใบแคบ *(Commelina diffusa Burm.f.)* ผักปลาบใบกว้าง *(Commelina benghalensis Linn)* เป็นต้น จากตารางที่ 2.1 แสดงถึงองค์ประกอบทางเคมีของผักปลาบ พบว่า ผักปลาบมีความชื้น และโปรตีนค่อนข้างสูง ซึ่ง Anjana and Matai (1990), Lanysunya et al. (2006) และ Aregheore et al. (2006) รายงานว่า ผักปลาบมีความชื้นสูงเท่ากับ 94.00 *(Commelina benghalensis)*, 91.07 *(Commelina diffusa)* และ 81.00 *(Commelina benghalensis)* เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Lanyasunya et al. (2008) รายงานว่า ผักปลาบ *(Commelina diffusa)* มีความชื้นสูงเช่นกัน คือ 92.57, 90.92 และ 87.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่ออายุการตัด 42, 70 และ 98 วัน การที่ผักปลาบมีความชื้นสูง เนื่องจาก ผักปลาบมีลำต้นที่มีลักษณะอวบน้ำ (กรมปศุสัตว์, 2546) เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความชื้นของผักปลาบและหญ้า พบว่า ผักปลาบมีความชื้นสูงใกล้เคียงกับหญ้า เช่น หญ้าซีตาเรีย ซึ่งมีความชื้น เท่ากับ 87.04, 85.03 และ 82.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่ออายุการตัด 30, 45 และ 60 วัน (ลักขณา และคณะ, 2546)

นอกจากนี้ กรมปศุสัตว์ (2546) พบว่า ผักปลาบ *(Commelina diffusa)* อายุการตัด 45 วัน และผักปลาบ *(Commelina benghalensis)* มีโปรตีน เท่ากับ 16.80-19.20 และ 20.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งพบว่า มีโปรตีนค่อนข้างสูงใกล้เคียงกับ Anjana and Matai (1990), Aregheore et al. (2006) และ Lanyasunnya et al. (2006) รายงานว่า ผักปลาบมีโปรตีน เท่ากับ 16.90 *(Commelina benghalensis)*, 18.60 *(Commelina benghalensis)* และ 17.70 *(Commelina diffusa)* เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ Lanyasunya et al. (2008) พบว่า ผักปลาบ *(Commelina benghalensis)* อายุการตัด 42, 70 และ 98 วัน มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูง แต่จะลดลงเมื่ออายุการตัดเพิ่มขึ้น (17.59, 12.18 และ 9.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ซึ่งสังเกตเห็นได้ว่า เมื่อพืชที่อายุมากขึ้นระดับโปรตีน ในพืชจะลดลง เนื่องจากการเพิ่มสัดส่วนของลำต้นมากขึ้น ในส่วนลำต้นจะมีระดับโปรตีนต่ำกว่าใบ ทำให้ระดับโปรตีนรวม (ใบกับต้น) ลดลง (สายัณห์, 2547)

เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์โปรตีนของผักปลาบและหญ้าชนิดต่างๆ (ตารางที่ 2.2) พบว่า ผักปลาบ มีโปรตีนสูงกว่าหญ้าชนิดต่างๆ ซึ่งผักปลาบมีโปรตีนอยู่ในช่วง 9.25-20.00 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับช่วงอายุการตัดและพื้นที่ปลูก ได้แก่ หญ้าโร้ด มีโปรตีน เท่ากับ 7.20, 6.86 และ 8.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่ออายุการตัด 30, 40 และ 45 วัน (จินดา และคณะ, 2526) หญ้าซิกแนลเลื้อย มีโปรตีน เท่ากับ 13.87, 12.75 และ 8.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่ออายุการตัด 30, 45 และ 60 วัน (ศศิธร และคณะ, 2533) หญ้าซีตาเรีย มีโปรตีน เท่ากับ 9.10, 8.10 และ 7.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อตัดที่อายุ 30, 45 และ 60 วัน (ลักขณา และคณะ, 2546) และหญ้ามูลาโต้มีโปรตีน เท่ากับ 10.60 และ 10.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่ออายุการตัด 45 และ 60 วัน (กานดา และคณะ, 2550) นอกจากนี้ แพรวพรรณ และคณะ (2548a, b) รายงานว่า หญ้าอะตราตั้ม และหญ้ามอริชัส มีโปรตีนลดลง เมื่ออายุตัดเพิ่มขึ้น (หญ้าอะตราตั้ม มีโปรตีน เท่ากับ 6.20, 5.73 และ 5.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และหญ้ามอริชัสมีโปรตีน เท่ากับ 11.33, 6.47 และ 5.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่ออายุการตัด 30, 45 และ 60 วัน)

Anjana and Matai (1990) รายงานว่า ผักปลาบ *(Commelina benghalensis)* มีเถ้า 20.20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับ Lanyasunnya et al. (2006) รายงานว่า ผักปลาบ *(Commelina diffusa)* มีเถ้า

©ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

20.50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เถ้าของผักปลาบ และหญ้าชนิดต่างๆ พบว่า ผักปลาบ ส่วนใหญ่มีเถ้าสูงกว่าหญ้าชนิดต่างๆ ได้แก่ หญ้าโร้ด หญ้าอะตราตั้ม หญ้ามอริชัส และหญ้าซิกแนลเลื้อย ซึ่งผักปลาบมีเถ้าอยู่ในช่วง 11.16-20.50 เปอร์เซ็นต์ ดังนี้ หญ้าโร้ด มีเถ้า เท่ากับ 9.29, 9.05 และ 9.43 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่ออายุการตัด 30, 40 และ 45 วัน (จินดา และคณะ, 2526) หญ้าอะตราตั้ม มีเถ้า เท่ากับ 10.92, 10.89 และ 11.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และหญ้ามอริชัส มีเถ้า เท่ากับ 11.87, 11.02 และ 10.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่ออายุการตัด 30, 45 และ 60 วัน (แพรวพรรณ และคณะ, 2548a, b) นอกจากนี้ ศศิธร และคณะ (2533) รายงานว่า ส่วนของเถ้าในหญ้าซิกแนลเลื้อยอายุ 30 และ 45 วัน ค่อนข้างสูงกว่าในหญ้าซิกแนลเลื้อยอายุ 60 วัน อาจจะเป็นเพราะมีดินเจือปนระหว่างตากหญ้า (หญ้าซิกแนลเลื้อย มีเถ้า เท่ากับ 10.54, 9.35 และ 8.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่ออายุการตัด 30, 45 และ 60 วัน)

จากการศึกษาเปอร์เซ็นต์เยื่อใย (Crude fiber, CF) ของผักปลาบ พบว่า ผักปลาบ (*Commelina benghalensis)* มีเยื่อใยเท่ากับ 23.40 เปอร์เซ็นต์ (Anjana and Matai, 1990) ใกล้เคียงกับ Lanysunya et al. (2006) พบว่า ผักปลาบ (*Commelina diffusa)* มีเยื่อใยเท่ากับ 17.98 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ Lanyasunya et al. (2008) รายงานว่า ผักปลาบ (*Commelina benghalensis)* มีเยื่อใย เท่ากับ 12.51, 18.96 และ 21.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่ออายุการตัด 42, 70 และ 98 วัน ซึ่งสังเกตเห็นได้ว่า เมื่ออายุการตัดเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์เยื่อใยจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากสัดส่วนของก้านที่มีมากกว่าใบ (สายัณห์, 2547) เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เยื่อใยของผักปลาบ และหญ้าชนิดต่างๆ พบว่า ผักปลาบมีเยื่อใยใกล้เคียงกันกับหญ้าชนิดต่างๆ ได้แก่ หญ้าโร้ด หญ้าซิกแนลเลื้อย และหญ้าอะตราตั้ม ซึ่งผักปลาบมีเยื่อใยอยู่ในช่วง 12.51-23.40 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับช่วงอายุที่ตัด ได้แก่ หญ้าโร้ด มีเยื่อใย เท่ากับ 33.12, 32.66 และ 28.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่ออายุการตัด 30, 40 และ 45 วัน (จินดา และคณะ, 2526) หญ้าซิกแนลเลื้อย มีเยื่อใย เท่ากับ 26.56, 30.74 และ 29.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่ออายุการตัด 30, 45 และ 60 วัน (ศศิธร และคณะ, 2533) และหญ้าอะตราตั้ม มีเยื่อใย เท่ากับ 27.78, 30.23 และ 29.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่ออายุการตัด 30, 45 และ 60 วัน (แพรวพรรณ และคณะ, 2548a)

นอกจากนี้ องค์ประกอบกลุ่มเยื่อใยของผักปลาบประกอบด้วย Neutral detergent fiber (NDF) Acid detergent fiber (ADF) และ Acid detergent lignin (ADL) กรมปศุสัตว์ (2546) รายงานว่า ผักปลาบ *(Commelina diffusa)* อายุการตัด 45 วัน มีเปอร์เซ็นต์ NDF, ADF และ ADL เท่ากับ 42.00-51.00, 31.50-35.40 และ 8.10-9.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และผักปลาบ *(Commelina benghalensis)* มีเปอร์เซ็นต์ NDF และ ADF เท่ากับ 50.00 และ 41.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับ Aregheore et al. (2006) รายงานว่า ผักปลาบ *(Commelina benghalensis)* มีเปอร์เซ็นต์ NDF, ADF และ ADL เท่ากับ 48.60, 38.10 และ 19.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Lanyasunya et al. (2006) รายงานว่า ผักปลาบ (*Commelina diffusa)* มีเปอร์เซ็นต์ NDF, ADF และ ADL เท่ากับ 36.08, 22.72 และ 3.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ลำดับ นอกจากนี้ Lanyasunya et al. (2008) รายงานว่า ผักปลาบ *(Commelina benghalensis)* เมื่ออายุการตัดเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์ NDF, ADF และ ADL จะเพิ่มขึ้น (NDF เท่ากับ 32.60, 37.10 และ 39.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ADF เท่ากับ 21.60, 37.40 และ 30.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ ADL เท่ากับ 3.78, 5.15 และ 4.97เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อตัดที่อายุ 42, 70 และ 98 วัน) ซึ่งสังเกตเห็นได้ว่า เมื่ออายุการตัดเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์เยื่อใยเพิ่มขึ้น ทำให้เปอร์เซ็นต์ NDF, ADF และ ADL เพิ่มขึ้นตามด้วย เนื่องจากสัดส่วนของใบมีน้อยกว่าลำต้น (สายัณห์, 2547)

©ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เมื่อเปรียบเทียบ Neutral detergent fiber (NDF) Acid detergent fiber (ADF) และ Acid detergent lignin (ADL) ในองค์ประกอบทางเคมีของผักปลาบและหญ้าชนิดต่างๆ พบว่า ผักปลาบมีเปอร์เซ็นต์ NDF, ADF และ ADL ใกล้เคียงกับหญ้าชนิดต่างๆ ซึ่งผักปลาบ มีค่า NDF, ADF และ ADL อยู่ในช่วง 32.60-51.99 เปอร์เซ็นต์ 21.60-41.00 เปอร์เซ็นต์ และ 2.14-9.80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งขึ้นอยู่กับช่วงอายุการตัด ได้แก่ หญ้าซิกแนลเลี้ยย หญ้ามูลาโต้ หญ้าซีตาเรีย หญ้าอะตราตั้ม และหญ้ามอริชัส ดังนี้ หญ้าซิกแนลเลี้ยยมีเปอร์เซ็นต์ NDF เท่ากับ 36.84, 40.07 และ 39.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ADF เท่ากับ 38.07, 35.06 และ 42.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ ADL เท่ากับ 4.00, 4.27 และ 5.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อตัดที่อายุ 30, 45 และ 60 วัน (ศศิธร และคณะ, 2533) หญ้ามูลาโต้ มีเปอร์เซ็นต์ NDF เท่ากับ 59.20 และ 62.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ADF เท่ากับ 33.50 และ 35.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ ADL เท่ากับ 3.50 และ 4.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อตัดที่อายุ 45 และ 60 วัน (กานดา และคณะ, 2550) หญ้าซีตาเรียมีเปอร์เซ็นต์ NDF เท่ากับ 65.10, 65.90 และ 64.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ ADF เท่ากับ 33.40, 39.00 และ 37.90 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออายุการตัด 30, 45 และ 60 วัน (ลักขณา และคณะ, 2546) นอกจากนี้ แพรวพรรณ และคณะ (2548a, b) รายงานว่า เมื่ออายุการตัดหญ้าอะตราตั้ม และหญ้ามอริชัส เพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์ NDF จะเพิ่มขึ้นตามอายุการตัด (หญ้าอะตราตั้มมีเปอร์เซ็นต์ NDF เท่ากับ 54.18, 52.22 และ 52.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และหญ้ามอริชัสมีเปอร์เซ็นต์ NDF เท่ากับ 48.39, 50.77 และ 52.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่ออายุการตัด 30, 40 และ 60 วัน)

2.3 การย่อยสลายได้ของผักปลาบ และหญ้าชนิดต่างๆ โดยวิธีใช้ถุงไนล่อนแช่ในกระเพาะหมักของโคเจาะกระเพาะ (Nylon bag technique)

จากการศึกษาการย่อยสลายได้ของผักปลาบ แสดงในตารางที่ 2.3 และ 2.4 Lanyasuny et al. (2006) รายงานว่า การย่อยสลายได้ของวัตถุแห้งและโปรตีน จะย่อยสลายได้ดีในชั่วโมงที่ 36 และพบว่า การย่อยสลายได้สูงสุดชั่วโมงที่ 120 (44.70 และ 60.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) (ภาพที่ 2.1) Lanyasuny et al. (2008) รายงานว่า ผักปลาบอายุการตัด 42, 70 และ 98 วัน มีค่าการย่อยได้ของกระเพาะหมัก (Effective Degradability, ED) ของวัตถุแห้ง เท่ากับ 53.00, 48.90 และ 49.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และการย่อยได้โปรตีน เท่ากับ 43.10, 37.50 และ 38.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสังเกตเห็นได้ว่า เมื่ออายุการตัดเพิ่มขึ้น การย่อยได้ของโปรตีนลดลง เมื่อเปรียบเทียบการย่อยสลายได้ของผักปลาบและหญ้าชนิดต่างๆ พบว่า ผักปลาบ มีค่าการย่อยได้ของกระเพาะหมัก (Effective Degradability, ED) ใกล้เคียงกับหญ้าชนิดต่างๆ ได้แก่ หญ้าซิลแนลนอน หญ้าอะตราตั้ม และหญ้ามอริชัส ดังนี้ แพรวพรรณ และคณะ (2548a, b) รายงานว่า เมื่ออายุการตัดของหญ้าเพิ่มขึ้น จะทำให้เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของวัตถุแห้งลดลงเล็กน้อย (หญ้าอะตราตั้ม เท่ากับ 63.30, 57.10 และ 56.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และหญ้ามอริชัส เท่ากับ 52.70, 49.30 และ 49.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ตัดที่อายุ 30, 45 และ 60 วัน) นอกจากนี้ พิมพาพร และคณะ (2535) รายงานว่า หญ้าซิลแนลนอน สามารถย่อยสลายได้ของวัตถุแห้งได้เร็วในชั่วโมงที่ 24 (58.20 และ 47.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ตัดที่อายุ 60 และ 75 วัน) และย่อยได้สูงสุดได้ในชั่วโมงที่ 72 (70.90 และ 64.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ตัดที่อายุ 60 และ 75 วัน) ซึ่งสังเกตเห็นได้ว่า การย่อยสลายได้ของวัตถุแห้ง ของหญ้าสูง และลดลงเมื่ออายุการตัดเพิ่มขึ้น

©ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของผักปลาบ

ที่มา	พืชอาหารสัตว์	อายุการตัด (วัน)	เปอร์เซ็นต์							
			MC	ASH	EE	CP	CF	NDF	ADF	ADL
Anjana and Matai (1990)	ผักปลาบใบกว้าง	-	94.00	20.20	4.90	16.90	23.40	-	-	-
Aregheore et al. (2006)	ผักปลาบใบกว้าง	-	81.00	-	-	18.60	31.70	48.60	38.10	19.80
Lanysunya et al. (2006)	ผักปลาบใบแคบ	126	91.07	20.50	-	17.71	17.98	36.08	22.72	2.14
Lanysunya et al. (2008)	ผักปลาบใบกว้าง	42	92.57	-	2.21	17.59	12.51	32.60	21.60	3.78
		70	90.92	-	1.82	12.18	18.96	37.10	37.40	5.15
		98	87.77	-	1.14	9.25	21.11	39.90	30.90	4.97
กรมปศุสัตว์ (2546)	ผักปลาบใบแคบ	45	-	-	-	16.80-	-	42.00-51.10	31.50-35.40	8.10-9.80
	ผักปลาบใบกว้าง	-	-	-	-	19.60	-	50.00	41.00	-
						20.00				

หมายเหตุ : Moisture content (MC) = ความชื้น; Dry matter (DM) = วัตถุแห้ง; Crude protein (CP) = โปรตีน; Crude fiber (CF) = เยื่อใย; NDF = Neutral detergent fiber; ADF = Acid detergent fiber; ADL = Acid detergent lignin

©ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าชนิดต่างๆ

ที่มา	พืชอาหารสัตว์	อายุการตัด (วัน)	เปอร์เซ็นต์								
			MC	DM	ASH	EE	CP	CF	NDF	ADF	ADL
จินดา และคณะ (2526)	หญ้าโร้ด	30	-	-	9.29	1.62	7.20	33.12	71.09	45.71	-
		40	-	-	9.05	1.69	6.86	32.66	71.06	45.57	-
		45	-	-	0.43	1.76	8.83	28.66	68.92	41.50	-
ศศิธร และคณะ (2533)	หญ้าซิกแนลเลี้ยย	30	-	-	10.54	2.12	13.87	26.03	38.84	38.07	4.00
		45	-	-	9.35	2.26	12.75	25.31	40.07	35.06	4.27
		60	-	-	8.34	1.61	8.10	32.74	39.76	42.94	5.23
ลักขณา และคณะ (2546)	หญ้าซีตาเรีย	30	87.04	12.96	-	-	9.10	-	65.10	33.40	-
		45	85.03	14.97	-	-	8.10	-	65.90	39.00	-
		60	82.72	17.28	-	-	7.40	-	64.80	37.90	-
แพรวพรรณ และคณะ (2548a)	หญ้าอะตราตั้ม	30	-	-	10.92	0.93	6.20	27.78	54.18	-	-
		45	-	-	10.89	0.94	5.73	30.23	52.22	-	-
		60	-	-	11.67	0.79	5.53	29.84	52.17	-	-

หมายเหตุ : Moisture content (MC) = ความชื้น; Dry matter (DM) = วัตถุแห้ง; Crude protein (CP) = โปรตีน; Crude fiber (CF) = เยื่อใย; NDF = Neutral detergent fiber; ADF = Acid detergent fiber; ADL = Acid detergent lignin

©ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าชนิดต่างๆ (ต่อ)

ที่มา	พืชอาหารสัตว์	อายุการตัด (วัน)	เปอร์เซ็นต์								
			MC	DM	ASH	EE	CP	CF	NDF	ADF	ADL
แพรวพรรณ และคณะ (2548b)	หญ้ามอริชัส	30	-	-	11.87	1.86	11.33	26.56	48.39	-	-
		45	-	-	11.02	1.00	6.47	30.74	50.77	-	-
		60	-	-	10.50	1.06	5.67	29.85	52.93	-	-

หมายเหตุ : Moisture content (MC) = ความชื้น; Dry matter (DM) = วัตถุแห้ง; Crude protein (CP) = โปรตีน; Crude fiber (CF) = เยื่อใย; NDF = Neutral detergent fiber; ADF = Acid detergent fiber; ADL = Acid detergent lignin

ตารางที่ 2.3 การย่อยสลายได้ของวัตถุแห้งและโปรตีนของผักปลาบ

ที่มา	Effective degradability (ED)		อายุการตัด (วัน)	หมายเหตุ
	Dry matter (DM)	Crude protein (CP)		
Lanyasunya et al. (2006)	44.70	60.50	126	ผักปลาบใบแคบ
Lanyasunya et al. (2008)	53.00	43.10	42	ผักปลาบใบกว้าง
	48.90	37.50	70	ผักปลาบใบแคบ
	49.90	38.30	98	ผักปลาบใบแคบ

หมายเหตุ : ED = Effective Degradability (ค่าการย่อยได้ในกระเพาะหมัก)

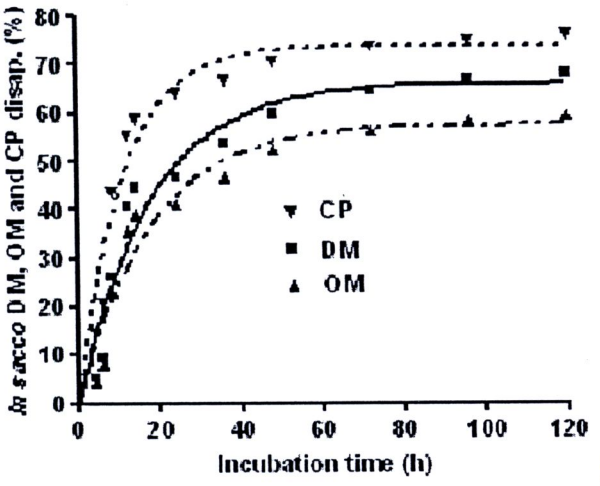
©ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 2.4 การย่อยสลายได้ของวัตถุแห้งของหญ้าชนิดต่างๆ

ที่มา	พืชอาหารสัตว์	อายุการตัด (วัน)	เปอร์เซ็นต์การย่อยสลายได้ของวัตถุแห้ง (DM)										ED
			0	2	4	6	8	12	24	48	72	96	
พิมพาพร และคณะ (2535)	หญ้าซิกแนลเลี้ยย	60 วัน	24.10	-	-	31.70	-	-	58.20	66.50	70.90	-	-
		75 วัน	18.40	-	-	24.80	-	-	47.80	58.10	64.30	-	-
แพรวพรรณ และคณะ (2548a)	หญ้าอะตราตั้ม	30 วัน	27.00	27.30	30.60	-	36.70	45.30	66.30	74.90	78.20	-	63.30
		45 วัน	20.40	19.60	23.20	-	27.30	34.80	56.10	71.00	73.90	-	57.10
		60 วัน	20.90	20.70	24.00	-	31.30	37.80	58.50	68.70	71.40	-	56.80
แพรวพรรณ และคณะ (2548b)	หญ้ามอริชัส	30 วัน	21.00	20.30	24.60	-	31.10	38.20	51.70	62.60	66.60	-	52.70
		45 วัน	21.00	20.60	22.30	-	26.40	33.80	48.70	59.70	61.80	-	49.30
		60 วัน	19.70	19.40	22.60	-	25.50	34.40	48.40	59.00	62.00	-	49.10

หมายเหตุ ; ED = Effective Degradability (ค่าการย่อยได้ในกระเพาะหมัก)

©ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ภาพที่ 2.3 กราฟแสดงการย่อยได้วัตถุแห้ง และโปรตีน ของผักปลาบใบแคบ
ที่มา : Lanyasunya et al. (2006)

2.4 วิธีการประเมินคุณค่าของอาหารสัตว์ (Feed evaluation methods) (NRC, 2001)

การประเมินค่าโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด (Total digestible nutrient, TDN)

การประเมินคุณค่าทางพลังงานในอาหารสัตว์ตามระบบ NRC (2001) คือ ส่วนประกอบของโภชนะใดๆในอาหาร ที่ให้พลังงานต้องนำมาคำนวณทั้งหมด โดยคำนวณออกมาในรูปของโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด (Total digestible nutrient, TDN) ดังสมการ

TDN_{1X} (%) = tdNFC + tdCP + (tdFA x 2.25) + tdNDF – 7 ; เมื่อ td = Truly digestible

พลังงานจาก NFC

โดยปกติ Non fibrous carbohydrate (NFC) เป็น Uniform feed fraction ที่มีค่า td ประมาณ 0.98 ถ้าสัตว์ได้รับอาหารที่ระดับ Maintenance ค่า NFC คำนวณได้โดยการหักลบค่า Ash, CP, NDFN และ EE จาก 100 ที่ต้องใช้ ค่า NDFN แทนค่า NDF ก็เพื่อไม่ให้ CP ถูกหักออกซ้ำกันถึง 2 ครั้ง มิฉะนั้นจะทำให้ค่า NFC ต่ำไป การคำนวณพลังงานจาก NFC คำนวณได้ดังสมการ

tdNFC = 0.98 (100-[(NDF – NDICP) + CP + EE + Ash]) x PAF หรือ
tdNFC = 0.98 (100-[(NDFN + CP + EE + Ash]) x PAF
NDFN = NDF – NDICP
NDICP = NDIN x 6.25

เมื่อ NFC = Non fiber carbohydrate
NDF = Neutral detergent fiber
NDIN = Neutral detergent insoluble nitrogen
PAF = Processing adjustment factor

©ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 2.5 Processing adjustment factor (PAF) สำหรับ NFC

Feedstuff	PAF
Bakery waste	1.04
Barley grain, rolled	1.04
Bread	1.04
Cereal meal	1.04
Chocolate meal	1.04
Cookie meal	1.04
Corn grain, cracked dry	0.95
Corn grain, ground	1.00
Corn grain, ground high moisture	1.04
Corn and cob meal, ground high moisture	1.04
Corn grain, steam flaked	1.04
Corn silage, normal	0.94
Corn silage, mature	0.87
Molasses	1.04
Oats grain	1.04
Sorghum grain, dry rolled	0.92
Sorghum grain, steam flaked	1.04
Wheat grain, rolled	1.04
All other feeds	1.00

ที่มา : NRC (2001)

©ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พลังงานจากโปรตีน

โปรตีนเป็น Uniform feed fraction เพราะค่า True digestibility (td) ของ Crude protein (CP) เป็นค่าที่ค่อนข้างคงที่ ในพืชมีค่าผันแปรระหว่าง 0.9-1.0 เฉลี่ย 0.93 สำหรับอาหารข้นที่ไม่ได้ผ่านความร้อน (Unheated concentrate) ค่า tdCP จะมีค่าประมาณ 1.0 อาหารที่ถูกความร้อน ค่า tdCP จะมีค่าลดลง เนื่องจากการย่อยได้ของ CP และอัตราการถูกทำลายด้วยความร้อน (Heat damage) มีความสัมพันธ์กับ Acid detergent insoluble nitrogen (ADIN) ดังนั้น จึงคำนวณค่า tdCP ได้จากค่า ADIN แต่เนื่องจากความสัมพันธ์นี้ในอาหารข้น และอาหารหยาบมีไม่เท่ากัน จึงต้องอาศัยสมการคำนวณที่แตกต่างกันดังนี้

Truly digestible CP for forages (tdCPf)

$$tdCPf = CP \times \exp[-1.2 \times (ADICP/CP)]$$

Truly digestible CP for concentrates (tdCPc)

$$tdCPc = [1 - (0.4 \times (ADICP/CP))] \times CP$$

เมื่อ ADICP = Acid detergent insoluble nitrogen (ADIN) x 6.25

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

พลังงานจากไขมัน

ค่า Ether extract (EE) ในอาหารประกอบด้วยกรดไขมัน (รวมทั้ง Triglycerides), Waxes, Pigments และอื่นๆ อีกเล็กน้อย Palmquist (1991) แนะนำว่าในการหาปริมาณไขมันควรวิเคราะห์ Fatty acids (FA) มากกว่าการวิเคราะห์ Ether extract (EE) ทั้งนี้เนื่องจาก FA เป็นค่าที่ Uniform ในขณะที่ EE ไม่ uniform แต่เครื่องมือในการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่เป็นเครื่องมือวิเคราะห์หา EE ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่จึงยังคงนิยมวิเคราะห์ค่า EE อยู่ อย่างไรก็ตามการคำนวณหาค่า FA สามารถทำได้โดยการคำนวณจากค่า EE ทั้งนี้เพราะไขมันที่ไม่ใช่ FA สามารถทำได้โดยการคำนวณจากค่า EE ทั้งนี้เพราะไขมันที่ไม่ใช่ FA มีประมาณ 1.0 % ของ DM ในอาหารเท่านั้น

$$FA = EE - 1.0 \text{ (Allen, 2000)}$$

$$tdFA = FA \text{ แต่ถ้าในกรณีที่ } EE < 1, FA \text{ จะมีค่าเท่ากับ } 0$$

พลังงานจาก NDF

NDF เป็นค่าที่ไม่ Uniform แต่ NDF ส่วนที่อาจย่อยได้ (Potential digestible NDF หรือ pdNDF) เป็นค่าที่ uniform โดยมีการย่อยได้เท่ากับ 1.0 นอกจากนี้ Conrad et al., (1984) ได้สร้างสมการประเมินค่า pdNDF โดยอาศัย Lignified surface area ทั้งนี้เพราะ Lignin ย่อยไม่ได้ จึงควรนำมาหักลบออกจาก NDF เพื่อให้ได้ค่า Lignin-free NDF นอกจากนี้ Lignin ยังไปขัดขวางการย่อยได้ของ Cellulose และ Hemicellulose จึงควรคำนวณหาค่าสัดส่วนของพื้นที่ผิว NDF ที่ถูกปกคลุมด้วย Lignin เพื่อนำมาหักลบออก ดังนี้ค่า tdNDF คำนวณได้จากสมการ

$$tdNDF = (NDF - Lignin)\,[1 - (Lignin/NDF)^{0.667}]$$

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 21 พ.ย. 2555
เลขทะเบียน 191051
เลขเรียกหนังสือ

©ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ค่าทุกตัวมีหน่วยเป็น % ของ DM และ Lignin วิเคราะห์โดยวิธี ADF – Sulphuric สมการข้างต้นนี้ใช้ได้กับพืชแทบทุกชนิด แต่ใน By-product หลายชนิด อาจมีส่วนของ CP ปนมาในค่า NDF มาก ทำให้มีค่า NDF สูงเกินไป ดังนั้นจึงควรวิเคราะห์ Neutral detergent insoluble nitrogen (NDIN) ด้วยเพื่อคำนวณหาค่า NDF ที่ปราศจาก N แล้ว (NDFN) ดังนี้

NDFN = NDF – NDICP

ค่าทุกตัวมีหน่วยเป็น % และ NDICP = NDIN x 6.25

พลังงานจาก NDF คำนวณโดยคูณค่า tdNDF ด้วยสัมประสิทธิ์การย่อยได้ ประมาณว่า การย่อยได้ของ tdNDF ในสัตว์ที่ได้รับอาหารในระดับ Maintenance มีค่าเท่ากับ 0.75 ฉะนั้น Truly digestible NDF (tdNDF) จะมีค่าดังสมการ

$$tdNDF = 0.75 (NDFN - Lignin) [1 - (Lignin/NDFN)^{0.667}]$$

อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่อาหารสัตว์เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มากจากสัตว์ เช่น โปรตีนจากสัตว์ ซึ่งจะไม่มีส่วนของ Structural carbohydrates แต่จะมีส่วนของ Neutral detergent insoluble residue แต่ไม่ใช่เป็นส่วนของ Cellulose, Hemicellulose หรือ Lignin ดังนั้นสมการข้างต้นจะใช้ไม่ได้ ในกรณีนี้ ต้องใช้สมการดังนี้

$$TDN_{1X} = (CPdigest \times CP) + (FA \times 2.25) + 0.98(100 - CP - Ash - EE) - 7$$

เมื่อ CPdigest = estimated true digestibility of CP

สำหรับแหล่งไขมันที่มีองค์ประกอบของ Glycerol:

$$TDN_{1X} (\%) = (EE \times 0.1) + [FAdigest \times (EE \times 0.9) \times 2.25]$$

สำหรับแหล่งไขมันที่ไม่มีองค์ประกอบของ Glycerol:

$$TDN_{1X} (\%) = (EE \times FAdigest) \times 2.25$$

การประเมินค่า Digestible energy (DE)

การประมาณค่า Digestible energy (DE) ของอาหารสัตว์ที่ระดับ Maintenance

NRC (2001) ได้พัฒนาการคำนวณค่า DE โดยคำนวณจาก Estimated digestible nutrient concentration คูณด้วย Heat of combustion ของโภชนะนั้นๆ และเนื่องจาก DE คำนวณจาก Apparent digestibility แต่สมการคำนวณ TDN จากโภชนะต่างๆ ใช้ค่า True digestibility ดังนั้นต้องใช้ค่า Metabolic fecal energy มาทำการปรับเมื่อต้องการคำนวณค่า DE จาก TDN โดยทั่วไปค่า Heat of combustion ของ Metabolic fecal TDN จะประมาณเท่ากับ 4.4 Mcal/kg ดังนั้น Metabolic fecal DE = 7 x 0.044 = 0.3 Mcal/kg ดังนั้นสามารถคำนวณ DE_{1X} ได้จากสมการดังต่อไปนี้

©ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สำหรับอาหารสัตว์ทั่วๆไป

DE_{1X} (Mcal/kg) = [(tdNFC/100) x 4.2] + [(tdNDF/100) x 4.2] + [(tdCP/100) x 5.6] +[(FA/100) x 9.4] – 0.3

สำหรับอาหารโปรตีนจากสัตว์

DE_{1X} (Mcal/kg) = [(tdNFC/100) x 4.2] + [(tdCP/100) x 5.6] +[(FA/100) x 9.4] –0.3

สำหรับอาหารไขมันที่มีองค์ประกอบของ Glycerol

DE_{1X} (Mcal/kg) = [9.4 x (FAdigest x 0.9 x (EE/100))] + [4.3 x 0.1 x (EE/100)]

สำหรับอาหารไขมันที่ไม่มีองค์ประกอบของ Glycerol

DE_{1X} (Mcal/kg) = [9.4 x (FAdigest x 0.9 x (EE/100))]

เมื่อ tdNFC, tdNDF, tdCP และ FA มีหน่วยเป็น %

การประมาณค่า DE ของอาหารสัตว์ที่ระดับ Actual Intake

ในการคำนวณ % Discount NRC (2001) แนะนำให้ใช้สมการนี้

Discount = [(TDN_{1X} – [(0.18 x TDN_{1X}) – 10.3]) x Intake)]/TDN_{1X}

และในการคำนวณค่า ME และ NE_L จะใช้ค่า DE แทนที่จะใช้ค่า TDN ดังนั้น การคำนวณค่า DEp จึงต้องใช้ Discount factor เป็นตัวคูณ

DE_P (Mcal/kg) = DE_{1X} x Discount

การประมาณค่า ME ของอาหารสัตว์ที่ระดับ Actual Intake

การประมาณค่า ME at production level of intake (MEp) นั้นคำนวณจากค่า DFp และ NRC (2001) แนะนำให้ใช้ สมการนี้

ME_P = [1.01 x (DE_P) – 0.45] + [0.0046 x (EE – 3) เมื่อ EE > 3%

เมื่อ DE_P มีหน่วยเป็น Mcal/kg และ EE มีหน่วยเป็น % of DM

ME_P ของอาหารที่ไขมันมากกว่า 3% จะเพิ่มขึ้น 0.0046 ทุกๆ % unit increase in EE above 3% ในกรณีที่อาหารมีไขมันเท่ากับ หรือน้อยกว่า 3% ให้ใช้สมการเดิมที่แนะนำใน NRC (1988) คือ

ME (Mcal/kg) = 1.01 x DE (Mcal/kg) – 0.45 เมื่อ EE < 3%

©ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สำหรับ Fat supplements, ME_P (Mcal/kg) = DE_P(Mcal/kg)

การประเมินค่าพลังงานสุทธิ (Net energy, NE_L) ของอาหารสัตว์ที่ระดับ Actual Intake

ถ้าอาหารมีไขมันมากกว่า 3% สมการที่ใช้ คือ

NE_{LP} = ([0.703 x ME_P (Mcal/kg)] – 0.19) + ([(0.097 x ME_P + 0.19)/97] x [EE – 3]) เมื่อ EE > 3%

เมื่อ ME_P มีหน่วยเป็น Mcal/kg และ EE มีหน่วยเป็น % of DM

ในกรณีที่อาหารมีไขมันเท่ากับหรือน้อยกว่า 3% จะใช้สมการ ดังนี้

NE_{LP} = [0.703 x MEP (Mcal/kg)] – 0.19 เมื่อ EE < 3%

สำหรับ fat supplements

NE_{LP} (Mcal/kg) = 0.8 x ME_P(Mcal/kg)]

©ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง