ผลของระดับโปรตีนหยาบในอาหารต่อการกินได้และการขับไนโตรเจนในโคนม

(Effects of dietary crude protein levels on feed intake and nitrogen excretion in dairy cows)

กนกลักษณ์ ตาดไธสง

Kanoklak Tadthaisong

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

สัมมนาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระดับโปรตีนหยายในอาหารต่อการกินได้และการขับไนโตรเจนในโคนม ได้ทำการรวบรวมและศึกษาจากเอกสารวิชาการจำนวน 11 ฉบับ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2011-2022 ซึ่งมีการศึกษาระดับโปรตีนหยาบในอาหารตั้งแต่ 111-144 g/kg DM โดยพบว่าระดับโปรตีนหยาบในอาหารไม่มีผลกระทบต่อการกินได้และการขับไนโตรเจนในอุจจาระไม่ได้รับผลกระทบจากระดับโปรตีนหยาบในอาหารที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณไนโตรเจนในปัสสาวะเพิ่มขึ้นเมื่อระดับโปรตีนหยาบในอาหารเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการลดระดับโปรตีนหยาบในอาหารให้อยู่ในช่วง 111-144 g/kg DM นั้นเพียงพอต่อความต้องการของโคนม

คำสำคัญ : โปรตีน การขับไนโตรเจน โคนม

บทนำ

จากสถานการณ์การผลิตโคนมในปี 2560-2564 จำนวนโคนมในประเทศผู้ผลิตที่สำคัญของโลก มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ร้อยละ 0.35 ต่อปี ในขณะที่การผลิตโคนมทั้งหมดของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ร้อยละ 3.73 ต่อปี โดยในปี 2564 มีจำนวนโคนม 745,871 ตัว เพิ่มขึ้นจาก 724,901 ตัว ของปี 2563 ร้อยละ 2.89 โดยสายพันธุ์ที่นิยมเลี้ยงภายในประเทศไทย ได้แก่ พันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเชี่ยน (Holstein Friesian) (สำนักวิจัยเศรษฐกิจทางการเกษตร, 2564) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเกษตรกรมีความสนใจในการทำอุตสาหกรรมโคนม แต่การที่เลี้ยงให้ได้ผลผลิตที่ดีและมีคุณภาพต้องอาศัยปัจจัยหลายอย่าง และการจัดการด้านต่างๆที่ดี ไม่ว่าจะเป็นด้านพันธุ์สัตว์หรือการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ การจัดการด้านโรงเรือนให้มีความเหมาะสม และรวมไปถึงการจัดการด้านอาหาร ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากต้องมีการจัดการให้เพียงพอต่อความต้องการของสัตว์ เพื่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตจากสัตว์

อาหารที่ใช้ในการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องหลักๆแบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่ อาหารหยาบ (roughage) เป็นวัตถุดิบที่มีโภชนะต่อหน่วยน้ำหนักต่ำ มีเยื่อใยสูงกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ เช่น พืชตระกูลถั่ว หญ้า และพืชอาหารอื่นๆ อาหารข้น (concentrate) เป็นวัตถุดิบที่มีความเข้มข้นของโภชนะต่อหน่วยน้ำหนักสูงและมีเยื่อใยต่ำกว่า 18 เปอร์เซ็นต์ (ภัทรภร, 2554) นอกจากนี้ยังมีอาหารสำเร็จรูป (Total mixed rotion; TMR) ได้จากการนำอาหารข้นและอาหารหยาบมาผสมกันในอัตราส่วนที่เหมาะสม โดยคำนวณสัดส่วนอาหารทั้ง 2 ชนิด จากน้ำหนักแห้งให้ได้ตามความต้องการของโค (ภัทรภร, 2554) โดยวัตถุดิบที่ใช้ผสมในอาหาร TMR ต้องใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีคุณสมบัติที่ดีเช่นเดียวกับการประกอบสูตรอาหารข้น ซึ่งจะสามารถควบคุมระดับความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนให้อยู่ในระดับคงที่จะสามารถเพิ่มการย่อยอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ภัทรภร, 2554)

วัตถุดิบประเภทโปรตีนในอาหารสัตว์ มีหลายชนิดทั้งโปรตีนที่ได้จากพืช โปรตีนที่ได้จากสัตว์ โปรตีนสังเคราะห์และรวมไปถึงโปรตีนจากจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีราคาสูง หากมีโปรตีนในสูตรอาหารในปริมาณที่เกินไป จะมีผลในเรื่องของต้นทุนด้านอาหารการเลี้ยงสัตว์ที่เพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้โปรตีนที่สัตว์กินเข้าไปถ้าเกินความต้องการของร่างกายสัตว์ จะถูกนำไปใช้เพื่อประโยชน์อย่างอื่น ได้แก่ การนำไปสังเคราะห์เป็นกลูโคส การสลายกรดอะมิโนเพื่อเป็นแหล่งพลังงาน ไนโตรเจนที่เป็นของเสียหรือโปรตีนส่วนเกินจะถูกกำจัดออกจากร่างกายโดยการสังเคราะห์เป็นยูเรีย และขับออกพร้อมกับปัสสาวะ (เรืองยศ, 2556) ซึ่งการขับไนโตรเจนและสมดุลไนโตรเจนเป็นดัชนีที่บ่งบอกถึงสภาพร่างกายของสัตว์ได้ อีกทั้งยังเป็นตัวประเมินคุณภาพโปรตีนในอาหารแต่กระบวนการขับไนโตรเจนในการผลิตปศุสัตว์ยังถือเป็นปัญหาส่วนหนึ่งด้านสิ่งแวดล้อม

ดังนั้นสัมมนาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมการศึกษาผลของระดับโปรตีนหยาบในอาหารต่อการกินได้และการขับไนโตรเจนในโคนม เพื่อเป็นความรู้และแนวทางในการนำไปใช้เลี้ยงโคนมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ระดับโปรตีนหยาบในอาหารต่อการกินได้

จากการรายงาน Kamiya et al. (2022) ใช้ระดับโปรตีนหยาบในอาหารกลุ่มโปรตีนสูงที่ระดับ 177 g/kg DM ในช่วงต้นและ 139 g/kg DM ในช่วงปลาย กลุ่มโปรตีนต่ำที่ระดับ 162 g/kg DM ในช่วงต้นและ 122 g/kg DM ในช่วงปลาย พบว่าการกินระดับโปรตีนหยาบของกลุ่มโปรตีนสูงและกลุ่มโปรตีนต่ำในช่วงแรกและช่วงปลายมีความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.01$) ในช่วงแรกปริมาณการกินสิ่งแห้ง (DMI) สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) แต่ระดับโปรตีนหยาบในอาหารไม่มีผลต่อปริมาณการกินสิ่งแห้ง (DMI) ในช่วงปลายและทั้งหมด และไม่มีความแตกต่างทางสถิติของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (Table1) สอดคล้องกับการรายงานของ Madsen P.A. et al. (2022) การใช้ระดับโปรตีนหยาบในอาหารที่ระดับ 111 g/kg DM ในกลุ่มโปรตีนต่ำและ 135 g/kg DM ในกลุ่มโปรตีนสูง ไม่มีผลต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นในช่วงต้นและช่วงปลายของการทดลอง แต่การกินระดับโปรตีนหยาบเพิ่มขึ้น ($p<0.01$) เมื่อระดับโปรตีนหยาบในอาหารเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีผลต่อปริมาณการกินสิ่งแห้งในช่วงต้นและช่วงปลาย ($p=0.32$) (Table2)

การรายงานของ Yang C.T. et al. (2022) ใช้ระดับโปรตีนหยาบในอาหารที่ระดับต่ำคือ 114 g/kg DM ระดับกลางที่ 144 g/kg DM และระดับสูงที่ 173 g/kg DM พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างระดับโปรตีนหยาบในอาหารและการกินได้ อย่างไรก็ตามการเพิ่มระดับโปรตีนหยาบในอาหาร ($p>0.001$) ช่วยเพิ่มปริมาณการกินสิ่งแห้ง (DMI) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติต่อน้ำหนักต่อ (Table 3) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Kamiya et al. (2022); Madsen P.A. et al. (2022) ที่กล่าวว่าระดับโปรตีนหยาบในอาหารที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อการกินได้และน้ำหนักตัว

Table1. Influence of dietary crude protein content on body weight and feed intake of Holstein.

Item	Crude protein level (g/kg DM)		P-value
	Low	High	
	162, 122	**177, 139**	
Body weight (kg)			
Initial (early period)	249 ± 24	230 ± 30	0.40
Initial (late period)	421 ± 29	401 ± 25	0.39
Final	717 ± 55	719 ± 14	0.94
Dry matter intake,kg/day			
Early period	8.5 ± 0.0	8.4 ± 0.0	<0.01
Late period	10.6 ± 0.3	10.5 ± 0.3	0.92
Total	9.9 ± 0.2	9.8 ± 0.2	0.71
CP intake, kg/day			
Early period	1.38 ± 0.00	1.49 ± 0.00	<0.01
Late period	1.29 ± 0.04	1.47 ± 0.05	<0.01
Total	1.32 ± 0.03	1.48 ± 0.03	<0.01

Source: Kamiya et al. (2020)

Table2. Effect of protein level in the diet and stage of the dry period on feed intake.

Item	Crude protein level (g/kg DM)		SEM	P-value	
	Low	High			
	111	**135**		CP	DP
Dry matter intake, kg/day					
Early	15.7	15.4	1.03	0.32	0.39
Late	14.6	15.8			
CP intake, kg/day					
Early	1.69	2.07	0.128	<0.01	0.91
Late	1.63	2.12			

CP = crud protein DP = dry period

Source: Madsen P.A. et al. (2022)

Table3. Effects of dietary CP concentration on BW, feed intake of dairy cows.

Item	Crude protein level (g/kg DM)			SE	P-value	
	Low	Midium	High			
	114	144	173		L	Q
BW and feed intake						
Body weight (kg)	554	537	536	13.7	0.359	0.618
Total DM intake (kg/d)	16.5[b]	18.4[a]	19.5[a]	0.43	0.001	0.450

[abc] Means within a row for dietary CP level with no common superscripts differ (P < 0.05).
Probability of a linear (L) and quadratic (Q) effect of dietary CP level.

Source: Yang C.T. et al. (2022)

ระดับโปรตีนหยาบในอาหารต่อการขับไนโตรเจน

จากการรายงาน Kamiya et al. (2022) ใช้ระดับโปรตีนหยาบในอาหารกลุ่มโปรตีนสูงที่ระดับ 177 g/kg DM ในช่วงต้นและ 139 g/kg DM ในช่วงปลาย กลุ่มโปรตีนต่ำที่ระดับ 162 g/kg DM ในช่วงต้นและ 122 g/kg DM ในช่วงปลาย พบว่าสมดุลไนโตรเจนมีความแตกต่างเฉพาะในการกินโปรตีนหยาบในช่วงต้น แต่ในช่วงปลายการลดระดับโปรตีนหยาบในอาหาร ลดการกินโปรตีนลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) และมีแนวโน้มที่จะลดลง ($p<0.01$) การขับไนโตรเจนในปัสสาวะและการขับไนโตรเจนทั้งหมด (Table 4) เพราะการขับไนโตรเจนจะลดลง เมื่อระดับโปรตีนหยาบในอาหารลดลงในโคที่มีน้ำหนัก 500 กิโลกรัมขึ้นไป ปริมาณการขับยูเรียไนโตรเจนลดลงโดยมีระดับโปรตีนหยาบ 130 g/kg DM เมื่อเทียบกับ 145 g/kg DM (Koenig and Beauchemin, 2013) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Kebread et al. (2001) อ้างโดย Madsen P.A. et al. (2022) ที่กล่าวว่าการขับไนโตรเจนในอุจจาระในโคนม ไม่ได้มีผลกระทบจากระดับโปรตีนหยาบในอาหารที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่การขับไนโตรเจนในปัสสาวะในแต่ละวันเพิ่มขึ้นตามระดับโปรตีนหยาบในอาหารที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่าการขับไนโตรเจนในปัสสาวะได้รับผลกระทบจากระดับโปรตีนหยาบที่เพิ่มขึ้นในอาหาร

จากการรายงานของ Madsen P.A. et al. (2022) จากการศึกษาการใช้ระดับโปรตีนหยาบในอาหารที่ระดับ 111 g/kg DM ในกลุ่มโปรตีนต่ำและ 135 g/kg DM ในกลุ่มโปรตีนสูง พบว่า การเพิ่มระดับโปรตีนหยาบในอาหารจาก 111 เป็น 135 g/kg DM ทำให้สัดส่วนของการขับไนโตรเจนในปัสสาวะเพิ่มขึ้น ($p<0.01$) ในขณะที่สัดส่วนของไนโตรเจนในอุจจาระลดลง ($p<0.01$) นอกจากนี้สัดส่วนของการขับไนโตรเจนในปัสสาวะจากการขับไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มขึ้นตามระดับโปรตีนหยาบในอาหารที่เพิ่มขึ้น ($p<0.01$) (Table5)

จากการรายงานของ Yang C.T. et al. (2022) ใช้ระดับโปรตีนหยาบในอาหารที่ระดับต่ำคือ 114 g/kg DM ระดับกลางที่ 144 g/kg DM และระดับสูงที่ 173 g/kg DM พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างระดับโปรตีนหยาบในอาหารและประสิทธิภาพการขับไนโตรเจน (Table 6) แต่การเพิ่มระดับโปรตีนหยาบในอาหารแบบเชิงเส้น ($p<0.001$) เพิ่มปริมาณการกินโปรตีนและเพิ่มปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกมาในอุจจาระและปัสสาวะ ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Jiao et al., (2014); Stergiadis et al., (2015); Hynes et al., (2016) อ้างโดย Yang C.T. et al. (2022) ที่กล่าวว่าปริมาณการกินโปรตีนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเพิ่มระดับโปรตีนหยาบในอาหาร โดยส่งผลทำให้ไนโตรเจนถูกขับออกมาในรูปแบบของอุจจาระและปัสสาวะเพิ่มขึ้น

Tabal4. Influence of dietary crude protein content on fecal and urinary nitrogen of Holstein.

Item	Crude protein level (g/kg DM)		P-value
	Low	High	
	162,122	177,139	
Nitrogen balance trial, g/day			
Nitrogen intake			
early period	234.8 ± 2.3	241.0 ± 1.5	<0.01
late period	188.9 ± 12.5	226.0 ± 10.5	<0.01
Fecal nitrogen excretion			
early period	77.5 ± 12.5	82.6 ± 5.1	0.54
late period	70.4 ± 7.8	65.6 ± 10.0	0.51
Urinary nitrogen excretion			
early period	99.3 ± 8.4	106.7 ± 8.6	0.31
late period	85.1 ± 16.8	111.3 ± 15.4	<0.10
Total nitrogen excretion			
early period	176.9 ± 16.1	189.3 ± 5.3	0.27
late period	155.5 ± 15.1	176.9 ± 5.7	<0.10

early period = 9 months of age. late period = 13 months of age.

Source: Kamiya et al. (2020)

Table5. Effect of protein level in the diet on nitrogen distribution in dairy cows.

Item	Crude protein level (g/kg DM)		SEM	P-value	
	Low	High			
	111	135		CP	DP
Nitrogen distribution, % of N total intake					
Faeces					
early	43.7	34.6	0.93	<0.01	0.03
late	38.1	35.6			
Urine					
early	49.5	59.7	0.94	<0.01	0.23
late	53.3	57.3			
Nitrogen excretion, % of total N excretion					
Faeces					
early	51.2	44.3	1.39	0.01	0.01
late	43.5	42.1			
Urine					
early	48.8	55.7	1.39	0.01	0.01
late	56.5	57.9			

Source: Madsen P.A. et al. (2022)

Table6. Effects of dietary CP concentration on nitrogen (N) utilization efficiency of dairy cows.

Item	Crude protein level (g/kg DM)			SE	P-value	
	Low	Medium	High			
	114	144	173		L	Q
Nitrogen intake and out put (g/day)						
Nitrogen intake	322^{c}	445^{b}	562^{a}	10.6	<0.001	0.824
Faecal N	135^{b}	162^{a}	173^{a}	5.1	<0.001	0.204
Urine N	92^{c}	138^{b}	207^{a}	5.6	<0.001	0.092

^{abc} Means within a row for dietary CP level with no common superscripts differ ($P < 0.05$). Probability of a linear (L) and quadratic (Q) effect of dietary CP level.

Source: Yang C.T. et al. (2022)

สรุป

ระดับโปรตีนหยาบในอาหารไม่มีผลกระทบต่อการกินได้ และการขับไนโตรเจนในอุจจาระไม่ได้รับผลกระทบจากระดับโปรตีนหยาบในอาหารที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณไนโตรเจนในปัสสาวะเพิ่มขึ้นเมื่อระดับโปรตีนหยาบในอาหารเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการลดระดับโปรตีนหยาบในอาหารให้อยู่ในระดับต่ำถึงระดับปานกลาง 111-144 g/kg DM นั้นเพียงพอต่อความต้องการของโคนมแล้ว

เอกสารอ้างอิง

ภัทรภร ทัศพงษ์. 2554. **“เอกสารประกอบการสอน รายวิชาการผลิตสัตว์เคี้ยวเอื้อง”** . พิษณุโลก ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เรืองยศ พิลาจันทร์. 2556. **“ เอกสารประกอบการสอน รายวิชาโภชนศาสตร์สัตว์ ”**. อุบลราชธานี. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

สำนักวิจัยเศรษฐกิจทางการเกษตร. 2564. **สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2565.** https://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/baerdata/files. 10 พฤศจิกายน.

Hynes, D.N., Stergiadis, S., Gordon, A., and Yan, T., 2016. “Effects of crude protein level in concentrate supplements on animal performance and nitrogen utilization of lactating dairy cows fed fresh-cut perennial grass”. **Journal of Dairy Science** .99, 8111–8120.

Jiao, H.P., Yan, T., and McDowell, D.A.. 2014. “Prediction of manure nitrogen and organic matter excretion for young Holstein cattle fed on grass silage-based diets”. **Journal of Animal Science**. 92, 3042–3052.

Kebreab, E., France, J., Beever, D.E., Castillo, and A.R., 2001. “Nitrogen pollution by dairy cows and it smitigation by dietary manipulation”. **Nutr. Cycl. Agroecosyst**. 60, 275–285.

Koenig, K. M., and Beauchemin, K. A. 2013. “Nitrogen metabolism and route of excretion in beef feedlot cattle fed barley-based finishing diets varying in protein concentration and rumen degradability”. **Journal of Animal Science**. 91, 2310–2320.

Madsen, P.A., Lund, P., Brask-Pedersen, D.N., and Johansen , M. 2022. “Effect of dietary protein level on nitrogen excretion in dry cows”. **Livestock Science.** 16(7).

Mitsuru Kamiya, Tomoya Ymada, and Mikito Higuchi. 2020. “Influence of dietary crude protein content on fattening performance and nitrogen excretion of Holstein steers”. **Animal Science Journal**. 91(1).

Stergiadis, S., Chen, X.J., Allen, M., Wills, D., and Yan, T. 2015. “Prediction of metabolisable energy concentrations of fresh-cut grass using digestibility data measured with non-pregnant non-lactating cows”. **British Journal of Nutrition**. 113, 1571–1584.

Yang, C.T., Ferris, C.P., and Yan, T. 2022. “Effects of dietary crude protein concentration on animal performance and nitrogen utilisaton efficiency at different stages of lactation in Holstein-Friesian dairy cows”. **Animal**. 12(7).