

วิชา AG174441 โภชนศาสตร์สัตว์ประยุกต์

AG174441 Applied Animal Nutrition



รศ.ดร.กฤตพล สมมัตย์

สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์

Email: kritapon@kku.ac.th

Tel: 089-7117898

แนะนำสื่อและเอกสารประกอบการสอน

◆ ระบบการเรียนออนไลน์: e-learning.kku.ac.th

◆ หนังสือและเอกสารประกอบการสอน

- กฤตพล สมมาตย์. 2552. เทคนิคการวิจัยด้านโภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา. ขอนแก่น.
- คณะทำงานจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย. 2551. ความต้องการโภชนะของโคเนื้อในประเทศไทย. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา. ขอนแก่น.
- กรมปศุสัตว์. 2563. ความต้องการโภชนะของโคนมในประเทศไทย. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.
- NRC. 2016. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 8th Edition. The National Academies Press.
- NRC. 2012. Nutrient Requirements of Swine. 11th Edition. The National Academies Press.
- NRC. 2011. Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. The National Academies Press.
- NRC. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants (Sheep, Goat, Cervids, Camelids). The National Academies Press.
- NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7 th Edition. The National Academies Press.
- NRC. 2000. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7 th Edition. The National Academies Press.
- NRC. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9th Revised Edition. The National Academies Press.
- McDonald, P.,R.A. Edwards,J.F.D. Greenhalgh and C.A. Morgan. 2002. Animal Nutrition. 6th Edition. Longman Scientific & Technical. England.

วิชา AG174441 โภชนศาสตร์สัตว์ประยุกต์

#สัปดาห์ที่ 7-8-12 หัวข้อ/กิจกรรมการเรียนรู้

- ✓ สัปดาห์ที่ 6-7 ความต้องการโภชนะและมาตรฐานการให้อาหารของสัตว์ [11,13สค68]
- ✓ สัปดาห์ที่ 8 การประกอบสูตรอาหารสัตว์ [18,20สค68]
- ✓ สัปดาห์ที่ 12 อาหารและการให้อาหารโคนม [22,24กย68]

#กิจกรรมผู้เรียนรายงาน 1 เรื่อง (คะแนน 20% ของส่วน อ.กฤตพล)

- ✓ สรุปสั้นบทความวิจัย 1 เรื่อง หัวข้อ “ความต้องการโภชนะ: (เช่น วิตามินอี)ใน(ระบุชนิดสัตว์เช่น แม่พันธุ์สุกร)” โดยการสรุปแปลเรียบเรียงจากหนังสือ Nutrient requirement ตามรายชนิดสัตว์ที่นักศึกษาสนใจ + นำเสนอรายงานผ่านคลิปวีดีโอ เวลา 4 นาที (ควรทดสอบเปิดคลิปวีดีโอ *.mp4 ด้วยโปรแกรม GOM player; คะแนน 20% ของส่วน อ.กฤตพล) ภายใน 24กย68 ส่งผลงานใน E-learning <https://e-learning.kku.ac.th/>



ความต้องการโภชนะ (Nutrient Requirements)

◆ 1.การกำหนดความต้องการโภชนะของสัตว์

- ปริมาณโภชนะในวัตถุดิบหรืออาหารสัตว์ (nutrient content)
- โภชนะที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ (nutrient available)
- ความต้องการโภชนะของสัตว์ (animal's requirement)

◆ 2. การสร้างมาตรฐานความต้องการโภชนะของสัตว์ (Establishing Nutrient Requirement Standards)

1.การกำหนดความต้องการโภชนะของสัตว์

◆ ปริมาณโภชนะในวัตถุดิบอาหารสัตว์ (nutrient content/nutritive values/Feed composition Table)

- ตรวจวัดจากการวิเคราะห์ทางเคมี เช่น DM CP CF NDF EE Ca P
- ตารางคุณค่าทางโภชนะวัตถุดิบอาหารสัตว์ (Feed composition Table ดูตัวอย่าง ในหนังสือความต้องการโภชนะโคเนื้อ)

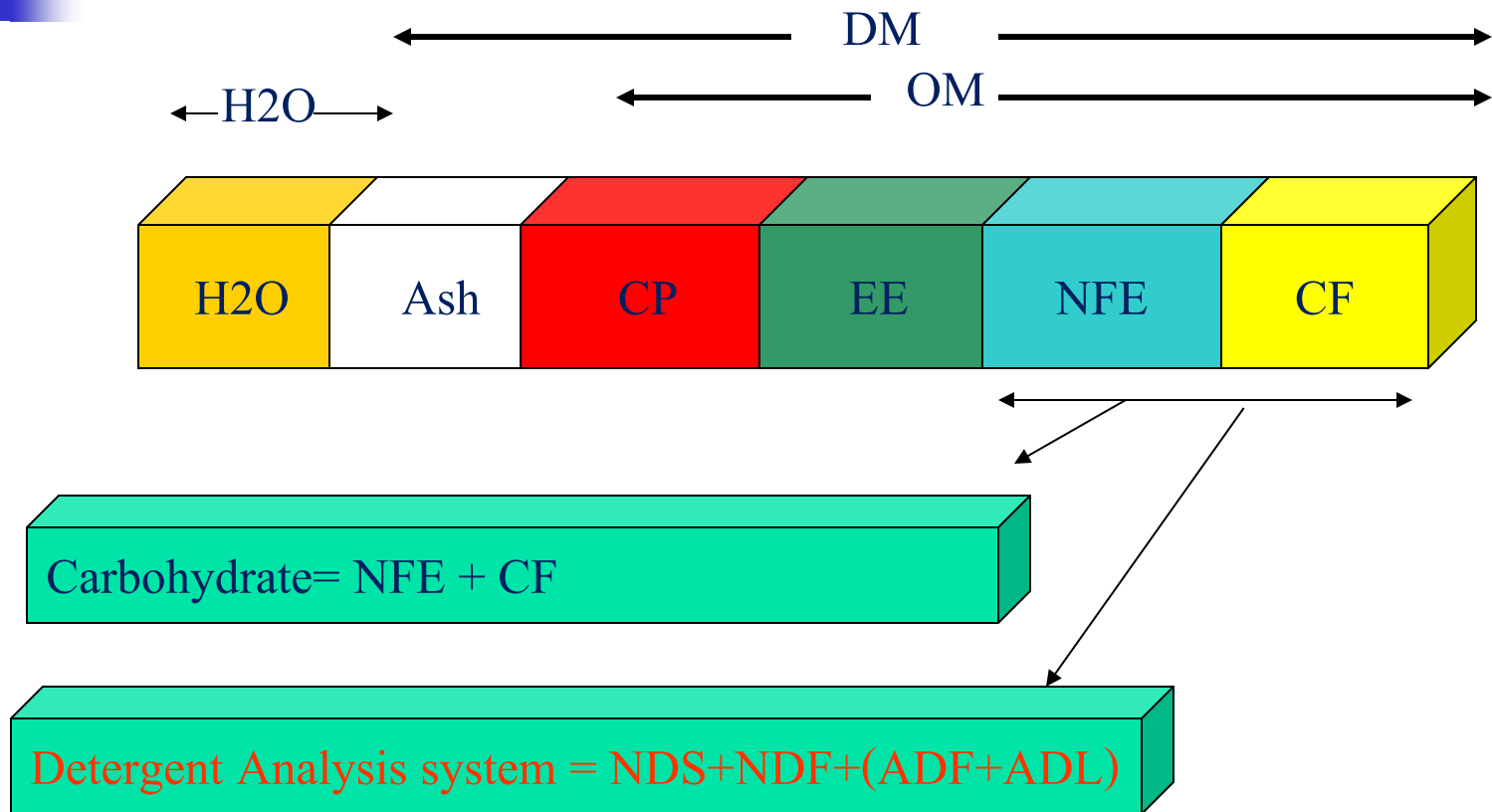
◆ โภชนะที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ (nutrient available)

- $\text{Digestibility (nutrient digested + absorbed)} = \frac{[(\text{Intake} - \text{Feces})]}{\text{Intake}} \times 100$
- Digestible nutrient = quantity available for metabolism
- Retention of nutrients = nutrient deposited in animal's tissues after metabolism
 - e.g. indirect method (Intake – feces- urinary – gas –heat losses)
 - Direct method (comparative slaughter technique)
- nutrient providing Energy = Protein, Carbohydrate, Fat

◆ ความต้องการโภชนะของสัตว์(animal's requirement/ Requirement Table)

- Modeling: regression equations to predict digestibility/ nutrient or energy retention
- Requirement = Maintenance + Production (body + milk/egg/wool/work + conceptus)
- Allowances (nutritionists) = account for variability of nutrient composition and bioavailability of feedstuffs, inhibitor or toxins, processing and mixing, nutrient loss from storage and other factor

องค์ประกอบทางเคมีในอาหารสัตว์(Feed Fraction)



Dry matter(DM), Ash (Crude minerals), Organic matter(OM), Crude fat (ether extract, EE), Crude protein (CP), Crude fiber (CF), Nitrogen free extract (NFE), Neutral detergent solution (NDS), Neutral detergent fiber (NDF), Acid detergent fiber (ADF), acid detergent lignin(ADL)

Total feces collection for in vivo digestibility study method

Total feces collection

Apparent
digestibility (%)

=

$$\frac{(\text{dietary intake} - \text{fecal output})}{\text{dietary intake}} \times 100$$

x 100

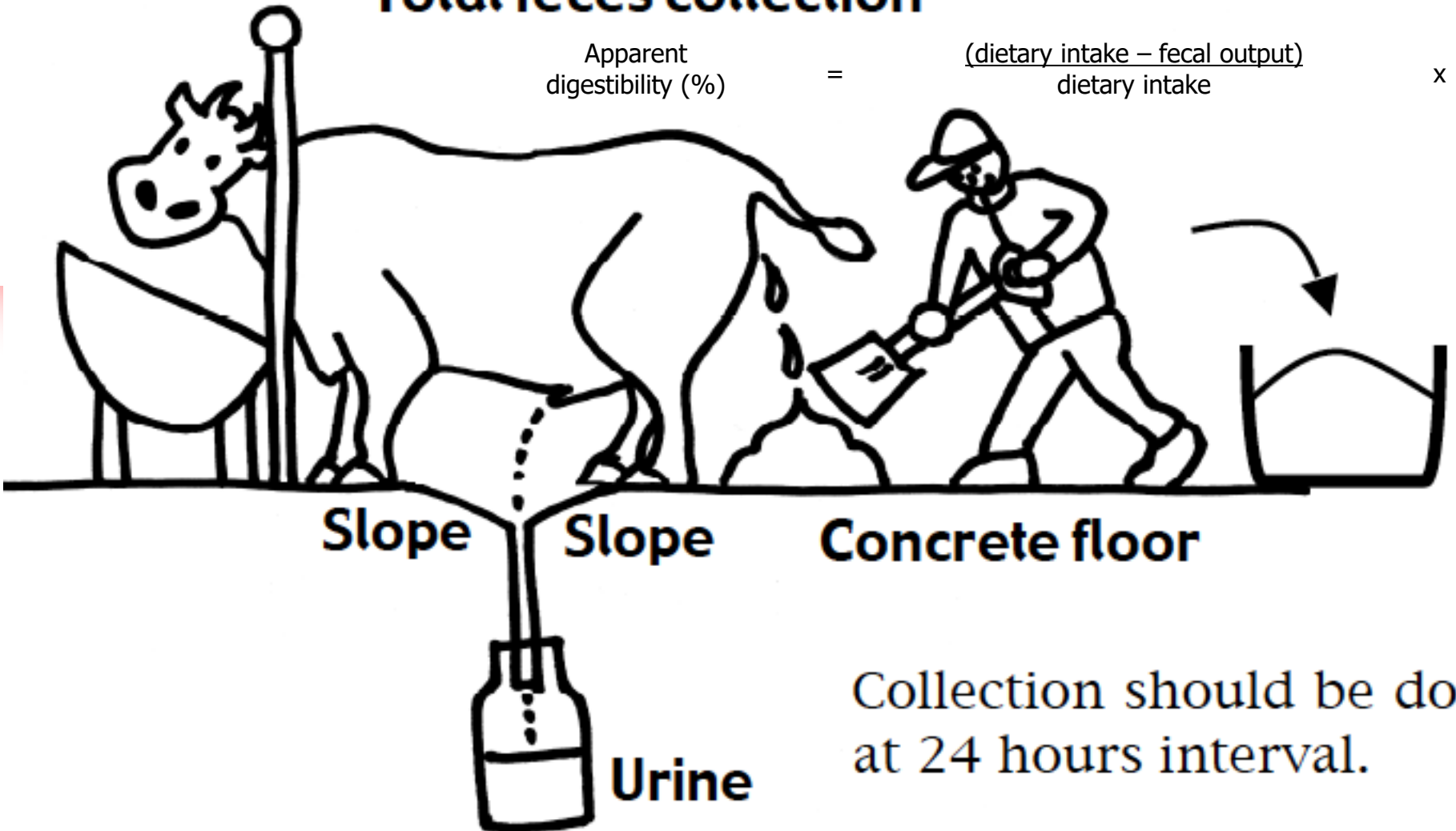


Fig. 6 Manual collection of feces

วิเคราะห์ปริมาณการกินได้(Feed intake)/การย่อยได้(Digestibility)

Exercise

1) Steer Feed intake and digestibility calculation

DM Digestibility (%) = $\frac{[(\text{DM intake} - \text{DM output of feces}) / \text{DM intake}] \times 100}{1}$

Where:

DMD: Digestibility of dry matter

DM : Dry matter

DM intake = Feed intake (kg) x DM in feed (%) ÷ 100

DM output to feces = Fecal output (kg) x DM in feces (%) ÷ 100

	Steer no. 903			Steer no.901		
	Intake, kg/day	DM,%	DM Intake, kg/d	Intake, kg/day	DM,%	DM Intake, kg/d
Straw	3.44	74.26	2.55	4.8	66.10	=
Concentrate	3.02	89.19	2.69	3.5	87.02	=
Total DMI			5.24			=

Steer no. 903 Fecal output

Date	Feces, kg
June 3	12.42
June 4	13.92
June 5	14.84
June 5	11.82
June 6	12.22
June 7	17.94
June 8	15.28
Average	14.06

Steer no.901 Fecal output

Date	Feces, kg
June 3	13.59
June 4	13.53
June 5	14
June 5	13.79
June 6	15.27
June 7	14.37
June 8	17.5
Average	=

In cow no. 903: Dry matter in feces, % = 12.57 %

Calculated for cow No.903

DM Dig (%) = $\frac{[(\text{DM intake} - \text{DM fecal}) \times 100]}{\text{DM intake}}$

DM Dig (%) = $\frac{((5.24 - (14.06 \times 12.57 \div 100)) \times 100)}{5.24}$

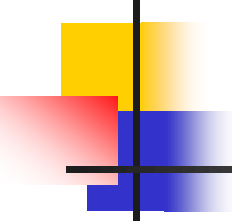
= 66.27 %

In cow no. 901: Dry matter in feces, = 14.72%

Calculated for cow No.901

DM Dig (%) =

= 65.43.....%



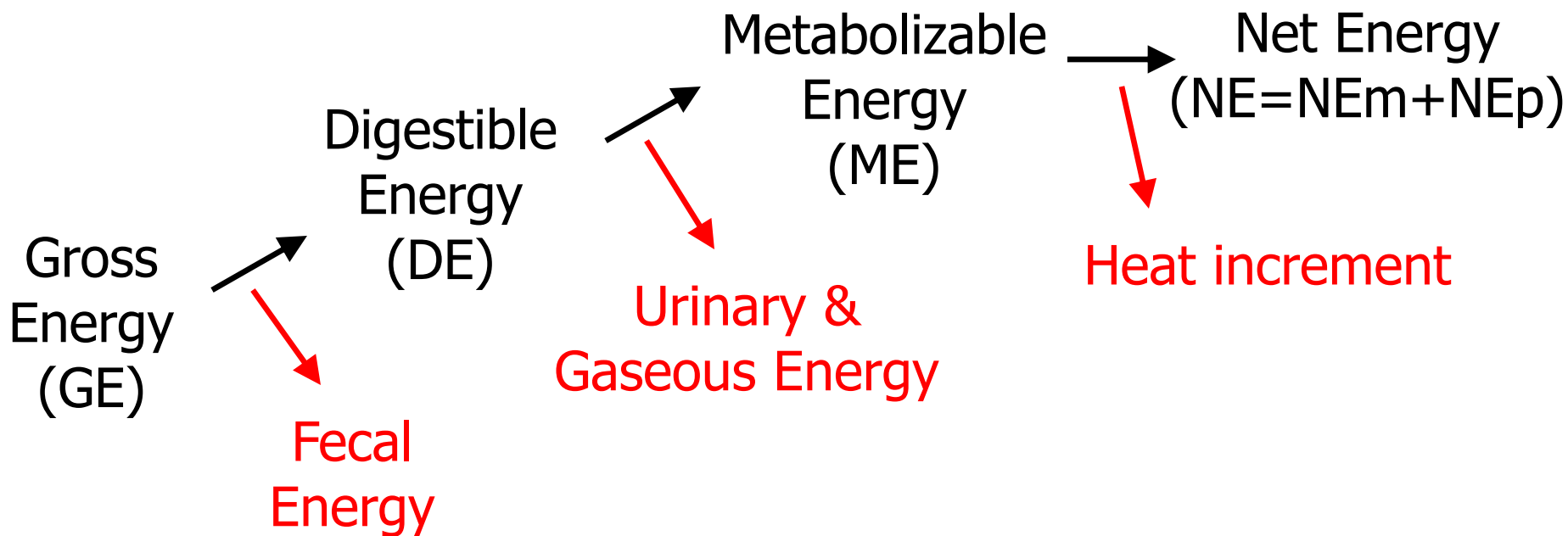
ค่าโภชนาที่ย่อยได้รวมทั้งหมด

(Total Digestible Nutrients, TDN)

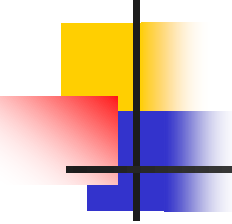
$$\text{TDN} = \text{dCP} + \text{dCF} + \text{dNFE} + 2.25 \text{ dEE}$$

- dCP = digestible CP
- dCF = digestible CF
- dNFE = digestible NFE
- EE = digestible ether extract

Net Energy System-ระบบพลังงานสุทธิ



GE=พลังงานรวม, DE= พลังงานที่ย่อยได้, ME= พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้, NE= พลังงานสุทธิ,
NEm= พลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ, NEp= พลังงานสุทธิเพื่อการให้ผลผลิต(NEg, NEL, NEw, etc)



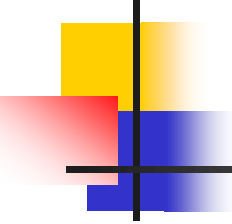
Net Energy System

พลังงานรวมจากการกิน (Gross
Energy intake, GEI)

พลังงานที่ย่อยได้ (Digestible energy, DE)

พลังงานจากมูล (Fecal energy)

- a. Undigested feed residues
- b. Metabolic products
 - Mucosa
 - Bacteria
 - Enzymes



Net Energy System

Digestible
Energy (DE)

พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้(Metabolizable energy, ME)

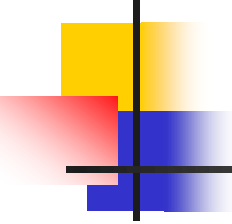
พลังงานจากปัสสาวะ(Urinary energy)

a. N disposal(urea, uric, ammonia in urine)

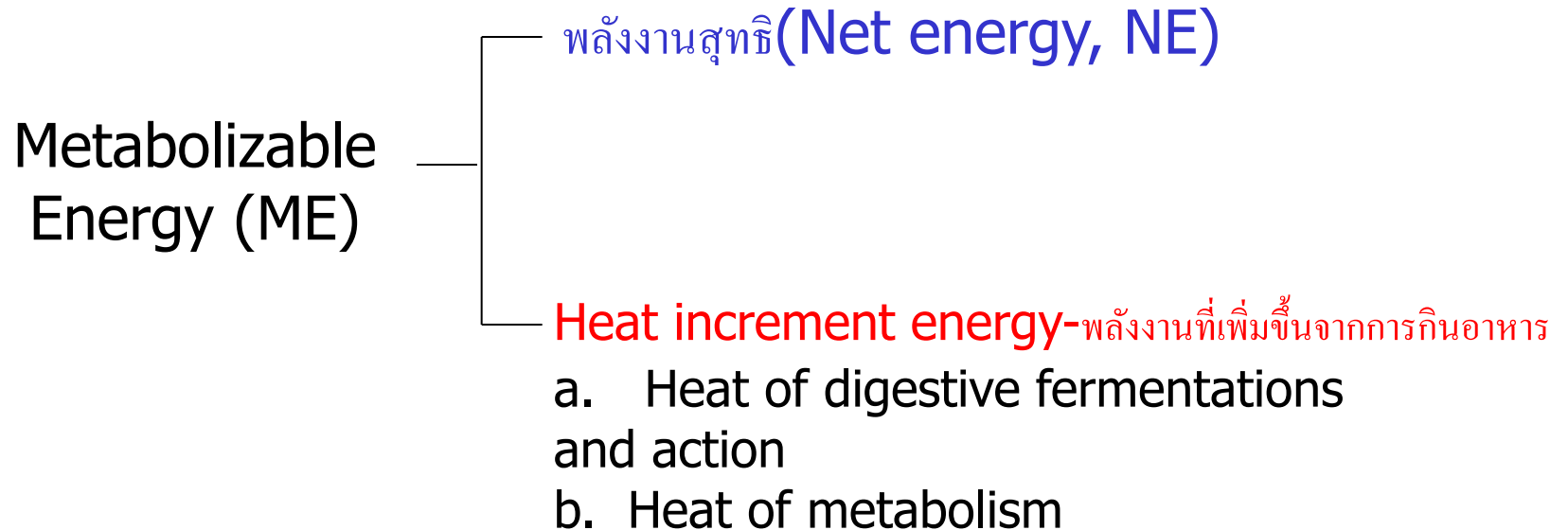
พลังงานจากแก๊สจากการหมักในทางเดินอาหาร(Gaseous energy)

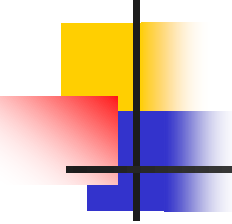
a. Gaseous products of fermentation
(CH₄)

b. Lost via belching or bowels



Net Energy System





Net Energy System

พลังงานสุทธิ-Net
Energy (NE)

Production (NE_p)-พลังงานสุทธิเพื่อให้ผลผลิต เช่น เนื้อ(weight gain; NE_g) น้ํานม(lactation; NE_l)

- a. Tissue growth/weight gain/fetus
- b. Stored in products (milk, egg, wool, etc)
- c. Work

Maintenance (NE_m) -พลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ

- a. Basal metabolism
- b. Activity at maintenance
- c. Sustaining body temperature

Ventilated head-hood respiratory analysis system

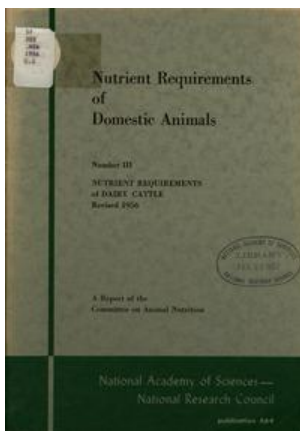


2. การสร้างมาตรฐานความต้องการโภชนะของสัตว์ (Establishing Nutrient Requirement standards)

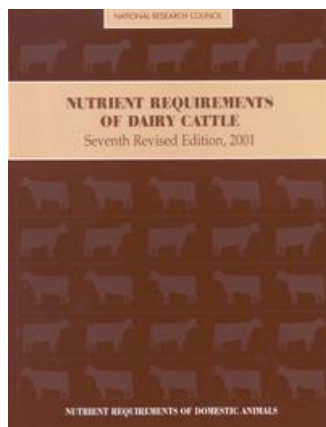
◆ ระบบมาตรฐานคำแนะนำการให้โภชนะ

- ประเทศไทย คณะทำงานจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย
- ประเทศสหราชอาณาจักร Agricultural Research Council (ARC)
- ประเทศสหรัฐอเมริกา National Research Council (NRC)
 - ◆ คณะทำงานรวบรวม ตรวจสอบเอกสาร วิเคราะห์ สังเคราะห์มาตรฐานคำแนะนำการให้โภชนะในสัตว์เลี้ยงชนิดต่าง ๆ เช่น สุกร สัตว์ปีก โคเนื้อ โคนม แพะ ฯลฯ

การสร้างมาตรฐานความต้องการโภชนะของสัตว์ (Establishing Nutrient Requirement Standards)



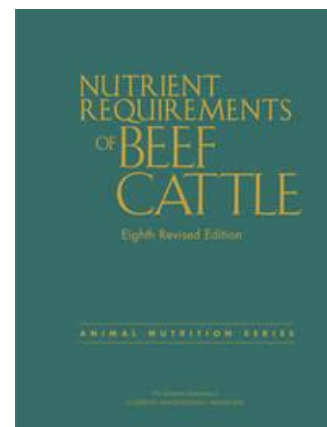
(NRC, 1945)



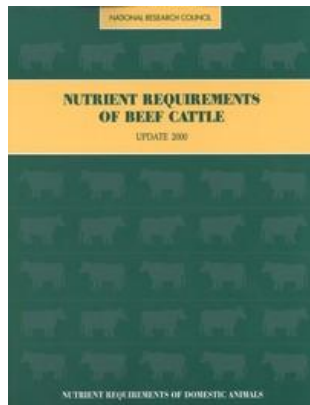
(NRC, 2001)



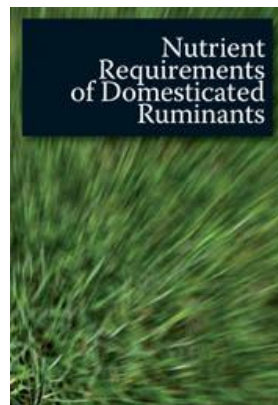
(NARO, 2009)



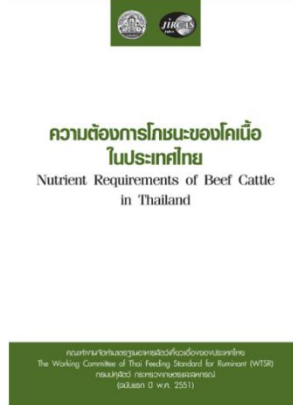
(NRC, 2016)



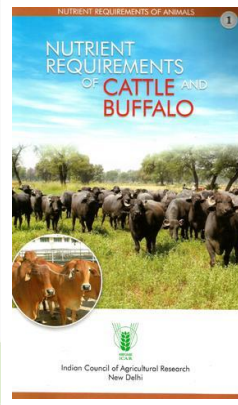
(NRC, 2000)



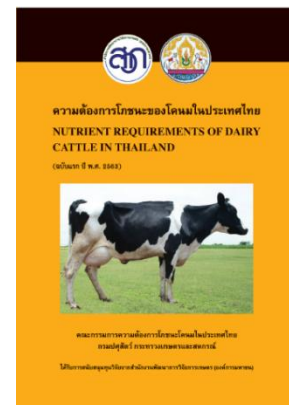
(CSIRO, 2007)



(WTSR, 2008)



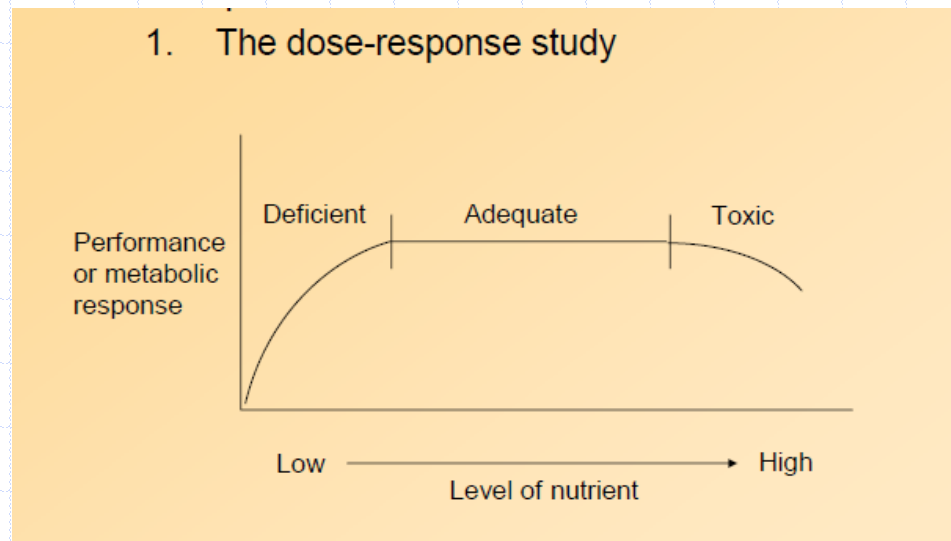
(ICAR, 2013)

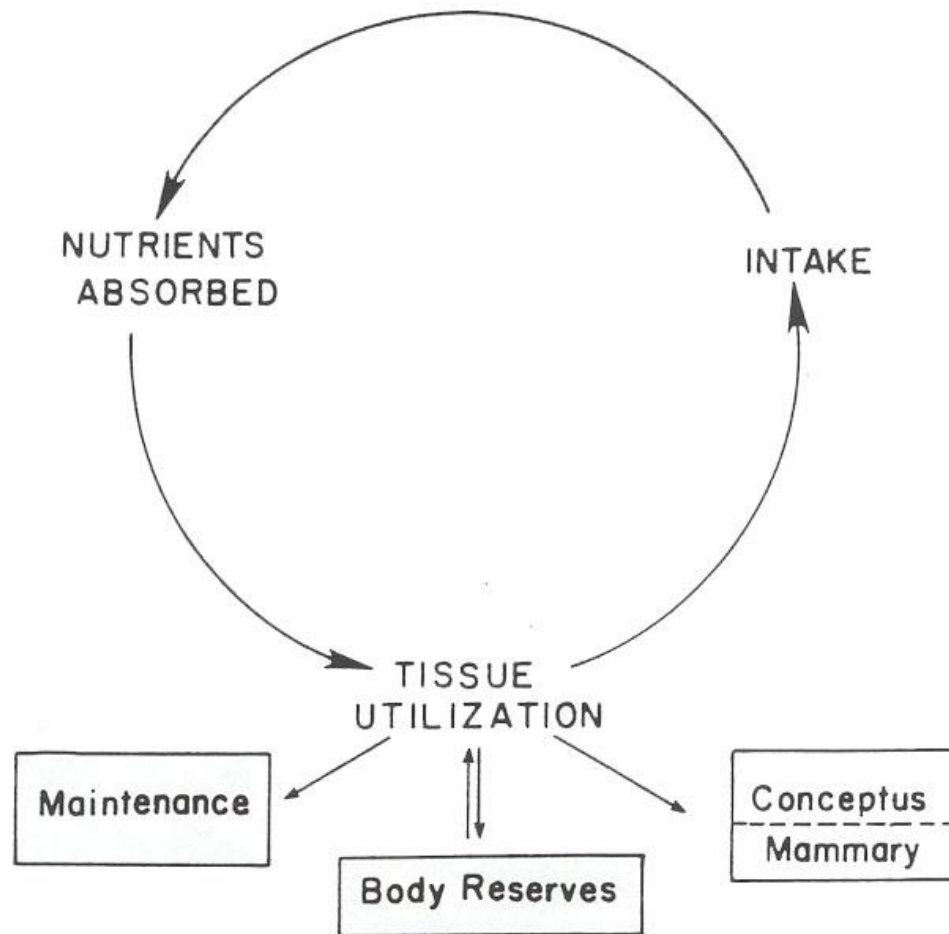


(WTSR, 2019)

2. การสร้างมาตรฐานความต้องการโภชนะของสัตว์ (Establishing Nutrient Requirement standards)

- ◆ หลักการสร้างมาตรฐานความต้องการโภชนะขั้นพื้นฐาน(Basic principle of establishing nutrient requirements)
 - ศึกษาการตอบสนอง(The dose-response study) ของสมรรถนะการให้ผลผลิต(products) หรือเมทาโไลต์ทางชีวเคมี(metabolite) หรือโภชนะที่เก็บกักได้(nutrient retention) ต่อดัชนีการได้รับโภชนะโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามิน และแร่ธาตุ
 - พัฒนาโมเดลเพื่อสร้างสมการทำนาย(prediction equations) ค่าความต้องการโภชนะของสัตว์ในแต่ละช่วงน้ำหนัก(body weight) อัตราการเจริญเติบโต หรือการให้ผลผลิตของสัตว์ในแต่ละสภาพทางสรีระวิทยา





Requirement = Maintenance + Production (body + milk/egg/wool/work + conceptus)

2. การสร้างมาตรฐานความต้องการโภชนะของสัตว์ (Establishing Nutrient Requirement standards)

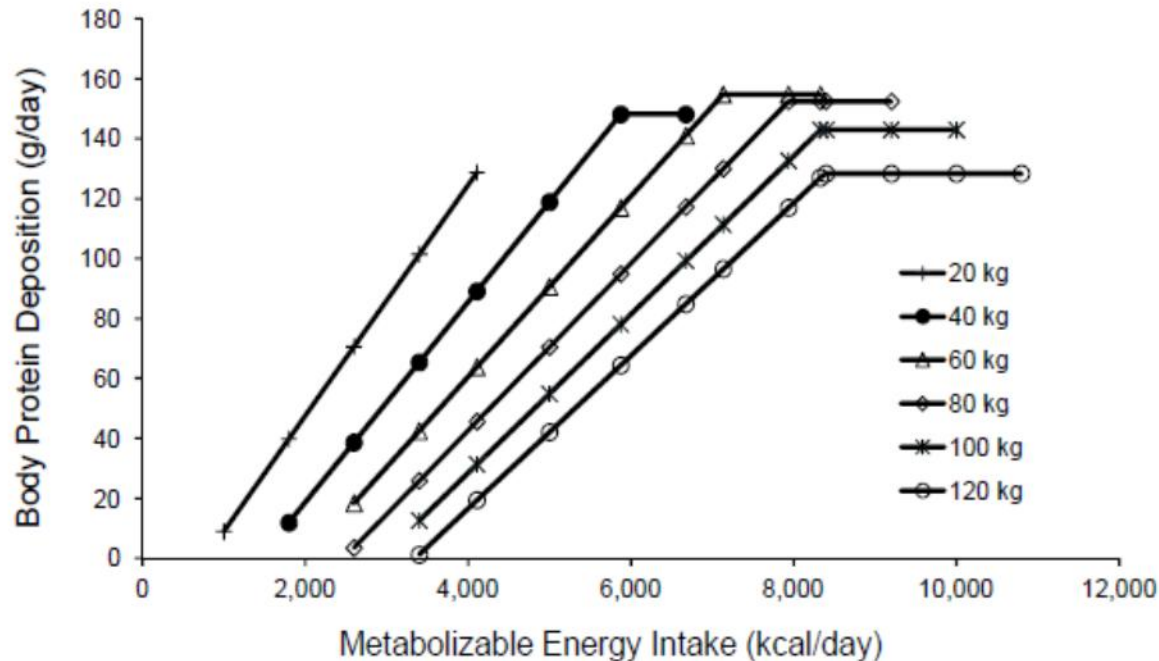
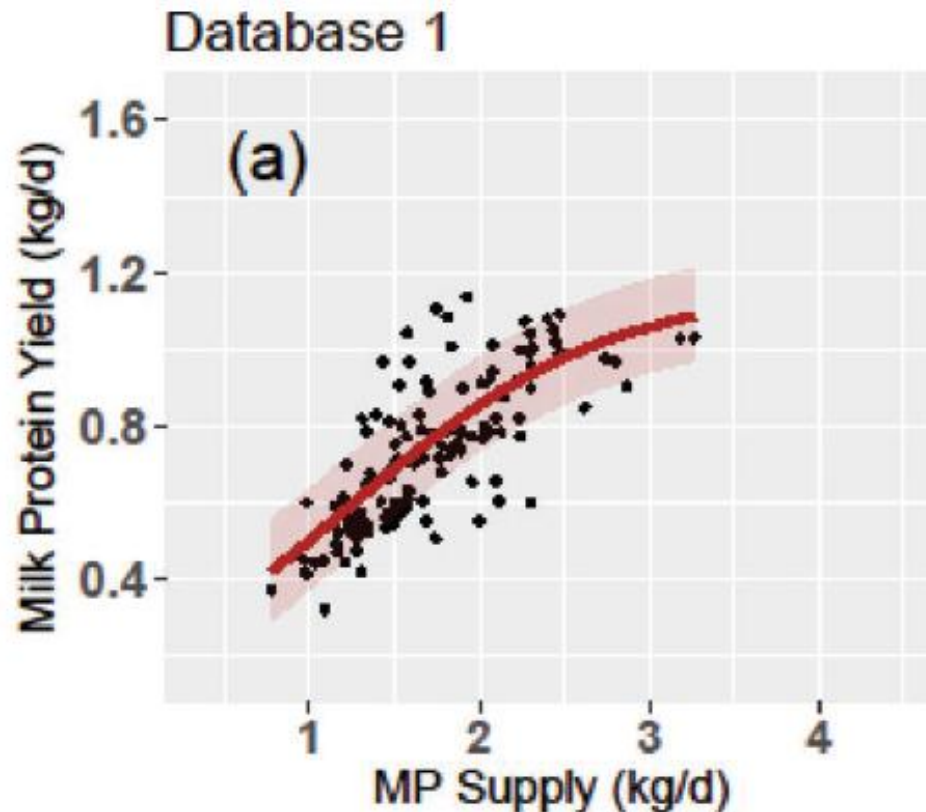


FIGURE 8-3 Relationship between whole-body protein deposition and metabolizable energy intake in gilts at various body weights and typical performance potentials.

ที่มา: NRC (2012) Nutrient Requirements of Swine. 11th Edition. The National Academies Press.

2. การสร้างมาตรฐานความต้องการโภชนะของสัตว์ (Establishing Nutrient Requirement standards)

- ตัวอย่าง ความสัมพันธ์แบบเส้นโค้งระหว่างโปรตีนที่ใช้ประโยชน์ได้(Metabolizable protein, MP) กับผลผลิตโปรตีนนมเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพและความต้องการโปรตีนเพื่อการให้ผลิตน้ำนมในโคนม



J. Dairy Sci. 101:310–327
<https://doi.org/10.3168/jds.2016-12507>
© American Dairy Science Association®, 2018.

Predicting milk protein responses and the requirement of metabolizable protein by lactating dairy cows

L. E. Moraes,*† E. Kebreab,* J. L. Firkins,† R. R. White,‡ R. Martineau,§ and H. Lapierre§
*Department of Animal Science, University of California, Davis 95616
†Department of Animal Sciences, The Ohio State University, Columbus 43210
‡Department of Animal and Poultry Sciences, Virginia Tech, Blacksburg 24061
§Agriculture and Agri-Food Canada, Sherbrooke, Quebec, Canada J1M 0C8

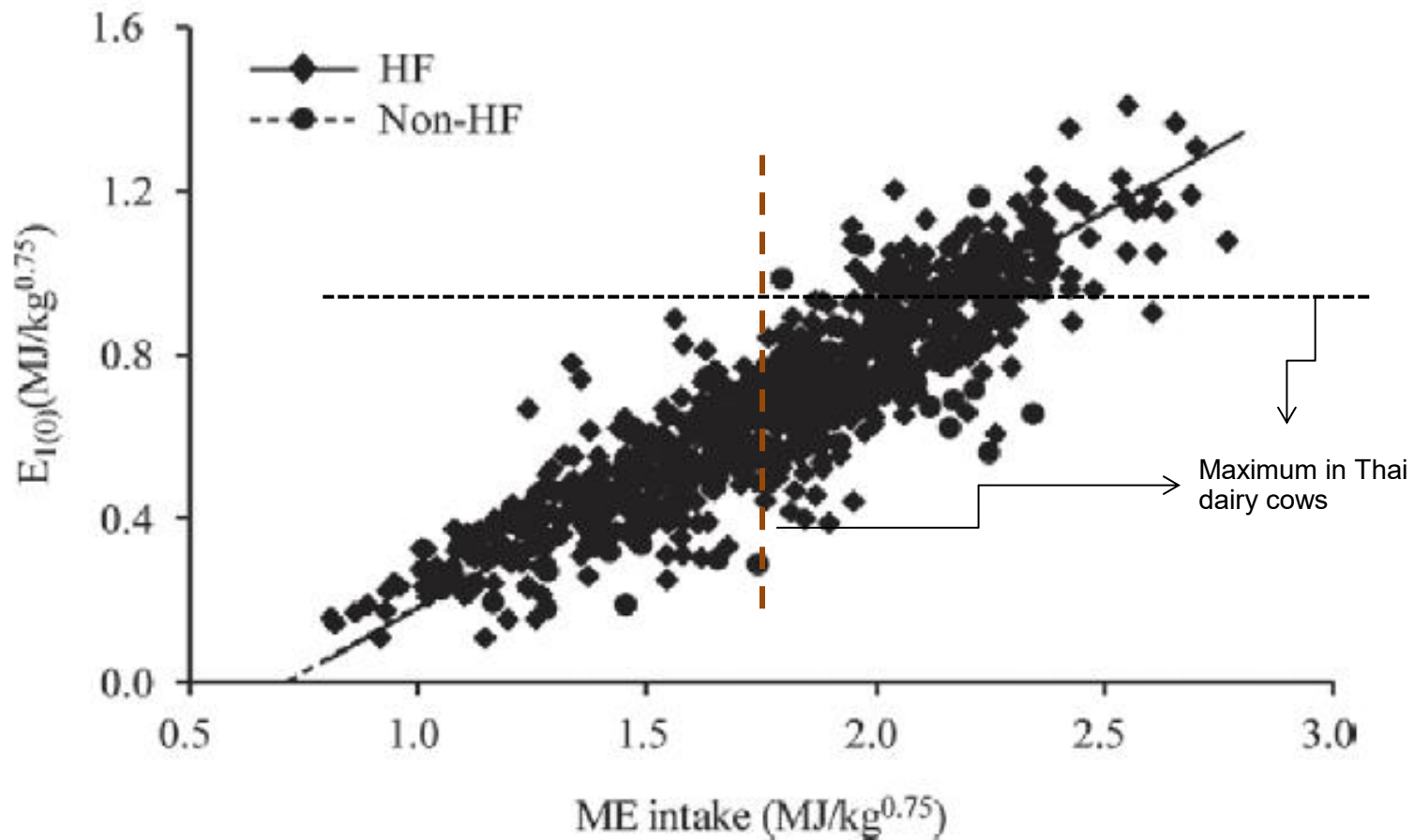
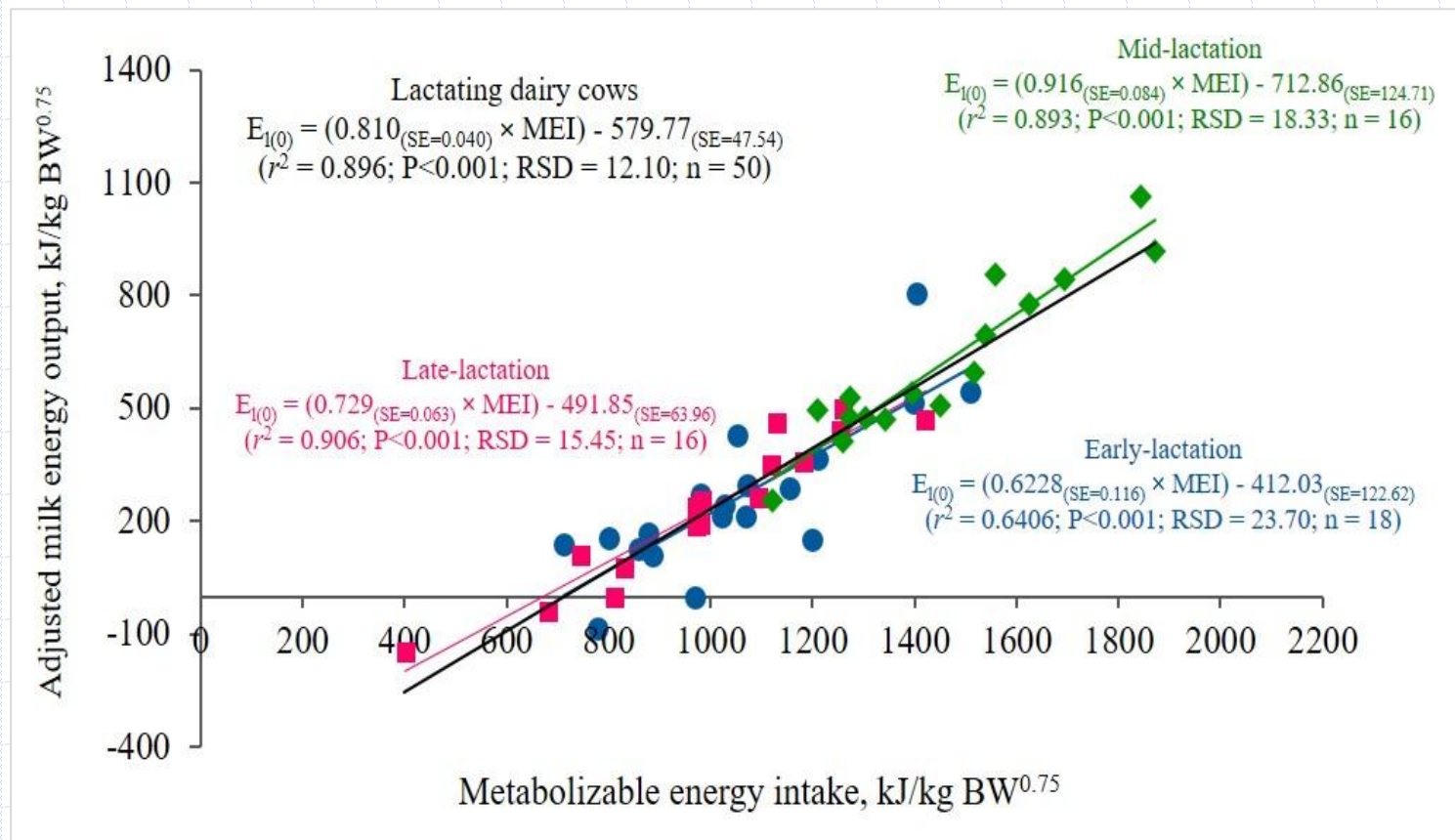


Figure 1. Linear regressions of milk energy output adjusted to zero energy balance ($E_{l(0)}$) against ME intake for lactating Holstein-Friesian (HF) and the non-HF group (included Norwegian and Holstein-Friesian crossbred dairy cows) of dairy cows.

(Dong et al., 2015; J.Dairy Sci. 98:1136-1144)

2. การสร้างมาตรฐานความต้องการโภชนะของสัตว์ (Establishing Nutrient Requirement standards)

- ตัวอย่าง ความสัมพันธ์แบบเส้นตรงระหว่างพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้(ME) กับปริมาณพลังงานในน้ำนมเพื่อวิเคราะห์ความต้องการพลังงานเพื่อการผลิตน้ำนมในโคนมไทย





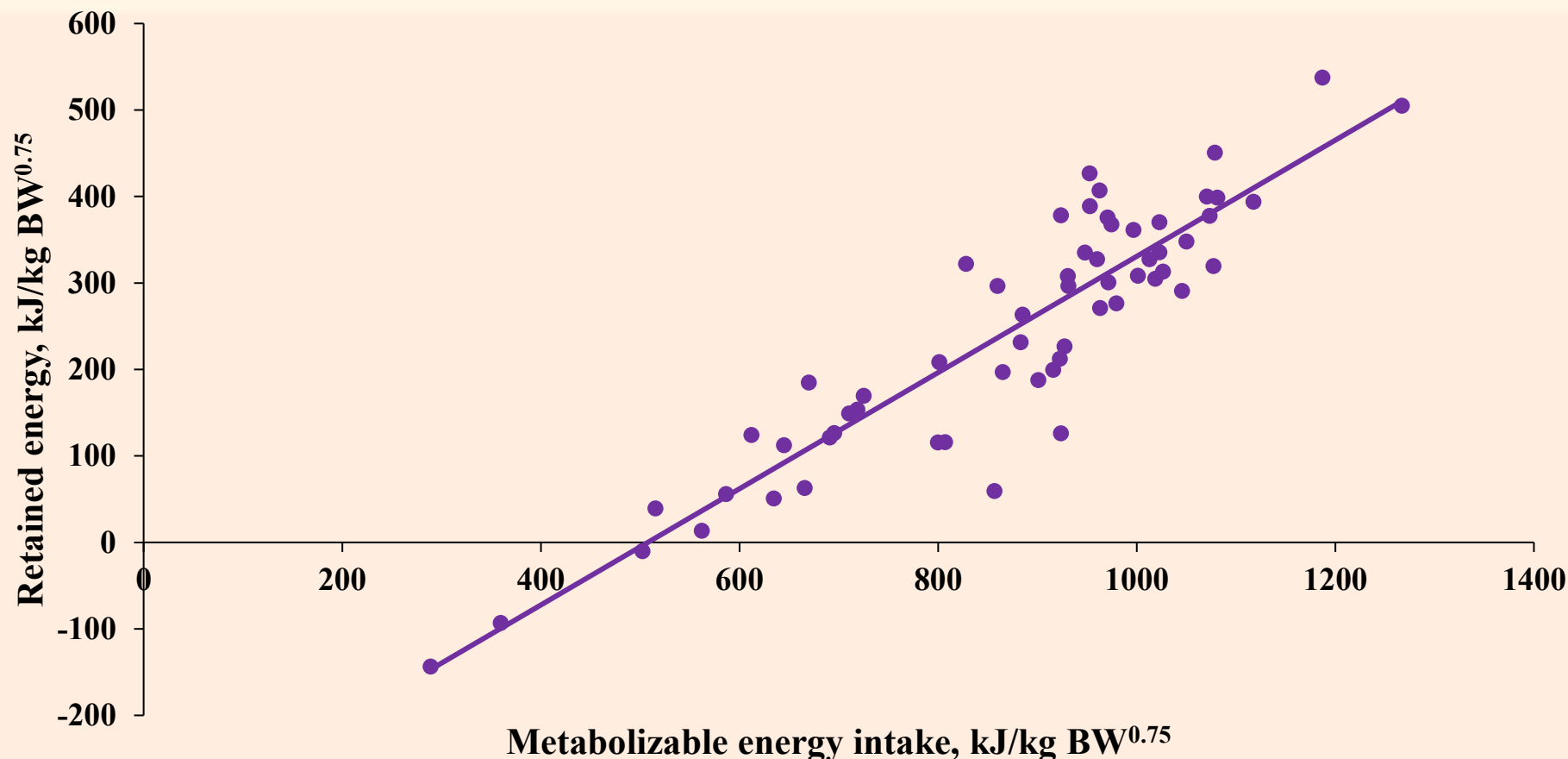


Figure 4. Linear relationships between metabolizable energy intake (MEI, kJ/kg BW^{0.75}) retained energy (ER, kJ/kg BW^{0.75}) for dairy replacement heifers. Equation: $ER = (0.672_{(SE=0.039)} \times MEI) - 341.13_{(SE=34.95)}$ ($r^2 = 0.836$; $P < 0.001$; $RSD = 7.64$; $n = 60$). The metabolizable energy requirement for maintenance (ME_m) was **507.7 kJ/kg BW^{0.75}**.

Net Energy System

- ME_m are based upon body weight
 - Actually, metabolic body weight ($W^{0.75}$)
 - $ME_m = 508 \text{ kJ/kg BW}^{0.75}$
 - 300 kg steer = 72.1 kg metabolic BW x 508 kJ = 36.63 MJ/d
 - 600 kg steer = 121.2 kg metabolic BW x 508 kJ = 61.57 MJ/d
 - NOT TWICE!!
- Net energy requirement for maintenance (NE_m)
 - $NE_m = 341 \text{ kJ/kg BW}^{0.75}$
 - 300 kg steer = 72.1 kg metabolic BW x 341 kJ = ? MJ/d
 - 600 kg steer = 121.2 kg metabolic BW x 341 kJ = ? MJ/d

TABLE 3 Weight Equivalents

1 lb = 453.6 g = 0.4536 kg = 16 oz
1 oz = 28.35 g
1 kg = 1,000 g = 2.2046 lb
1 g = 1,000 mg
1 mg = 1,000 μ g = 0.001 g
1 μ g = 0.001 mg = 0.000001 g
1 μ g per g or 1 mg per kg is the same as 1 ppm
0.3 μ g vitamin A alcohol = 0.344 mg vitamin A acetate = 1.0 IU vitamin A
0.025 μ g crystalline vitamin D ₃ = 1.0 IU vitamin D ₃
1 mg <i>dl</i> - α -tocopheryl acetate = 1.0 IU vitamin E
1 mg <i>dl</i> - α -tocopherol = 1.1 IU vitamin E
1 mg <i>d</i> - α -tocopherol = 1.49 IU vitamin E

TABLE 4 Weight-Unit Conversion Factors

Units Given	Units Wanted	For Conversion Multiply by
lb	g	453.6
lb	kg	0.4536
oz	g	28.35
kg	lb	2.2046
kg	mg	1,000,000
kg	g	1,000
g	mg	1,000
g	μ g	1,000,000
mg	μ g	1,000
mg/g	mg/lb	453.6
mg/kg	mg/lb	0.4536
μ g/kg	μ g/lb	0.4536
joule	kcal	0.239
kcal	joule	4.18
Mcal	kcal	1,000
kcal/kg	kcal/lb	0.4536
kcal/lb	kcal/kg	2.2046
ppm	μ g/g	1
ppm	mg/kg	1
ppm	mg/lb	0.4536
mg/kg	%	0.0001
ppm	%	0.0001
mg/g	%	0.1
g/kg	%	0.1

แบบฝึกหัดการวิเคราะห์การแปลงค่าหน่วย

◆ 3.5 lb = ? kg

◆ 7.0 kg = ? lb

◆ 7.0 kg = ? mg

◆ 14 g = ? mg

◆ 14 mg = ? μ g

◆ 0.20% = ? mg/kg

◆ 0.20% = ? g/kg

◆ 25 mg/kg = ? μ g/g

◆ 1.4 calorie = ? Joule



ความต้องการโภชนาของโคนมในประเทศไทย
NUTRIENT REQUIREMENTS OF DAIRY
CATTLE IN THAILAND

(ฉบับแรก ปี พ.ศ. ๒๕๕๓)



คณะกรรมการความต้องการโภชนาโคนมในประเทศไทย
กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)

คุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์: การเปิดตาราง-แปรรูป

◆ บทที่ 14 ตารางค่าความต้องการโภชนาการของโคเนื้อไทย หน้า 182

◆ บทที่ 15 ตารางคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ หน้า 184

ค่าวัตถุดิบแห้ง (%) = 89.7 (SD=1.6; N=298)

ค่าโปรตีนหยาบ(%) = 13.6 (SD=1.3; N=280)

ค่าเยื่อใย NDF(%) = 20.28 (SD=7.6; N=109)

ค่าพลังงานสุทธิ(NE) = 1.05

ตารางที่ 15.1 คุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารโคเนื้อ (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อ	Feed class		DM	CP	EE	CF	Ash	NFE	NDF	ADF	ADL	NDICP	ADICP	NDFD	RUP	DMD	OMD	TDN ^{1/}	DE	ME ^{2/}	NEL ^{2/}
					% on DM											%of NDF	% of protein			Mca/MgDM		
2	ข้าว : <i>Oryza sativa</i>																					
	รำละเอียด (rice bran)	3	Avg.	89.71	13.63	15.89	8.48	8.71	53.23	20.28	10.32	4.47	1.41	0.54	45.96	25.8	58.68	50.12	82.00*	3.29*	3.00*	1.05
			SD	1.65	1.30	2.63	4.14	1.93	5.78	7.64	4.93	2.21	0.23	0.11	14.19	7.64	11.25	15.83	14.08	0.59	0.62	0.43
			N	298	280	250	190	207	175	109	110	36	6	7	10	3	11	11	4	4	4	11
	รำสกัดไขมัน (defatted rice bran)	3	Avg.	88.66	17.47	1.25	9.34	10.84	61.36	27.14	11.85	4.23	2.62	0.78	40.94	26.2	74.48	59.24	63.17	ND	2.14	1.29
			SD	0.89	1.46	0.87	2.21	1.33	4.96	6.61	3.25	2.06	0.81	0.14	15.60	2.98	3.97	2.71	6.72	ND	0.10	0.07
			N	107	106	105	58	61	55	51	52	18	12	11	10	3	10	10	11	ND	10	10
	รำคั่ว	3	Avg.	91.39	11.68	9.31	8.88	18.88	46.70	42.96	40.08	10.07	ND	ND	ND	ND	ND	ND	34.78*	1.65*	1.30*	ND
			SD	1.93	2.39	3.05	6.96	2.63		25.41	9.97		ND	ND	ND	ND	ND	ND	11.77	0.73	0.58	ND
			N	13	8	13	6	2	1	4	4	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4	4	4	ND
	รำหยาบ (rough rice bran)	3	Avg.	90.19	6.37	3.36	34.51	15.01	41.10	56.79	42.54	12.42	2.48	1.78	9.80	44.1	33.82	25.83	39.92	ND	0.88	0.37
			SD	1.44	1.83	2.48	6.33	2.45	5.65	10.76	9.18	3.98	0.91	0.63	6.19	14.29	9.85	7.21	8.48	ND	0.27	0.20
			N	63	58	55	51	45	31	33	34	19	10	10	10	3	10	10	9	ND	10	10
	ฟางข้าว (rice straw)	1	Avg.	91.88	4.14	0.94	35.38	14.20	43.55	68.49	43.34	3.92	1.55	0.46	39.04	35.57	41.98	38.90	46.64*	1.95*	1.62*	0.75
			SD	2.49	1.24	0.41	4.16	3.49	5.59	7.96	4.39	1.06	0.79	0.20	3.80	2.76	2.38	4.07	5.49	0.30	0.44	0.10
			N	110	101	97	57	105	49	95	101	86	7	9	10	3	10	7	4	4	4	7

พลังงานที่สามารถย่อยได้ $DE(\text{Mcal/kg}) = 1.71 = (5.8/3.4)$

ตารางค่าความต้องการโภชนาของโคนมไทย

พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ $ME(\text{Mcal/kg}) = 1.51 = (5.12/3.4)$

โภชนาที่่อยได้รวมทั้งหมด $TDN(\%) = 41.18 = (1.4 \times 100/3.4)$

โปรตีนหยาบ $CP(\%) = 16.6 = (236 + 332/3.4)$

Intake= ปริมาณการกินได้(กก/วัน)

ตารางที่ 14.1 ค่าความต้องการโภชนาของโคนมไทยระยะรุ่น-สาว (Growing-Heifers)*

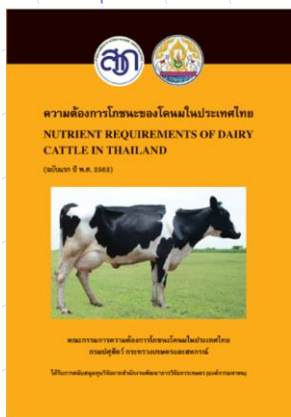
BW	ADG	Intake	ME	DE	TDN	MP	RDP	RUP	CP	CP
(kg)	(kg/d)	(kg/d)	(Mcal/d)	(Mcal/d)	(kg/d)	(g/d)	(g/d)	(g/d)	(g/d)	(%)
100	0.0	3.4	5.03	5.7	1.4	78	43	61	104	3.0
100	0.3	3.4	5.06	5.7	1.4	271	151	211	362	10.6
100	0.6	3.4	5.09	5.7	1.4	348	194	271	465	13.6
100	0.9	3.4	5.12	5.8	1.4	425	236	332	568	16.6
150	0.0	4.6	6.82	7.6	1.9	105	59	82	141	3.0
150	0.3	4.6	6.85	7.7	1.9	340	189	265	454	9.8
150	0.6	4.6	6.88	7.7	1.9	417	232	325	557	12.0
150	0.9	4.6	6.91	7.7	1.9	494	275	385	660	14.3
200	0.0	5.7	8.47	9.4	2.3	130	73	102	174	3.0
200	0.3	5.7	8.50	9.4	2.3	403	224	314	539	9.4
200	0.6	5.7	8.53	9.5	2.3	480	267	375	642	11.2
200	0.9	5.7	8.55	9.5	2.3	557	310	435	745	13.0

BW=น้ำหนักโค(กก)

ADG= อัตราการเจริญเติบโต(กก/วัน)

Intake= ปริมาณการกินได้(กก/วัน)

ME=พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้

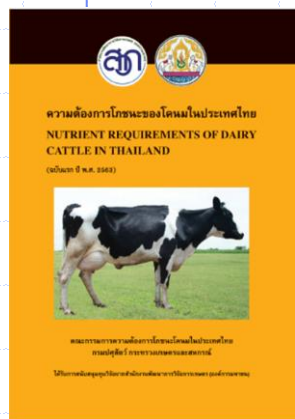


5. การเปิดตารางค่าความต้องการพลังงานของโคนมไทย (Energy requirement table)

น้ำนมดิบ(กก/วัน) โปรตีนนม(%) BWC= ลด-เพิ่มน้ำหนัก(กก/วัน) NE=พลังงานสุทธิเพื่อผลิตน้ำนม
 ไขมันนม(%) Intake= ปริมาณการกินได้(กก/วัน) ME=พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ CP=โปรตีนหยาบ(%)
 BW=น้ำหนักโค(กก)

ตารางที่ 14.6 ค่าความต้องการโภชนาการของโคนมระยะ 12 สัปดาห์หลังคลอด แสดงอาการเครียดจากความร้อนสูง*

BW (kg)	Milk (kg)	Fat (%)	Protein (%)	BWC (kg/d)	Intake (kg/d)	NEL (Mcal/d)	ME (Mcal/d)	DE (Mcal/d)	TDN (kg/d)	MP (g/d)	RDP (g/d)	RUP (g/d)	CP (g/d)	CP (%)
450	12	3.5	3.0	-0.2	13.1	17.2	24.9	27.2	6.8	1264	1339	534	1873	14.3
450	12	3.5	3.0	0	13.1	18.1	26.2	28.7	7.1	1316	1393	556	1949	14.9
450	12	3.5	3.0	0.2	13.1	19.1	27.6	30.2	7.5	1367	1448	577	2025	15.4
450	12	4.0	3.0	-0.2	13.5	17.8	25.7	28.1	7.0	1364	1445	576	2021	15.0
450	12	4.0	3.0	0	13.5	18.7	27.0	29.6	7.3	1416	1499	598	2097	15.6
450	12	4.0	3.0	0.2	13.5	19.6	28.4	31.0	7.7	1467	1554	619	2173	16.2
450	18	3.5	3.0	-0.2	15.2	21.3	30.8	33.7	8.4	1803	1909	761	2670	17.6
450	18	3.5	3.0	0	15.2	22.2	32.1	35.1	8.7	1854	1963	783	2746	18.1
450	18	3.5	3.0	0.2	15.2	23.2	33.5	36.6	9.1	1905	2018	804	2822	18.6
450	18	4.0	3.0	-0.2	15.7	22.1	32.0	35.0	8.7	1953	2068	824	2892	18.4
450	18	4.0	3.0	0	15.7	23.1	33.3	36.4	9.1	2004	2122	846	2968	18.9
450	18	4.0	3.0	0.2	15.7	24.0	34.7	37.9	9.4	2055	2176	868	3044	19.4
550	18	3.5	3.0	-0.2	16.6	22.9	33.1	36.2	9.0	1842	1950	777	2727	16.4



5.ความต้องการพลังงานของโคนมไทย: การเปิดตารางค่าความต้องการพลังงานของโคนมไทย (Energy requirement table)

ตารางที่ 14.10 ค่าความต้องการโภชนะของโครีดนมระยะ 40 สัปดาห์หลังคลอด แสดงอาการเครียดจากความร้อนระดับต่ำ

BW	Milk	Fat	Protein	BWC	Intake	NEL	ME	DE	TDN	MP	RDP	RUP	CP	CP
(kg)	(kg)	(%)	(%)	(kg/d)	(kg/d)	(Mcal/d)	(Mcal/d)	(Mcal/d)	(kg/d)	(g/d)	(g/d)	(g/d)	(g/d)	(%)
550	6	3.5	3.5	-0.2	13.1	13.0	18.7	20.6	5.1	855	905	361	1266	9.7
550	6	3.5	3.5	0	13.1	13.9	20.1	22.0	5.5	906	960	382	1342	10.3
550	18	3.5	3.0	-0.2	17.2	21.0	30.3	33.2	8.2	1842	1950	777	2727	15.9
550	18	3.5	3.0	0	17.2	21.9	31.7	34.6	8.6	1893	2004	799	2803	16.3
550	18	3.5	3.0	0.2	17.2	22.9	33.0	36.1	9.0	1944	2059	820	2879	16.8
550	18	3.5	3.5	-0.2	17.2	21.5	31.0	33.9	8.4	2111	2235	891	3126	18.2
550	18	3.5	3.5	0	17.2	22.4	32.4	35.4	8.8	2162	2289	913	3202	18.6
550	18	3.5	3.5	0.2	17.2	23.3	33.7	36.9	9.2	2213	2344	934	3278	19.1

มีกำไรไหม?

*BW= น้ำหนักโค (กิโลกรัม); Milk = ปริมาณน้ำนม (กิโลกรัม/วัน); Fat= ไขมันนม (%); Protein = โปรตีนนม (%); BWC = การเพิ่มหรือลดน้ำหนัก (กิโลกรัม/วัน); Intake = ปริมาณการกินได้ (กิโลกรัมโดยน้ำหนักแห้ง/วัน); NEL = พลังงานสุทธิเพื่อการผลิตน้ำนม (เมกะแคลอรี/วัน); ME = พลังงานที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ (เมกะแคลอรี/วัน); DE = พลังงานที่สามารถย่อยได้ (เมกะแคลอรี/วัน); TDN = ค่าโภชนะที่สามารถย่อยได้รวมทั้งหมด (กิโลกรัม/วัน); MP = โปรตีนที่ใช้ประโยชน์ได้ (กรัม/วัน); RDP = โปรตีนที่สามารถถูกย่อยสลายได้ในกระเพาะหมัก (กรัม/วัน); RUP = โปรตีนที่ไม่ถูกย่อยสลายในกระเพาะหมัก (กรัม/วัน); CP = โปรตีนหยาบ (กรัม/วัน หรือ ร้อยละของสูตรอาหาร)

5.ความต้องการพลังงานของโคนมไทย: การเปิดตารางค่าความต้องการพลังงานของโคนมไทย (Energy requirement table)

$$ME(Mcal/kg) = 1.51 = (5.12/3.4)$$

164

ตารางค่าความต้องการโภชนะของโคนมไทย

$$DE(Mcal/kg) = 1.71 = (5.8/3.4)$$

$$CP(\%) = 16.6 = (236+332/3.4)$$

$$TDN(\%) = 41.18 = (1.4*100/3.4)$$

BW=น้ำหนักโค(กก)

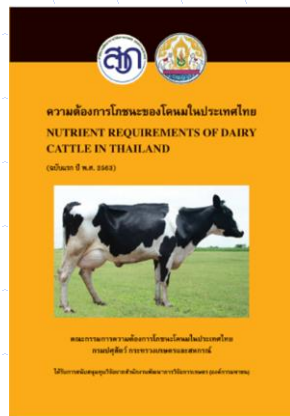
ADG= อัตราการเจริญเติบโต(กก/วัน)

Intake= ปริมาณการกินได้(กก/วัน)

ME=พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้

ตารางที่ 14.1 ค่าความต้องการโภชนะของโคนมไทยระยะรุ่น-สาว (Growing-Heifers)*

BW	ADG	Intake	ME	DE	TDN	MP	RDP	RUP	CP	CP
(kg)	(kg/d)	(kg/d)	(Mcal/d)	(Mcal/d)	(kg/d)	(g/d)	(g/d)	(g/d)	(g/d)	(%)
100	0.0	3.4	5.03	5.7	1.4	78	43	61	104	3.0
100	0.3	3.4	5.06	5.7	1.4	271	151	211	362	10.6
100	0.6	3.4	5.09	5.7	1.4	348	194	271	465	13.6
100	0.9	3.4	5.12	5.8	1.4	425	236	332	568	16.6
150	0.0	4.6	6.82	7.6	1.9	105	59	82	141	3.0
150	0.3	4.6	6.85	7.7	1.9	340	189	265	454	9.8
150	0.6	4.6	6.88	7.7	1.9	417	232	325	557	12.0
150	0.9	4.6	6.91	7.7	1.9	494	275	385	660	14.3
200	0.0	5.7	8.47	9.4	2.3	130	73	102	174	3.0
200	0.3	5.7	8.50	9.4	2.3	403	224	314	539	9.4
200	0.6	5.7	8.53	9.5	2.3	480	267	375	642	11.2
200	0.9	5.7	8.55	9.5	2.3	557	310	435	745	13.0



5.ความต้องการพลังงานของโคนมไทย: การเปิดตารางค่าความต้องการพลังงานของโคนมไทย (Energy requirement table)

$$ME(Mcal/kg) = 1.51 = \frac{164}{(5.12/3.4)}$$

ตารางค่าความต้องการโภชนะของโคนมไทย

$$DE(Mcal/kg) = 1.71 = (5.8/3.4) = 16.6 = (236+332/3.4)$$

$$TDN(\%) = 41.18 = (1.4 \times 100 / 3.4)$$

BW=น้ำหนักโค(กก)

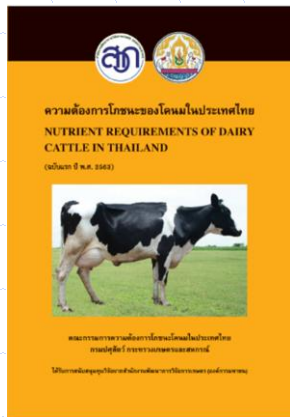
ADG= อัตราการเจริญเติบโต(กก/วัน)

Intake= ปริมาณการกินได้(กก/วัน)

ME=พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้

ตารางที่ 14.1 ค่าความต้องการโภชนะของโคนมไทยระยะรุ่น-สาว (Growing-Heifers)*

BW	ADG	Intake	ME	DE	TDN	MP	RDP	RUP	CP	CP
(kg)	(kg/d)	(kg/d)	(Mcal/d)	(Mcal/d)	(kg/d)	(g/d)	(g/d)	(g/d)	(g/d)	(%)
100	0.0	3.4	5.03	5.7	1.4	78	43	61	104	3.0
100	0.3	3.4	5.06	5.7	1.4	271	151	211	362	10.6
100	0.6	3.4	5.09	5.7	1.4	348	194	271	465	13.6
100	0.9	3.4	5.12	5.8	1.4	425	236	332	568	16.6
150	0.0	4.6	6.82	7.6	1.9	105	59	82	141	3.0
150	0.3	4.6	6.85	7.7	1.9	340	189	265	454	9.8
150	0.6	4.6	6.88	7.7	1.9	417	232	325	557	12.0
150	0.9	4.6	6.91	7.7	1.9	494	275	385	660	14.3
200	0.0	5.7	8.47	9.4	2.3	130	73	102	174	3.0
200	0.3	5.7	8.50	9.4	2.3	403	224	314	539	9.4
200	0.6	5.7	8.53	9.5	2.3	480	267	375	642	11.2
200	0.9	5.7	8.55	9.5	2.3	557	310	435	745	13.0





ความต้องการโภชนะของโคเนื้อ ในประเทศไทย

Nutrient Requirements of Beef Cattle
in Thailand

คณะกรรมการจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย
The Working Committee of Thai Feeding Standard for Ruminant (WTSR)
กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
(ฉบับแรก ปี พ.ศ. 2551)



Nutrient Requirements of Beef Cattle in Indochinese Peninsula

First Edition, 2010

The Working Committee of Thai Feeding Standard for Ruminant (WTSR)
Department of Livestock Development, Ministry of Agriculture, Thailand

ตารางที่ 11 ค่าความต้องการโปรตีนและพลังงานของโคพันธุ์บราห์มัน
(Nutrient requirements for Brahman cattle in Thailand)

Weight range	150-500 kg							
ADG range	0-1.75 kg							
Breed Code	Brahman							
Body Weight, kg	150	200	250	300	350	400	450	500
Dry Matter Intake (kg/d)	3.75	5.20	6.64	8.08	9.53	10.97	12.41	13.86
Maintenance and Growth Requirements								
ADG (kg/d)	ME required for gain (MJ/d)							
0.00	20.84	25.86	30.57	35.05	39.34	43.49	47.50	51.41
0.25	26.51	31.52	36.24	40.71	45.01	49.15	53.17	57.08
0.50	32.17	37.19	41.90	46.38	50.68	54.82	58.84	62.74
0.75	37.84	42.86	47.57	52.05	56.34	60.49	64.50	68.41
1.00	43.51	48.53	53.24	57.72	62.01	66.16	70.17	74.08
1.25	49.18	54.19	58.90	63.38	67.68	71.82	75.84	79.75
1.50	54.84	59.86	64.57	69.05	73.35	77.49	81.51	85.41
1.75	60.51	65.53	70.24	74.72	79.01	83.16	87.17	91.08
ADG (kg/d)	CP required for gain (g/d)							
0.00	194	240	284	325	365	404	441	477
0.25	334	381	425	466	506	545	582	618
0.50	475	522	566	607	647	686	723	759
0.75	616	663	706	748	788	826	864	900
1.00	757	803	847	889	929	967	1004	1041
1.25	898	944	988	1030	1069	1108	1145	1182
1.50	1038	1085	1129	1170	1210	1249	1286	1322
1.75	1179	1226	1270	1311	1351	1390	1427	1463

ตารางที่ 11 ค่าความต้องการโปรตีนและพลังงานของโคพันธุ์บราห์มัน
(Nutrient requirements for Brahman cattle in Thailand)

Weight range	150-500 kg							
ADG range	0-1.75 kg							
Breed Code	Brahman							
Body Weight, kg	150	200	250	300	350	400	450	500
Dry Matter Intake (kg/d)	3.75	5.20	6.64	8.08	9.53	10.97	12.41	13.86
Maintenance and Growth Requirements								
ADG (kg/d)	ME required for gain (MJ/d)							
0.00	20.84	25.86	30.57	35.05	39.34	43.49	47.50	51.41
0.25	26.51	31.52	36.24	40.71	45.01	49.15	53.17	57.08
0.50	32.17	37.19	41.90	46.38	50.68	54.82	58.84	62.74
0.75	37.84	42.86	47.57	52.05	56.34	60.49	64.50	68.41
1.00	43.51	48.53	53.24	57.72	62.01	66.16	70.17	74.08
1.25	49.18	54.19	58.90	63.38	67.68	71.82	75.84	79.75
1.50	54.84	59.86	64.57	69.05	73.35	77.49	81.51	85.41
1.75	60.51	65.53	70.24	74.72	79.01	83.16	87.17	91.08
ADG (kg/d)	CP required for gain (g/d)							
0.00	194	240	284	325	365	404	441	477
0.25	334	381	425	466	506	545	582	618
0.50	475	522	566	607	647	686	723	759
0.75	616	663	706	748	788	826	864	900
1.00	757	803	847	889	929	967	1004	1041
1.25	898	944	988	1030	1069	1108	1145	1182
1.50	1038	1085	1129	1170	1210	1249	1286	1322
1.75	1179	1226	1270	1311	1351	1390	1427	1463

แบบฝึกหัด

วิธีการวิเคราะห์ค่าโปรตีนและพลังงานในสูตรอาหารโคเนื้อ

คำถามที่ 1: โคน้ำหนัก 350 กก. อัตราการเพิ่มน้ำหนักวันละ 1.5 กก. มีความต้องการพลังงานในสูตรอาหารเท่าใด?

วิธีการวิเคราะห์: มีความต้องการพลังงานวันละ 73.35 MJ ME/d) กินอาหารได้วันละ 9.53 กก. ดังนั้น อาหาร 1 กก. ก็จะมีความต้องการพลังงาน เท่ากับ $(73.35 \times 1) / 9.53 = 7.7$ MJ ME/kg(เมกะจูลต่อกิโลกรัม)

คำถามที่ 2: โคน้ำหนัก 350 กก. อัตราการเพิ่มน้ำหนักวันละ 1.5 กก. มีความต้องการโปรตีนในสูตรอาหารร้อยละเท่าใด?

วิธีการวิเคราะห์: มีความต้องการโปรตีนวันละ 1,210 กก (1210g/d) กินอาหารได้วันละ 9.53 กก. หากกินอาหารได้ 100 กก. ก็จะมีความต้องการโปรตีนร้อยละ 12.7 คำนวณจาก $(1.210 \times 100) / 9.53 = 12.7\%$

ตารางที่ 10 ค่าความต้องการโปรตีนและพลังงานของโคพื้นเมืองไทย

(Nutrient requirements for Thai native cattle in Thailand)

Weight range	100-400 kg						
ADG range	0-1.00 kg						
Breed Code	Thai native						
Body Weight, kg	100	150	200	250	300	350	400
Dry Matter Intake (kg/d)	2.31	3.75	5.20	6.64	8.08	9.53	10.97
Maintenance and Growth Requirements							
ADG (kg/d)	ME required for gain (MJ/d)						
0.00	15.29	20.73	25.72	30.40	34.86	39.13	43.25
0.25	23.13	28.57	33.56	38.25	42.70	46.97	51.10
0.50	30.98	36.41	41.40	46.09	50.54	54.82	58.94
0.75	38.82	44.25	49.24	53.93	58.39	62.66	66.78
1.00	46.66	52.09	57.09	61.77	66.23	70.50	74.62
ADG (kg/d)	CP required for gain (g/d)						
0.00	159	215	267	316	362	407	450
0.25	254	311	363	411	458	502	545
0.50	349	406	458	506	553	597	640
0.75	445	501	553	602	648	692	735
1.00	540	596	648	697	743	788	830

วิเคราะห์ค่าความต้องการ โภชนะ

ใช้ข้อมูลจากตารางที่ 10 เพื่อประกอบในการตอบคำถาม ดังนี้

- ก. จงแสดงวิธีการคำนวณค่าความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่กินได้(หน่วย; Mcal/d) สำหรับโคพื้นเมืองไทย น้ำหนัก 350 กิโลกรัม เพื่อให้ได้อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน 0.75 กิโลกรัม
- ข. จงแสดงวิธีการคำนวณค่าความต้องการโปรตีนหยาบ(หน่วย: % CP ในสูตรอาหาร) สำหรับโคพื้นเมืองไทย น้ำหนัก 150 กิโลกรัม เพื่อให้ได้อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน 0.75 กิโลกรัม

NATIONAL RESEARCH COUNCIL



NUTRIENT REQUIREMENTS OF POULTRY

Ninth Revised Edition
1994



NUTRIENT REQUIREMENTS OF DOMESTIC ANIMALS

TABLE 2-3 Nutrient Requirements of Leghorn-Type Laying Hens as Percentages or Units per Kilogram of Diet (90 percent dry matter)

Nutrient	Unit	Amounts Required per Hen Daily (mg or IU)			100 ^{a,b}	120 ^{a,b}
		Dietary Concentrations Required by White-Egg Layers at Different Feed Intakes	White-Egg Breeders at 100 g of Feed per Hen Daily ^b	White-Egg Layers at 100 g of Feed per Hen Daily	Brown-Egg Layers at 110 g of Feed per Hen Daily ^c	
Protein and amino acids						
Crude protein ^d	%	18.8	15.0	12.5	15,000	15,000
Arginine ^e	%	<i>0.88</i>	<i>0.70</i>	<i>0.58</i>	<i>700</i>	<i>770</i>
Histidine	%	<i>0.21</i>	<i>0.17</i>	<i>0.14</i>	<i>170</i>	<i>190</i>
Isoleucine	%	0.81	0.65	0.54	650	715
Leucine	%	<i>1.03</i>	<i>0.82</i>	<i>0.68</i>	<i>820</i>	<i>900</i>
Lysine	%	0.86	0.69	0.58	690	760
Methionine	%	0.38	0.30	0.25	300	330
Methionine + cystine	%	0.73	0.58	0.48	580	645
Phenylalanine	%	<i>0.59</i>	<i>0.47</i>	<i>0.39</i>	<i>470</i>	<i>520</i>
Phenylalanine + tyrosine	%	<i>1.04</i>	<i>0.83</i>	<i>0.69</i>	<i>830</i>	<i>910</i>
Threonine	%	<i>0.59</i>	<i>0.47</i>	<i>0.39</i>	<i>470</i>	<i>520</i>
Tryptophan	%	0.20	0.16	0.13	160	175
Valine	%	<i>0.88</i>	<i>0.70</i>	<i>0.58</i>	<i>700</i>	<i>770</i>
Fat						
Linoleic acid	%	1.25	1.0	0.83	1,000	1,100
Macrominerals						
Calcium ^f	%	4.06	3.25	2.71	3,250	3,600
Chloride	%	0.16	0.13	0.11	130	145
Magnesium	mg	625	500	420	50	55
Nonphytate phosphorus ^g	%	0.31	0.25	0.21	250	275
Potassium	%	0.19	0.15	0.13	150	165
Sodium	%	0.19	0.15	0.13	150	165
Trace minerals						
Copper	mg	?	?	?	?	?
Iodine	mg	0.044	0.035	0.029	0.010	0.004
Iron	mg	56	45	38	6.0	5.0
Manganese	mg	25	20	17	2.0	2.2
Selenium	mg	0.08	0.06	0.05	0.006	0.006
Zinc	mg	44	35	29	4.5	3.9
Fat soluble vitamins						
A	IU	3,750	3,000	2,500	300	330
D ₃	IU	375	300	250	30	33
E	IU	6	5	4	1.0	0.55
K	mg	0.6	0.5	0.4	0.1	0.055
Water soluble vitamins						
B ₁₂	mg	0.004	<i>0.004</i>	<i>0.004</i>	0.008	<i>0.0004</i>
Biotin	mg	<i>0.13</i>	<i>0.10</i>	<i>0.08</i>	<i>0.01</i>	<i>0.011</i>
Choline	mg	1,310	1,050	875	105	115
Folacin	mg	0.31	0.25	0.21	0.035	0.025
Niacin	mg	12.5	10.0	8.3	1.0	1.1
Pantothenic acid	mg	2.5	2.0	1.7	0.7	0.22
Pyridoxine	mg	3.1	2.5	2.1	0.45	0.28
Riboflavin	mg	3.1	2.5	2.1	0.36	0.28
Thiamin	mg	0.88	0.70	0.60	0.07	0.08

NOTE: Where experimental data are lacking, values typeset in bold italics represent an estimate based on values obtained for other ages or related species.

^a Grams feed intake per hen daily.

^b Based on dietary *ME_n* concentrations of approximately 2,900 kcal/kg and an assumed rate of egg production of 90 percent (90 eggs per 100 hens daily).

^c Italicized values are based on those from white-egg layers but were increased 10 percent because of larger body weight and possibly more egg mass per day.

^d Laying hens do not have a requirement for crude protein per se. However, there should be sufficient crude protein to ensure an adequate supply of nonessential amino acids. Suggested requirements for crude protein are typical of those derived with corn-soybean meal diets, and levels can be reduced somewhat when synthetic amino acids are used.

^e Italicized amino acid values for white-egg-laying chickens were estimated by using Model B (Hurwitz and Bornstein, 1973), assuming a body weight of 1,800 g and 47 g of egg mass per day.

TABLE 3-1 Nutrient Requirements of Turkeys as Percentages or Units per Kilogram of Diet (90 percent dry matter)

Nutrient	Unit	Growing Turkeys, Males and Females						Breeders	
		0 to 4	4 to 8	8 to 12	12 to 16	16 to 20	20 to 24	Holding:	Laying Hens:
		Weeks ^a	Weeks ^a	Weeks ^a	Weeks ^a	Weeks ^a	Weeks ^a		
		0 to 4	4 to 8	8 to 11	11 to 14	14 to 17	17 to 20		
		Weeks ^b	Weeks ^b	Weeks ^b	Weeks ^b	Weeks ^b	Weeks ^b	2,900 ^c	2,900 ^c
Protein and amino acids									
Protein ^d	%	28.0	25	22	19	16.5	14	12	14
Arginine	%	1.6	1.4	1.1	0.9	0.75	0.6	0.5	0.6
Glycine + serine	%	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.5
Histidine	%	0.58	0.5	0.4	0.3	0.25	0.2	0.2	0.3
Isoleucine	%	1.1	1.0	0.8	0.6	0.5	0.45	0.4	0.5
Leucine	%	1.9	1.75	1.5	1.25	1.0	0.8	0.5	0.5
Lysine	%	1.6	1.5	1.3	1.0	0.8	0.65	0.5	0.6
Methionine	%	0.55	0.45	0.4	0.35	0.25	0.25	0.2	0.2
Methionine + cystine	%	1.05	0.85	0.8	0.65	0.55	0.45	0.4	0.4
Phenylalanine	%	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.55
Phenylalanine + tyrosine	%	1.8	1.6	1.2	1.0	0.9	0.9	0.8	1.0
Threonine	%	1.0	0.95	0.8	0.75	0.6	0.5	0.4	0.45
Tryptophan	%	0.26	0.24	0.2	0.18	0.15	0.13	0.1	0.13
Valine	%	1.2	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.58
Fat									
Linoleic acid	%	1.0	1.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.1
Macrominerals									
Calcium ^e	%	1.2	1.0	0.85	0.75	0.65	0.55	0.5	2.25
Nonphytate phosphorus ^f	%	0.6	0.5	0.42	0.35	0.32	0.28	0.25	0.35
Potassium	%	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.6
Sodium	%	0.17	0.15	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Chlorine	%	0.15	0.14	0.14	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Magnesium	mg	500	500	500	500	500	500	500	500
Trace minerals									
Manganese	mg	60	60	60	60	60	60	60	60
Zinc	mg	70	65	50	40	40	40	40	65
Iron	mg	80	60	60	60	50	50	50	60
Copper	mg	8	8	6	6	6	6	6	8
Iodine	mg	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Selenium	mg	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Fat soluble vitamins									
A	IU	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
D ₃ ^g	ICU	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100
E	IU	12	12	10	10	10	10	10	25
K	mg	1.75	1.5	1.0	0.75	0.75	0.50	0.5	1.0
Water soluble vitamins									
B ₁₂	mg	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
Biotin ^h	mg	0.25	0.2	0.125	0.125	0.100	0.100	0.100	0.20
Choline	mg	1,600	1,400	1,100	1,100	950	800	800	1,000
Folacin	mg	1.0	1.0	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	1.0
Niacin	mg	60.0	60.0	50.0	50.0	40.0	40.0	40.0	40.0
Pantothenic acid	mg	10.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	10.0
Pyridoxine	mg	4.5	4.5	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0	4.0
Riboflavin	mg	4.0	3.6	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5	4.0
Thiamin	mg	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

NOTE: Where experimental data are lacking, values typeset in bold italics represent estimates based on values obtained from other ages or relate species or from modeling experiments.

^aThe age intervals for nutrient requirements of males are based on actual chronology from previous research. Genetic improvements in body weight gain have led to an earlier implementation of these levels, at 0 to 3, 3 to 6, 6 to 9, 9 to 12, 12 to 15, and 15 to 18 weeks, respectively, by the industry at large.

^bThe age intervals for nutrient requirements of females are based on actual chronology from previous research. Genetic improvements in body weight gain have led to an earlier implementation of these levels, at 0 to 3, 3 to 6, 6 to 9, 9 to 12, 12 to 14, and 14 to 16 weeks, respectively, by the industry at large.

^cThese are approximate metabolizable energy (ME) values provided with typical corn-soybean-meal-based feeds, expressed in kcal ME/kg diet. Such energy, when accompanied by the nutrient levels suggested, is expected to provide near-maximum growth, particularly with pelleted feed.

^dTurkeys do not have a requirement for crude protein per se. There, however, should be sufficient crude protein to ensure an adequate nitrogen supply for synthesis of nonessential amino acids. Suggested requirements for crude protein are typical of those derived with corn-soybean meal diets, and levels can be reduced when synthetic amino acids are used.

^eThe calcium requirement may be increased when diets contain high levels of phytate phosphorus (Nelson, 1984).

^fOrganic phosphorus is generally considered to be associated with phytin and of limited availability.

^gThese concentrations of vitamin D are considered satisfactory when the associated calcium and phosphorus levels are used.

^hRequirement may increase with wheat-based diets.

TABLE 5-1 Nutrient Requirements of White Pekin Ducks as Percentages or Units per Kilogram of Diet (90 percent dry matter)

Nutrient	Unit	0 to 2 Weeks; 2,900 ^a	2 to 7 Weeks; 3,000 ^a	Breeding; 2,900 ^a
Protein and amino acids				
Protein	%	22	16	15
Arginine	%	1.1	1.0	
Isoleucine	%	0.63	0.46	0.38
Leucine	%	1.26	0.91	0.76
Lysine	%	0.90	0.65	0.60
Methionine	%	0.40	0.30	0.27
Methionine + cystine	%	0.70	0.55	0.50
Tryptophan	%	0.23	0.17	0.14
Valine	%	0.78	0.56	0.47
Macrominerals				
Calcium	%	0.65	0.60	2.75
Chloride	%	0.12	0.12	0.12
Magnesium	mg	500	500	500
Nonphytate phosphorus	%	0.40	0.30	
Sodium	%	0.15	0.15	0.15
Trace minerals				
Manganese	mg	50	? ^b	?
Selenium	mg	0.20	?	?
Zinc	mg	60	?	?
Fat soluble vitamins				
A	IU	2,500	2,500	4,000
D ₃	IU	400	400	900
E	IU	10	10	10
K	mg	0.5	0.5	0.5
Water soluble vitamins				
Niacin	mg	55	55	55
Pantothenic acid	mg	11.0	11.0	11.0
Pyridoxine	mg	2.5	2.5	3.0
Riboflavin	mg	4.0	4.0	4.0

NOTE: For nutrients not listed or those for which no values are given, see requirements of broiler chickens (Table 2-5) as a guide. Where experimental data are lacking, values typeset in bold italics represent an estimate based on values obtained for other ages or species.

^a These are typical dietary energy concentrations as expressed in kcal ME_n/kg diet.

^b Question marks indicate that no estimates are available.

จงวิเคราะห์ค่าความต้องการโภชนะของสัตว์ปีก

โดยใช้ข้อมูลจาก NRC. 1994. Nutrient Requirements of Poultry.

ข้อมูลจากหน้า 42 ตารางที่ 5-1 เพื่อประกอบในการตอบคำถาม ดังนี้

- ก. อาหารเปิดปีกกึ่ง อายุ 2 ถึง 7 สัปดาห์ จงตอบคำถาม ดังนี้
 - 1) ความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ เท่ากับ kcal/kg
 - 2) ความต้องการโปรตีนหยาบในสูตรอาหาร เท่ากับ %
 - 3) ความต้องการกรดอะมิโนไลซีนในสูตรอาหาร เท่ากับ %
 - 4) ความต้องการแคลเซียมในสูตรอาหาร เท่ากับ %
 - 5) ความต้องการวิตามินเอในสูตรอาหาร เท่ากับ IU

NUTRIENT REQUIREMENTS OF SWINE

ANIMAL NUTRITION SERIES

NATIONAL RESEARCH COUNCIL
OF THE NATIONAL ACADEMIES

TABLE 16-1A Dietary Calcium, Phosphorus, and Amino Acid Requirements of Growing Pigs When Allowed Feed Ad Libitum (90% dry matter)^a

Item	Body Weight Range (kg)						
	5-7	7-11	11-25	25-50	50-75	75-100	100-135
NE content of the diet (kcal/kg) ^b	2,448	2,448	2,412	2,475	2,475	2,475	2,475
Effective DE content of diet (kcal/kg) ^b	3,542	3,542	3,490	3,402	3,402	3,402	3,402
Effective ME content of diet (kcal/kg) ^b	3,400	3,400	3,350	3,300	3,300	3,300	3,300
Estimated effective ME intake (kcal/day)	904	1,592	3,033	4,959	6,989	8,265	9,196
Estimated feed intake + wastage (g/day) ^c	280	493	953	1,582	2,229	2,636	2,933
Body weight gain (g/day)	210	335	585	758	900	917	867
Body protein deposition (g/day)	—	—	—	128	147	141	122
Calcium and phosphorus (%)							
Total calcium	0.85	0.80	0.70	0.66	0.59	0.52	0.46
STTD phosphorus ^d	0.45	0.40	0.33	0.31	0.27	0.24	0.21
ATTD phosphorus ^{e,f}	0.41	0.36	0.29	0.26	0.23	0.21	0.18
Total phosphorus ^f	0.70	0.65	0.60	0.56	0.52	0.47	0.43
Amino acids ^{g,h}							
Standardized ileal digestible basis (%)							
Arginine	0.68	0.61	0.56	0.45	0.39	0.33	0.28
Histidine	0.52	0.46	0.42	0.34	0.29	0.25	0.21
Isoleucine	0.77	0.69	0.63	0.51	0.45	0.39	0.33
Leucine	1.50	1.35	1.23	0.99	0.85	0.74	0.62
Lysine	1.50	1.35	1.23	0.98	0.85	0.73	0.61
Methionine	0.43	0.39	0.36	0.28	0.24	0.21	0.18
Methionine + cysteine	0.82	0.74	0.68	0.55	0.48	0.42	0.36
Phenylalanine	0.88	0.79	0.72	0.59	0.51	0.44	0.37
Phenylalanine + tyrosine	1.38	1.25	1.14	0.92	0.80	0.69	0.58
Threonine	0.88	0.79	0.73	0.59	0.52	0.46	0.40
Tryptophan	0.25	0.22	0.20	0.17	0.15	0.13	0.11
Valine	0.95	0.86	0.78	0.64	0.55	0.48	0.41
Total nitrogen	3.10	2.80	2.56	2.11	1.84	1.61	1.37
Apparent ileal digestible basis (%)							
Arginine	0.64	0.57	0.51	0.41	0.34	0.29	0.24
Histidine	0.49	0.44	0.40	0.32	0.27	0.24	0.19
Isoleucine	0.74	0.66	0.60	0.49	0.42	0.36	0.30
Leucine	1.45	1.30	1.18	0.94	0.81	0.69	0.57
Lysine	1.45	1.31	1.19	0.94	0.81	0.69	0.57
Methionine	0.42	0.38	0.34	0.27	0.23	0.20	0.16
Methionine + cysteine	0.79	0.71	0.65	0.53	0.46	0.40	0.33
Phenylalanine	0.85	0.76	0.69	0.56	0.48	0.41	0.34
Phenylalanine + tyrosine	1.32	1.19	1.08	0.87	0.75	0.65	0.54
Threonine	0.81	0.73	0.67	0.54	0.47	0.41	0.35
Tryptophan	0.23	0.21	0.19	0.16	0.13	0.12	0.10
Valine	0.89	0.80	0.73	0.59	0.51	0.44	0.36
Total nitrogen	2.84	2.55	2.32	1.88	1.62	1.40	1.16

TABLE 16-1A Continued

Item	Body Weight Range (kg)						
	5-7	7-11	11-25	25-50	50-75	75-100	100-135
	<i>Total basis (%)</i>						
Arginine	0.75	0.68	0.62	0.50	0.44	0.38	0.32
Histidine	0.58	0.53	0.48	0.39	0.34	0.30	0.25
Isoleucine	0.88	0.79	0.73	0.59	0.52	0.45	0.39
Leucine	1.71	1.54	1.41	1.13	0.98	0.85	0.71
Lysine	1.70	1.53	1.40	1.12	0.97	0.84	0.71
Methionine	0.49	0.44	0.40	0.32	0.28	0.25	0.21
Methionine + cysteine	0.96	0.87	0.79	0.65	0.57	0.50	0.43
Phenylalanine	1.01	0.91	0.83	0.68	0.59	0.51	0.43
Phenylalanine + tyrosine	1.60	1.44	1.32	1.08	0.94	0.82	0.70
Threonine	1.05	0.95	0.87	0.72	0.64	0.56	0.49
Tryptophan	0.28	0.25	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13
Valine	1.10	1.00	0.91	0.75	0.65	0.57	0.49
Total nitrogen	3.63	3.29	3.02	2.51	2.20	1.94	1.67

^aMixed gender (1:1 ratio of barrows to gilts) of pigs with high-medium lean growth rate (mean whole body-protein deposition of 135 g/day) from 25 to 125 kg body weight.

^bDietary energy contents relate to corn and soybean meal-based diets. Effective DE and effective ME contents are calculated from NE contents using fixed conversion values for pigs below and above 25 kg body weight. For corn and soybean meal-based diets, effective DE and effective ME contents are similar to actual DE and ME contents. The optimum dietary energy content varies with availability and costs of local feed ingredients. When using alternative feed ingredients, it is suggested that diets be formulated based on NE contents and nutrient requirements be adjusted to maintain constant nutrient-to-net energy ratios.

^cAssumes 5% feed wastage.

^dStandardized total tract digestible.

^eApparent total tract digestible.

^fApparent total tract digestible and total phosphorus requirements apply to corn and soybean meal-based diets only and have been calculated from standardized total tract digestible phosphorus requirements and nutrient profiles in corn, dehulled solvent-extracted soybean meal, and dicalcium phosphate. Diets were assumed to contain 0.1% added lysine-HCl and 3% added vitamins and minerals. Corn and soybean meal levels were calculated to meet standardized ileal digestible lysine requirements, and dicalcium phosphate amounts were varied to meet requirements for standardized total tract digestible phosphorus.

^gLysine percentages for 5- to 25-kg pigs are estimated from empirical data. The other amino acids for 5- to 25-kg pigs are based on the ratios of amino acids to lysine based on amino acid requirements for maintenance and growth. The requirements for 25- to 135-kg pigs are estimated from the growth model.

^hApparent ileal digestible and total amino acid requirements apply to corn and soybean meal-based diets only and have been calculated from standardized ileal digestible amino acid requirements and amino acid contents in corn and dehulled solvent-extracted soybean meal-based diets with 0.1% added lysine-HCl and containing 3% added vitamins and minerals. For each amino acid, dietary levels of corn and soybean meal levels and nutrient requirements were calculated to meet standardized ileal digestible requirements.

วิเคราะห์ค่าความต้องการโภชนะของสุกร

โดยใช้ข้อมูลจาก NRC. 2012. Nutrient Requirements of Swine.

หน้า 210-210 ตารางที่ 16-1A เพื่อประกอบในการตอบคำถาม ดังนี้

- ก. สุกรน้ำหนัก 75-100 กิโลกรัม มีค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน 0.917 กิโลกรัม
 - (1) ค่าความต้องการปริมาณการกินได้ในสูตรอาหาร เท่ากับ kg/d
 - (2) ความต้องการพลังงานที่ย่อยได้ในสูตรอาหาร เท่ากับ Kcal/day
 - (3) ความต้องการค่าพลังงานที่ย่อยได้ในสูตรอาหาร เท่ากับ Kcal/kg
 - (4) ความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในสูตรอาหาร เท่ากับ Kcal/day
 - (5) ความต้องการโปรตีนหยาบในสูตรอาหาร เท่ากับ %
 - (6) ความต้องการไลซีนในสูตรอาหาร เท่ากับ %
 - (7) ความต้องการแคลเซียมในสูตรอาหาร เท่ากับ %
 - (8) ความต้องการฟอสฟอรัสในสูตรอาหาร เท่ากับ %
 - (9) ความต้องการไนโตรเจนรวมในสูตรอาหาร เท่ากับ %

TABLE 17-1 Continued

Ingredient: Brewers Grains AAFCO #: 15.1, AAFCO 2010, p. 333 IFN #: 5-00-516													
Proximate Components, %				Amino Acids, %									
				Total				Digestibility					
								AID			SID		
	$\bar{x}$	n	SD		$\bar{x}$	n	SD		$\bar{x}$	n	SD		
Dry matter	92.00			Essential									
Crude protein	26.50			CP	26.50			70					
Crude fiber				Arg	1.53			81			93		
Ether extract	4.72			His	0.53			70			83		
Acid ether extract	7.30			Ile	1.02			81			87		
Ash				Leu	2.08			73			86		
Carbohydrate Components, %				Lys	1.08			69			80		
				Met	0.45			74			87		
	Lactose			Phe	1.22			81			90		
	Sucrose			Thr	0.95			70			80		
	Raffinose			Trp	0.26			73			81		
	Stachyose			Val	1.26			73			84		
	Verbascose			Nonessential									
	Oligosaccharides			Ala	1.43			71			74		
	Starch	5.30		Asp	1.94			70			74		
	Neutral detergent fiber	48.70		Cys	0.49			67			76		
Acid detergent fiber	20.14		Glu	5.13			71			74			
Hemicellulose			Gly	1.10			66			74			
Acid detergent lignin			Pro	2.36			69			74			
Total dietary fiber			Ser	1.20			68			74			
Insoluble dietary fiber			Tyr	0.88			91			93			
Soluble dietary fiber													
Minerals				Vitamins, mg/kg (unless otherwise noted)				Fatty Acids, % of Ether Extract					
	$\bar{x}$	n	SD		$\bar{x}$	n	SD		$\bar{x}$	n	SD		
Macro, %				Fat Soluble				E.E.	6.70				
Ca	0.21			β -Carotene	0.2			C-12:0	0.00				
Cl	0.15			Vitamin E				C-14:0	0.54				
K	0.08			Water Soluble				C-16:0	9.99				
Mg	0.16			Vitamin B ₆	0.7			C-16:1	0.00				
Na	0.26			Vitamin B ₁₂ , μ g/kg	0			C-18:0	0.68				
P	0.58			Biotin	0.06			C-18:1	5.40				
S	0.31			Folacin	7.10			C-18:2	24.93				
Micro, ppm				Niacin	43			C-18:3	2.52				
Cr				Pantothenic acid	8.0			C-18:4	0.00				
Cu	21			Riboflavin	1.4			C-20:0	0.00				
Fe	250			Thiamin	0.6			C-20:1	0.00				
I				Choline	1723			C-20:4	0.00				
Mn	38							C-20:5	0.00				
Se	0.70							C-22:0	0.00				
Zn	62			Energy, kcal/kg				C-22:1	0.00				
								C-22:5	0.00				
Phytate P, %	0.35			GE	4805			C-22:6	0.00				
ATTD of P, %	32			DE	2100			C-24:0	0.00				
STTD of P, %	39			ME	1920			SFA	11.21				
				NE	1155			MUFA	5.40				
								PUFA	27.45				
								IV	56.86				
								IVP	38.10				

วิเคราะห์ค่าความต้องการโภชนะของสุกร

โดยใช้ข้อมูลจาก NRC. 2012. Nutrient Requirements of Swine.
โดยใช้ข้อมูลหน้า 252 ตารางที่ 17-1 เพื่อประกอบในการตอบคำถาม ดังนี้

- ก. กากเปียร์แห้ง
 - 1) วัตถุแห้ง = %
 - 2) โปรตีนหยาบ = %
 - 3) เยื่อใยที่ไม่สามารถละลายได้ในสารฟอกที่เป็นกลาง = %
 - 4) พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ = kcal/kg
 - 5) พลังงานที่ย่อยได้ = kcal/kg
 - 6) แคลเซียม = %
 - 7) ฟอสฟอรัส = %
 - 8) เมทไธโอนีน = %
 - 9) ไลซีน = %

NATIONAL RESEARCH COUNCIL



NUTRIENT REQUIREMENTS OF DAIRY CATTLE

Seventh Revised Edition, 2001



NUTRIENT REQUIREMENTS OF DOMESTIC ANIMALS

260 Nutrient Requirements of Dairy Cattle

TABLE 14-1 Daily Nutrient Requirements of Small Breed Cows (live weight = 454 kg) in Early Lactation (intake estimated at 11 days in milk). Values are Appropriate for the Diet Below With 78% TDN^a

Milk (kg)	Fat (%)	True Protein (%)	DMI (kg)	LW change (kg)	NE _L (Mcal)	RDP (g)	RUP (g)	RDP (%)	RUP (%)	CP (%)
15	4.0	3.0	9.4	−0.3	19.0	1060	500	11.3	5.3	16.6
15	4.0	3.5	9.4	−0.3	19.4	1060	630	11.3	6.7	18.0
15	4.0	4.0	9.4	−0.4	19.8	1060	760	11.3	8.1	19.4
15	4.5	3.0	9.7	−0.3	19.7	1090	490	11.2	5.1	16.3
15	4.5	3.5	9.7	−0.4	20.1	1090	620	11.2	6.4	17.6
15	4.5	4.0	9.7	−0.5	20.5	1090	750	11.2	7.7	18.9
15	5.0	3.0	9.9	−0.4	20.4	1110	480	11.2	4.8	16.0
15	5.0	3.5	9.9	−0.5	20.8	1110	610	11.2	6.2	17.4
15	5.0	4.0	9.9	−0.5	21.2	1110	740	11.2	7.5	18.7
30	4.0	3.0	12.9	−1.4	30.1	1410	1170	10.9	9.1	20.0
30	4.0	3.5	12.9	−1.6	30.9	1410	1430	10.9	11.1	22.0
30	4.0	4.0	12.9	−1.7	31.8	1410	1690	10.9	13.1	24.0
30	4.5	3.0	13.5	−1.5	31.5	1460	1150	10.8	8.5	19.3
30	4.5	3.5	13.5	−1.7	32.3	1460	1410	10.8	10.4	21.2
30	4.5	4.0	13.5	−1.9	33.2	1460	1670	10.8	12.4	23.2
30	5.0	3.0	14.0	−1.6	32.8	1510	1140	10.8	8.1	18.9
30	5.0	3.5	14.0	−1.8	33.7	1510	1400	10.8	10.0	20.8
30	5.0	4.0	14.0	−2.0	34.6	1510	1660	10.8	11.9	22.7

^aDiet used for this table consisted of 15% immature legume silage, 33% normal corn silage, 34% ground high moisture shelled corn, 12% soybean meal (48% crude protein), 2.5% tallow, 1.5% menhaden fish meal, and 2% mineral and vitamin mix. Requirements are dependent upon the diet fed. Requirements shown do not include nutrients needed for live weight change. Live weight change is based on assumed NE_L intake minus requirements. Requirements for RUP do not include protein provided by loss in body reserves or required for gain in body reserves. Requirement for total CP assumes RDP and RUP are met. Requirement for total CP will increase if RDP requirement is not met.

TABLE 14-2 Daily Nutrient Requirements of Small Breed Cows (live weight = 454 kg) in Midlactation (intake estimated at 90 days in milk). Values Are Appropriate for the Diet Below with 78% TDN^a

Milk (kg)	Fat (%)	True Protein (%)	DMI (kg)	LW change (kg)	NE _L (Mcal)	RDP (g)	RUP (g)	RDP (%)	RUP (%)	CP (%)
20	4.0	3.0	16.0	1.0	22.7	1680	560	10.5	3.5	14.0
20	4.0	3.5	16.0	0.8	23.2	1680	740	10.5	4.6	15.1
20	4.0	4.0	16.0	0.7	23.8	1680	910	10.5	5.7	16.2
20	4.5	3.0	16.5	0.9	23.6	1730	550	10.5	3.3	13.8
20	4.5	3.5	16.5	0.8	24.2	1730	720	10.5	4.4	14.9
20	4.5	4.0	16.5	0.7	24.8	1730	900	10.5	5.5	16.0
20	5.0	3.0	17.0	0.9	24.5	1770	540	10.4	3.2	13.6
20	5.0	3.5	17.0	0.8	25.1	1770	710	10.4	4.2	14.6
20	5.0	4.0	17.0	0.6	25.7	1770	880	10.4	5.2	15.6
30	4.0	3.0	19.5	0.4	30.1	1980	1010	10.2	5.2	15.4
30	4.0	3.5	19.5	0.2	30.9	1980	1270	10.2	6.5	16.7
30	4.0	4.0	19.5	0	31.8	1980	1530	10.2	7.8	18.0
30	4.5	3.0	20.3	0.3	31.5	2040	990	10.0	4.9	14.9
30	4.5	3.5	20.3	0.1	32.3	2040	1250	10.0	6.2	16.2
30	4.5	4.0	20.3	-0.1	33.2	2040	1510	10.0	7.4	17.4
30	5.0	3.0	21.1	0.2	32.8	2100	980	10.0	4.6	14.6
30	5.0	3.5	21.1	0	33.7	2100	1240	10.0	5.9	15.9
30	5.0	4.0	21.1	-0.2	34.6	2100	1500	10.0	7.1	17.1
40	4.0	3.0	23.1	-0.3	37.5	2240	1470	9.7	6.4	16.1
40	4.0	3.5	23.1	-0.6	38.6	2240	1820	9.7	7.9	17.6
40	4.0	4.0	23.1	-0.8	39.8	2240	2160	9.7	9.4	19.1
40	4.5	3.0	24.2	-0.5	39.3	2310	1460	9.5	6.0	15.5
40	4.5	3.5	24.2	-0.7	40.5	2310	1800	9.5	7.4	16.9
40	4.5	4.0	24.2	-1.0	41.7	2310	2150	9.5	8.9	18.4
40	5.0	3.0	25.2	-0.7	41.2	2390	1450	9.5	5.8	15.3
40	5.0	3.5	25.2	-0.9	42.3	2390	1790	9.5	7.1	16.6
40	5.0	4.0	25.2	-1.1	43.5	2390	2140	9.5	8.5	18.0

^aDiet used for this table consisted of 15% immature legume silage, 33% normal corn silage, 34% ground high moisture shelled corn, 12% soybean meal (48% crude protein), 2.5% tallow, 1.5% menhaden fish meal, and 2% mineral and vitamin mix. Requirements are dependent upon the diet fed. Requirements shown do not include nutrients needed for live weight change. Live weight change is based on assumed NE_L intake minus requirements. Requirements for RUP do not include protein provided by loss in body reserves or required for gain in body reserves. Requirement for total CP assumes RDP and RUP are met. Requirement for total CP will increase if RDP requirement is not met.

TABLE 14-4 Daily Nutrient Requirements Of Large Breed Cows (Live Weight = 680 kg) In Early Lactation (intake estimated at 11 days in milk). Values Are Appropriate For The Diet Below With 78% TDN^a

Milk (kg)	Fat (%)	True Protein (%)	DMI (kg)	LW change (kg)	NE _L (Mcal)	RDP (g)	RUP (g)	RDP (%)	RUP (%)	CP (%)
20	3.0	2.5	12.0	0	23.0	1360	500	11.3	4.2	15.5
20	3.0	3.0	12.0	-0.2	23.6	1360	670	11.3	5.6	16.9
20	3.0	3.5	12.0	-0.3	24.2	1360	850	11.3	7.1	18.4
20	3.5	2.5	12.4	-0.1	23.9	1400	480	11.3	3.9	15.2
20	3.5	3.0	12.4	-0.2	24.5	1400	660	11.3	5.3	16.6
20	3.5	3.5	12.4	-0.4	25.1	1400	840	11.3	6.8	18.1
20	4.0	2.5	12.7	-0.2	24.9	1440	470	11.3	3.7	15.0
20	4.0	3.0	12.7	-0.3	25.4	1440	650	11.3	5.1	16.5
20	4.0	3.5	12.7	-0.4	26.0	1440	820	11.3	6.5	17.8
30	3.0	2.5	14.0	-0.6	29.2	1570	860	11.2	6.1	17.4
30	3.0	3.0	14.0	-0.8	30.1	1570	1130	11.2	8.1	19.3
30	3.0	3.5	14.0	-1.0	30.9	1570	1390	11.2	9.9	21.1
30	3.5	2.5	14.5	-0.7	30.6	1620	850	11.2	5.9	17.0
30	3.5	3.0	14.5	-0.9	31.4	1620	1110	11.2	7.7	18.8
30	3.5	3.5	14.5	-1.1	32.3	1620	1370	11.2	9.4	20.6
30	4.0	2.5	15.1	-0.9	32.0	1670	830	11.1	5.5	16.6
30	4.0	3.0	15.1	-1.0	32.8	1670	1090	11.1	7.2	18.3
30	4.0	3.5	15.1	-1.2	33.7	1670	1350	11.1	8.9	20.0
40	3.0	2.5	16.0	-1.2	35.3	1760	1230	11.0	7.7	18.7
40	3.0	3.0	16.0	-1.5	36.5	1760	1580	11.0	9.9	20.9
40	3.0	3.5	16.0	-1.7	37.7	1760	1930	11.0	12.1	23.1
40	3.5	2.5	16.7	-1.4	37.2	1830	1210	11.0	7.2	18.2
40	3.5	3.0	16.7	-1.6	38.4	1830	1560	11.0	9.3	20.3
40	3.5	3.5	16.7	-1.9	39.6	1830	1910	11.0	11.4	22.4
40	4.0	2.5	17.4	-1.6	39.1	1900	1190	10.9	6.8	17.8
40	4.0	3.0	17.4	-1.8	40.2	1900	1540	10.9	8.9	19.8
40	4.0	3.5	17.4	-2.0	41.4	1900	1890	10.9	10.9	21.8

^aDiet used for this table consisted of 15% immature legume silage, 33% normal corn silage, 34% ground high moisture shelled corn, 12% soybean meal (48% crude protein), 2.5% tallow, 1.5% Menhaden fish meal, and 2% mineral and vitamin mix. Requirements are dependent upon the diet fed. Requirements shown do not include nutrients needed for live weight change. Live weight change is based on assumed NE_L intake minus requirements. Requirements for RUP do not include protein provided by loss in body reserves or required for gain in body reserves. Requirement for total CP assumes RDP and RUP are met. Requirement for total CP will increase if RDP requirement is not met.

TABLE 14-5 Daily Nutrient Requirements Of Large Breed Cows (Live Weight = 680 kg) In Midlactation (intake estimated at 90 days in milk). Values Are Appropriate For The Diet Below With 78% TDN^a

Milk (kg)	Fat (%)	True Protein (%)	DMI (kg)	LW change (kg)	NE _L (Mcal)	RDP (g)	RUP (g)	RDP (%)	RUP (%)	CP (%)
35	3.0	2.5	22.7	1.3	32.2	2370	820	10.4	3.6	14.1
35	3.0	3.0	22.7	1.1	33.2	2370	1130	10.4	5.0	15.4
35	3.0	3.5	22.7	0.9	34.2	2370	1430	10.4	6.3	16.7
35	3.5	2.5	23.6	1.2	33.8	2450	800	10.4	3.4	13.8
35	3.5	3.0	23.6	1.0	34.8	2450	1110	10.4	4.7	15.1
35	3.5	3.5	23.6	0.8	35.9	2450	1410	10.4	6.0	16.4
35	4.0	2.5	24.5	1.1	35.4	2520	780	10.3	3.2	13.5
35	4.0	3.0	24.5	0.9	36.5	2520	1090	10.3	4.4	14.7
35	4.0	3.5	24.5	0.7	37.5	2520	1390	10.3	5.7	16.0
45	3.0	2.5	25.7	0.8	38.3	2620	1190	10.2	4.6	14.8
45	3.0	3.0	25.7	0.5	39.7	2620	1580	10.2	6.1	16.3
45	3.0	3.5	25.7	0.3	41.0	2620	1970	10.2	7.7	17.9
45	3.5	2.5	26.9	0.7	40.4	2710	1170	10.1	4.3	14.4
45	3.5	3.0	26.9	0.4	41.8	2710	1560	10.1	5.8	15.9
45	3.5	3.5	26.9	0.2	43.1	2710	1950	10.1	7.2	17.3
45	4.0	2.5	28.1	0.5	42.5	2800	1150	10.0	4.1	14.1
45	4.0	3.0	28.1	0.3	43.8	2800	1540	10.0	5.5	15.4
45	4.0	3.5	28.1	0	45.2	2800	1930	10.0	6.9	16.8
55	3.0	2.5	28.7	0.3	44.5	2850	1570	9.9	5.5	15.4
55	3.0	3.0	28.7	0	46.1	2850	2060	9.9	7.2	17.1
55	3.0	3.5	28.7	-0.4	47.7	2850	2540	9.9	8.9	18.8
55	3.5	2.5	30.2	0.1	47.1	2960	1560	9.8	5.2	15.0
55	3.5	3.0	30.2	-0.2	48.7	2960	2040	9.8	6.8	16.6
55	3.5	3.5	30.2	-0.6	50.7	2960	2510	9.8	8.3	18.1
55	4.0	2.5	31.7	-0.1	49.6	3060	1540	9.7	4.9	14.5
55	4.0	3.0	31.7	-0.5	51.2	3060	2020	9.7	6.4	16.0
55	4.0	3.5	31.7	-0.8	52.8	3060	2490	9.7	7.9	17.5

^aDiet used for this table consisted of 15% immature legume silage, 33% normal corn silage, 34% ground high moisture shelled corn, 12% soybean meal (48% crude protein), 2.5% tallow, 1.5% menhaden fish meal, and 2% mineral and vitamin mix. Requirements are dependent upon the diet fed. Requirements shown do not include nutrients needed for live weight change. Live weight change is based on assumed NE_L intake minus requirements. Requirements for RUP do not include protein provided by loss in body reserves or required for gain in body reserves. Requirement for total CP assumes RDP and RUP are met. Requirement for total CP will increase if RDP requirement is not met.

TABLE 14-6 Daily Nutrient Requirements Of Large Breed Cows (Live Weight = 680 kg) In Midlactation (intake estimated at 90 days in milk). Values Are Appropriate For The Diet Below With 68% TDN^a

Milk (kg)	Fat (%)	True Protein (%)	DMI (kg)	LW change (kg)	NE _L (Mcal)	RDP (g)	RUP (g)	RDP (%)	RUP (%)	CP (%)
25	3.0	2.5	19.6	1.0	26.0	1940	620	9.9	3.2	13.1
25	3.0	3.0	19.6	0.8	26.8	1940	840	9.9	4.3	14.2
25	3.0	3.5	19.6	0.7	27.5	1940	1070	9.9	5.5	15.4
25	3.5	2.5	20.3	0.9	27.2	2000	600	9.9	3.0	12.9
25	3.5	3.0	20.3	0.8	27.9	2000	820	9.9	4.0	13.9
25	3.5	3.5	20.3	0.6	28.7	2000	1050	9.9	5.2	15.1
25	4.0	2.5	21.0	0.9	28.4	2060	580	9.8	2.8	12.6
25	4.0	3.0	21.0	0.7	29.1	2060	810	9.8	3.9	13.7
25	4.0	3.5	21.0	0.6	29.8	2060	1030	9.8	4.9	14.7
35	3.0	2.5	22.7	0.6	32.2	2210	990	9.7	4.4	14.1
35	3.0	3.0	22.7	0.4	33.2	2210	1300	9.7	5.7	15.4
35	3.0	3.5	22.7	0.2	34.2	2210	1620	9.7	7.1	16.8
35	3.5	2.5	23.6	0.5	33.8	2290	960	9.7	4.1	13.8
35	3.5	3.0	23.6	0.3	34.8	2290	1280	9.7	5.4	15.1
35	3.5	3.5	23.6	0.1	35.9	2290	1600	9.7	6.7	16.4
35	4.0	2.5	24.5	0.4	35.4	2370	940	9.7	3.8	13.5
35	4.0	3.0	24.5	0.2	36.5	2370	1260	9.7	5.1	14.8
35	4.0	3.5	24.5	0	37.5	2370	1570	9.7	6.4	16.1
45	3.0	2.5	25.7	0.1	28.3	2470	1370	9.6	5.3	14.9
45	3.0	3.0	25.7	-0.1	39.7	2470	1780	9.6	6.9	16.5
45	3.0	3.5	25.7	-0.4	41.0	2470	2180	9.6	8.5	18.1
45	3.5	2.5	26.9	0	40.4	2570	1340	9.6	5.0	14.6
45	3.5	3.0	26.9	-0.2	41.8	2570	1750	9.6	6.5	16.1
45	3.5	3.5	26.9	-0.5	43.1	2570	2160	9.6	8.0	17.6
45	4.0	2.5	28.1	-0.1	42.5	2670	1310	9.5	4.7	14.2
45	4.0	3.0	28.1	-0.3	43.8	2670	1720	9.5	6.1	15.6
45	4.0	3.5	28.1	-0.6	45.2	2670	2130	9.5	7.6	17.1

^aDiet used for this table consisted of 40% mid-maturity legume hay, 27% normal corn silage, 23% cracked dry shelled corn, 8% soybean meal (48% crude protein), and 2% mineral and vitamin mix. Requirements are dependent upon the diet fed. Requirements shown do not include nutrients needed for live weight change. Live weight change is based on assumed NE_L intake minus NE_L requirements. Requirements for RUP do not include protein provided by loss in body reserves or required for gain in body reserves. Requirement for total CP assumes RDP and RUP are met. Requirement for total CP will increase if RDP requirement is not met.

TABLE 14-7 Nutrient Requirements of Lactating Dairy Cows as Determined Using Sample Diets

	Holstein = 680 kg Bwt, Mature Bwt = 680 kg, BCS = 3.0, 65 mos age, Milk fat = 3.5%, milk true protein = 3.0%, lactose = 4.8%, Default environmental conditions				Jersey = 454 kg Bwt, mature Bwt = 454 kg, BCS = 3.0, 65 mos age milk fat = 4.2%, milk true protein = 3.6%, lactose = 4.8% Default environmental conditions					
Days in milk	90	90	90	90	90	90	90	50	120	90
Dry matter intake input	Model predicted	Model predicted	Model predicted	Model predicted	Model predicted	Model predicted ^h	Model predicted	Model predicted ^h	Model predicted ^h	Model predicted + 5% ^h
Milk production (kg)	25	35	45	54.4	25	35	40	35	35	35
Milk production (lbs)	55	77	99	120	55	77	88	77	77	77
Dry matter intake (kg)	20.3	23.6	26.9	30	18	21.7	23.5	19.8	22.2	22.7
Dry matter intake (lbs)	44.7	51.9	59.2	66	39.6	47.7	51.7	43.6	48.8	49.9
Daily wt change (kg)	0.5	0.3	0.1	-0.2	0	-0.2	-0.5	-0.7	-0.1	0
Days to gain one condition score	221	316	1166		3777					4247
Days to lose one condition score				544		241	110	80	532	
Energy ^a										
NE _L (Mcal /day)	27.9	34.8	41.8	48.3	27.7	35.6	39.5	35.6	35.6	35.6
NE _L (Mcal/ kg)	1.37	1.47	1.55	1.61	1.54	1.64	1.68	1.8 a	1.6	1.57
NE _L (Mcal/ lb)	0.62	0.67	0.7	0.73	0.7	0.74	0.76	0.82	0.73	0.71
Protein										
Metabolizable protein (g/d)	1862	2407	2954	3476	1991	2639	2965	2579	2656	2672
Diet % MP	9.2	10.2	11	11.6	11.1	12.2	12.6	13	12	11.8
Rumen degradable protein (g/d)	1937	2298	2636	2947	1747	2125	2288	1971	2167	2206
Diet % RDP	9.5	9.7	9.8	9.8	9.7	9.8	9.7	10	9.8	9.7
Rumen undegradable protein (g/d)	933	1291	1677	2089	1151	1632	1865	1670	1619	1611
Diet % RUP	4.6	5.5	6.2	6.9	6.4	7.5	7.9	8.4	7.3	7.1
% RDP + % RUP (crude protein) ^b	14.1	15.2	16.0	16.7	16.1	17.3	17.6	18.4	17.1	16.8
Fiber and carbohydrate ^c										
NDF, min %	25-33	25-33	25-33	25-33	25-33	25-33	25-33	25-33	25-33	25-33
ADF, min %	17-21	17-21	17-21	17-21	17-21	17-21	17-21	17-21	17-21	17-21
NFC, max %	36-44	36-44	36-44	36-44	36-44	36-44	36-44	36-44	36-44	36-44
Minerals										
Absorbable calcium (g/day)	52.1	65	76.5	88	50.7	65.2	72.4	65.2	65.2	65.2
Dietary Ca %	0.62	0.61	0.67	0.6	0.57	0.57	0.63	0.66	0.54	0.53
Absorbable phosphorus (g/day)	44.2	56.5	68.8	80.3	41.4	54.1	60.4	52.2	54.6	55.1
Dietary P %	0.32	0.35	0.36	0.38	0.33	0.37	0.36	0.44	0.35	0.34
Mg ^d %	0.18	0.19	0.2	0.21	0.18	0.19	0.2	0.21	0.19	0.19
Cl %	0.24	0.26	0.28	0.29	0.24	0.26	0.27	0.28	0.25	0.25
K ^e %	1	1.04	1.06	1.07	1.02	1.03	1.04	1.07	1.03	1.02
Na %	0.22	0.23	0.22	0.22	0.2	0.2	0.2	0.22	0.2	0.19
S %	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Co mg/kg	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
Cu mg/kg ^f	11	11	11	11	10	10	10	11	10	9
I mg/kg ^g	0.6	0.5	0.44	0.4	0.44	0.4	0.34	0.4	0.36	0.35
Fe mg/kg	12.3	15	17	18	14	16	17	18	16	15
Mn mg/kg	14	14	13	13	12	12	12	13	12	12
Se mg/kg	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Zn mg/kg	43	48	52	55	45	49	51	54	48	47
Vitamin A (IU/day)	75000	75000	75000	75000	49500	49500	49500	49500	49500	49500
Vitamin D (IU/day)	21000	21000	21000	21000	13500	13500	13500	13500	13500	13500
Vitamin E (IU/day)	545	545	545	545	360	360	360	360	360	360
Vitamin A (IU/kg)	3685	3169	2780	2500	2772	2300	2123	2520	2247	2198
Vitamin D (IU/kg)	1004	864	758	680	755	627	579	687	613	600
Vitamin E (IU/kg)	27	23	20	18	20	17	16	18	16	16

TABLE 14-16 Nutrient Requirements of Growing Holstein Heifers Using Model to Predict Target Average Daily Gain Needed to Attain a Mature Body Weight of 680 Kg

	6 mos. (200 kg) BCS = 3.0 to calve at 24 mos age	12 mos. (300 kg) BCS = 3.0 to calve at 24 mos age	18 mos. (450 kg) BCS = 3.0 90 days gestation to calve at 24 mos age
Dry matter intake predicted by model (kg)	5.2	7.1	11.3
Dry matter intake predicted by model (lbs)	11.4	15.62	24.9
Energy			
ME (Mcal/day)	10.6	16.2	20.3
ME (Mcal/kg)	2.04	2.28	1.79
ME (Mcal/lb)	0.93	1.03	0.82
Protein			
Metabolizable protein (g/d)	415	550	635
Diet % MP	8.0	7.7	5.6
Rumen degradable protein	481	667	970
Diet % RDP	9.3	9.4	8.6
Rumen undegradable protein	176	209	88
Diet % RUP	3.4	2.9	0.8
% RDP + % RUP (crude protein) ^a	12.7	12.3	9.4
Fiber and carbohydrate ^b			
NDF, min %	30–33	30–33	30–33
ADF, min %	20–21	20–21	20–21
NFC, max %	34–38	34–38	34–38
Minerals			
Absorbable calcium (g)	11.3	15.0	13.0
Dietary Ca %	0.41	0.41	0.37
Absorbable phosphorus (g)	9.1	10.6	13
Dietary P %	0.28	0.23	0.18
Mg ^c %	0.11	0.11	0.08
Cl ⁻ %	0.11	0.12	0.10
K %	0.47	0.48	0.46
Na %	0.08	0.08	0.07
S %	0.2	0.2	0.2
Co mg/kg	0.11	0.11	0.11
Cu mg/kg ^d	10	10	9
I mg/kg ^e	0.27	0.30	0.30
Fe mg/kg	43	31	13
Mn mg/kg	22	20	14
Se mg/kg	0.3	0.3	0.3
Zn mg/kg	32	27	18
Vitamin A (IU/ day)	16000	24000	36000
Vitamin D (IU/ day)	6000	9000	13500
Vitamin E (IU /day)	160	240	360
Vitamin A (IU/kg)	3076	3380	3185
Vitamin D (IU/kg)	1154	1268	1195
Vitamin E (IU /kg)	31	34	32

NATIONAL RESEARCH COUNCIL

**NUTRIENT REQUIREMENTS
OF FISH**
1993

NUTRIENT REQUIREMENTS OF DOMESTIC ANIMALS

NUTRIENT
REQUIREMENTS
OF DOGS
AND CATS

ANIMAL NUTRITION SERIES

NATIONAL RESEARCH COUNCIL
OF THE NATIONAL ACADEMIES

ตัวอย่างสูตรอาหารและการให้อาหารโคขุนในญี่ปุ่น

Environmental impacts of the Japanese beef-fattening system with different feeding lengths as evaluated by a life-cycle assessment method¹

A. Ogino², K. Kaku, T. Osada, and K. Shimada

National Institute of Livestock and Grassland Science, Tsukuba, Ibaraki 305-0901, Japan

ABSTRACT: The objectives of this study were to evaluate the environmental impacts of a beef-fattening system using the life-cycle assessment (LCA) method and to investigate the effects of feeding length on the LCA results. The functional unit was defined as one animal, and the stages associated with the beef-fattening life cycle, such as feed (concentrate and roughage) production, feed transport, animal management, animal body (i.e., biological activity of cattle), and the treatment of cattle wastes, were included in the system boundary. Our results suggest that enteric or gut CH₄ emissions of cattle were the major source in the impact

category of global warming (2,851 kg of CO₂ equivalents), whereas NH₃ emissions from cattle waste were the major source in the impact categories of acidification (35.1 kg of SO₂ equivalents) and eutrophication (6.16 kg of PO₄ equivalents). Feed production also contributed a great deal to all categories. A shorter feeding length resulted in lower environmental impacts in all the environmental impact categories examined in the current study, such as global warming and acidification, although there was a difference in effect of reducing environmental impacts among the categories.

Key Words: Beef Production, Cattle Fattening, Environmental Impact, Feeding Length, Life-Cycle Assessment, Wagyu

ตารางที่ 1 อายุ, น้ำหนัก และการให้อาหารโคขุนญี่ปุ่น

Table 1. Animal age, weight, and quantity of feed used in the life-cycle assessment study^a

อายุ,ด	Age, mo	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
น้ำหนักโค,กก	Body weight, kg	276	297	320	345	371	398	425	453	481	509
อาหารข้น,กก/วัน	Concentrate, kg/d ^b	4.0	5.0	5.5	6.0	7.0	8.0	8.5	9.0	9.5	9.5
อาหารหยาบ,กก/วัน	Roughage, kg/d ^b	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.0	2.5	2.0	2.0	1.5
อายุ,ด	Age, mo	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
น้ำหนักโค,กก	Body weight, kg	536	563	589	614	637	658	678	695	710	722
อาหารข้น,กก/วัน	Concentrate, kg/d ^b	9.5	9.5	9.5	9.5	9.0	8.5	8.0	7.5	6.5	6.5
อาหารหยาบ,กก/วัน	Roughage, kg/d ^b	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

^aThe growth curve was calculated from 367 steers.

^bAs-fed basis.

ตารางที่ 1 องค์ประกอบและสูตรอาหารโคขุนญี่ปุ่น

Table 2. Composition of diets used in the life-cycle assessment study

Item		% of diet ^a	DM, % ^a	CP, %DM	TDN, %DM
สูตรอาหารชั้น	Concentrate				
ข้าวโพด	Corn	39.5	86.5	10.2	92.4
ข้าวบาร์เลย์	Barley	32.0	88.2	13.3	84.0
ข้าวสาลี	Wheat bran	23.0	87.0	17.7	72.3
กากถั่วเหลือง	Soybean meal	5.0	88.3	52.2	86.7
แร่ธาตุ	Calcium carbonate	0.5	99.0	—	—
รวม	Total	100.0	87.3	15.0	84.4
อาหารหยาบ	Roughage				
หญ้าแห้ง	Hay	73.8	85.1	12.8	61.6
ฟางข้าว	Rice straw	26.2	87.8	5.4	42.8
รวม	Total	100.0	85.7	11.2	57.7

^aAs-fed basis.

ตัวอย่างสูตรอาหารและการให้อาหารโคแม่-ลูกในญี่ปุ่น

ORIGINAL ARTICLE

Evaluating environmental impacts of the Japanese beef cow–calf system by the life cycle assessment method

Akifumi OGINO,¹ Hideki ORITO,^{2*} Kazuhiro SHIMADA¹ and Hiroyuki HIROOKA²

¹National Institute of Livestock and Grassland Science, Tsukuba, and ²Graduate School of Agriculture, Kyoto University, Sakyo, Kyoto, Japan

ABSTRACT

The objectives of this study were to evaluate the environmental impacts of a beef cow–calf system using a life cycle assessment (LCA) method and to investigate the effects of scenarios to reduce environmental impacts on the LCA results. The functional unit was defined as one marketed beef calf, and the processes associated with the cow–calf life cycle, such as feed production, feed transport, animal management, the biological activity of the animal and the treatment of cattle waste were included in the system boundary. The present results showed that the total contributions of one beef calf throughout its life cycle to global warming, acidification, eutrophication and energy consumption were 4550 kg of CO₂ equivalents, 40.1 kg of SO₂ equivalents, 7.0 kg of phosphate (PO₄) equivalents and 16.1 GJ, respectively. The contribution of each process to the total environmental impact in each environmental impact category showed a similar tendency to the contribution of each process in each environmental category reported in the case of the beef fattening system as a whole. The results from this analysis showed that shortening calving intervals by 1 month reduced environmental impacts by 5.7–5.8% in all the environmental impact categories examined in the current study, and increasing the number of calves per cow also reduced environmental impacts in all the categories, although the effects were smaller.

Key words: beef production, calving interval, cow–calf production, environmental impact, life cycle assessment.

ตารางที่ 1 อายุ, น้ำหนัก และการให้อาหารแม่-ลูกโคเนื้ออยู่ปูน

Table 1 Animal age, weight and quantity of feed for the cow and calves used in the life cycle assessment study

แม่โค	Cow											
อายุ,ด	Age (months)	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
น้ำหนัก,กก	Weight (kg)	267.7	296.7	323.5	348.0	370.1	389.8	407.2	422.5	435.8	447.4	457.4
อาหารข้น,กก/วัน	Concentrate (kg/day)†	2.0	1.5	1.0	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0
อาหารหยาบ,กก/วัน	Roughage (kg/day)†	7.0	8.0	9.0	10.0	10.0	10.5	10.5	10.5	10.0	10.0	9.5
อายุ,ด	Age (months)	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
น้ำหนัก,กก	Weight (kg)	466.0	473.3	479.6	485.0	489.6	493.5	496.8	499.6	501.9	503.9	505.6
อาหารข้น,กก/วัน	Concentrate (kg/day)†	0	0	0	1.2	1.2	2.9	3.5	3.2	2.8	2.4	0
อาหารหยาบ,กก/วัน	Roughage (kg/day)†	9.5	9.0	9.0	8.5	8.5	8.5	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
ลูกโค	Calves											
อายุ	Age (months)	1	2	3	4	5	6	7	8			
เพศเมีย	Female calves											
น้ำหนักโค,กก	Weight (kg)	40.1	59.7	83.6	111.1	141.2	172.9	205.2	237.0			
น้ำนม,กก	Milk (kg/day)	5.5	6.7	6.0	5.3	4.6	0.0	0.0	0.0			
อาหารข้น,กก/วัน	Concentrate (kg/day)†	0.0	0.0	0.2	0.6	1.6	2.8	2.0	2.0			
อาหารหยาบ,กก/วัน	Roughage (kg/day)†	0.0	0.2	1.2	2.0	2.2	3.0	5.0	6.0			
ลูกโคเพศผู้ตอน	Steer calves											
น้ำหนักโค,กก	Weight (kg)	45.6	62.5	82.8	106.1	132.3	161.0	191.7	223.7			
น้ำนม,กก	Milk (kg/day)	5.5	6.7	6.0	5.3	4.6	0.0	0.0	0.0			
อาหารข้น,กก/วัน	Concentrate (kg/day)†	0.0	0.0	0.2	0.6	1.6	2.8	2.3	2.0			
อาหารหยาบ,กก/วัน	Roughage (kg/day)†	0.0	0.2	1.2	2.0	2.2	3.0	4.0	5.0			

†As fed basis.