บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 องค์ประกอบทางโภชนะ สัดส่วนของกรดอะมิโน และระดับสารปรับสมดุลสารละลายไฟฟ้าในอาหารทดลอง

4.1.1 องค์ประกอบทางโภชนะในอาหารทดลอง

จากการคำนวณ และการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลองที่ใช้ข้าวโพด และกากถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบอาหารหลัก (ตาราง 9) พบว่า ระดับโปรตีนที่คำนวณได้จากสูตรที่ 1-9 ที่มี 3 ระดับ คือ 15.50, 13.51 และ 11.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าเท่ากับ 15.61, 15.64, 15.88, 13.81, 13.53, 13.54, 11.85, 11.52 และ 11.67 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นระดับที่สูงกว่าการคำนวณเล็กน้อย ส่วนสารปรับสมดุลสารละลายไฟฟ้า (dietary Electrolyte Balance; dEB) ที่ได้จากการคำนวณสูตรที่ 1-9 คือ 236, 350, 501, 214, 350, 500, 190, 350 และ 501 mEq ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ตามลำดับ แต่ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าเท่ากับ 271, 382, 529, 250, 384, 531, 230, 386 และ 533 mEq ต่ออาหาร 1 กิโลกรัมตามลำดับ [เปอร์เซ็นต์ของโซเดียม, โปแตสเซียม และคลอไรด์ ในวัตถุดิบตามคำแนะนำของ NRC (1998) และจากการวิเคราะห์แสดงในตาราง 11] ค่าพลังงานเมแทบอไลซ์ (ME) ของอาหารทดลองที่ได้จากการคำนวณทั้ง 9 สูตรมีค่าเท่ากับ 3152, 3152, 3152, 3161, 3161, 3161, 3171, 3171 และ 3171 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนองค์ประกอบทางโภชนะอื่น ๆ ที่วิเคราะห์ ได้แก่ วัตถุแห้ง ไขมัน เยื่อใยรวม และเถ้า มีระดับที่แตกต่างกันไม่มากนัก โดยในอาหารทั้ง 9 สูตรมีวัตถุแห้ง 92.63, 92.55, 92.04, 92.55, 93.09, 92.73, 93.08, 93.14 และ 92.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไขมัน 4.65, 5.44, 5.61, 5.50, 5.06, 5.24, 4.04, 4.06 และ 3.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เยื่อใยรวม 5.77, 4.99, 5.35, 5.17, 6.46, 6.79, 5.69, 6.37 และ 5.87 เปอร์เซ็นต์ และเถ้า 6.24, 6.34, 7.29, 5.72, 7.47, 8.61, 6.23, 6.62 และ 7.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 9 องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลอง (as fed basis)

Item	Diet 1	Diet 2	Diet 3	Diet 4	Diet 5	Diet 6	Diet 7	Diet 8	Diet 9
Calculated composition (%)									
Crude protein	15.50	15.50	15.50	13.51	13.51	13.51	11.51	11.51	11.51
Crude fiber	9.84	9.84	9.84	9.98	9.98	9.98	10.12	10.12	10.12
Crude fat	5.38	5.38	5.38	5.50	5.50	5.50	5.61	5.61	5.61
DE, Kcal/kg	3152	3152	3152	3161	3161	3161	3171	3171	3171
ME, Kcal/kg	3148	3148	3148	3158	3158	3158	3168	3168	3168
CP:DE, g CP/MJ DE	11.75	11.75	11.75	10.21	10.21	10.21	8.67	8.67	8.67
Lys:DE, g Lysine/MJDE	0.63	0.63	0.63	0.57	0.57	0.57	0.53	0.53	0.53
CP:ME, g CP /MJ ME	11.76	11.76	11.76	10.22	10.22	10.22	8.68	8.68	8.68
Lys:ME, g Lysine/MJME	0.63	0.63	0.63	0.57	0.57	0.57	0.53	0.53	0.53
Calcium	0.62	0.62	0.62	0.61	0.61	0.61	0.59	0.59	0.59
Phosphorus, total	0.89	0.89	0.89	0.87	0.87	0.87	0.85	0.85	0.85
Phosphorus, available	0.29	0.29	0.29	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
Lysine	0.83	0.83	0.83	0.76	0.76	0.76	0.70	0.70	0.70
Methionine	0.27	0.27	0.27	0.25	0.25	0.25	0.23	0.23	0.23
Methionine+cystein	0.56	0.56	0.56	0.5	0.5	0.5	0.45	0.45	0.45
Threonine	0.59	0.59	0.59	0.52	0.52	0.52	0.43	0.43	0.43
Tryptophan	0.19	0.19	0.19	0.16	0.16	0.16	0.13	0.13	0.13
Arginine	1.11	1.11	1.11	0.95	0.95	0.95	0.79	0.79	0.79
Histidine	0.43	0.43	0.43	0.38	0.38	0.38	0.33	0.33	0.33
Isoleucine	0.65	0.65	0.65	0.55	0.55	0.55	0.46	0.46	0.46
Leucine	1.30	1.30	1.30	1.17	1.17	1.17	1.03	1.03	1.03
Phenylalanine	0.76	0.76	0.76	0.66	0.66	0.66	0.56	0.56	0.56
Phenylalanine+tyrosine	1.34	1.34	1.34	1.16	1.16	1.16	0.98	0.98	0.98
Valine	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.61	0.61	0.61
dEB (mEq/kg)	236	350	501	214	350	500	190	350	501
Analytical composition (%)									
Dry matter	92.63	92.55	92.04	92.55	93.09	92.73	93.08	93.14	92.52
Crude protein	15.61	15.64	15.88	13.81	13.53	13.54	11.85	11.52	11.67
Ether extract	4.65	5.44	5.61	5.50	5.06	5.24	4.04	4.06	3.60
Crude fiber	5.77	4.99	5.35	5.17	6.46	6.79	5.69	6.37	5.87
Ash	6.24	6.34	7.29	5.72	7.47	8.61	6.23	6.62	7.48
dEB (mEq/kg)	271	382	529	250	384	531	230	386	533

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.2 สัดส่วนของกรดอะมิโนในอาหารทดลอง

จากการคำนวณสูตรอาหารโดยยึดหลักโปรตีนอุดมคติ เพื่อทำให้สัดส่วนของกรดอะมิโนมีค่าใกล้เคียงกับสัดส่วนกรดอะมิโนของโปรตีนอุดมคติมากที่สุด เนื่องจากไลซีนเป็นกรดอะมิโนตัวแรกที่มีจำกัดในอาหารสุกรมากที่สุด จึงคำนวณสัดส่วนของกรดอะมิโนโดยเทียบกับไลซีนเป็นหลัก คือให้ปริมาณไลซีนที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 100 พบว่าในอาหารสุกรที่มีระดับโปรตีนและ dEB ต่างกัน 9 สูตร มีสัดส่วนของกรดอะมิโนที่มีจำกัดในอาหารสุกรคือ ไลซีน เมทไธโอนีนกับซีสตีน ทรีโอนีน และทริปโตเฟน ของอาหารสูตรที่ 1-3 มีค่าเท่ากับ 100, 67, 71 ,23 ในอาหารสูตรที่ 4-6 มีค่าเท่ากับ 100, 66, 68, 21 และ ในอาหารสูตรที่ 7-9 มีค่าเท่ากับ 100, 64, 61, 19 ตามลำดับ (ตาราง 10)

ตาราง 10 สัดส่วนของกรดอะมิโนในอาหารโดยเปรียบเทียบกับไลซีนเป็นหลัก

Item	Diet 1	Diet 2	Diet 3	Diet 4	Diet 5	Diet 6	Diet 7	Diet 8	Diet 9
Lysine	0.83	0.83	0.83	0.76	0.76	0.76	0.70	0.70	0.70
Ideal ratio of amino acid to lysine									
Lysine	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Methionine	33	33	33	33	33	33	33	33	33
Methionine+cystein	67	67	67	66	66	66	64	64	64
Threonine	71	71	71	68	68	68	61	61	61
Tryptophan	23	23	23	21	21	21	19	19	19
Arginine	134	134	134	125	125	125	113	113	113
Histidine	52	52	52	50	50	50	47	47	47
Isoleucine	78	78	78	72	72	72	66	66	66
Leucine	157	157	157	154	154	154	147	147	147
Phenylalanine	92	92	92	87	87	87	80	80	80
Phenylalanine+tyrosine	161	161	161	153	153	153	140	140	140
Valine	96	96	96	92	92	92	87	87	87

4.1.3 ปริมาณของโซเดียม (Sodium) โปแตสเซียม (Potassium) และคลอไรด์ (Chloride) ในวัตถุดิบอาหาร

จากการคำนวณสูตรอาหารโดยยึดหลักโปรตีนอุดมคติ และเมื่อนำสูตรอาหารที่ได้มาคำนวณหาปริมาณของ dEB ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ (Patience, 1990)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

$$dEB = Na^{+} + K^{+} - Cl^{-} \quad (13)$$

ปริมาณของโซเดียม โปแตสเซียม และคลอไรด์ ในวัตถุดิบอาหารที่นำมาใช้ในการคำนวณระดับของ dEB นำมาจากคำแนะนำของ NRC (1998) และได้นำตัวอย่างวัตถุดิบอาหารที่ใช้ในอาหารทดลองไปวิเคราะห์หาปริมาณของโซเดียม โปแตสเซียม และคลอไรด์ ดังแสดงในตาราง 11 ซึ่งจะเห็นได้ว่าระดับของโปแตสเซียม และคลอไรด์ ที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าใกล้เคียงกับ ปริมาณของโปแตสเซียม และคลอไรด์ ใน NRC (1998) แต่ปริมาณโซเดียมที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าสูงกว่าปริมาณโซเดียมใน NRC (1998) มาก ทำให้ระดับของ dEB ที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าสูงกว่าระดับของ dEB ที่ได้จากการคำนวณ (ตาราง 9)

ตาราง 11 ปริมาณของโซเดียม (Sodium) โปแตสเซียม (Potassium) และคลอไรด์ (Chloride) ในวัตถุดิบในสูตรอาหาร

Item	**Calculated composition (%)**			**Analytical composition (%)**		
	Sodium[1/]	Potassium[1/]	Chloride[1/]	Sodium	Potassium	Chloride
Corn	0.02	0.33	0.05	0.18	0.39	0.07
Broken rice	0.04	0.13	0.07	0.13	0.19	0.04
Fine rice bran	0.03	1.56	0.07	0.16	1.39	0.07
Soybean meal (44%CP)	0.01	1.96	0.05	0.22	1.76	0.07
Normal salt	39.50	0	59.00	34.29	0.002	60.10
Dicalcium phosphate (18% P)[1/]	0.18	0.15	0.02	0.18	0.15	0.02
Limestone[1/]	0.06	0.11	0.47	0.06	0.11	0.47
$NaHCO_3$	27.00	0.01	0	26.39	0.014	0

[1/] Values from NRC (1998)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2 สมรรถภาพการผลิต และคุณภาพซาก

4.2.1 สมรรถภาพการผลิต

การศึกษาผลของระดับโปรตีน และสารปรับสมดุลสารละลายไฟฟ้า ต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะขุน พบว่า ปฏิกิริยาร่วมระหว่างระดับของโปรตีน และ dEB ไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตสุกร และพบว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 15.5, 13.5 และ 11.5 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (Weight gain; WG) และปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวัน (Average daily feed intake; ADFI) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 15.5 และ 13.5 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (Average daily gain; ADG) สูงกว่า สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 11.5 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.73, 0.71 และ 0.63 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ และสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 15.5 และ 13.5 เปอร์เซ็นต์ ยังมีระยะเวลาที่เลี้ยง ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (Total feed intake; TFI) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (Feed conversion ratio; FCR) น้อยกว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 11.5 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 43, 45, 50 วัน 109.98, 108.44, 124.20 กิโลกรัม 3.64, 3.60 และ 4.01 ตามลำดับ (ตาราง 12)

ผลของระดับสารปรับสมดุลสารละลายไฟฟ้า ต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรระยะขุน พบว่า ระดับของ dEB มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่มีแนวโน้มว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB 350 mEq ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีที่สุด รองมาเป็นสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB 500 และ 200 mEq ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.63, 3.80 และ 3.82 ตามลำดับ และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของ สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB 350 และ 500 mEq ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ซึ่งมีค่าเท่ากันคือ 0.70 กิโลกรัมต่อวัน และมีค่าสูงกว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB 200 mEq ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าเท่ากับ 0.67 กิโลกรัมต่อวัน (P>0.05) โดยจำนวนวันที่เลี้ยงไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) คือ 46.87, 45.27 และ 44.40 วัน เมื่อสุกรได้รับอาหารที่มีระดับ dEB 200, 350 และ500 mEq ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตาราง 12)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.2 ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม

ปฏิกิริยาร่วมระหว่างระดับของโปรตีน และ dEB ไม่มีผลต่อต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 15.5, 13.5 และ 11.5 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม (Feed cost, baht/kg of WG) ไม่ต่างกันทางสถิติ

(P>0.05) แต่มีแนวโน้มว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 13.5 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนค่าอาหารต่ำที่สุด ส่วนสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB ต่างกัน พบว่า สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB 350 mEq ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีต้นทุนค่าอาหารต่ำที่สุดคือ 29.97 บาทต่อกิโลกรัม และมีค่าต่ำกว่าเมื่อเทียบกับสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB 500 mEq ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) (ตาราง 12)

ตาราง 12 การเจริญเติบโตของสุกรระยะขุนที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน และสารปรับสมดุลสารละลายไฟฟ้าที่ระดับต่าง ๆ

	Crude Protein (CP, %)			dietary Electrolyte Balance (dEB, mEq/kg)			SEM	CP x dEB
	15.5	13.5	11.5	200	350	500		
No. of pigs	30	30	30	30	30	30		
Initial weight, kg	60.21	60.16	59.93	60.08	60.01	60.21	0.12	NS
Final weight, kg	90.46	90.27	90.26	90.35	90.45	90.19	0.14	NS
Weight gain (WG), kg	30.25	30.12	30.33	30.26	30.45	29.98	0.17	NS
Experimental days, d	42.50^{e}	44.43^{e}	49.60^{c}	46.87	45.27	44.40	1.46	NS
Total feed intake, kg	109.98^{e}	108.44^{e}	124.20^{c}	115.70	110.40	116.52	3.16	NS
Average daily feed intake, kg	2.64	2.51	2.50	2.52	2.51	2.63	0.07	NS
Average daily gain, kg	0.73^{a}	0.71^{a}	0.63^{b}	0.67	0.70	0.70	0.02	NS
Feed conversion ratio	3.64^{e}	3.60^{e}	4.01^{c}	3.82	3.63	3.80	0.08	NS
Feed cost, Baht/kg of WG	31.76	29.80	31.35	30.88^{fg}	29.97^{g}	32.06^{f}	0.69	NS

$^{a-b}$Means within the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05) by protein effect.

$^{c-e}$ Means within the same row with different superscripts differ significantly (P<0.01) by protein effect.

$^{f-g}$Means within the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05) by dEB effect.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.3 คุณภาพซาก (Carcass quality)

ปฏิกิริยาร่วมระหว่างระดับของโปรตีน และ dEB ไม่มีผลต่อคุณภาพซาก ระดับของโปรตีนไม่มีผลต่อคุณภาพซาก (P>0.05) ยกเว้นความหนาของไขมันสันหลัง (Back fat thickness) ที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) เมื่อเทียบสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 15.5 เปอร์เซ็นต์ กับสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 11.5 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเทียบกับสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ

โปรตีน 13.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าไม่ความแตกต่างกัน (P>0.05) และมีแนวโน้มว่าระดับโปรตีนที่ลดลง พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (Loin eye area, cm^2) และเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง (Lean, % of carcass) ลดลง (ตาราง 13)

ส่วนระดับของ dEB ไม่มีผลต่อคุณภาพซาก (P>0.05) แต่มีแนวโน้มว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB เพิ่มขึ้นจะมีความหนาของไขมันสันหลังลดลง พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงเพิ่มขึ้น (ตาราง 13)

ตาราง 13 คุณภาพซากของสุกรระยะขุนที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนและสารปรับสมดุลสารละลายไฟฟ้าที่ระดับต่าง ๆ

	Crude Protein (CP, %)			dietary Electrolyte Balance (dEB, mEq/kg)			SEM	CP x dEB
	15.5	13.5	11.5	200	350	500		
No. of pigs	18	18	18	18	18	18		
Slaughter weight, kg	89.21	90.12	89.00	89.54	89.48	89.29	0.47	NS
Hot carcass weight, kg	67.32	66.93	67.30	67.70	66.77	67.08	0.70	NS
Dressing percentage	73.19	72.05	73.34	73.33	72.37	72.87	0.58	NS
Carcass length, cm	74.33	75.58	75.92	75.31	75.67	74.86	0.73	NS
Loin eye area, cm^2	44.91	44.31	43.86	41.46	44.70	46.92	4.02	NS
Back fat thickness, cm	1.95^{b}	2.17^{ab}	2.44^{a}	2.25	2.19	2.17	0.20	NS
Lean, % of carcass	58.51	57.85	56.55	56.89	57.73	58.29	1.18	NS

$^{a-b}$Means within the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05) by protein effect.

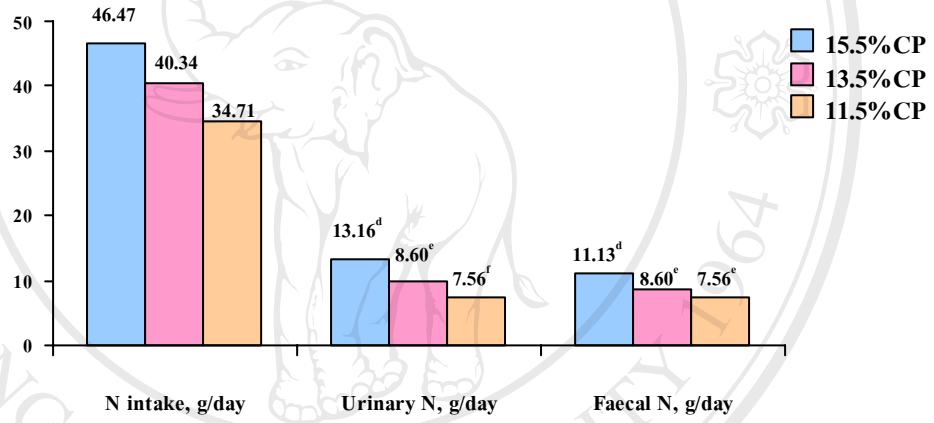
4.3 ไนโตรเจนเมแทบอลิซึม ไนโตรเจนในสิ่งขับถ่ายของสุกร และค่าการย่อยได้ของโภชนะแบบปรากฏ

4.3.1 ไนโตรเจนเมแทบอลิซึม และไนโตรเจนในสิ่งขับถ่ายของสุกร

ปฏิกิริยาร่วมระหว่างระดับของโปรตีน และ dEB ไม่มีผลต่อไนโตรเจนเมแทบอลิซึม และไนโตรเจนในสิ่งขับถ่ายของสุกร สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 3 ระดับ มีปริมาณอาหารที่กินต่อวัน (Feed intake, DM g/day) ไม่ต่างกัน แต่ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับต่อวัน (N intake, g/day) ลดลงตามระดับโปรตีนในอาหารที่ลดลง ปริมาณปัสสาวะเฉลี่ยในแต่ละวัน (Urine, g/day) และปริมาณมูลเฉลี่ยในแต่ละวัน (Faeces, DM g/day) ของสุกรแต่ละกลุ่มมีค่าไม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางปัสสาวะต่อวัน (Urinary N, g/day) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) ส่วนปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางมูล (Faecal N, g/day) ของสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 15.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่ามากที่สุด และมากกว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 13.5 และ 11.5 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.01) มีค่าเท่ากับ 11.13, 8.60 และ 7.56 กรัมต่อวัน ตามลำดับ (ตาราง 14 และ ภาพ 15) ซึ่งสัดส่วนของปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางปัสสาวะต่อปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางมูล (Urinary N : Faecal N) ของสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 15.5, 13.5 และ 11.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าไม่ต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่มีแนวโน้มว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 15.5 เปอร์เซ็นต์ มีสัดส่วนมากที่สุด รองมาเป็นสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 13.5 และ 11.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 1.21, 1.17 และ 1.00 ตามลำดับ

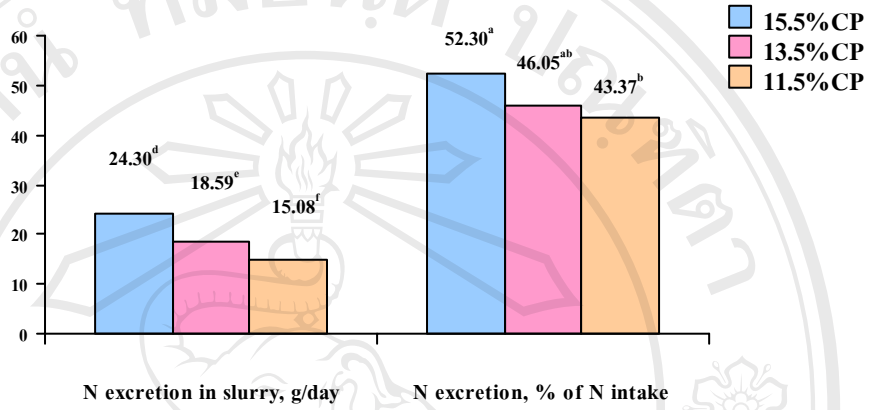


ภาพ 15 ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับเฉลี่ยต่อวัน (N intake, g/day) ไนโตรเจนที่ขับออกทางปัสสาวะเฉลี่ยต่อวัน (Urinary N, g/day) และไนโตรเจนที่ขับออกทางมูลเฉลี่ยต่อวัน (Faecal N, g/day)

สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนลดลงมีปริมาณไนโตรเจนในสิ่งขับถ่าย (N excretion in slurry, g/day) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) มีค่าเท่ากับ 24.30, 18.59 และ 15.08 กรัมต่อวัน ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อคิดเทียบปริมาณไนโตรเจนในสิ่งขับถ่ายกับเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนที่ได้รับ (N excretion in slurry, % of N intake) ของสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนต่างกัน 3 ระดับ สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 15.5 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไนโตรเจนในสิ่งขับถ่ายเมื่อคิดเทียบกับเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนที่ได้รับมีค่าสูงที่สุด และสูงกว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 11.5 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) แต่สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

13.5 และ 11.5 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไนโตรเจนในสิ่งขับถ่ายของสุกรเมื่อคิดเทียบกับเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนที่ได้รับมีค่าไม่ต่างกันทางสถิติ (P>0.05) (ตาราง 14 และ ภาพ 16)



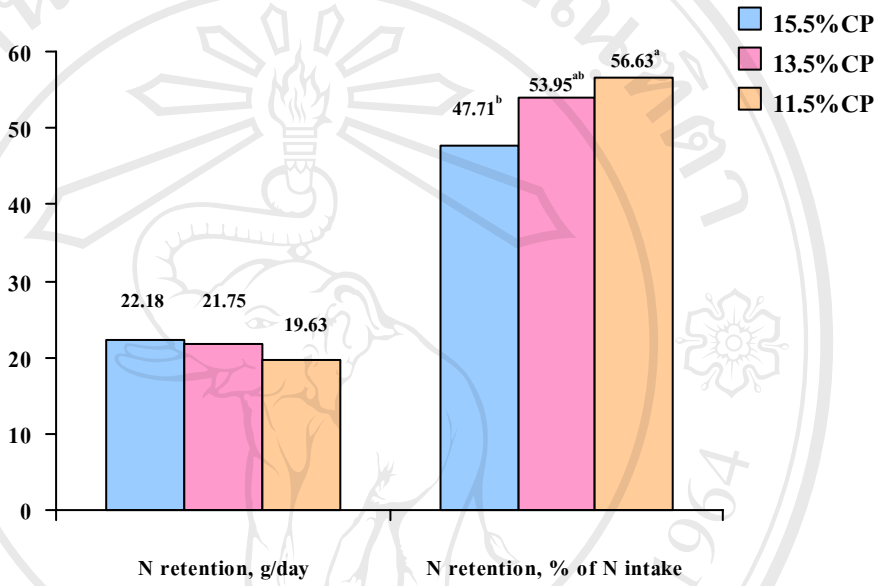
ภาพ 16 ปริมาณไนโตรเจนในสิ่งขับถ่าย (N excretion in slurry, g/day) และปริมาณไนโตรเจนในสิ่งขับถ่ายเมื่อคิดเทียบกับเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนที่ได้รับ (N excretion in slurry, % of N intake)

ส่วนปริมาณไนโตรเจนที่กักเก็บไว้ในร่างกาย (N retention, g/day) ของสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนต่างกัน 3 ระดับ มีค่าไม่ต่างกันทางสถิติ (P>0.05) คือ 22.18, 21.75 และ 19.63 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ระดับโปรตีนในอาหารที่ลดลงทำให้ปริมาณไนโตรเจนที่กักเก็บไว้ในร่างกายมีแนวโน้มลดลง แต่เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนที่ได้รับ (% of N intake) พบว่า สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 15.5 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไนโตรเจนที่ถูกกักเก็บไว้ในร่างกายเมื่อคิดเทียบกับเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนที่ได้รับมีค่าต่ำที่สุด และต่ำกว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 11.5 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) มีค่าเท่ากับ 47.71, 53.95 และ 56.63 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนที่ได้รับจากอาหารที่มีระดับโปรตีน15.5, 13.5 และ 11.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตาราง 14 และภาพ 17)

จากการศึกษาการย่อยได้ของไนโตรเจนในมูลแบบปรากฏ (Apparent faecal N digestibility, %) พบว่า ระดับของโปรตีนในอาหารไม่มีผลต่อการย่อยได้ของไนโตรเจนในมูลแบบปรากฏ (P>0.05) แต่มีแนวโน้มว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 13.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด รองมาเป็นสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 11.5 และ 15.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนค่าการใช้ประโยชน์ทางชีวภาพของไนโตรเจนแบบปรากฏ (Apparent biological value, %) ในอาหารของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สุกร อาหารที่มีระดับโปรตีน 11.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการใช้ประโยชน์ทางชีวภาพของไนโตรเจนแบบปรากฏสูงที่สุด และสูงกว่าอาหารที่มีระดับโปรตีน 15.5 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) แต่อาหารที่มีระดับโปรตีน 13.5 และ 11.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการใช้ประโยชน์ทางชีวภาพของไนโตรเจนไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ส่วนค่า pH ในปัสสาวะของสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนต่างกัน มีค่าไม่ต่างกันทางสถิติ (P>0.05) (ตาราง 14)

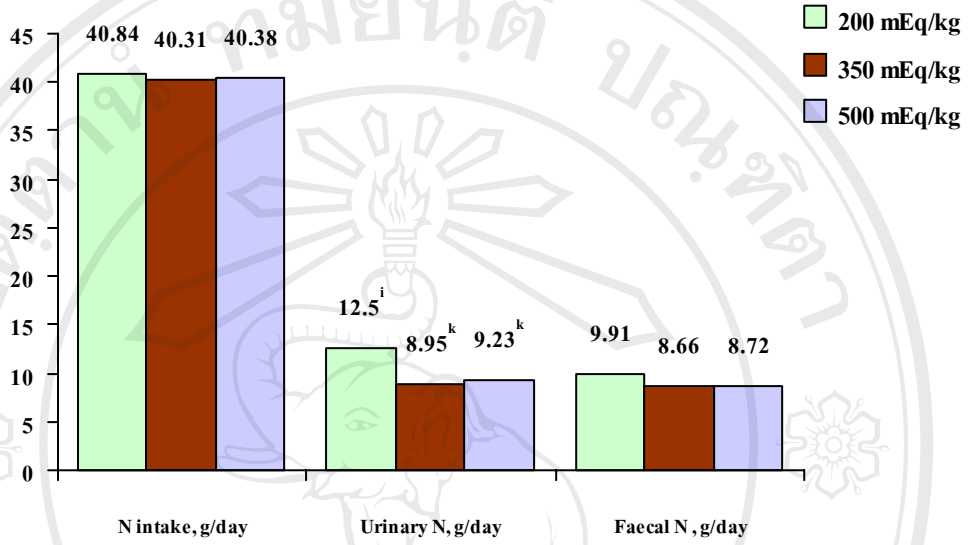


ภาพ 17 ปริมาณไนโตรเจนที่กักเก็บไว้ในร่างกาย (N retention, g/day) และ ไนโตรเจนที่ถูกกักเก็บไว้ในร่างกายเมื่อคิดเทียบกับเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนที่ได้รับ (N retention, % of N intake)

ผลของสารปรับสมดุลสารละลายไฟฟ้าต่อไนโตรเจนเมแทบอลิซึม และไนโตรเจนในสิ่งขับถ่ายของสุกรขุน พบว่า สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB ต่างกัน มีปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ ปริมาณปัสสาวะและปริมาณมูลเฉลี่ยในแต่ละวัน มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางปัสสาวะต่อวันของสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB 350 mEq ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าน้อยที่สุดและน้อยกว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB 200 mEq ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) ส่วนของปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางมูลมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่มีแนวโน้มว่า สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB 350 mEq ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าต่ำที่สุด รองมาเป็นสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB 500 และ 200 mEq ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าเท่ากับ 8.66, 8.72 และ9.91 กรัมต่อวัน ตามลำดับ (ตาราง 14 และ ภาพ 18) สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB 350 mEq ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีแนวโน้ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สัดส่วนของปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางปัสสาวะต่อปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางมูลต่ำที่สุด (P>0.05) รองมาเป็นสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB 500 และ 200 mEq ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ตามลำดับ



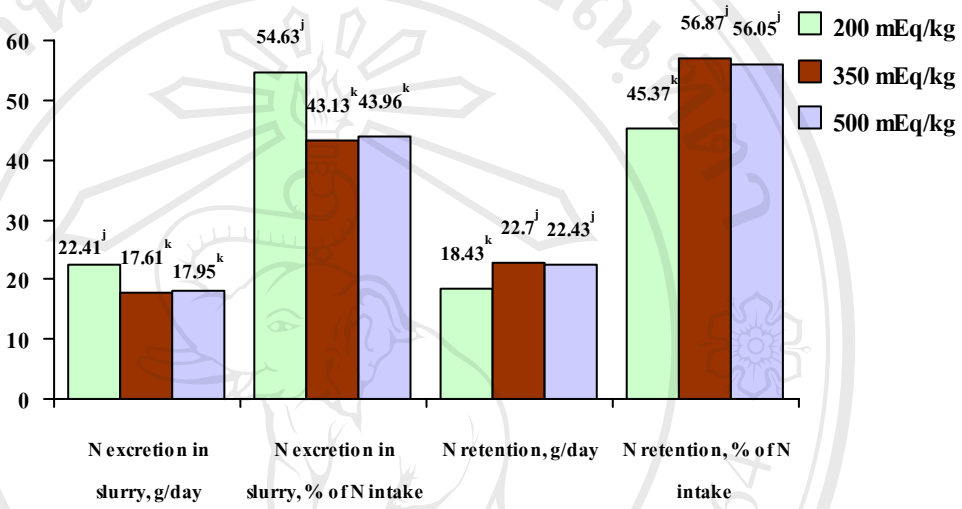
ภาพ 18 ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับเฉลี่ยต่อวัน (N intake, g/day) ไนโตรเจนที่ขับออกทางปัสสาวะเฉลี่ยต่อวัน (Urinary N, g/day) และไนโตรเจนที่ขับออกทางมูลเฉลี่ยต่อวัน (Faecal N, g/day)

ส่วนปริมาณไนโตรเจนในสิ่งขับถ่ายของสุกร และปริมาณไนโตรเจนในสิ่งขับถ่ายเมื่อคิดเทียบกับเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนที่ได้รับ สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB 350 mEq ต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีค่าต่ำที่สุด และต่ำกว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB 200 mEq ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) นอกจากนี้สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB 350 mEq ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ยังมีปริมาณไนโตรเจนที่กักเก็บไว้ในร่างกาย และปริมาณไนโตรเจนที่กักเก็บไว้ในร่างกายเมื่อคิดเทียบกับเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนที่ได้รับมีค่าสูงที่สุด และสูงกว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB 200 mEq ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) (ตาราง 14 และ ภาพ 19)

จากการศึกษาการย่อยได้ของไนโตรเจนในมูลแบบปรากฏ พบว่าระดับของ dEB ในอาหารไม่มีผลต่อค่าการย่อยได้ของไนโตรเจนในมูลแบบปรากฏ (P>0.05) แต่มีแนวโน้มว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB 350 mEq ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าสูงที่สุด รองมาเป็นสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB 500 และ 200 mEq ต่ออาหาร1 กิโลกรัม ส่วนค่าการใช้ประโยชน์ทางชีวภาพของไนโตรเจนแบบปรากฏในอาหารที่มีระดับ dEB ต่างกัน 3 ระดับมีค่าเท่ากับ 59.50, 72.16 และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

71.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อาหารที่มีระดับ dEB 350 mEq ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าการใช้ประโยชน์ทางชีวภาพของไนโตรเจนแบบปรากฏสูงที่สุด และสูงกว่าอาหารที่มีระดับ dEB 200 mEq ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) ส่วนระดับของ dEB ในอาหารที่เพิ่มขึ้นทำให้ค่า pH ในปัสสาวะของสุกรเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) (ตาราง 14)



ภาพ 19 ปริมาณไนโตรเจนในสิ่งขับถ่าย (N excretion in slurry, g/day) ปริมาณไนโตรเจนในสิ่งขับถ่ายเมื่อคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ได้รับ (N excretion in slurry, % of N intake) ปริมาณไนโตรเจนที่ถูกกักเก็บไว้ในร่างกาย (N retention, g/day) ไนโตรเจนที่ถูกกักเก็บไว้ในร่างกาย เมื่อคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ได้รับ (N retention, % of N intake)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 14 ผลของไนโตรเจนเมแทบอลิซึมและปริมาณไนโตรเจนในสิ่งขับถ่ายของสุกรขุนที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนและ dEB ต่างกัน

	Crude Protein (CP, %)			dietary Electrolyte Balance (dEB, mEq/kg)			SEM	CP x dEB
	15.5	13.5	11.5	200	350	500		
No. of pigs	12	12	12	12	12	12		
Average initial weight, kg	68.56	68.28	68.38	68.68	68.75	67.80		
Average final weight, kg	76.20	75.68	75.01	75.71	76.08	75.10		
Feed intake, DM g/day	1848	1856	1858	1855	1859	1849		
N intake, g/day	46.47	40.34	34.71	40.84	40.31	40.38		
Urine, g/day	2989.5	2967.4	2699.4	2836.5	2850.5	2969.3	437.4	NS
Urinary N, g/day	13.16^{d}	10.00^{e}	7.52^{f}	12.50^{j}	8.95^{k}	9.23^{k}	1.27	NS
Faecal, DM g/day	549.26	475.42	487.19	524.37	507.43	480.08	49.88	NS
Faecal N, g/day	11.13^{d}	8.60^{e}	7.56^{e}	9.91	8.66	8.72	0.83	NS
Urinary N : Faecal N	1.21	1.17	1.00	1.27	1.04	1.06	0.15	NS
N-excretion in slurry, g/day	24.30^{d}	18.59^{e}	15.08^{f}	22.41^{j}	17.61^{k}	17.95^{k}	1.59	NS
N-excretion in slurry, % of N intake	52.30^{a}	46.05^{ab}	43.37^{b}	54.63^{j}	43.13^{k}	43.96^{k}	4.04	NS
N retention, g/day	22.18	21.75	19.63	18.43^{k}	22.70^{j}	22.43^{j}	1.59	NS
N retention, % of N intake	47.71^{b}	53.95^{ab}	56.63^{a}	45.37^{k}	56.87^{j}	56.05^{j}	4.04	NS
Apparent faecal N digestibility, %	76.04	78.70	78.24	75.78	78.66	78.54	2.06	NS
Apparent Biological value (BV), %	62.71^{b}	68.33^{ab}	71.92^{a}	59.50^{k}	72.16^{j}	71.30^{j}	4.31	NS
Urinary pH	7.08	7.21	7.01	6.27^{l}	7.31^{k}	7.73^{j}	0.19	NS

[a-c]Means within the same row with different superscripts differ significantly ($P<0.05$) by protein effect.

[d-f]Means within the same row with different superscripts differ significantly ($P<0.01$) by protein effect.

[g-i] Means within the same row with different superscripts differ significantly ($P<0.05$) by dEB effect.

[j-l]Means within the same row with different superscripts differ significantly ($P<0.01$) by dEB effect.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.2 ค่าการย่อยได้ของโภชนะในมูลแบบปรากฏ

ค่าการย่อยได้ของโภชนะในมูลแบบปรากฏโดยการวิเคราะห์จากมูล (ตาราง 15) พบว่า สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนต่างกัน มีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง และโปรตีนในมูลแบบปรากฏไม่ต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่มีแนวโน้มว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 13.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง และโปรตีนมีค่าสูงที่สุด รองมาเป็นสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน11.5 และ 15.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าการย่อยได้ของไขมันในมูลแบบปรากฏของสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 13.5 และ 15.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการย่อยได้ของไขมันสูงกว่า สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 11.5 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) ส่วนค่าการย่อยได้ของเยื่อใยในมูลแบบปรากฏ พบว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนลดลงมีค่าการย่อยได้ของเยื่อใยเพิ่มขึ้น และเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.01) เมื่อเทียบสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 11.5 และ 13.5 เปอร์เซ็นต์ กับสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 15.5 เปอร์เซ็นต์

ผลของระดับ dEB ต่อค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน และเยื่อใยในมูลแบบปรากฏ พบว่า มีค่าไม่ต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่มีแนวโน้มว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB 350 mEq ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน และเยื่อใยในมูลแบบปรากฏสูงที่สุด โดยไม่มีปฏิกิริยาร่วมระหว่างระดับของโปรตีน และ dEB ต่อค่าการย่อยได้ของโภชนะในมูลแบบปรากฏ

ตาราง 15 ค่าการย่อยได้ของโภชนะในมูลแบบปรากฏ

	Crude Protein (CP, %)			dietary Electrolyte Balance (dEB, mEq/kg)			SEM	CP x dEB
	15.5	13.5	11.5	200	350	500		
No. of pigs	12	12	12	12	12	12		
Analytical composition (%)								
Dry matter	72.42	74.38	73.79	71.73	74.83	74.03	2.27	NS
Crude protein	76.04	78.70	78.24	75.78	78.66	78.54	2.06	NS
Ether extract	84.88[a]	87.87[a]	77.16[b]	82.40	86.53	80.98	3.18	NS
Crude fiber	53.57[b]	62.70[a]	68.22[a]	58.49	63.42	62.58	5.25	NS

[a-c]Means within the same row with different superscripts differ significantly (P<0.01) by protein effect.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved