บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 องค์ประกอบทางโภชนะและสัดส่วนของกรดอะมิโนในอาหารทดลอง

4.1.1 องค์ประกอบของโภชนะในอาหาร

ผลการคำนวณ และวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลองที่ใช้ข้าวโพดและกากถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบหลัก แสดงในตาราง 11 และ 12 พบว่า อาหารทดลองทั้ง 9 สูตร มีโปรตีนที่วิเคราะห์ได้ใกล้เคียงกับการคำนวณ โดยอาหารทดลองสุกรรุ่นสูตรที่ 1, 2 และ 3 มีระดับโปรตีนที่วิเคราะห์ (% DM) ได้เท่ากับ 17.91, 17.91 และ 18.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูตรที่ 4, 5 และ 6 เท่ากับ 15.88, 15.99 และ 15.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูตรที่ 7, 8 และ 9 เท่ากับ 13.93, 14.00 และ 13.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนระดับของ dEB ในอาหารทดลองที่วิเคราะห์ได้ (ตาราง 12) สูตรที่ 1, 4 และ 7 มีค่าเท่ากับ 279.4, 262.5 และ 245.6 mEq ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ตามลำดับ สูตรที่ 2, 5 และ 8 มีค่าเท่ากับ 379.0, 385.5 และ 390.8 mEq ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ตามลำดับ สูตรที่ 3, 6 และ 9 มีค่าเท่ากับ 528.9, 534.3 และ 540.7 mEq ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าค่า dEB ที่ได้จากการคำนวณ

ส่วนองค์ประกอบอื่น ๆ ที่วิเคราะห์ได้จากอาหารทดลองทั้ง 9 สูตร ได้แก่ วัตถุแห้ง ไขมัน เยื่อใยรวม และเถ้า พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันกับที่คำนวณได้มากนัก

4.1.2 สัดส่วนของกรดอะมิโนในอาหาร

จากการคำนวณสูตรอาหารทดลองโดยยึดแนวคิดโปรตีนในอุดมคติ โดยการปรับให้สัดส่วนของกรดอะมิโนมีระดับใกล้เคียงกันมากที่สุด เนื่องจาก lysine เป็นกรดอะมิโนที่มีอยู่อย่างจำกัดในอาหารสุกร การคำนวณสัดส่วนของกรดอะมิโนในสูตรอาหารจึงทำการเทียบกับ lysine เป็นหลัก คือให้ปริมาณ lysine ที่คำนวณได้เท่ากับ 100 ซึ่งผลการคำนวณแสดงในตาราง 14 โดยในอาหารทดลองมีสัดส่วนของกรดอะมิโนที่มักมีจำกัดในอาหารสุกรคือ lysine, methionine+cysteine, threonine และ tryptophan ของสูตรที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 100, 30, 61, 69 และ 23 สูตรที่ 4, 5 และ 6 เท่ากับ 100, 29, 59, 64 และ 21 และสูตรที่ 7, 8 และ 9 เท่ากับ 100, 28, 56, 58 และ 19

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 11 องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลองที่ได้จากการคำนวณ

	Growing pig diets								
	Diet 1	**Diet 2**	**Diet 3**	**Diet 4**	**Diet 5**	**Diet 6**	**Diet 7**	**Diet 8**	**Diet 9**
Calculated composition (% as fed basis)									
Crude protein	18.00	18.00	18.00	16.02	16.02	16.02	14.03	14.03	14.03
dEB, mEq/kg [1/]	236.1	350.0	500.3	213.4	349.6	499.9	213.9	350.1	500.4
Crude fiber	4.53	4.53	4.53	4.16	4.16	4.16	3.78	3.78	3.78
Ether extract	4.57	4.57	4.57	4.70	4.70	4.70	4.82	4.82	4.82
ME, Kcal/kg	3137	3137	3137	3147	3147	3147	3156	3156	3156
Calcium	0.64	0.64	0.64	0.63	0.63	0.63	0.61	0.61	0.61
Phosphorus, total	0.86	0.86	0.86	0.84	0.84	0.84	0.81	0.81	0.81
Phosphorus, available	0.35	0.35	0.35	0.34	0.34	0.34	0.33	0.33	0.33
Lysine	1.01	1.01	1.01	0.96	0.96	0.96	0.92	0.92	0.92
Methionine	0.30	0.30	0.30	0.28	0.28	0.28	0.26	0.26	0.26
Methionine + Cysteine	0.62	0.62	0.62	0.57	0.57	0.57	0.51	0.51	0.51
Threonine	0.69	0.69	0.69	0.62	0.62	0.62	0.54	0.54	0.54
Tryptophan	0.23	0.23	0.23	0.20	0.20	0.20	0.17	0.17	0.17
Arginine	1.31	1.31	1.31	1.15	1.15	1.15	0.99	0.99	0.99
Histidine	0.48	0.48	0.48	0.43	0.43	0.43	0.38	0.38	0.38
Isoleucine	0.77	0.77	0.77	0.68	0.68	0.68	0.59	0.59	0.59
Leucine	1.48	1.48	1.48	1.34	1.34	1.34	1.21	1.21	1.21
Phenylalanine	0.89	0.89	0.89	0.79	0.79	0.79	0.69	0.69	0.69
Phenylalanine + Tyrosine	1.58	1.58	1.58	1.40	1.40	1.40	1.22	1.22	1.22
Valine	0.92	0.92	0.92	0.82	0.82	0.82	0.73	0.73	0.73

[1/] dEB = $Na^+ + K^+ - Cl^-$ (Patience, 1990)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 12 องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลองที่ได้จากการวิเคราะห์

	Growing pig diets								
	Diet 1	**Diet 2**	**Diet 3**	**Diet 4**	**Diet 5**	**Diet 6**	**Diet 7**	**Diet 8**	**Diet 9**
Analytical composition (% as fed basis)									
Dry matter	91.66	91.90	91.70	92.73	92.81	93.18	92.77	92.28	92.85
Organic matter[1/]	85.11	83.51	83.42	86.19	85.38	84.71	86.72	85.68	85.21
Crude protein	16.41	16.46	16.51	14.73	14.84	14.78	12.92	12.92	12.89
Ether extract	4.94	4.85	3.47	5.75	3.92	3.42	6.05	7.54	3.48
Crude fiber	6.12	6.05	5.99	5.58	5.60	5.36	5.46	5.90	5.51
Nitrogen free extract[2/]	57.63	56.15	57.44	60.13	61.03	61.14	62.29	59.33	63.33
Ash	6.54	8.39	8.28	6.55	7.42	8.48	6.05	6.59	7.64
Analytical composition (% DM)									
Organic matter[1/]	92.86	90.87	90.97	92.94	92.00	90.90	93.48	92.85	91.77
Crude protein	17.91	17.91	18.01	15.88	15.99	15.86	13.93	14.00	13.88
Ether extract	5.40	5.28	3.79	6.20	4.22	3.67	6.52	8.17	3.74
Crude fiber	6.68	6.58	6.53	6.02	6.04	5.76	5.89	6.39	5.93
Ash	7.14	9.13	9.03	7.06	8.00	9.10	6.52	7.15	8.23
Nitrogen free extract[2/]	62.88	61.10	62.64	64.85	65.76	65.61	67.15	64.29	68.21
dEB, mEq/kg[3/]	279.5	379.0	528.9	262.5	385.5	534.3	245.6	390.8	540.8

[1/] % Organic matter = % dry matter - % ash

[2/] % Nitrogen free extract = % dry matter - % crude protein - % ether extract - % crude fiber - % ash

[3/] Electrolyte balance from feed analysis ($Na^+ + K^+ - Cl^-$, mEq/kg of feed)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 13 ปริมาณโซเดียม (Na) โพแทสเซียม (K) และคลอไรด์ (Cl) ที่วิเคราะห์ได้จากวัตถุดิบอาหารทดลอง

Ingredients	Content in feedstuffs (%)		
	Na	K	Cl
Corn	0.18	0.41	0.052
Broken rice	0.13	0.19	0.042
Rice bran	0.19	1.39	0.079
Soybean meal (44%CP)	0.27	2.1	0.064
Dicalcium phosphate (P18)[1/]	0.18	0.15	0.47
Limestone[1/]	0.06	0.11	0.02
Normal salt	35.95	0.002	58.4
$NaHCO_3$	26.93	0.014	0

[1/] Value from NRC (1998)

ตาราง 14 สัดส่วนของกรดอะมิโนในอาหารทดลองโดยเปรียบเทียบกับไลซีนเป็นหลัก

Item	Growing pig diets								
	Diet 1	Diet 2	Diet 3	Diet 4	Diet 5	Diet 6	Diet 7	Diet 8	Diet 9
Lysine, %	1.01	1.01	1.01	0.96	0.96	0.96	0.92	0.92	0.92
Ideal ratio of amino acids to lysine :									
Lysine	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Methionine	30	30	30	29	29	29	28	28	28
Methioninet+Cysteine	61	61	61	59	59	59	56	56	56
Threonine	69	69	69	64	64	64	58	58	58
Tryptophan	23	23	23	21	21	21	19	19	19
Arginine	129	129	129	119	119	119	108	108	108
Histidine	48	48	48	44	44	44	41	41	41
Isoleucine	77	77	77	71	71	71	64	64	64
Leucine	146	146	146	139	139	139	132	132	132
Phenylalanine	88	88	88	82	82	82	75	75	75
Phenylalanine+tyrosine	156	156	156	145	145	145	133	133	133
Valine	91	91	91	85	85	85	80	80	80

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2 การศึกษาการย่อยได้ของโปรตีนสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กของสุกรรุ่นจากการใช้อาหารทดลอง

ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของโปรตีนและโภชนะอื่น ๆ สิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กของสุกรที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 9 สูตร แสดงในตาราง 15 เมื่อพิจารณาถึงผลของระดับโปรตีนต่อค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของโภชนะสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็ก พบว่า สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB 200 mEq ต่อกิโลกรัม การลดระดับของโปรตีนในอาหารลงจาก 18 เหลือ 16 และ 14 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุแห้งสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (83.95 Vs 85.85 และ 89.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; P<0.01) โดยสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุแห้งสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กสูงที่สุด (P<0.01) ส่วนค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของโปรตีนสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็ก พบว่า การลดลงของระดับโปรตีนในอาหารจาก 18 เหลือ 16 และ 14 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของโปรตีนสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (75.41 Vs 73.76 และ 73.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; P<0.01) โดยสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 16 และ 14 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของโปรตีนสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ระดับของโปรตีนในอาหารที่ลดลง มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของไขมันและเถ้าสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กเพิ่มสูงขึ้น (P<0.01) จาก 55.59 เป็น 63.41 และ 69.41 เปอร์เซ็นต์ และ 19.38 เป็น 22.65 และ 24.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 16 และ 14 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของเถ้าสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) (ภาพ 15)

ตาราง 15 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การย่อยได้สิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็ก (apparent ileal digestibility) ของโภชนะ (%DM) จากสุกรที่ได้อาหารทดลอง [1/, 2/]

Item	Diet 1	Diet 2	Diet 3	Diet 4	Diet 5	Diet 6	Diet 7	Diet 8	Diet 9	SEM[3/]
%CP	18	18	18	16	16	16	14	14	14	
dEB, mEq/kg	200	350	500	200	350	500	200	350	500	
Dry matter	83.95^{a}	84.85^{d}	76.69^{b}	85.85^{e}	84.45^{c}	84.49^{c}	89.74^{g}	84.54^{c}	86.74^{f}	0.015
Crude protein	75.41^{ac}	75.93^{a}	77.20^{b}	73.76^{d}	75.40^{ac}	74.54^{cd}	73.62^{d}	71.20^{e}	71.11^{e}	0.363
Crude fiber	22.21	26.95	23.14	23.26	26.92	21.31	24.20	24.69	26.63	0.678
Ether extract	55.59^{a}	69.29^{d}	60.00^{b}	63.41^{c}	63.24^{c}	53.62^{a}	69.41^{d}	76.71^{e}	55.01^{a}	0.382
Ash	19.38^{a}	37.51^{g}	32.80^{de}	22.65^{b}	31.38^{d}	36.52^{fg}	24.55^{bc}	25.79^{c}	34.23^{ef}	0.293
Organic matter	72.54^{abc}	68.99^{e}	72.77^{bc}	72.78^{bc}	73.22^{c}	71.54^{a}	75.04^{d}	71.92^{ab}	71.74^{a}	0.143

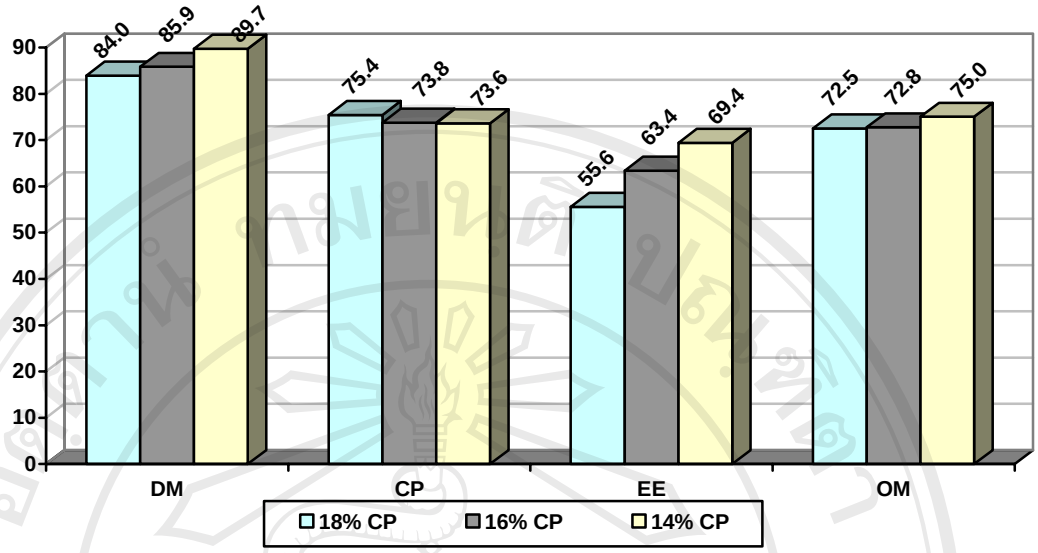
[1/] Based on titanium dioxide.

[2/] Mean of nine pigs per diet.

[3/] Standard error of mean square.

[a,b,c,d,e,f,g] Means within a row with different superscripts differ (P<0.01)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

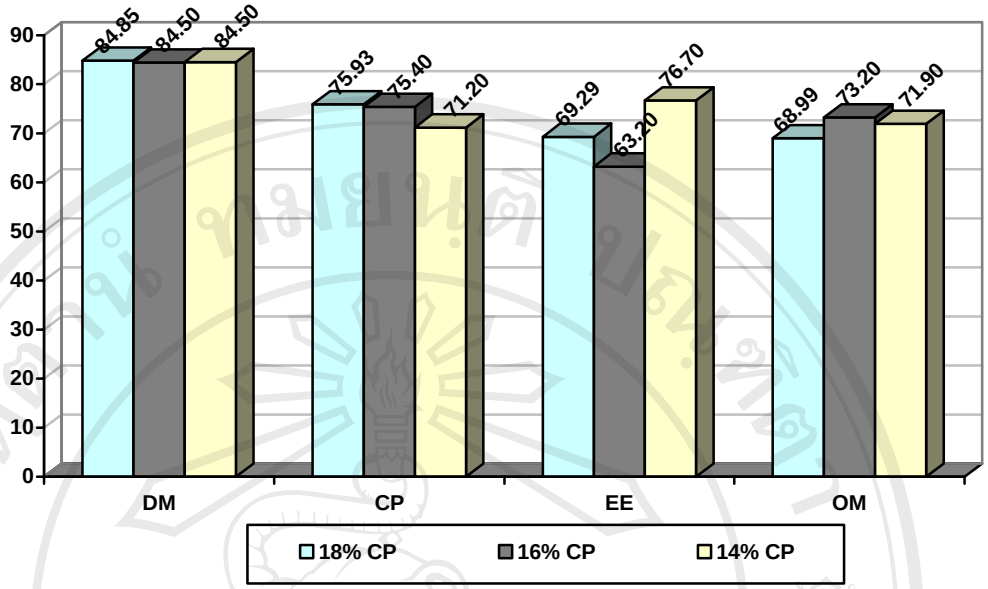


ภาพ 15 แสดงค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (DM) โปรตีน (CP) ไขมัน (EE) และอินทรียวัตถุ (OM) สิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กของสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 18, 16 และ 14 เปอร์เซ็นต์ dEB 200 mEq ต่อกิโลกรัม

สำหรับค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของอินทรียวัตถุสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็ก พบว่า การลดระดับโปรตีนในอาหารลงจาก 18 เป็น 16 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลทำให้สุกรมีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของอินทรียวัตถุสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กแตกต่างกันทางสถิติ (72.54 Vs 72.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; $P>0.05$) แต่เมื่อลดระดับโปรตีนในอาหารจาก 18 เป็น 14 เปอร์เซ็นต์ กลับมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของอินทรียวัตถุสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (72.54 Vs 75.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; $P<0.01$) (ภาพ 15)

เมื่อสุกรได้รับอาหารที่มี dEB 350 mEq ต่อกิโลกรัม พบว่า การลดระดับโปรตีนในอาหารจาก 18 เหลือ 16 และ 14 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุแห้งสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กลดลง (84.85 Vs 84.45 และ 84.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; $P<0.01$) โดยค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุแห้งสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กของสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 16 และ 14 เปอร์เซ็นต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของโปรตีนสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กของสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 18 และ 16 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (75.93 Vs 75.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; $P>0.05$) และมีค่าสูงกว่า ($P<0.01$) เมื่อเทียบกับสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ (71.20 เปอร์เซ็นต์; $P>0.05$) (ภาพ 16)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

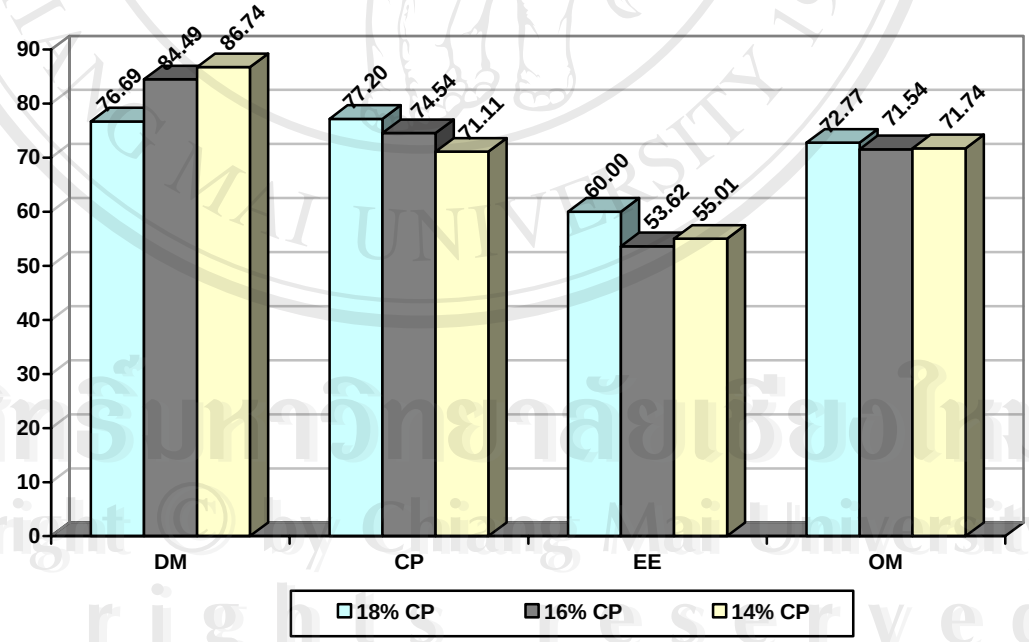


ภาพ 16 แสดงค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (DM) โปรตีน (CP) ไขมัน (EE) และอินทรียวัตถุ (OM) สิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กของสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 18, 16 และ 14 เปอร์เซ็นต์ dEB 350 mEq ต่อกิโลกรัม

สำหรับค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของไขมันสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็ก พบว่า สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของไขมันสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กเท่ากับ 69.29 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมื่อระดับโปรตีนในอาหารลดลงเหลือ 16 เปอร์เซ็นต์ สุกรมีค่าการย่อยได้ของไขมันสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กลดลงเหลือ 63.24 เปอร์เซ็นต์ (P<0.01) แต่เมื่อลดระดับโปรตีนในอาหารลงจาก 18 เหลือ 14 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของไขมันสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กกลับเพิ่มสูงขึ้น (76.71 เปอร์เซ็นต์; P<0.01) โดยสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของไขมันสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กสูงที่สุด (P<0.01) ระดับโปรตีนในอาหารที่ลดลงมีผลทำให้สุกรมีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของเถ้าสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กลดต่ำลงตามไปด้วย โดยมีค่าสูงที่สุดในสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ (37.51 เปอร์เซ็นต์; P<0.01) และต่ำที่สุดในสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ (25.79 เปอร์เซ็นต์; P<0.01) ส่วนค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของอินทรียวัตถุสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็ก พบว่า มีค่าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อสุกรได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนลดลงจาก 18 เหลือ 16 และ 14 เปอร์เซ็นต์ (68.99 Vs 73.22 และ 71.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; P<0.01) โดยมีค่าสูงที่สุดในสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ (P<0.01) (ภาพ 16)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สุกรที่ได้รับอาหารที่มี dEB 500 mEq ต่อกิโลกรัม พบว่า ระดับโปรตีนในอาหารที่ลดลง 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุแห้งสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กเพิ่มสูงขึ้น (76.69 Vs 84.49 และ 86.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; $P<0.01$) โดยค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุแห้งสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กสูงที่สุดในสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.01$) แต่มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของโปรตีนสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กลดต่ำลง (77.20 Vs 74.54 และ 71.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; $P<0.01$) โดยค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของโปรตีนสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กต่ำที่สุดในสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.01$) ส่วนค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของไขมันสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็ก พบว่า สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 16 และ 14 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของไขมันสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กไม่แตกต่างกันทางสถิติ (53.62 Vs 55.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; $P>0.05$) แต่มีค่าต่ำกว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ (60.00 เปอร์เซ็นต์; $P<0.01$) สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 18 และ 14 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของเถ้าสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กไม่แตกต่างกันทางสถิติ (32.80 Vs 34.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; $P<0.01$) และมีค่าต่ำกว่า ($P<0.01$) สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ (36.52 เปอร์เซ็นต์) (ภาพ 17)

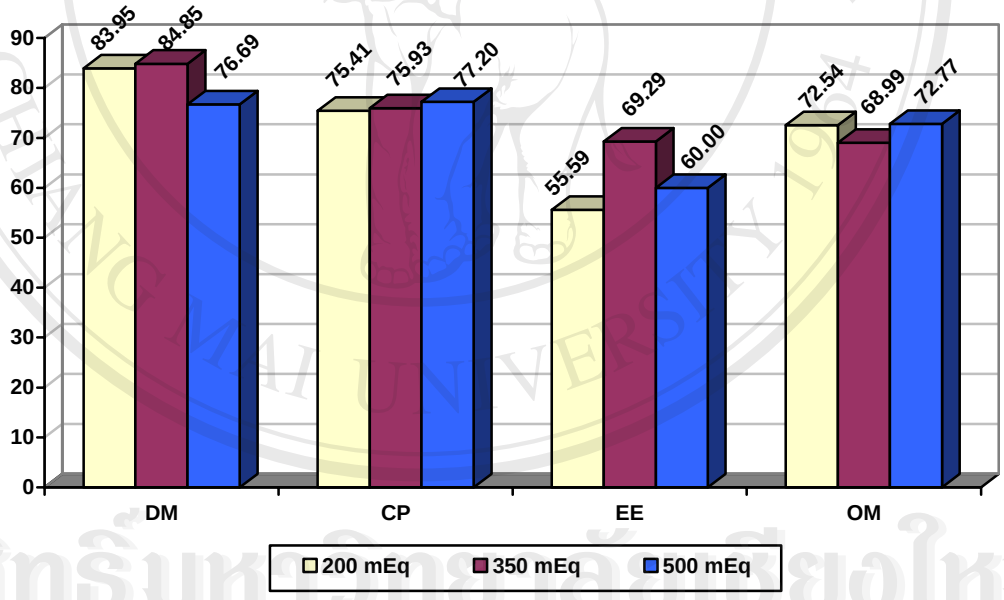


ภาพที่ 17 แสดงค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (DM) โปรตีน (CP) ไขมัน (EE) และอินทรียวัตถุ (OM) สิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กของสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 18, 16 และ 14 เปอร์เซ็นต์ dEB 500 mEq ต่อกิโลกรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของอินทรียวัตถุสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็ก พบว่า การลดลงของระดับโปรตีนมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของอินทรียวัตถุสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กลดต่ำลง (P>0.05) สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 16 และ 14 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของอินทรียวัตถุสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กไม่แตกต่างกันทางสถิติ (71.54 Vs 71.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; P>0.05) และมีค่าต่ำกว่า (P<0.01) เมื่อเทียบกับสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ (72.77 เปอร์เซ็นต์) (ภาพ 17)

เมื่อพิจารณาถึงผลของระดับ dEB ในอาหาร พบว่า สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์และมีระดับ dEB 200, 350 และ 500 mEq ต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุแห้งสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กเท่ากับ 83.95, 84.85 และ 76.69 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุแห้งสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กสูงที่สุดในสุกรที่ได้รับอาหารที่มี dEB 350 mEq ต่อกิโลกรัม และต่ำที่สุดในสุกรที่ได้รับอาหารที่มี dEB 500 mEq ต่อกิโลกรัม (P<0.01) (ภาพ 18)



ภาพ 18 แสดงค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (DM) โปรตีน (CP) ไขมัน (EE) และอินทรียวัตถุ (OM) สิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กของสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ dEB 200, 350 และ 500 mEq ต่อกิโลกรัม

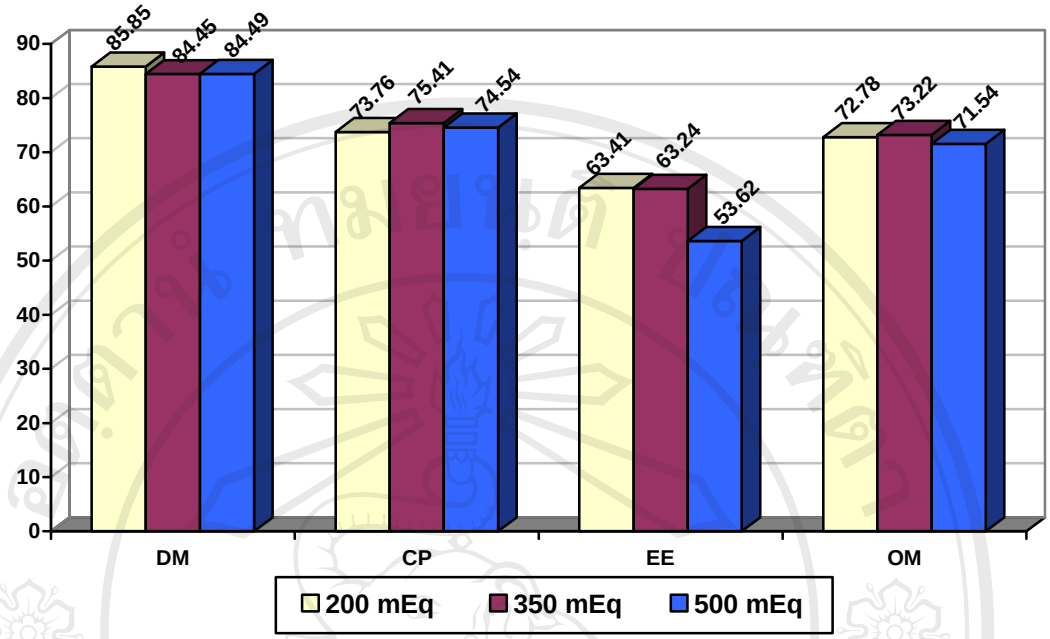
ส่วนค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของโปรตีนสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็ก พบว่า สุกรที่ได้รับอาหารที่มี dEB 200 และ 350 mEq ต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของโปรตีนสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กไม่แตกต่างกันทางสถิติ (75.41 และ 75.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; P>0.05) และมีค่าต่ำกว่าสุกร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่ได้รับอาหารที่มี dEB 500 mEq ต่อกิโลกรัม (77.20 เปอร์เซ็นต์; $P<0.01$) เมื่อสุกรได้รับอาหารที่มีระดับ dEB เพิ่มขึ้นจาก 200 เป็น 350 และ 500 mEq ต่อกิโลกรัม พบว่ามีผลทำให้ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของไขมัน และเถ้าสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กมีค่าเพิ่มสูงขึ้น (55.59 Vs 69.29 และ 60.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ 19.37 Vs 37.51 และ 32.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; $P<0.01$) โดยสุกรที่ได้รับอาหารที่มี dEB 350 mEq ต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของไขมันและเถ้าสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กสูงที่สุด ($P<0.01$) สำหรับค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของอินทรียวัตถุสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็ก พบว่า สุกรที่ได้รับอาหารที่มี dEB 200 และ 500 mEq ต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของอินทรียวัตถุสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กไม่แตกต่างกันทางสถิติ (72.54 Vs 72.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; $P>0.05$) และมีค่าสูงกว่า ($P<0.01$) สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB 350 mEq ต่อกิโลกรัม (68.99 เปอร์เซ็นต์) (ภาพ 18)

ในสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การเพิ่มขึ้นของระดับ dEB ในอาหารจาก 200 เป็น 350 และ 500 mEq ต่อกิโลกรัม มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุแห้งสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กลดต่ำลง (85.85 Vs 84.45 และ 84.49 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; $P<0.05$) ส่วนค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของโปรตีนสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็ก พบว่า สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB เพิ่มขึ้นจาก 200 เป็น 350 mEq ต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของโปรตีนสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กสูงขึ้น (73.76 Vs 75.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; $P<0.01$) แต่เมื่อเพิ่มขึ้นเป็น 500 mEq ต่อกิโลกรัม พบว่าไม่มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของโปรตีนสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กมีความแตกต่างกันทางสถิติ (73.76 Vs 74.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; $P>0.05$) สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB 200 และ 350 mEq ต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของไขมันสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กไม่แตกต่างกันทางสถิติ (63.41 และ 63.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; $P>0.05$) และมีค่าสูงกว่าเมื่อเทียบกับสุกรที่ได้รับอาหารที่มี dEB 500 mEq ต่อกิโลกรัม (53.62 เปอร์เซ็นต์; $P<0.01$) ระดับ dEB ในอาหารที่เพิ่มขึ้นจาก 200 เป็น 350 และ 500 mEq ต่อกิโลกรัม มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของเถ้าสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กเพิ่มสูงขึ้น (22.65 Vs 31.38 และ 36.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; $P<0.01$) ส่วนค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของอินทรียวัตถุสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็ก พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติในสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB 200 และ 350 mEq ต่อกิโลกรัม (72.78 Vs 73.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; $P>0.05$) แต่มีค่าสูงกว่าเมื่อเทียบสุกรที่ได้รับอาหารที่มี dEB 500 mEq ต่อกิโลกรัม (72.78 และ 73.22 Vs 71.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; $P<0.01$) (ภาพ 19)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



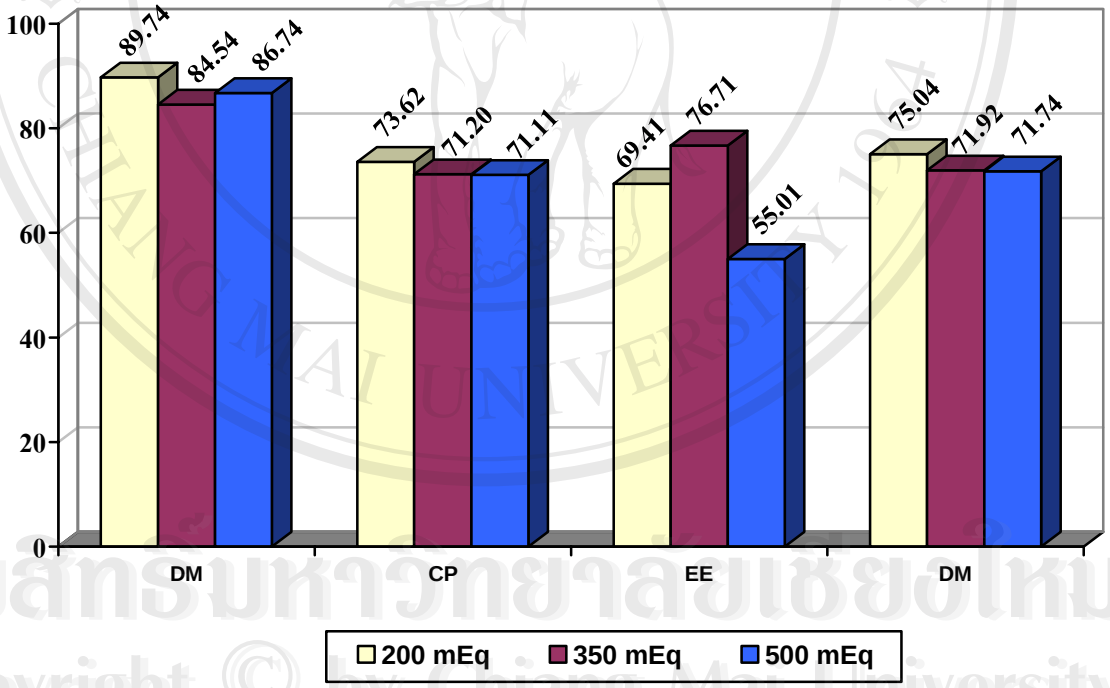
ภาพ 19 แสดงค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (DM) โปรตีน (CP) ไขมัน (EE) และอินทรียวัตถุ (OM) สิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กของสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ dEB 200, 350 และ 500 mEq ต่อกิโลกรัม

ในสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ที่ระดับ dEB 200 mEq ต่อกิโลกรัม สุกรมีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุแห้งสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กสูงกว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB 350 และ 500 mEq ต่อกิโลกรัม (89.74 Vs 84.54 และ 86.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; $P<0.01$) โดยสุกรที่ได้รับอาหารที่มี dEB 350 mEq ต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยการย่อยของวัตถุแห้งสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กต่ำที่สุด ($P<0.01$) ระดับของ dEB ในอาหารที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของโปรตีนสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กลดต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB เพิ่มสูงขึ้นจาก 200 เป็น 350 และ 500 mEq ต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของโปรตีนสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กเท่ากับ 73.62, 71.20 และ 71.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของไขมันสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อสุกรได้รับอาหารที่มีระดับ dEB เพิ่มขึ้นจาก 200 เป็น 350 mEq ต่อกิโลกรัม (69.41 Vs 76.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; $P<0.01$) แต่เมื่อ dEB ในอาหารเพิ่มขึ้นจาก 200 เป็น 500 mEq ต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของไขมันสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กกลับลดต่ำลง (55.01 เปอร์เซ็นต์; $P<0.01$) โดยสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB 350 mEq ต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของไขมันสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กสูงกว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มี dEB ระดับอื่น ส่วนค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของเถ้าสิ้นสุดที่ปลาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ลำไส้เล็กในสุกรที่ได้รับอาหารที่มี dEB 200 และ 350 mEq ต่อกิโลกรัม พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (24.55 Vs 25.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; $P>0.05$) และมีค่าต่ำกว่า ($P<0.01$) เมื่อเทียบกับสุกรที่ได้รับอาหารที่มี 500 mEq ต่อกิโลกรัม (34.23 เปอร์เซ็นต์) ส่วนค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของอินทรียวัตถุสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็ก พบว่า ลดต่ำลง ($P<0.01$) เมื่อสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB เพิ่มขึ้นจาก 200 เป็น 350 และ 500 mEq ต่อกิโลกรัม (75.04 Vs 71.92 และ 71.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; $P<0.01$) โดยสุกรที่ได้รับอาหารที่มี dEB 350 และ 500 mEq ต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของอินทรียวัตถุสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ภาพ 20)

ระดับของโปรตีนและ dEB ในอาหารไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของเยื่อใยรวมสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็ก ($P>0.05$)

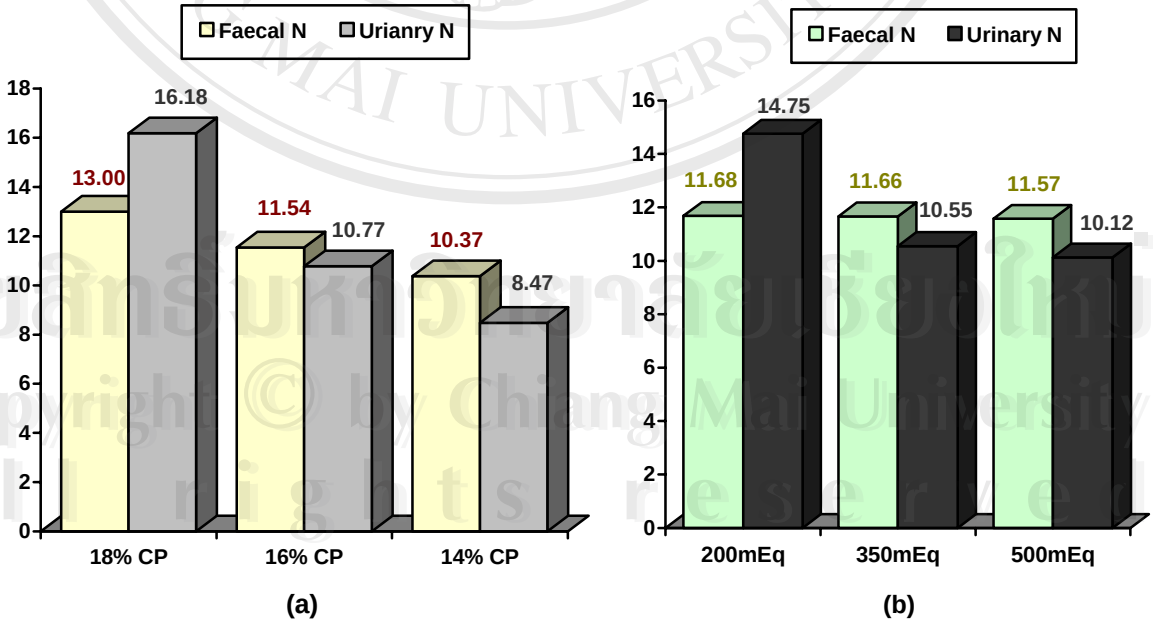


ภาพ 20 แสดงค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน และอินทรียวัตถุสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กของสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ dEB 200, 350 และ 500 mEq ต่อกิโลกรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3 การศึกษาปริมาณไนโตรเจนในสิ่งขับถ่ายของสุกรที่ได้รับอาหารทดลอง

ปริมาณไนโตรเจนในสิ่งขับถ่ายของสุกรรุ่นแสดงในตาราง 15 จากการทดลอง พบว่า การลดระดับของโปรตีนในอาหารมีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนในมูลลดลง (P<0.01) ในขณะที่การเพิ่มขึ้นของระดับ dEB ในอาหาร และปฏิกิริยาร่วม (interaction) ระหว่างระดับโปรตีนและ dEB ในอาหารไม่มีผลต่อปริมาณไนโตรเจนในมูล (P>0.05) สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนในมูลสูงกว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 16 และ 14 เปอร์เซ็นต์ (13.00 Vs 11.54 และ 10.37 กรัมต่อวัน ตามลำดับ; P<0.01) (ภาพ 21 a) ส่วนค่าเฉลี่ย ของปริมาณไนโตรเจนในมูลของสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับ dEB 200, 350 และ 500 mEq ต่อกิโลกรัม มีค่าเท่ากับ 11.68, 11.66 และ 11.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับซึ่งพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) (ภาพ 21 b) สำหรับปริมาณไนโตรเจนในปัสสาวะพบว่า ทั้งระดับของโปรตีนที่ลดลง ระดับ dEB ที่เพิ่มสูงขึ้น และปฏิกิริยาร่วมระหว่างกันระดับของโปรตีนและ dEB มีผลต่อปริมาณไนโตรเจนในปัสสาวะ (P<0.01) โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณไนโตรเจนในปัสสาวะสูงที่สุด ในสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ dEB 200 mEq ต่อกิโลกรัม (21.30 กรัมต่อวัน; P<0.01) และต่ำที่สุดในสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ dEB 500 mEq ต่อกิโลกรัม (7.41 กรัมต่อวัน; P<0.01)

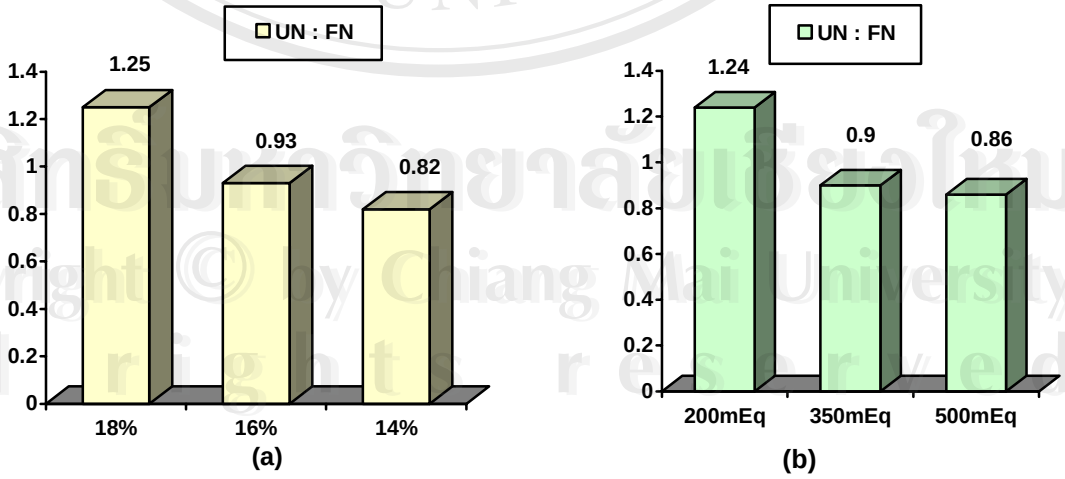


ภาพ 21 ผลของระดับโปรตีน (a) และ dEB (b) ต่อปริมาณไนโตรเจนในปัสสาวะและไนโตรเจนในมูล (กรัมต่อวัน)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การลดลงของระดับโปรตีนในอาหารจาก 18 เป็น 16 และ 14 เปอร์เซ็นต์ พบว่า มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนในปัสสาวะลดต่ำลง 33.4 และ 44 เปอร์เซ็นต์ (16.18 Vs 10.77 และ 8.47 กรัมต่อวัน ตามลำดับ; $P<0.01$) (ภาพ 21 a) ระดับ dEB ในอาหารที่เพิ่มสูงขึ้นจาก 200 เป็น 350 และ 500 mEq ต่อกิโลกรัม สามารถลดค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนในปัสสาวะลงได้ 28.5 และ 31.39 เปอร์เซ็นต์ (14.75 Vs 10.55 และ 10.12 กรัมต่อวัน ตามลำดับ; $P<0.01$) (ภาพ 21 b)

สัดส่วนของไนโตรเจนในปัสสาวะต่อไนโตรเจนในมูลพบว่า ระดับของโปรตีน ระดับของ dEB และปฏิกิริยาร่วมระหว่างระดับของโปรตีน และ dEB มีผลต่อสัดส่วนของไนโตรเจนในปัสสาวะต่อไนโตรเจนในมูล ($P<0.01$) ระดับของโปรตีนที่ลดต่ำลงและระดับของ dEB ที่เพิ่มสูงขึ้นมีผลทำให้สัดส่วนของไนโตรเจนในปัสสาวะต่อไนโตรเจนในมูลลดลง ($P<0.01$) โดยสัดส่วนของไนโตรเจนในปัสสาวะต่อไนโตรเจนในมูลของสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ dEB 200 mEq ต่อกิโลกรัม มีค่าสูงกว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนและ dEBระดับอื่น ๆ ($P<0.01$) และมีค่าต่ำที่สุดในสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ dEB 500 mEq ต่อกิโลกรัม ($P<0.01$) ระดับของโปรตีนในอาหารที่ลดลง 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ จากระดับปกติมีผลทำให้สุกรที่ได้รับอาหารมีสัดส่วนของไนโตรเจนในปัสสาวะต่อไนโตรเจนในมูลลดลง 25.6 และ 34.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (1.25 Vs 0.93 และ 0.82 ตามลำดับ; $P<0.01$) (ภาพ 22 a) และในสุกรที่ได้รับ dEB ในอาหารเพิ่มขึ้นจาก 200 เป็น 350 และ 500 mEq ต่อกิโลกรัม พบว่า มีผลทำให้สัดส่วนของไนโตรเจนในปัสสาวะต่อไนโตรเจนในมูลลดต่ำลงด้วยเช่นกัน (1.24 Vs 0.90 และ 0.86 ตามลำดับ; $P<0.01$) โดยสุกรที่ได้รับอาหารที่มี dEB เพิ่มขึ้นจะมีสัดส่วนของไนโตรเจนในปัสสาวะต่อไนโตรเจนในมูลลดลง 27.4 และ 30.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพ 22 b)



ภาพ 22 ผลของระดับโปรตีน (a) และ dEB (b) ต่อสัดส่วนของไนโตรเจนในปัสสาวะต่อไนโตรเจนในมูล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 16 ปริมาณไนโตรเจนในสิ่งขับถ่ายของสุกรที่ได้รับอาหารทดลอง

Item	Diet 1	Diet 2	Diet 3	Diet 4	Diet 5	Diet 6	Diet 7	Diet 8	Diet 9	Statistical analysis[1/]			
%CP	18	18	18	16	16	16	14	14	14				
dEB, mEq/kg	200	350	500	200	350	500	200	350	500	CP	dEB	Inter	SEM[2/]
No. of animals	4	4	4	4	4	4	4	4	4	-	-	-	-
Avg. initial weight, kg	40.25	40.03	40.25	40.00	40.40	40.30	40.10	40.20	40.23	-	-	-	1.94
Avg. final weight, kg	47.77	47.93	49.20	46.75	46.60	45.38	46.80	47.38	46.00	-	-	-	0.45
Feed Intake, DM g/d	1746.7	1742.5	1746.2	1746.3	1754.0	1733.6	1754.2	1759.9	1729.9	-	-	-	0.46
N intake, g/d	56.28	56.14	56.56	49.32	49.61	49.02	43.24	43.69	43.07	**	ns	ns	2.21
Feces, DM g/d	497.54	503.40	505.95	498.70	502.35	500.29	501.49	501.82	500.52	ns	ns	ns	3.64
Urine, g/day	2942.72	3594.26	4151.83	2315.33	3718.85	2902.26	2736.24	2464.12	2940.96	ns	ns	ns	236
Faecal N, g/d	13.03	13.02	12.95	11.76	11.51	11.35	10.25	10.45	10.41	**	ns	ns	0.08
Urinary N, g/d	21.30	13.75	13.50	13.04	9.83	9.45	9.94	8.07	7.41	**	**	**	0.93
Urinary pH	7.09	7.56	7.98	7.09	7.51	7.99	7.11	7.38	7.87	ns	**	ns	0.06
Urinary N : Faecal N	1.63	1.06	1.04	1.11	0.86	0.83	0.97	0.77	0.71	**	**	**	0.01
N excretion, g/d	34.33	26.77	26.46	24.80	21.34	20.80	20.19	18.52	17.82	**	**	**	0.12
N excretion, % of N intake	60.99	47.69	46.78	50.28	43.01	42.44	46.70	42.38	41.37	**	**	**	0.25
N retention , g/d	21.95	29.37	30.10	24.52	28.27	28.22	23.05	25.17	25.25	**	**	**	0.12
N retention, % of N intake	39.01	52.31	53.22	49.72	56.99	57.56	53.30	57.62	58.63	**	**	**	0.25
Apparent faecal N digestibility, %	76.85	76.80	77.10	76.16	76.80	76.84	76.29	76.09	75.84	**	ns	ns	0.15
Apparent biological value, %	50.75	68.13	69.04	65.28	74.17	74.91	69.86	75.73	77.31	**	**	**	0.22

[1/] Effect of CP, dEB and interaction between CP x dEB. Level of significant : $^{**}P<0.01$

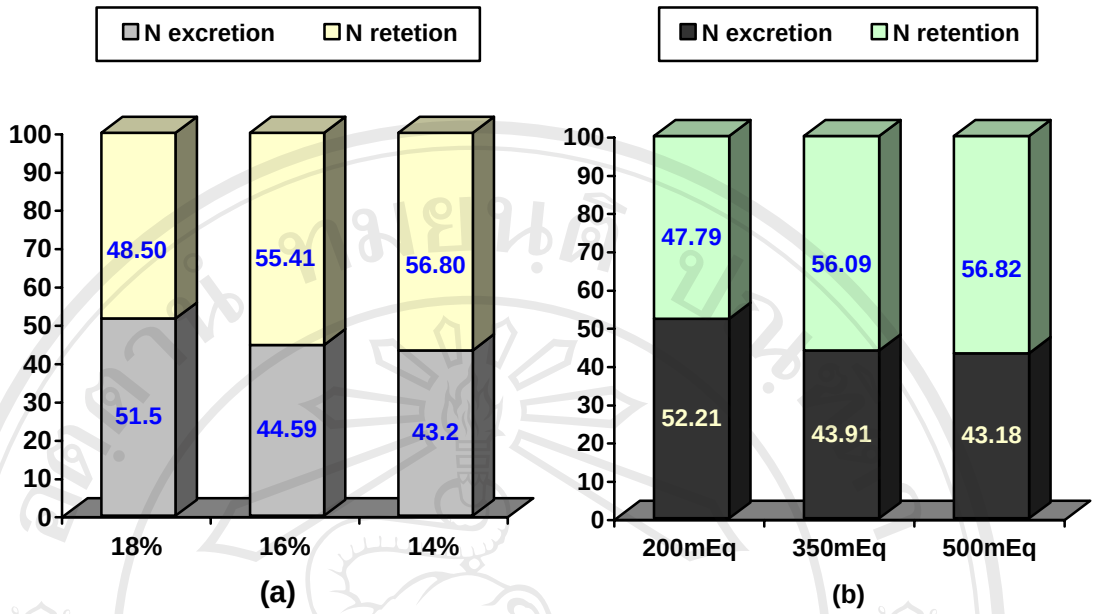
[2/] Standard error of mean square.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ระดับของโปรตีนทั้ง 3 ระดับ และปฏิกิริยาร่วมระหว่างระดับโปรตีนและ dEB ในอาหารไม่มีผลต่อค่า pH ในปัสสาวะ ($P>0.05$) โดยสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มค่า pH ในปัสสาวะสูงที่สุด รองมาคือสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 16 และ 14 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผลของระดับของ dEB ในอาหาร พบว่า ทำให้ค่า pH ในปัสสาวะเพิ่มสูงขึ้น ($P<0.01$) เมื่อสุกรได้รับอาหารที่มี dEB เพิ่มขึ้น โดยสุกรที่ได้รับอาหารที่มี dEB 500 mEq ต่อกิโลกรัม มีค่า pH ในปัสสาวะสูงที่สุด ($P<0.01$)

ระดับของโปรตีนและระดับของ dEB รวมทั้งปฏิกิริยาร่วมระหว่างระดับโปรตีนและ dEB ในอาหาร มีผลต่อการขับไนโตรเจนออกมากับของเสีย (nitrogen excretion in slurry) และการสะสมไนโตรเจนในร่างกาย (nitrogen retention) ของสุกรเมื่อเทียบกับปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ (% of N intake) โดยพบว่า การขับไนโตรเจนออกมากับของเสียเมื่อเทียบกับปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับมีแนวโน้มสูงที่สุดในสุกรที่ได้รับอาหารที่ระดับโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ dEB 200 mEq ต่อกิโลกรัม ($P>0.05$) และมีแนวโน้มต่ำที่สุดในสุกรที่ได้รับอาหารที่ระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ dEB 500 mEq ต่อกิโลกรัม ($P>0.05$) ส่วนการสะสมไนโตรเจนในร่างกายเมื่อเทียบกับปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ พบว่ามีแนวโน้มต่ำที่สุดในสุกรที่ได้รับอาหารที่ระดับโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ dEB 200 mEq ต่อกิโลกรัม และมีแนวโน้มสูงที่สุดในสุกรที่ได้รับอาหารที่ระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ dEB 500 mEq ต่อกิโลกรัม ($P>0.05$) เมื่อพิจารณาถึงผลของระดับโปรตีนที่มีต่อไนโตรเจนในสิ่งขับถ่ายและการสะสมไนโตรเจนในร่างกายเมื่อเทียบกับปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ (ภาพ 23 a) พบว่า การลดระดับโปรตีนในอาหารลง 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดปริมาณไนโตรเจนในสิ่งขับถ่ายเมื่อเทียบกับปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับลงได้ 13.4 และ 16.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (51.50 Vs 44.59 และ 43.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; $P<0.01$) ส่งผลให้ไนโตรเจนถูกเก็บสะสมในร่างกายได้เพิ่มขึ้น 14.2 และ 17.1 เปอร์เซ็นต์ (48.50 Vs 55.41 และ 56.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; $P<0.01$) และเมื่อพิจารณาถึงผลของระดับ dEB ในอาหาร (ภาพ 23 b) พบว่า สุกรที่ได้รับอาหารที่มี dEB เพิ่มขึ้นจาก 200 เป็น 350 และ 500 mEq ต่อกิโลกรัม มีการขับถ่ายไนโตรเจนออกมากับของเสียเมื่อเทียบกับปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับลดลง 15.9 และ 17.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (52.21 Vs 43.91 และ 43.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; $P<0.01$) ทำให้สะสมไนโตรเจนในร่างกายได้เพิ่มขึ้น 17.4 และ 18.9 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (47.79 Vs 56.09 และ 56.82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; $P<0.01$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 23 แสดงผลของระดับโปรตีน (a) และ dEB (b) ต่อการสะสมไนโตรเจนในร่างกายและการขับถ่ายไนโตรเจนออกมากับของเสีย

ค่าการย่อยได้ของไนโตรเจนในมูลแบบปรากฏ พบว่า มีแนวโน้มสูงที่สุดในสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ dEB 500 mEq ต่อกิโลกรัม และต่ำที่สุดในสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ dEB 500 mEq ต่อกิโลกรัม ($P>0.05$) ซึ่งระดับของ dEB และปฏิกิริยาร่วมระหว่างระดับของโปรตีนและ dEB ในอาหารไม่มีผลต่อค่าการย่อยได้ของไนโตรเจนในมูลแบบปรากฏ (apparent faecal nitrogen digestibility) โดยค่าการย่อยได้ของไนโตรเจนในมูลแบบปรากฏมีแนวโน้มสูงที่สุดในสุกรที่ได้รับอาหารที่มี dEB 350 mEq ต่อกิโลกรัม และมีแนวโน้มต่ำที่สุดสุกรในที่ได้รับอาหารที่มี dEB 200 mEq ต่อกิโลกรัม ($P>0.05$) ส่วนผลของระดับโปรตีนในอาหาร พบว่า การลดระดับโปรตีนในอาหารลง 2 เปอร์เซ็นต์ คือ จาก 18 เหลือ 16 เปอร์เซ็นต์ไม่มีผลต่อ ค่าการย่อยได้ของไนโตรเจนในมูลแบบปรากฏ ($P>0.05$) แต่เมื่อลดระดับโปรตีนในอาหารลงจาก 18 เหลือ 16 เปอร์เซ็นต์ กลับพบว่า ค่าการย่อยได้ของไนโตรเจนในมูลแบบปรากฏมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยค่าการย่อยได้ของไนโตรเจนในมูลแบบปรากฏมีแนวโน้มสูงที่สุดในสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ ($P>0.05$) และมีแนวโน้มต่ำที่สุดในสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ ($P>0.05$)

สำหรับค่าการใช้ประโยชน์ได้ทางชีวภาพของไนโตรเจนแบบปรากฏ (apparent biological value) พบว่า ระดับโปรตีนที่ลดลง ระดับ dEB ที่เพิ่มขึ้น และปฏิกิริยาร่วมระหว่างระดับโปรตีนและ dEB มีผลทำให้ค่าการใช้ประโยชน์ได้ทางชีวภาพของไนโตรเจนแบบปรากฏเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) โดยค่าการใช้ประโยชน์ได้ทางชีวภาพของไนโตรเจนแบบปรากฏมีแนวโน้มสูงที่สุดในสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ dEB 350 และ 500 mEq ต่อกิโลกรัม ($P>0.05$) และมีแนวโน้มต่ำที่สุดในสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ dEB 200 mEq ต่อกิโลกรัม ($P>0.05$) การลดระดับโปรตีนในอาหารจาก 18 เป็น 16 และ 14 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ค่าการใช้ประโยชน์ได้ทางชีวภาพของไนโตรเจนแบบปรากฏของสุกรเพิ่มขึ้น 14.41 และ 18.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ($P<0.01$) สำหรับผลของระดับ dEB พบว่า สุกรมีค่าการใช้ประโยชน์ได้ทางชีวภาพของไนโตรเจนแบบปรากฏเพิ่มขึ้น 17.1 และ 18.7 เปอร์เซ็นต์ เมื่อระดับ dEB ในอาหารเพิ่มขึ้นจาก 200 เป็น 350 และ 500 mEq ต่อกิโลกรัม ($P<0.01$)

4.4 การศึกษาสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรรุ่นที่ได้รับอาหารทดลอง

ผลของสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรรุ่นแสดงในตาราง 16 พบว่า ระดับโปรตีน ระดับ dEB และ ปฏิกิริยาร่วม (interaction) ระหว่างระดับโปรตีนและ dEB ในอาหารไม่มีผลต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (weight gain; WG) และปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวัน (average daily feed intake; ADFI) ($P>0.05$) โดยปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวันมีแนวโน้มสูงที่สุด ($P>0.05$) ในสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ dEB 350 และ 500 mEq ต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.05 กิโลกรัม และมีแนวโน้มต่ำที่สุดในสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ dEB 500 mEq ต่อกิโลกรัม (1.70 กิโลกรัม; $P>0.05$)

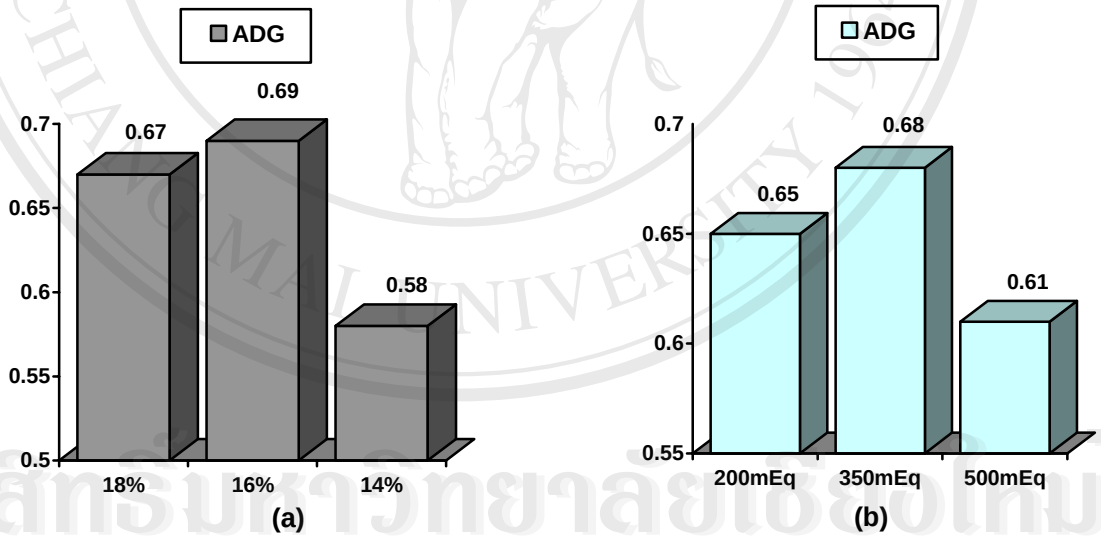
ปฏิกิริยาร่วมระหว่างระดับของโปรตีนและ dEB ในอาหาร ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (Total feed intake; TFI) ระยะเวลาที่ใช้ในการเลี้ยง (experimental days) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (average daily gain; ADG) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (feed conversion ration; FCR) และประสิทธิภาพการใช้อาหาร (feed efficiency; FE) ($P>0.05$)

เมื่อพิจารณาถึงผลของระดับโปรตีน และ dEB ในอาหารพบว่า การลดระดับโปรตีนในอาหารลง 2 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการเลี้ยงสุกรแต่มีแนวโน้มทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการเลี้ยงสุกรลดลง 4.3 เปอร์เซ็นต์ ($P>0.05$) เมื่อลดระดับโปรตีนในอาหารลง 4 เปอร์เซ็นต์ พบว่า สุกรมีระยะเวลาที่ใช้ในการเลี้ยงเพิ่มขึ้น 15.2 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.01$) ส่วนการเพิ่มขึ้นของระดับ dEB ในอาหาร พบว่า ระดับ dEB ในอาหารที่เพิ่มขึ้นจาก 200 เป็น 350 mEq ต่อกิโลกรัม ไม่มีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการเลี้ยงสุกรแต่มีแนวโน้มทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการเลี้ยงสุกรลดลง 4.3 เปอร์เซ็นต์ ($P>0.05$) และเมื่อระดับ dEB ในอาหารเพิ่มขึ้นเป็น 500 mEq ต่อกิโลกรัม พบว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการเลี้ยงเพิ่มขึ้น 8.5 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.01$) สำหรับปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

พบว่า ระดับ dEB ในอาหารไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (P>0.05) โดยปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดมีแนวโน้มสูงที่สุดในสุกรที่ได้รับอาหารที่มี dEB 500 mEq ต่อกิโลกรัม และมีแนวโน้มต่ำที่สุดในสุกรที่ได้รับอาหารที่มี dEB 350 mEq ต่อกิโลกรัม (P>0.05) ส่วนผลของระดับโปรตีนพบว่า การลดระดับโปรตีนในอาหารลง 2 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดของสุกร แต่มีแนวโน้มทำให้ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดเพิ่มขึ้น 5.1 เปอร์เซ็นต์ (P>0.05) และเพิ่มสูงขึ้นเป็น 14.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสุกรได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนลดลง 4 เปอร์เซ็นต์ (P<0.01)

ผลของอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน พบว่า ทั้งระดับโปรตีนและระดับ dEB ในอาหารมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของสุกร โดยระดับโปรตีนในอาหารที่ลดลง 2 เปอร์เซ็นต์ จาก 18 เหลือ 16 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของสุกรมีความแตกต่างกันทางสถิติ (0.67 Vs 0.69 กิโลกรัม; P>0.05) แต่เมื่อระดับโปรตีนในอาหารลดเหลือ 14 เปอร์เซ็นต์ พบว่า มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของสุกรลดลง 13.4 เปอร์เซ็นต์ (0.67 Vs 0.58 กิโลกรัม; P<0.01) (ภาพ 24 a)



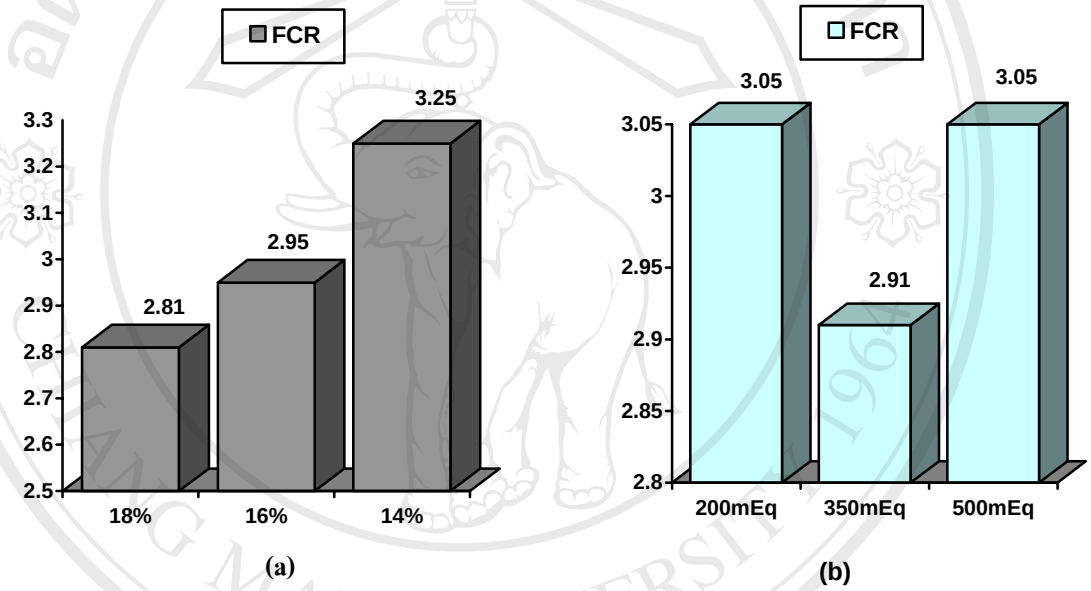
ภาพ 24 แสดงผลของระดับโปรตีน (a) และ dEB (b) ต่ออัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (average daily gain; ADG, kg)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนผลของระดับ dEB พบว่า ระดับ dEB ที่เพิ่มขึ้นในอาหารจาก 200 เป็น 350 และ 500 mEq ต่อกิโลกรัม ไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของสุกร (0.65 Vs 0.68 และ 0.61 กิโลกรัม; P<0.01) แต่อาหารที่มี dEB 350 mEq ต่อกิโลกรัม มีผลทำให้สุกรมีอัตราการเจริญเติบโต

เฉลี่ยต่อวันสูงกว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มี dEB 500 mEq ต่อกิโลกรัม (0.68 Vs 0.61 กิโลกรัม; $P<0.01$) (ภาพ 24 b)

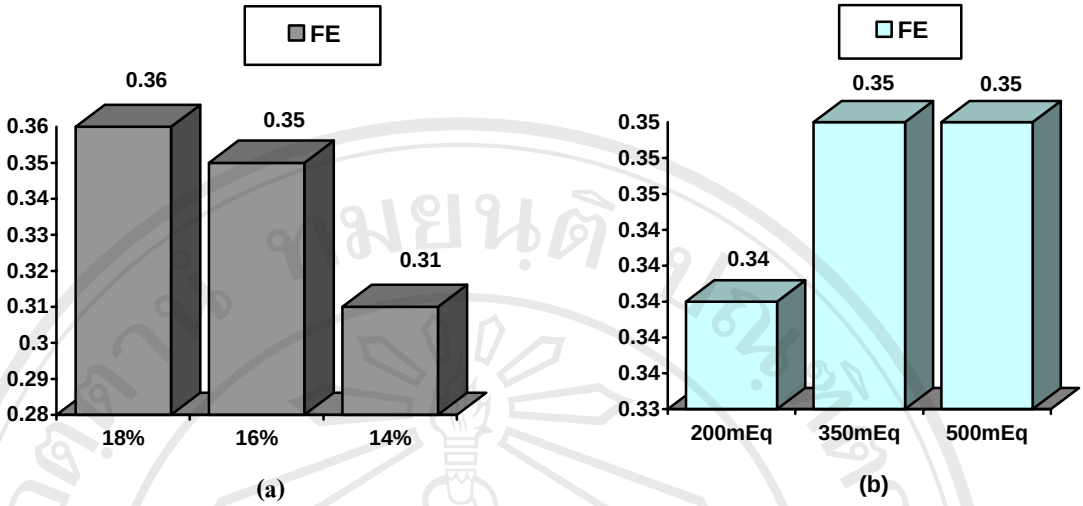
ผลของอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวและประสิทธิภาพการใช้อาหาร พบว่า ระดับของ dEB ไม่มีผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวและประสิทธิภาพการใช้อาหาร โดยสุกรที่ได้รับอาหารที่มี dEB 350 mEq ต่อกิโลกรัม มีแนวโน้มของอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวต่ำที่สุด (ภาพ 25 b) และมีแนวโน้มของประสิทธิภาพการใช้อาหารสูงที่สุด (2.91 และ 0.35 ตามลำดับ; $P>0.05$) (ภาพ 26 b)



ภาพ 25 แสดงผลของระดับโปรตีน (a) และ dEB (b) ต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (feed conversion ration; FCR)

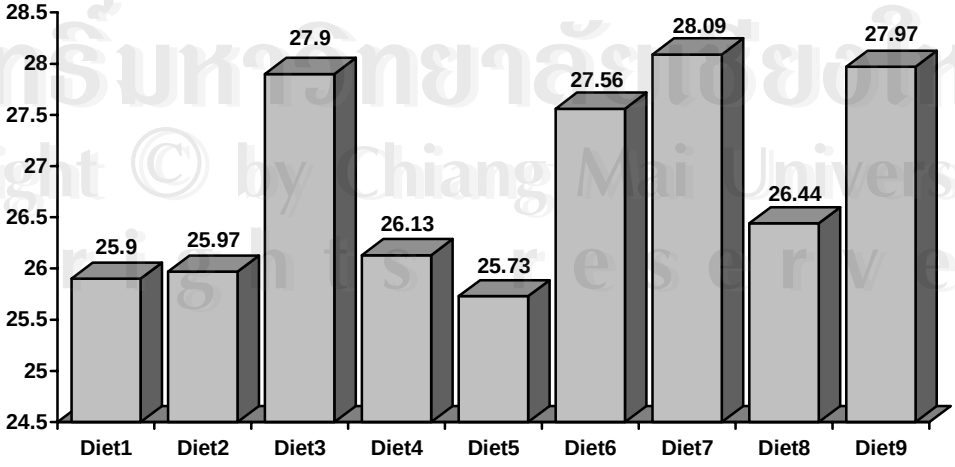
ส่วนผลของระดับโปรตีนพบว่า อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 18 และ 16 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และต่ำกว่าเมื่อเทียบกับสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ (2.81 และ 2.95 Vs 3.25 ตามลำดับ; $P<0.01$) (ภาพ 25 a) ทางด้านประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกร พบว่า สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 18 และ 16 เปอร์เซ็นต์มีประสิทธิภาพการใช้อาหารไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และสูงกว่าเมื่อเทียบกับสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ (0.36 และ 0.35 Vs 0.31 ตามลำดับ; $P<0.01$) โดยประสิทธิภาพการใช้อาหารมีแนวโน้มสูงที่สุดในสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ ($P>0.05$) (ภาพ 26 a)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 26 แสดงผลของระดับโปรตีน (a) และ dEB (b) ต่อประสิทธิภาพการใช้อาหาร (feed efficiency; FE)

ส่วนต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมนั้น พบว่า ระดับโปรตีน ระดับ dEB และ ปฏิกิริยาร่วมระหว่างระดับโปรตีนและ dEB ในอาหารไม่มีผลต่อต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (P>0.05) โดยมีแนวโน้มต่ำที่สุดในสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ dEB 350 mEq ต่อกิโลกรัม คือ 26.47 บาท รองลงมา คือ สุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ dEB 200 mEq ต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 25.90 บาท และมีแนวโน้มสูงที่สุดในสุกรที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ dEB 200 mEq ต่อกิโลกรัม ซึ่งมีผลต่อต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เท่ากับ 28.09 บาท



ภาพ 27 แสดงต้นทุนค่าอาหาร (feed cost, bath/kg of WG)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 17 สมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรรุ่นที่ได้รับอาหารทดลองที่มีระดับโปรตีนและ dEB ระดับต่างๆ

Variable	**Diet1**	**Diet2**	**Diet3**	**Diet4**	**Diet5**	**Diet6**	**Diet7**	**Diet8**	**Diet9**	Statistical analysis[1/]			
%CP	18	18	18	16	16	16	14	14	14				
dEB, mEq/kg	200	350	500	200	350	500	200	350	500	CP	dEB	Inter	**SEM**[2/]
No. of animals	10	10	10	10	10	10	10	10	10				
Avg. initial weight, kg	30.40	30.02	30.15	30.28	30.06	30.11	30.39	30.30	30.09	-	-	-	0.063
Avg. final weight, kg	60.26	60.17	60.18	60.12	60.04	60.30	59.86	59.81	60.13	-	-	-	0.070
Weight gain, kg	29.87	30.16	30.03	29.85	29.98	30.20	29.47	29.52	30.04	ns	ns	ns	0.089
Experimental days	44.50	43.90	49.70	44.60	42.90	45.00	52.50	48.20	58.00	**	**	ns	0.837
Total feed intake, kg	82.82	83.10	86.92	88.64	86.20	91.03	99.99	92.29	97.34	**	ns	ns	1.509
Avg. daily feed intake, kg	1.90	1.91	1.79	2.00	2.05	2.05	1.93	1.95	1.70	ns	ns	ns	0.037
Avg. daily gain, kg	0.69	0.69	0.61	0.68	0.71	0.68	0.59	0.63	0.52	**	**	ns	0.010
Feed conversion ratio	2.78	2.75	2.90	2.97	2.87	3.02	3.39	3.13	3.24	**	ns	ns	0.504
Feed efficiency	0.37	0.37	0.35	0.35	0.35	0.34	0.31	0.33	0.31	**	ns	ns	0.005
Feed cost, bath/kg of WG	25.90	25.97	27.90	26.13	25.73	27.56	28.09	26.44	27.97	ns	ns	ns	0.045

[1/] Effect of CP, dEB and interaction between CP x dEB. Level of significant : $^{**}P<0.01$

[2/] Standard error of mean square.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved