

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลอง

1. คุณค่าทางโภชนาของอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าและอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าร่วมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่น

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาของอาหารทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ พบว่าอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าและอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าร่วมกับวัตถุดิบชนิดอื่นที่ใช้ในการทดลองทุกสูตร มีคุณค่าทางโภชนาสูงเพียงพอที่จะใช้เป็นแหล่งอาหารชั้นหรืออาหารเสริมเลี้ยงโคได้ ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ วัตถุแห้ง (DM) ของอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 100 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 1) อาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ผสมรำละเอียด 50 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 2) อาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ผสมรำละเอียด 25 เปอร์เซ็นต์และรำหยาบ 25 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 3) และอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ผสมข้าวโพดบด 50 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 4) มีค่าเท่ากับ 14.56, 45.56, 46.56 และ 46.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งสูงที่สุดเท่ากับ 46.83 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งต่ำที่สุดเท่ากับ 14.56 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตาราง 14

ตาราง 14 คุณค่าทางโภชนาของอาหารทดลอง

	DM	คุณค่าทางโภชนา (%DM)						
		OM	CP	CF	EE	Ash	NFE	NDF
สูตรที่ 1	14.56	97.66	45.25	8.08	3.59	2.34	40.74	31.34
สูตรที่ 2	45.56	90.82	21.46	10.54	20.23	9.18	38.59	39.70
สูตรที่ 3	46.56	87.54	17.87	22.46	14.97	12.46	32.24	49.71
สูตรที่ 4	46.83	98.57	13.05	9.02	3.72	1.43	72.78	36.83

ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์อินทรีวัตถุ (OM) ของอาหารชั้นทั้ง 4 สูตรจากตารางที่ 14 มีค่าเท่ากับ 97.66, 90.82, 87.54 และ 98.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์อินทรีวัตถุสูงที่สุดเท่ากับ 98.57 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์อินทรีวัตถุต่ำที่สุดเท่ากับ 87.54 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีน (CP) ของอาหารชั้นพบว่าอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงที่สุดเท่ากับ 45.25 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำที่สุดเท่ากับ 13.05 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนของอาหารชั้นทั้ง 4 สูตรมีค่าเท่ากับ 45.25, 21.46, 17.87 และ 13.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 14

ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เยื่อใย (CF) ของอาหารชั้นทั้ง 4 สูตร มีค่าเท่ากับ 8.08, 10.54, 22.46 และ 9.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เยื่อใยของอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีสูงที่สุดเท่ากับ 22.46 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 8.08 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมัน (EE) ของอาหารชั้นทั้ง 4 สูตรมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.59, 20.23, 14.97 และ 3.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยอาหารชั้นสูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงที่สุดเท่ากับ 20.23 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 3.59 เปอร์เซ็นต์

จากตาราง 14 จะเห็นได้ว่าอาหารชั้นทั้ง 4 สูตรมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย (NFE) เท่ากับ 40.74, 38.59, 32.24 และ 72.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่ายสูงที่สุดเท่ากับ 72.78 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 38.59 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง (NDF) คิดเป็นเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งของอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 49.71 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 31.34 เปอร์เซ็นต์ อาหารชั้นทั้ง 4 สูตรมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ NDF 31.34, 39.70, 49.71 และ 36.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2. การศึกษาการสลายตัวของโภชนะในอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าและอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าร่วมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่นโดยวิธีใช้ถุงไนลอน

2.1 ค่าการสลายตัวของวัตถุแห้งในอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าและอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าร่วมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่น

จากตาราง 15 และภาพ 7 จะเห็นได้ว่า เมื่อแช่ตัวอย่างอาหารคือ อาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 100 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 1) อาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ผสมรำละเอียด 50 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 2) อาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ผสมรำละเอียด 25 เปอร์เซ็นต์และรำหยาบ 25

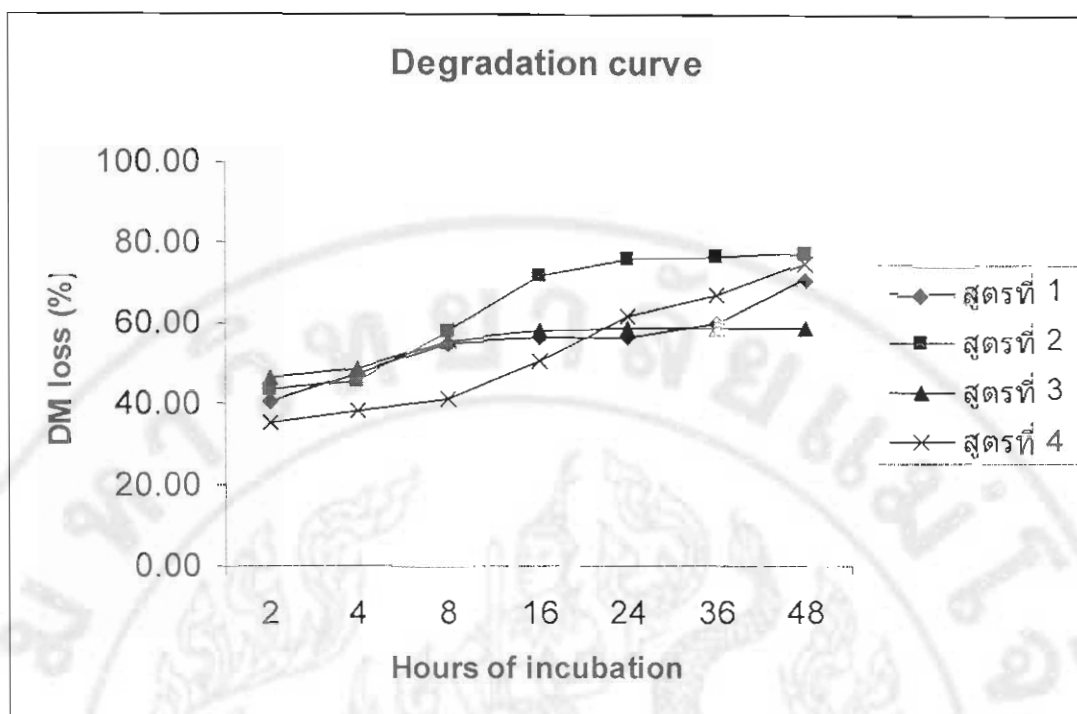
เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 3) อาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ผสมข้าวโพดบด 50 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 4) ในกระเพาะรูเมนที่ชั่วโมงต่าง ๆ คือ 2, 4, 8, 16, 24, 36 และ 48 ชั่วโมง พบว่าค่าการสลายตัวของวัตถุแห้งของอาหารชั้นทุกสูตรมีค่าสูงขึ้นเมื่อชั่วโมงแช่บ่มนานขึ้น โดยค่าเฉลี่ยการสลายตัวของวัตถุแห้งของอาหารชั้นสูตรที่ 1 ที่ชั่วโมงแช่บ่มที่ 2, 4, 8, 16, 24, 36 และ 48 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 46.63, 48.23, 50.27, 55.00, 56.69, 65.03 และ 69.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยการสลายตัวของวัตถุแห้งของอาหารชั้นสูตรที่ 2 มีค่าเท่ากับ 42.66, 47.19, 59.60, 73.95, 79.30, 81.59 และ 83.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยการสลายตัวของวัตถุแห้งของอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าเท่ากับ 44.09, 47.68, 56.78, 61.83, 63.80, 63.90 และ 65.36 เปอร์เซ็นต์ และค่าเฉลี่ยการสลายตัวของวัตถุแห้งของอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าเท่ากับ 32.56, 37.55, 43.58, 52.80, 63.77, 69.04 และ 76.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในชั่วโมงที่ 2 ของการแช่บ่มอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยการสลายตัวของวัตถุแห้งสูงที่สุดเท่ากับ 46.63 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยการสลายตัวของวัตถุแห้งต่ำที่สุดเท่ากับ 32.56 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) เมื่อแช่บ่มนาน 48 ชั่วโมง พบว่าอาหารชั้นสูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยการสลายตัวของวัตถุแห้งสูงที่สุดเท่ากับ 83.31 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยการสลายตัวของวัตถุแห้งต่ำที่สุดเท่ากับ 65.36 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าเฉลี่ยของการสลายตัวของวัตถุแห้งของอาหารชั้นทุกสูตรทดลองในทุกชั่วโมงของการแช่บ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตาราง 15 ค่าเฉลี่ยการสลายตัวของวัตถุแห้งในอาหารทดลอง

	ระยะเวลาในการหมักย่อย (ชม.)						
	2	4	8	16	24	36	48
สูตรที่ 1	46.63 ^A	48.23 ^A	50.27 ^B	55.00 ^C	56.69 ^C	65.03 ^{B,C}	69.11 ^C
สูตรที่ 2	42.66 ^B	47.19 ^A	59.60 ^A	73.95 ^A	79.30 ^A	81.59 ^A	83.31 ^A
สูตรที่ 3	44.09 ^{AB}	47.68 ^A	56.78 ^A	61.83 ^B	63.80 ^B	63.90 ^C	65.36 ^C
สูตรที่ 4	32.56 ^C	37.55 ^B	43.58 ^C	52.80 ^C	63.77 ^B	69.04 ^B	76.55 ^B

^{ABC} ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)



ภาพ 7 ค่าการสลายตัวของวัตถุแห้งของอาหารทดลองที่ชั่วโมงต่างๆ

การสลายตัวของวัตถุแห้งของอาหารชั้นทั้ง 4 สูตร จากตาราง 16 พบว่าค่าเฉลี่ยการละลายได้ (a) ของวัตถุแห้งของอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร มีค่าเท่ากับ 32.00, 22.40, 17.60 และ 6.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยการละลายได้ของอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 32.00 เปอร์เซ็นต์ และค่าเฉลี่ยการละลายได้ของอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 6.80 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) อาหารทดลองทั้ง 4 สูตร มีค่าเฉลี่ยของส่วนที่ไม่ละลายแต่ถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ (b) ของวัตถุแห้งเท่ากับ 67.98, 61.60, 47.15 และ 81.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยของส่วนที่ไม่ละลายแต่ถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์สูงที่สุดเท่ากับ 81.90 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยของส่วนที่ไม่ละลายแต่สามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ต่ำที่สุดเท่ากับ 47.15 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

ค่าเฉลี่ยของศักยภาพในการย่อยสลายได้ (a+b) ของวัตถุแห้งของอาหารชั้นทั้ง 4 สูตร มีค่าเท่ากับ 99.98, 84.00, 64.75 และ 88.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยของศักยภาพในการย่อยสลายได้ของวัตถุแห้งสูงที่สุดเท่ากับ 99.98 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 64.75 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

($P < 0.01$) อาหารชั้นทั้ง 4 สูตรมีค่าเฉลี่ยอัตราการย่อยสลาย (c) ของวัตถุดิบแห้งเท่ากับ 0.008, 0.099, 0.146 และ 0.036 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยอัตราการย่อยสลายของวัตถุดิบแห้งของอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 0.146 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 0.008 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) อาหารชั้นทุกสูตรมีค่าเฉลี่ยของช่วงเวลาที่ย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ (L) มีค่าเท่ากับ 0.0 ดังแสดงในตาราง 16

ตาราง 16 ค่าพารามิเตอร์ของการสลายตัวของวัตถุดิบแห้ง

	Degradability parameter							
	a	b	a+b	c	L	ED _{0.02}	ED _{0.05}	ED _{0.08}
สูตรที่ 1	32.00 ^A	67.98 ^B	99.98 ^A	0.008 ^D	0.0	66.68 ^B	55.78 ^{B,C}	52.28 ^B
สูตรที่ 2	22.40 ^B	61.60 ^B	84.00 ^B	0.099 ^B	0.0	75.08 ^A	66.28 ^A	60.53 ^A
สูตรที่ 3	17.60 ^C	47.15 ^C	64.75 ^C	0.146 ^A	0.0	61.33 ^C	57.48 ^B	54.70 ^B
สูตรที่ 4	6.80 ^D	81.90 ^A	88.70 ^B	0.036 ^C	0.0	66.13 ^B	53.00 ^C	46.80 ^C

ABCD ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

อาหารชั้นทั้ง 4 สูตร มีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการย่อยสลายของวัตถุดิบแห้งที่อัตรา 0.02 ส่วนต่อชั่วโมง (ED_{0.02}) เท่ากับ 66.68, 75.08, 61.33 และ 66.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อาหารชั้นสูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการย่อยสลายของวัตถุดิบแห้งที่อัตรา 0.02 ส่วนต่อชั่วโมงมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 75.08 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 61.33 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) อาหารชั้นสูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการย่อยสลายของวัตถุดิบแห้งที่อัตรา 0.05 ส่วนต่อชั่วโมง (ED_{0.05}) มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 66.28 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 53.00 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) อาหารชั้นทั้ง 4 สูตรมีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการย่อยสลายของวัตถุดิบแห้งที่อัตรา 0.05 ส่วนต่อชั่วโมง (ED_{0.05}) เท่ากับ 55.78, 66.28, 57.48 และ 53.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการย่อยสลายของวัตถุดิบแห้งที่อัตรา 0.08 ส่วนต่อชั่วโมง (ED_{0.08}) เท่ากับ 52.28, 60.53, 54.70 และ 46.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อาหารชั้นสูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 60.53 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด

เท่ากับ 46.80 เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ดังแสดงในตาราง 16

2.2 ค่าการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าและอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าร่วมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่น

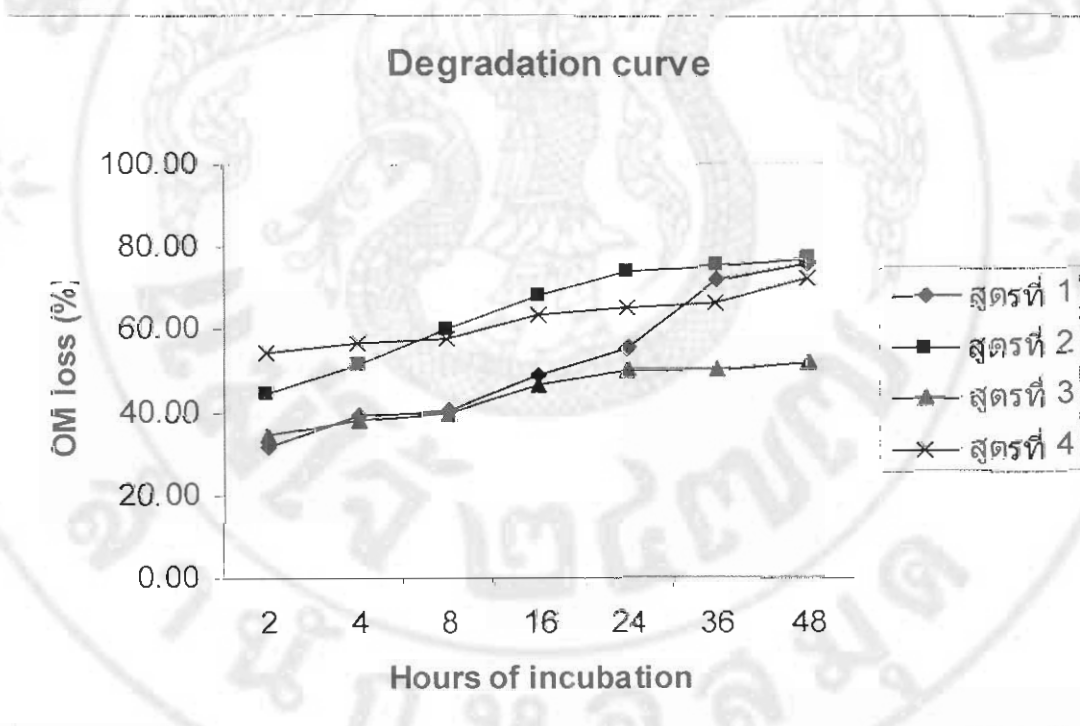
จากตาราง 17 และภาพ 8 แสดงผลการศึกษาการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุของอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 100 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 1) อาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ผสมรำละเอียด 50 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 2) อาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ผสมรำละเอียด 25 เปอร์เซ็นต์และรำหยาบ 25 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 3) อาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ผสมข้าวโพดบด 50 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 4) โดยวิธีใช้ถุงไนลอนและแช่ตัวอย่างอาหารในกระเพาะรูเมนที่ชั่วโมงต่าง ๆ คือ 2, 4, 8, 16, 24, 36 และ 48 ชั่วโมง พบว่าค่าเฉลี่ยการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุของอาหารชั้นทุกสูตรมีค่าสูงขึ้นเมื่อชั่วโมงแช่ยาวนานขึ้น โดยค่าเฉลี่ยการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุของอาหารชั้นสูตรที่ 1 ที่ชั่วโมงที่ 2, 4, 8, 16, 24, 36 และ 48 มีค่าเท่ากับ 49.49, 51.12, 53.12, 57.59, 59.51, 67.63 และ 71.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุของอาหารชั้นสูตรที่ 2 ที่ชั่วโมงที่ 2, 4, 8, 16, 24, 36 และ 48 มีค่าเท่ากับ 45.56, 47.33, 60.68, 75.01, 80.05, 82.59 และ 84.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุของอาหารชั้นสูตรที่ 3 ที่ชั่วโมงที่ 2, 4, 8, 16, 24, 36 และ 48 มีค่าเท่ากับ 46.23, 49.88, 59.42, 64.15, 67.06, 67.13 และ 68.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุของอาหารชั้นสูตรที่ 4 ที่ชั่วโมงที่ 2, 4, 8, 16, 24, 36 และ 48 มีค่า 40.22, 44.70, 50.11, 59.03, 68.35, 73.63 และ 79.97 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในชั่วโมงที่ 2 ของการแช่บ่มค่าเฉลี่ยการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุของอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 49.49 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุต่ำที่สุดเท่ากับ 40.22 เปอร์เซ็นต์ แต่ในชั่วโมงที่ 48 ของการแช่บ่ม อาหารชั้นสูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุสูงที่สุดเท่ากับ 84.19 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุต่ำที่สุดเท่ากับ 68.63 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าเฉลี่ยของการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในทุกชั่วโมงของการแช่บ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ยกเว้นในชั่วโมงที่ 4 ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตาราง 17 ค่าเฉลี่ยการสลายตัวของ อินทรีย์วัตถุ ในอาหารทดลอง

	ระยะเวลาในการหมักย่อย (ชม.)						
	2	4	8	16	24	36	48
สูตรที่ 1	49.49 ^A	51.12	53.12 ^B	57.59 ^C	59.51 ^C	67.63 ^C	71.52 ^C
สูตรที่ 2	42.56 ^{BC}	47.33	60.68 ^A	75.01 ^A	80.05 ^A	82.59 ^A	84.19 ^A
สูตรที่ 3	46.23 ^{AB}	49.88	59.42 ^A	64.15 ^B	67.06 ^B	67.13 ^C	68.63 ^C
สูตรที่ 4	40.22 ^C	44.70	50.11 ^B	59.03 ^C	68.35 ^B	73.63 ^B	79.97 ^B

^{ABC} ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)



ภาพ 8 ค่าการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุของอาหารทดลองที่ชั่วโมงต่าง ๆ

จากตาราง 18 แสดงค่าเฉลี่ยการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุของอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 100 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 1) อาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ผสมรำละเอียด 50 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 2) อาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ผสมรำละเอียด 25 เปอร์เซ็นต์และรำหยาบ 25

เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 3) อาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ผสมข้าวโพดคด 50 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 4) พบว่ามีค่าเฉลี่ยการละลายได้ (a) ของอินทรีย์วัตถุของอาหารชั้นทั้ง 4 สูตรมีค่าเท่ากับ 35.70, 22.00, 18.10 และ 20.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยค่าการละลายได้ของอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 35.70 เปอร์เซ็นต์ และค่าการละลายได้ของอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 18.10 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ค่าเฉลี่ยของส่วนที่ไม่ละลายของอินทรีย์วัตถุแต่ถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ (b) ของอาหารชั้นทั้ง 4 สูตร มีค่าเท่ากับ 64.30, 62.73, 49.93 และ 69.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยของส่วนที่ไม่ละลายแต่ถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์สูงที่สุดเท่ากับ 69.95 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 49.93 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$)

ตาราง 18 ค่าพารามิเตอร์ของการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ

	Degradability parameter							
	a	b	a+b	c	L	ED _{0.02}	ED _{0.05}	ED _{0.08}
สูตรที่ 1	35.70 ^A	64.30 ^A	100.0 ^A	0.009 ^D	0.0	69.05 ^B	58.48 ^B	55.08 ^{B,C}
สูตรที่ 2	22.00 ^B	62.73 ^A	84.73 ^B	0.103 ^B	0.0	75.83 ^A	66.98 ^A	61.08 ^A
สูตรที่ 3	18.10 ^C	49.93 ^B	68.03 ^C	0.139 ^A	0.0	64.30 ^C	60.18 ^B	57.23 ^B
สูตรที่ 4	20.30 ^C	69.95 ^A	90.25 ^B	0.037 ^C	0.0	70.58 ^B	58.80 ^B	53.18 ^C

ABCD ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$)

อาหารชั้นทั้ง 4 สูตรมีค่าเฉลี่ยของศักยภาพในการย่อยสลาย (a+b) ของอินทรีย์วัตถุมีค่าสูง โดยค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 100.00, 84.73, 68.03 และ 90.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยศักยภาพในการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุของอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 68.03 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ค่าเฉลี่ยของอัตราการย่อยสลาย (c) ของอินทรีย์วัตถุมีค่าเท่ากับ 0.009, 0.103, 0.139 และ 0.037 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยของอัตราการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุสูงที่สุดเท่ากับ 0.139 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 0.009 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) อาหารทดลองทุกสูตรมีค่าเฉลี่ยของช่วงเวลาที่ถูกย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุโดยจุลินทรีย์มีค่าเท่ากับ 0.0 แสดงว่าอาหารสามารถถูกย่อยได้ทันทีเมื่อเข้าสู่กระเพาะรูเมน ดังแสดงในตาราง 18

ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุของอาหารชั้นทั้ง 4 สูตรที่อัตรา 0.02 ส่วนต่อชั่วโมง ($ED_{0.02}$) มีค่าเท่ากับ 69.05, 75.83, 64.30 และ 70.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุที่อัตรา 0.02 ส่วนต่อชั่วโมงของอาหารชั้นสูตรที่ 2 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 75.83 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 64.30 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) อาหารชั้นสูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุ ที่อัตรา 0.05 ส่วนต่อชั่วโมง ($ED_{0.05}$) มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 66.98 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 58.48 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยอาหารชั้นทั้ง 4 สูตรมีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุที่อัตรา 0.05 ส่วนต่อชั่วโมงเท่ากับ 58.48, 66.98, 60.18 และ 58.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุที่อัตรา 0.08 ส่วนต่อชั่วโมง ($ED_{0.08}$) มีค่าเท่ากับ 55.08, 61.08, 57.23 และ 53.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยอาหารชั้นสูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุ ที่อัตรา 0.08 ส่วนต่อชั่วโมง สูงที่สุดเท่ากับ 61.08 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 53.18 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ดังแสดงในตาราง 18

2.3 ค่าการสลายตัวของโปรตีนในอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าและอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าร่วมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่น

ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยการสลายตัวของโปรตีนของอาหารชั้นสูตรที่ 1 ที่ชั่วโมงที่ 2, 4, 8, 16, 24, 36 และ 48 มีค่าเท่ากับ 28.83, 30.02, 32.57, 35.73, 39.04, 51.34 และ 58.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยการสลายตัวของโปรตีนของอาหารชั้นสูตรที่ 2 ที่ชั่วโมงที่ 2, 4, 8, 16, 24, 36 และ 48 มีค่าเท่ากับ 57.40, 59.20, 67.59, 77.12, 84.95, 88.80 และ 89.43 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ อาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยการสลายตัวของโปรตีนในชั่วโมงที่ 2, 4, 8, 16, 24, 36 และ 48 มีค่า 70.58, 73.30, 80.87, 83.89, 85.52, 86.18 และ 86.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยการสลายตัวของโปรตีนของอาหารชั้นสูตรที่ 4 ในชั่วโมงที่ 2, 4, 8, 16, 24, 36 และ 48 มีค่าเท่ากับ 46.46, 52.79, 57.09, 59.16, 69.13, 72.81 และ 77.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

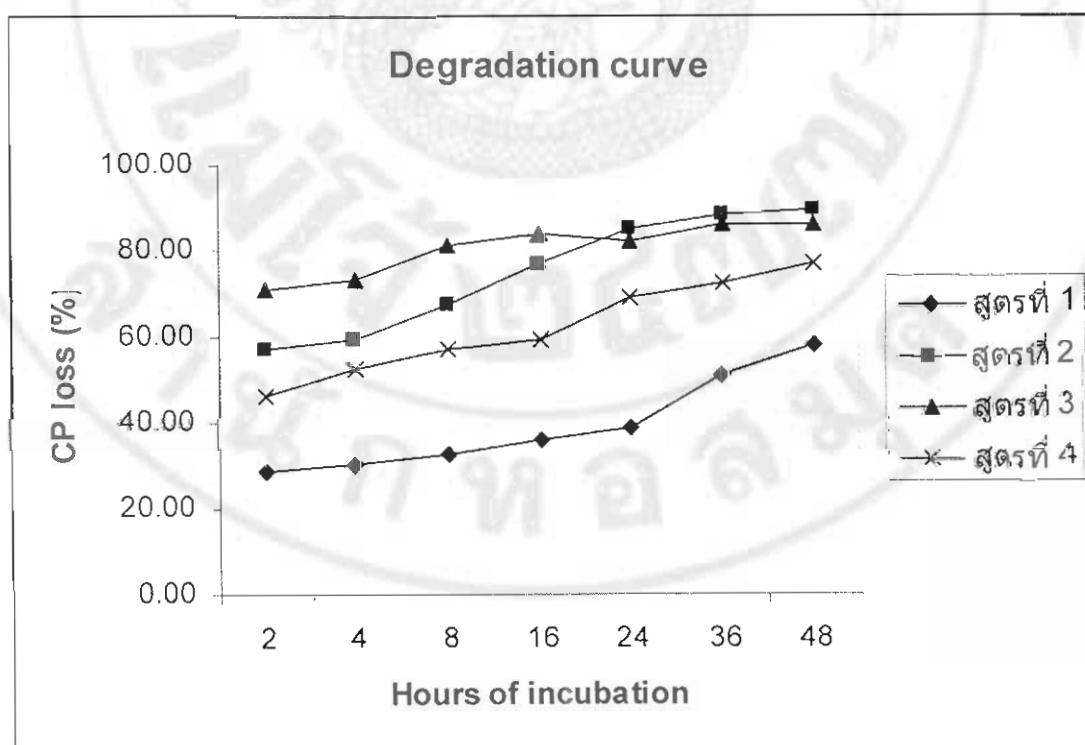
ค่าการสลายตัวของโปรตีนของอาหารชั้นทุกสูตรมีค่าสูงขึ้นเมื่อชั่วโมงแช่บ่มนานขึ้น เช่นเดียวกับค่าการสลายตัวของวัตถุแห้งและอินทรีย์วัตถุ โดยอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยการสลายตัวของโปรตีนในชั่วโมงที่ 2 ของการแช่บ่มสูงที่สุดเท่ากับ 70.58 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 28.83 เปอร์เซ็นต์ ในชั่วโมงที่ 48 ของการแช่บ่ม อาหารชั้นสูตรที่ 2 มี

ค่าเฉลี่ยการสลายตัวของโปรตีนสูงที่สุดเท่ากับ 89.43 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยการสลายตัวของโปรตีนต่ำที่สุดเท่ากับ 58.28 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าเฉลี่ยของการสลายตัวของโปรตีนในทุกชั่วโมงของการแช่บ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ดังแสดงในตาราง 19 และภาพ 9

ตาราง 19 ค่าเฉลี่ยการสลายตัวของโปรตีนในอาหารทดลอง

	ระยะเวลาในการหมักย่อย (ชม.)						
	2	4	8	16	24	36	48
สูตรที่ 1	28.83 ^D	30.02 ^D	32.57 ^D	35.73 ^D	39.04 ^C	51.34 ^C	58.28 ^C
สูตรที่ 2	57.40 ^B	59.20 ^B	67.59 ^B	77.12 ^B	84.95 ^A	88.80 ^A	89.43 ^A
สูตรที่ 3	70.58 ^A	73.30 ^A	80.87 ^A	83.89 ^A	85.52 ^A	86.18 ^A	86.48 ^A
สูตรที่ 4	46.46 ^C	52.79 ^C	57.09 ^C	59.16 ^C	69.13 ^B	72.81 ^B	77.03 ^B

ABCD ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$)



ภาพ 9 ค่าการสลายตัวของโปรตีนของอาหารทดลองที่ชั่วโมงต่าง ๆ

การสลายตัวของโปรตีนของอาหารชั้นทั้ง 4 สูตร จากตาราง 20 พบว่า ค่าเฉลี่ยการละลายได้ (a) ของโปรตีนของอาหารชั้นทั้ง 4 สูตรมีค่าเท่ากับ 17.80, 41.30, 39.00 และ 17.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยอาหารชั้นสูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยการละลายได้ของโปรตีน มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 41.30 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 17.50 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ค่าเฉลี่ยของโปรตีนส่วนที่ไม่ละลายแต่ถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ (b) ของอาหารชั้นทั้ง 4 สูตร มีค่าเท่ากับ 82.20, 51.00, 47.23 และ 69.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าโปรตีนส่วนที่ไม่ละลายแต่ถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์สูงที่สุดเท่ากับ 82.20 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 47.23 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

ค่าเฉลี่ยของศักยภาพในการย่อยสลายได้ (a+b) ของโปรตีนของอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร มีค่าเท่ากับ 100.0, 92.30, 86.23 และ 87.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยค่าศักยภาพในการย่อยสลายได้ของโปรตีนของอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 86.23 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยของอัตราการย่อยสลายของโปรตีนสูงที่สุดเท่ากับ 0.154 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 0.002 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยอาหารชั้นทั้ง 4 สูตร มีค่าเฉลี่ยของอัตราการย่อยสลายของโปรตีน เท่ากับ 0.002, 0.068, 0.154 และ 0.036 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และช่วงเวลาโปรตีนถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์มีค่า 0.0 ในทุกสูตรอาหาร โดยค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังแสดงในตาราง 20

ตาราง 20 ค่าพารามิเตอร์ของการสลายตัวของโปรตีน

	Degradability parameter							
	a	b	a+b	c	L	ED _{0.02}	ED _{0.05}	ED _{0.08}
สูตรที่ 1	17.80 ^C	82.20 ^A	100.00 ^a	0.002 ^D	0.0	57.15 ^B	39.48 ^D	34.73 ^D
สูตรที่ 2	41.30 ^A	51.00 ^C	92.30 ^{ab}	0.68 ^B	0.0	82.58 ^A	74.35 ^B	69.55 ^B
สูตรที่ 3	39.00 ^B	47.23 ^C	86.23 ^b	0.154 ^A	0.0	83.73 ^A	80.88 ^A	78.73 ^A
สูตรที่ 4	17.50 ^D	69.88 ^B	87.38 ^b	0.036 ^C	0.0	70.6 ^A	61.63 ^C	57.50 ^C

ABCD ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

abcd ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการย่อยสลายของโปรตีนที่อัตรา 0.02 ส่วนต่อชั่วโมง (ED_{0.02}) มีค่าเท่ากับ 57.15, 82.58, 83.73 และ 70.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการย่อยสลายของโปรตีน ที่อัตรา 0.02 ส่วนต่อชั่วโมง มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 83.73 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 57.15 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการย่อยสลายของโปรตีนที่อัตรา 0.05 ส่วนต่อชั่วโมงในอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 80.88 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 39.48 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการย่อยสลายของโปรตีนที่อัตรา 0.05 ส่วนต่อชั่วโมง (ED_{0.05}) ของอาหารชั้นทั้ง 4 สูตรมีค่าเท่ากับ 39.48, 74.35, 80.88 และ 61.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการย่อยสลายที่อัตรา 0.08 ส่วนต่อชั่วโมงของโปรตีนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยมีประสิทธิภาพการย่อยสลายของโปรตีนที่อัตรา 0.08 ส่วนต่อชั่วโมง (ED_{0.08}) เท่ากับ 34.73, 69.55, 78.73 และ 57.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยอาหารสูตรชั้นที่ 3 มีค่าประสิทธิภาพการย่อยสลายของโปรตีนที่อัตรา 0.08 ส่วนต่อชั่วโมงสูงที่สุดเท่ากับ 78.73 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าประสิทธิภาพการย่อยสลายของโปรตีนที่อัตรา 0.08 ส่วนต่อชั่วโมงต่ำที่สุดเท่ากับ 34.73 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตาราง 20

2.4 ค่าการสลายตัวของเยื่อใยในอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าและอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าร่วมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่น

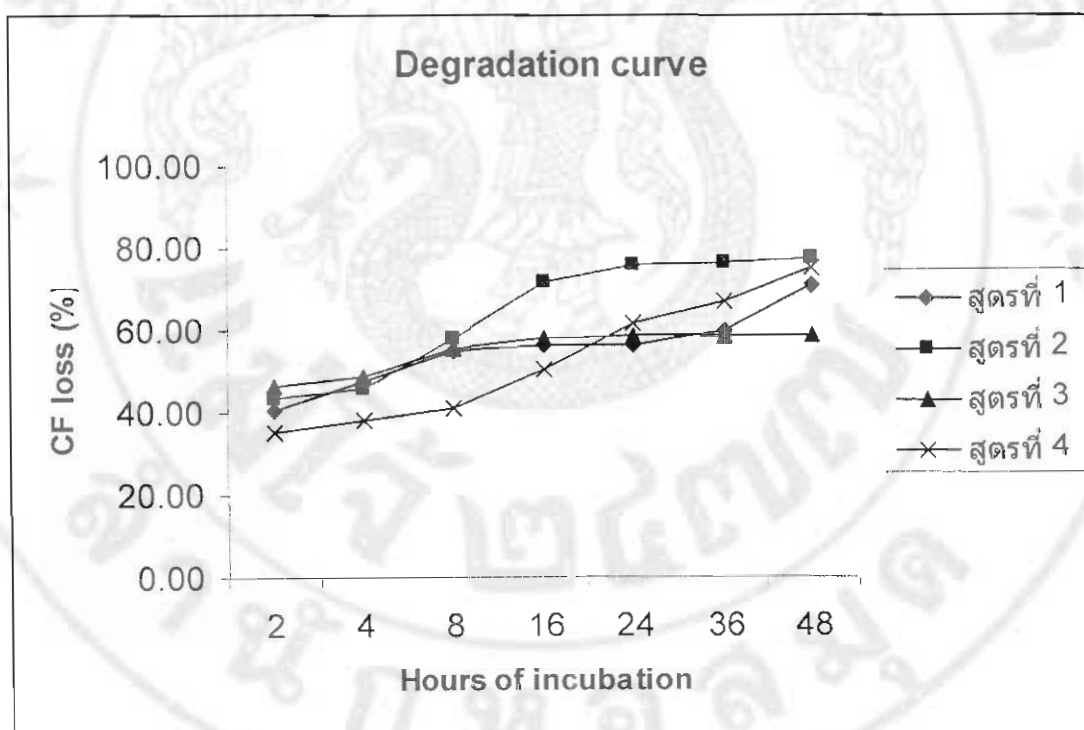
ค่าเฉลี่ยการสลายตัวของเยื่อใยของอาหารชั้นทุกสูตรมีค่าสูงขึ้นเมื่อชั่วโมงแช่บ่มนานขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 21 โดยค่าเฉลี่ยการสลายตัวของเยื่อใยของอาหารชั้นสูตรที่ 1 (กากส่าเหล้า 100 เปอร์เซ็นต์) ในชั่วโมงที่ 2, 4, 8, 16, 24, 36 และ 48 มีค่าเท่ากับ 40.56, 47.41, 55.18, 56.42, 56.53, 59.85 และ 71.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยการสลายตัวของเยื่อใยของอาหารชั้นสูตรที่ 2 (กากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ ผสมรำละเอียด 50 เปอร์เซ็นต์) ในชั่วโมงที่ 2, 4, 8, 16, 24, 36 และ 48 มีค่าเท่ากับ 43.74, 45.87, 58.48, 71.91, 75.84, 76.23 และ 77.44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยการสลายตัวของเยื่อใยของอาหารชั้นสูตรที่ 3 (กากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ ผสมรำละเอียด 25 เปอร์เซ็นต์และรำหยาบ 25 เปอร์เซ็นต์) ในชั่วโมงที่ 2, 4, 8, 16, 24, 36 และ 48 มีค่าเท่ากับ 46.19, 48.61, 55.85, 58.30, 58.74, 58.81 และ 59.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยการสลายตัวของเยื่อใยของอาหารชั้นสูตรที่ 4 (กากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ ผสมข้าวโพดบด 50 เปอร์เซ็นต์) ในชั่วโมงที่ 2, 4, 8, 16, 24, 36 และ 48 มีค่า 35.31, 38.07, 41.23, 50.70, 61.85, 67.04 และ 75.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในชั่วโมงที่ 2 ของการแช่บ่ม อาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยการสลายตัวของเยื่อใยสูงที่สุดเท่ากับ 46.19 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยการสลายตัวของเยื่อใยต่ำที่สุดเท่ากับ 35.31 เปอร์เซ็นต์ แต่ในชั่วโมงที่ 48 ของการแช่บ่ม อาหารชั้นสูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยการสลายตัวของเยื่อใยสูงที่สุดเท่ากับ 77.44 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยการสลายตัวของเยื่อใยต่ำที่สุดเท่ากับ 59.02 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าเฉลี่ยของการสลายตัวของเยื่อใยในทุกชั่วโมงของการแช่บ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ดังแสดงในตาราง 21 และภาพ 10

ตาราง 21 ค่าเฉลี่ยการสลายตัวของเยื่อใยในอาหารทดลอง

	ระยะเวลาในการหมักย่อย (ชม.)						
	2	4	8	16	24	36	48
สูตรที่ 1	40.56 ^B	47.41	55.18 ^A	56.42 ^B	56.53 ^C	59.85 ^C	71.04 ^B
สูตรที่ 2	43.74 ^{AB}	45.87	58.48 ^A	71.91 ^A	75.84 ^A	76.23 ^A	77.44 ^A
สูตรที่ 3	46.19 ^A	48.61	55.85 ^A	58.30 ^B	58.74 ^C	58.81 ^C	59.02 ^C
สูตรที่ 4	35.31 ^C	38.07	41.23 ^B	50.70 ^C	61.85 ^B	67.04 ^B	75.46 ^A

ABC ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)



ภาพ 10 ค่าการสลายตัวของเยื่อใยของอาหารทดลองที่ชั่วโมงต่างๆ

จากตาราง 22 จะเห็นได้ว่าการสลายตัวของเยื่อใยของอาหารชั้นทั้ง 4 สูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ค่าเฉลี่ยของการละลายได้ (a) ของเยื่อใยของอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร มีค่าเท่ากับ 34.30, 41.70, 29.00 และ 15.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยการละลายได้ของเยื่อใย ของอาหารชั้นสูตรที่ 2 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 41.70 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 15.90 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยของเยื่อใยส่วนที่ไม่ละลายแต่ถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ (b) ของอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร มีค่าเท่ากับ 53.38, 36.50, 30.03 และ 76.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 76.80 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 30.03 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ค่าเฉลี่ยของศักยภาพในการย่อยสลายได้ (a+b) ของเยื่อใยของอาหารทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 92.70 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 59.03 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยของศักยภาพในการย่อยสลายได้ของเยื่อใยของอาหารทั้ง 4 สูตรมีค่าเท่ากับ 87.68, 78.20, 59.03 และ 92.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของอัตราการย่อยสลาย (c) ของเยื่อใยของอาหารทดลองมีค่าเท่ากับ 0.02, 0.12, 0.21 และ 0.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยของอัตราการย่อยสลายของเยื่อใยของอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 0.21 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 0.0 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ค่าเฉลี่ยของช่วงเวลาที่ยื่อใยถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ (L) มีค่าเท่ากับ 0.0, 2.20, 0.0 และ 0.0 ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยของช่วงเวลาที่ยื่อใยของอาหารชั้นสูตรที่ 2 ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 2.20 เปอร์เซ็นต์ และสูตรอื่น ๆ มีค่าเท่ากับ 0.0 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตาราง 22 ค่าพารามิเตอร์ของการสลายตัวของเยื่อใย

	Degradability parameter							
	a	b	a+b	c	L	ED _{0.02}	ED _{0.05}	ED _{0.08}
สูตรที่ 1	34.30 ^B	53.38 ^b	87.68	0.02 ^C	0.00 ^b	63.88 ^b	55.00 ^B	51.60 ^B
สูตรที่ 2	41.70 ^A	36.50 ^c	78.20	0.12 ^B	2.20 ^a	71.33 ^a	64.38 ^A	59.70 ^A
สูตรที่ 3	29.00 ^C	30.03 ^c	59.03	0.21 ^A	0.00 ^b	57.18 ^c	55.00 ^B	53.25 ^B
สูตรที่ 4	15.90 ^D	76.80 ^a	92.70	0.0 ^C	0.00 ^b	67.38 ^{ab}	52.33 ^B	46.33 ^C

ABCD ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

abc ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการย่อยสลายของเยื่อใยที่อัตรา 0.02 ส่วนต่อชั่วโมง (ED_{0.02}) มีค่าเท่ากับ 63.88, 71.33, 57.18 และ 67.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยอาหารชั้นสูตรที่ 2 มีประสิทธิภาพการย่อยสลายของเยื่อใยที่อัตรา 0.02 ส่วนต่อชั่วโมง มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 71.33 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 57.18 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการย่อยสลายของเยื่อใยของอาหารทดลองทั้ง 4 สูตรที่อัตรา 0.05 ส่วนต่อชั่วโมง (ED_{0.05}) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 55.00, 64.38, 55.00 และ 52.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ประสิทธิภาพการย่อยสลายของเยื่อใยของอาหารชั้นสูตรที่ 2 ที่อัตรา 0.05 ส่วนต่อชั่วโมง มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 64.38 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 52.33 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการย่อยสลายของเยื่อใยที่อัตรา 0.08 ส่วนต่อชั่วโมง (ED_{0.08}) มีค่าเท่ากับ 51.60, 59.70, 53.25 และ 46.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยอาหารสูตรที่ 2 มีประสิทธิภาพการย่อยสลายของเยื่อใยที่อัตรา 0.08 ส่วนต่อชั่วโมง มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 59.70 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 46.33 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ดังแสดงในตาราง 22

2.5 ค่าการศึกษาการสลายตัวของ NDF ในอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าและอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าร่วมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่น

ค่าการสลายตัวของ NDF ของอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 100 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 1) อาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ผสมรำละเอียด 50 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 2) อาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ผสมรำละเอียด 25 เปอร์เซ็นต์และรำหยาบ 25 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 3) อาหารชั้นที่มี

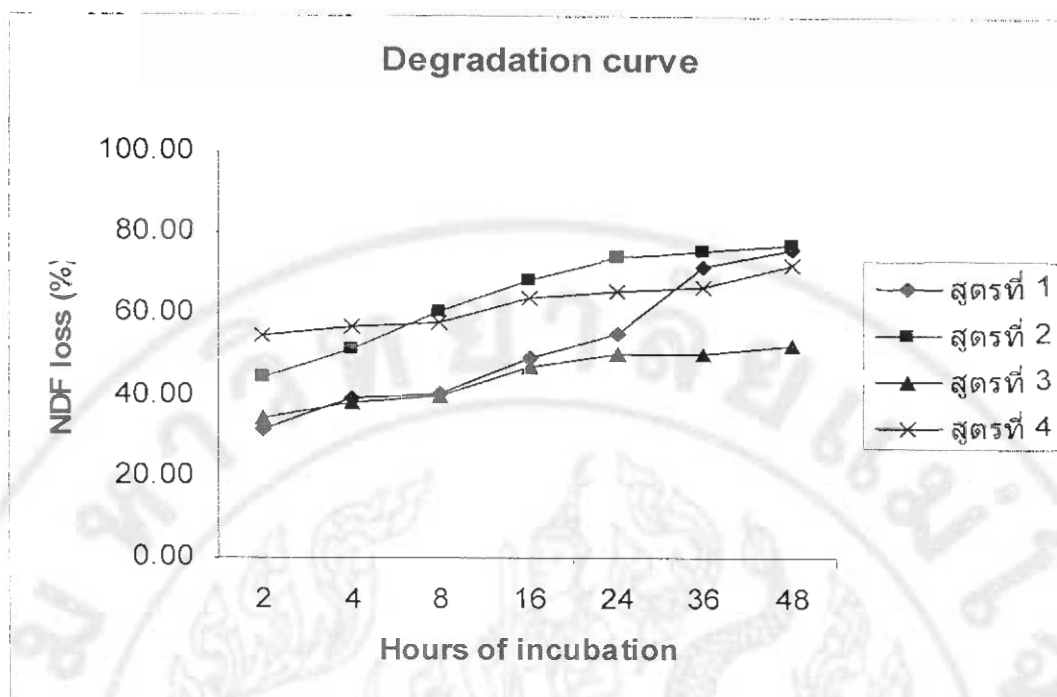
กากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ผสมข้าวโพดบด 50 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 4) โดยแช่ตัวอย่างอาหารใน กระเพาะรูเมนที่ชั่วโมงต่าง ๆ คือ 2, 4, 8, 16, 24, 36 และ 48 ชั่วโมง พบว่า ค่าการสลายตัวของ NDF ของอาหารทดลองทุกสูตรมีค่าสูงขึ้นเมื่อชั่วโมงแช่บ่มนานขึ้น โดยค่าการสลายตัวของ NDF ของอาหารชั้นสูตรที่ 1 ในชั่วโมงที่ 2, 4, 8, 16, 24, 36 และ 48 มีค่าเท่ากับ 31.39, 39.33, 40.09, 49.28, 55.43, 71.85 และ 76.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าการสลายตัวของ NDF ของอาหารชั้นสูตรที่ 2 ใน ชั่วโมงที่ 2, 4, 8, 16, 24, 36 และ 48 มีค่าเท่ากับ 44.41, 51.24, 60.51, 68.30, 74.11, 75.68 และ 77.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าการสลายตัวของ NDF ของอาหารชั้นสูตรที่ 3 ในชั่วโมงที่ 2, 4, 8, 16, 24, 36 และ 48 มีค่าเท่ากับ 34.37, 37.88, 39.55, 46.71, 50.03, 50.08 และ 52.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าการสลายตัวของ NDF ของอาหารชั้นสูตรที่ 4 ในชั่วโมงที่ 2, 4, 8, 16, 24, 36 และ 48 มีค่า 54.66, 56.91, 58.16, 63.94, 65.60, 66.74 และ 72.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในชั่วโมงที่ 2 ของการแช่บ่ม ค่าเฉลี่ยการสลายตัวของ NDF ของอาหารชั้นสูตรที่ 4 มี ค่าเฉลี่ยการสลายตัวของ NDF สูงที่สุดเท่ากับ 54.66 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ย การสลายตัวของ NDF ต่ำที่สุดเท่ากับ 31.39 เปอร์เซ็นต์ ในชั่วโมงที่ 48 ของการแช่บ่ม อาหารชั้น สูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยการสลายตัวของ NDF สูงที่สุดเท่ากับ 77.19 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มี ค่าเฉลี่ยการสลายตัวของ NDF ต่ำที่สุดเท่ากับ 52.21 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าเฉลี่ยของการสลายตัวของ NDF ในทุกชั่วโมงของการแช่บ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ดังแสดง ในตาราง 23 และภาพ 11

ตาราง 23 ค่าเฉลี่ยการสลายตัวของ NDF ในอาหารทดลอง

	ระยะเวลาในการหมักย่อย (ชม.)						
	2	4	8	16	24	36	48
สูตรที่ 1	31.39 ^C	39.33 ^C	40.09 ^B	49.28 ^C	55.43 ^C	71.85 ^A	76.08 ^{AB}
สูตรที่ 2	44.41 ^B	51.24 ^B	60.51 ^A	68.30 ^A	74.11 ^A	75.68 ^A	77.19 ^A
สูตรที่ 3	34.37 ^C	37.88 ^C	39.55 ^B	46.71 ^C	50.03 ^D	50.08 ^C	52.21 ^C
สูตรที่ 4	54.66 ^A	56.91 ^A	58.16 ^A	63.94 ^B	65.60 ^B	66.74 ^B	72.23 ^B

^{ABC} ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$)



ภาพ 11 ค่าการสลายตัวของ NDF ของอาหารทดลองที่ชั่วโมงต่าง ๆ

การสลายตัวของ NDF ของอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 100 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 1) อาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ผสมรำละเอียด 50 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 2) อาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ผสมรำละเอียด 25 เปอร์เซ็นต์และรำหยาบ 25 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 3) อาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ผสมข้าวโพดบด 50 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 4) จากตารางที่ 24 พบว่าค่าเฉลี่ยของการละลายได้ (a) ของ NDF ของอาหารทดลองมีค่าเท่ากับ 7.30, 40.70, 26.90 และ 32.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับโดยอาหารชั้นสูตรที่ 2 มีส่วนที่ละลายได้ของ NDF สูงที่สุดเท่ากับ 40.70 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 7.30 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ค่าเฉลี่ยของ NDF ส่วนที่ไม่ละลายแต่ถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ (b) มีค่าเท่ากับ 92.70, 35.98, 25.60 และ 53.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยของ NDF ส่วนที่ไม่ละลายแต่ถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 92.70 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 25.60 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตาราง 24 ค่าพารามิเตอร์ของการสลายตัวของ NDF

	Degradability parameter							
	a	b	a+b	c	L	ED _{0.02}	ED _{0.05}	ED _{0.08}
สูตรที่ 1	7.30 ^D	92.70 ^A	100.00 ^a	0.01 ^C	0.00	70.63 ^A	51.58 ^B	44.88 ^B
สูตรที่ 2	40.70 ^A	35.98 ^C	76.68 ^b	0.11 ^A	1.05	70.48 ^A	64.15 ^A	59.93 ^A
สูตรที่ 3	26.90 ^C	25.60 ^C	52.50 ^c	0.08 ^B	0.00	48.13 ^B	44.15 ^C	41.70 ^B
สูตรที่ 4	32.30 ^B	53.45 ^B	85.75 ^{ab}	0.05 ^B	0.00	68.78 ^A	62.48 ^A	60.03 ^A

ABCD ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

abc ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ค่าเฉลี่ยของศักยภาพในการย่อยสลายได้ (a+b) ของ NDF มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 100.0, 76.68, 52.50 และ 85.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยของศักยภาพในการย่อยสลายได้ของ NDF ของอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 52.50 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยของอัตราการย่อยสลาย (c) ของ NDF มีค่าเท่ากับ 0.01, 0.11, 0.08 และ 0.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยอาหารชั้นสูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยอัตราการย่อยสลายของ NDF สูงที่สุดเท่ากับ 0.11 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 0.01 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ NDF ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ (L) มีค่าเท่ากับ 0.0, 1.05, 0.0 และ 0.0 ตามลำดับ โดยเวลาที่ NDF ของอาหารชั้นสูตรที่ 2 ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 1.05 เปอร์เซ็นต์ และสูตรอื่น ๆ มีค่าเท่ากับ 0 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

อาหารชั้นทั้ง 4 สูตรมีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการย่อยสลายของ NDF ที่อัตรา 0.02 ส่วนต่อชั่วโมง (ED_{0.02}) มีค่าเท่ากับ 70.63, 70.48, 48.13 และ 68.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) อาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการย่อยสลายของ NDF ที่อัตรา 0.02 ส่วนต่อชั่วโมง สูงที่สุดเท่ากับ 70.63 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 48.13 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการย่อยสลายของ NDF ที่อัตรา 0.05 ส่วนต่อชั่วโมง (ED_{0.05}) มีค่าเท่ากับ 51.58, 64.15, 44.15 และ 62.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยอาหารชั้นสูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการย่อยสลายของ NDF ที่อัตรา 0.05 ส่วนต่อชั่วโมง สูงที่สุดเท่ากับ 64.15 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 44.15

เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการย่อยสลายของ NDF ที่อัตรา 0.08 ส่วนต่อชั่วโมง ($ED_{0.08}$) มีค่าเท่ากับ 44.88, 59.93, 41.70 และ 60.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีประสิทธิภาพการย่อยสลายของ NDF ที่อัตรา 0.08 ส่วนต่อชั่วโมง มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 60.63 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 41.70 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ดังแสดงในตาราง 24

3. การศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าและอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าร่วมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่น โดยใช้ชุดกระเพาะหมักเทียมตามวิธี *in vitro* true digestibility (IVTD)

การศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 100 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 1) อาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ผสมรำละเอียด 50 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 2) อาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ผสมรำละเอียด 25 เปอร์เซ็นต์และรำหยาบ 25 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 3) อาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ผสมข้าวโพดบด 50 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 4) โดยใช้เครื่องมือชุดกระเพาะหมักเทียม (ANKOM Daisy^{II}) ตามวิธี *in vitro* true digestibility (IVTD) โดยการแช่บ่มตัวอย่างอาหารที่ 24 และ 48 ชั่วโมง พบว่า ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีน เยื่อใย และ NDF ในอาหารทดลองทุกสูตรมีค่าสูงขึ้นเมื่อชั่วโมงแช่บ่มนานขึ้น (จาก 24 ชั่วโมง เป็น 48 ชั่วโมง)

3.1 ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งในอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าและอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าร่วมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่น

ในชั่วโมงที่ 24 พบว่าค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 100 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 1) มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 51.10 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 3 (กากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ผสมรำละเอียด 25 เปอร์เซ็นต์และรำหยาบ 25 เปอร์เซ็นต์) มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 42.10 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุแห้งของกลุ่มอาหารทดลองมีค่าเท่ากับ 51.10, 49.32, 42.10 และ 44.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับอาหารชั้นสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 25 และภาพ 12

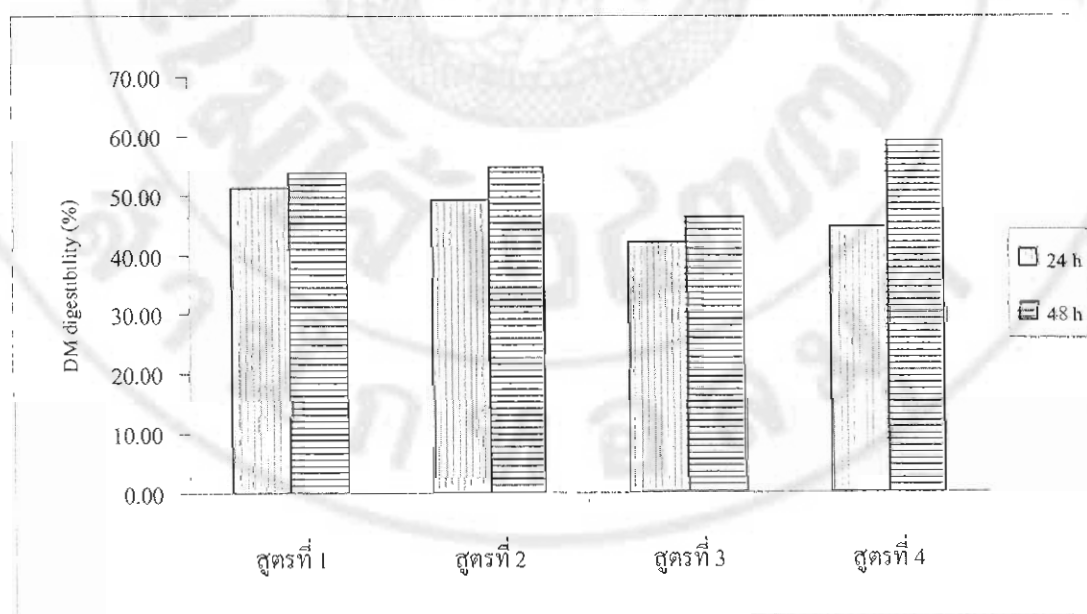
ผลการศึกษาการย่อยได้ของวัตถุแห้ง ในชั่วโมงที่ 48 พบว่ามีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุแห้งของอาหารชั้นทั้ง 4 สูตรเท่ากับ 53.87, 54.84, 46.38 และ 59.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

โดยค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุดิบแห่งของอาหารทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นตามชั่วโมงแช่บ่ม ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุดิบแห่งของอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 59.42 เปอร์เซ็นต์ และค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุดิบแห่งของอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 46.38 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังแสดงในตาราง 25 และภาพ 12

ตาราง 25 ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุดิบในอาหารทดลองด้วยวิธี IVTD

อาหารทดลอง	ค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบ (%)	
	ชั่วโมงที่ 24	ชั่วโมงที่ 48
สูตรที่ 1	51.10 ^a	53.87 ^b
สูตรที่ 2	49.32 ^a	54.84 ^b
สูตรที่ 3	42.10 ^b	46.38 ^c
สูตรที่ 4	44.80 ^b	59.42 ^a

abc ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพ 12 ค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบในอาหารทดลอง ที่ชั่วโมงแช่บ่มที่ 24 และ 48 ชั่วโมง

3.2 ค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุในอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าและอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าร่วมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่น

ผลการศึกษาค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุของอาหารชั้นทั้ง 4 สูตร โดยใช้เครื่องมือชุดกระเพาะหมักเทียม ANKOM Daisy[®] ตามวิธี IVTD พบว่าในชั่วโมงที่ 24 ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุของอาหารทดลองมีค่าเท่ากับ 51.30, 47.58, 41.30 และ 47.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุสูงที่สุดเท่ากับ 51.30 เปอร์เซ็นต์ และค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุดิบแห่งของอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 41.30 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังแสดงในตาราง 26 และภาพ 13

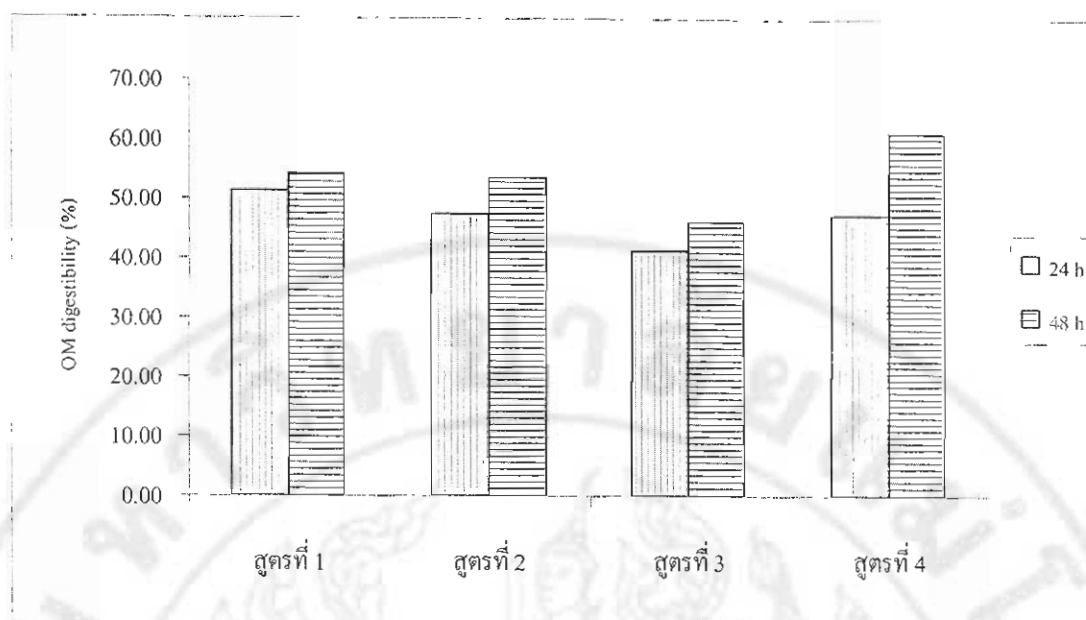
ในชั่วโมงที่ 48 พบว่าค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุมีค่าเท่ากับ 54.26, 53.67, 46.10 และ 61.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุของอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 61.33 เปอร์เซ็นต์ และค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุของอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 46.10 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ดังแสดงในตาราง 26 และภาพ 13

ตาราง 26 ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุในอาหารทดลอง

อาหารทดลอง	ค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (%)	
	ชั่วโมงที่ 24	ชั่วโมงที่ 48
สูตรที่ 1	51.30 ^a	54.26 ^B
สูตรที่ 2	47.58 ^b	53.67 ^B
สูตรที่ 3	41.30 ^c	46.10 ^C
สูตรที่ 4	47.29 ^b	61.33 ^A

^{ABC} ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

^{abc} ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพ 13 ค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุของอาหารทดลอง ที่ชั่วโมงแช่บ่มที่ 24 และ 48 ชั่วโมง

3.3 ค่าการย่อยได้ของโปรตีนในอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าและอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าร่วมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่น

ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของโปรตีนของอาหารทดลองที่ชั่วโมงที่ 24 มีค่าเท่ากับ 25.39, 35.41, 40.85 และ 21.49 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของโปรตีน สูงที่สุดเท่ากับ 40.85 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของโปรตีน ต่ำที่สุดเท่ากับ 21.49 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ดังแสดงในตาราง 27 และภาพ 14

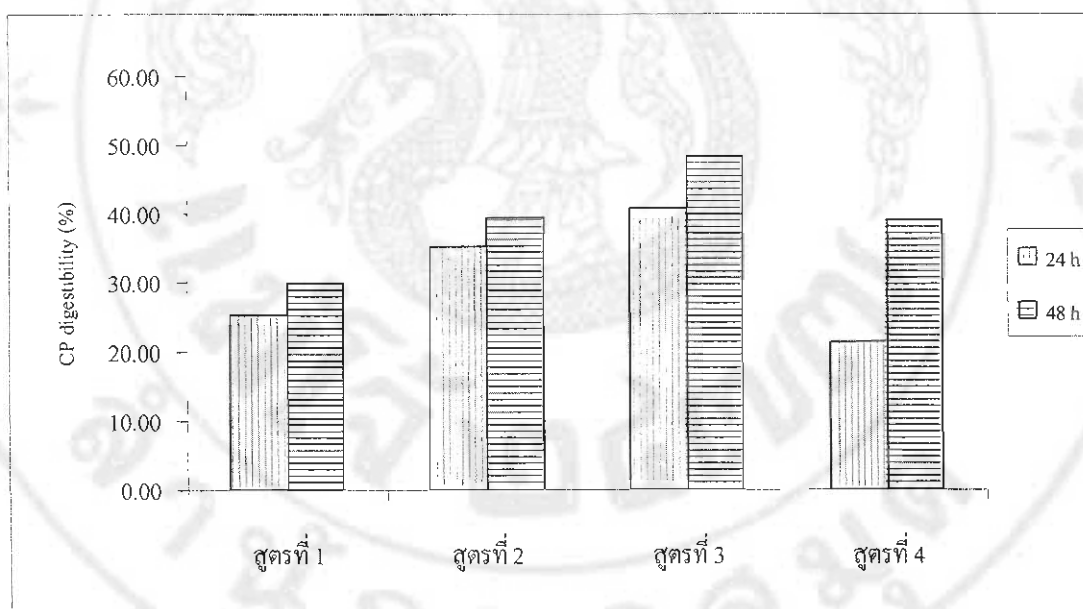
ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของโปรตีนของอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร มีค่าสูงขึ้นในชั่วโมงที่ 48 ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 30.01, 39.38, 48.42 และ 39.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของโปรตีนสูงที่สุดเท่ากับ 48.42 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของโปรตีนต่ำที่สุดเท่ากับ 30.01 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังแสดงในตาราง 27 และภาพ 14

ตาราง 27 ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของโปรตีนในอาหารทดลอง

อาหารทดลอง	ค่าการย่อยได้ของโปรตีน (%)	
	ชั่วโมงที่ 24	ชั่วโมงที่ 48
สูตรที่ 1	25.39 ^B	30.01 ^c
สูตรที่ 2	35.41 ^A	39.38 ^b
สูตรที่ 3	40.85 ^A	48.42 ^a
สูตรที่ 4	21.49 ^B	39.03 ^b

ABC ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

abc ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพ 14 ค่าการย่อยได้ของโปรตีนของอาหารทดลอง ที่ชั่วโมงแช่บ่มที่ 24 และ 48 ชั่วโมง

3.4 ค่าการย่อยได้ของเยื่อใยในอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าและอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าร่วมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่น

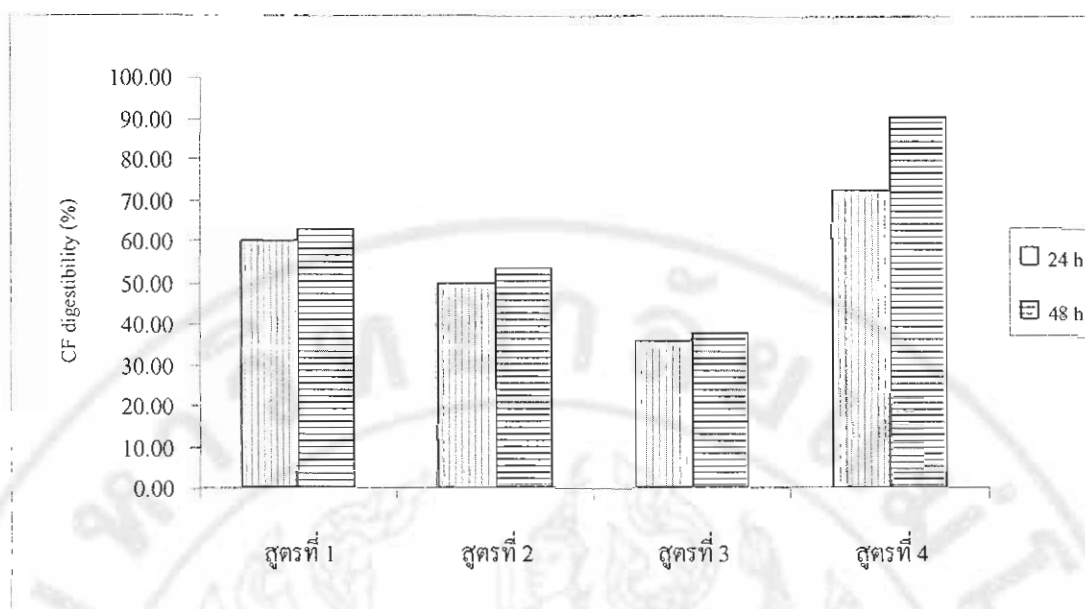
ในชั่วโมงที่ 24 ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของเยื่อใยของอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร มีค่าเท่ากับ 59.99, 49.84, 36.03 และ 72.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของเยื่อใยของอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 72.40 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของเยื่อใยของอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 36.03 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังแสดงในตาราง 28 และภาพ 15

ในชั่วโมงที่ 48 มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของเยื่อใยของอาหารชั้นทั้ง 4 สูตรเท่ากับ 62.91, 53.30, 37.59 และ 90.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของเยื่อใยของอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 90.08 เปอร์เซ็นต์ และค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของเยื่อใยของอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 37.59 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ดังแสดงในตาราง 28 และภาพ 15

ตาราง 28 ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของเยื่อใยในอาหารทดลอง

อาหารทดลอง	ค่าการย่อยได้ของเยื่อใย (%)	
	ชั่วโมงที่ 24	ชั่วโมงที่ 48
สูตรที่ 1	59.99 ^B	62.91 ^B
สูตรที่ 2	49.84 ^C	53.30 ^C
สูตรที่ 3	36.03 ^D	37.59 ^D
สูตรที่ 4	72.40 ^A	90.08 ^A

^{ABC} ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)



ภาพ 15 ค่าการย่อยได้ของเยื่อใยของอาหารทดลอง ที่ชั่วโมงแช่บ่มที่ 24 และ 48 ชั่วโมง

3.5 ค่าการย่อยได้ของ NDF ในอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าและอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าร่วมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่น

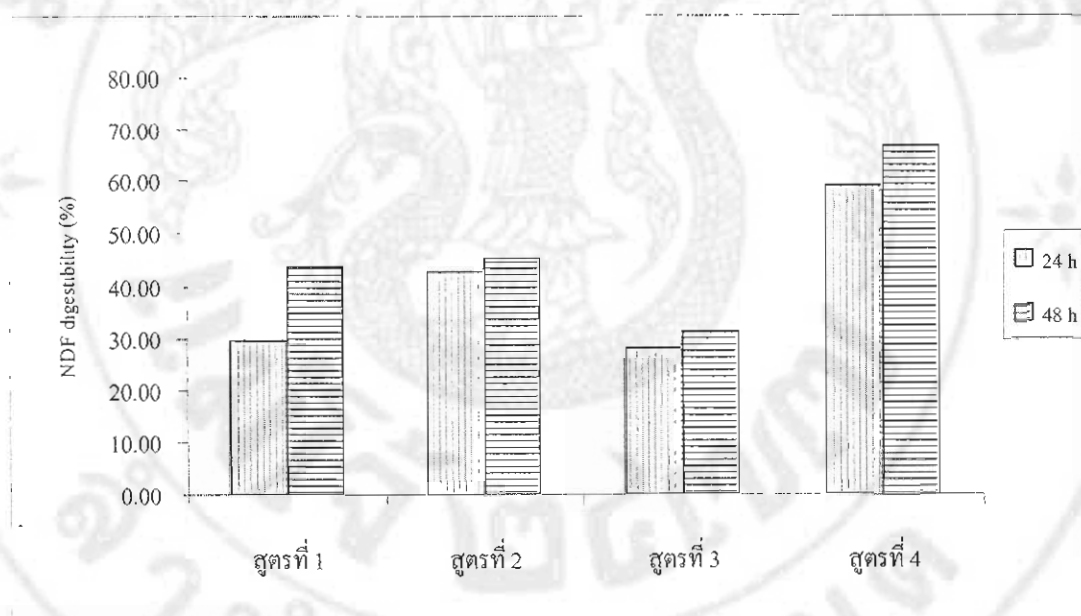
ผลการศึกษการย่อยได้ของ NDF ของอาหารชั้นทั้ง 4 สูตร ในชั่วโมงที่ 24 พบว่ามีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของ NDF เท่ากับ 29.45, 42.74, 28.19 และ 72.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของ NDF สูงที่สุดเท่ากับ 58.92 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของ NDF ต่ำที่สุดเท่ากับ 28.19 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ดังแสดงในตาราง 29 และภาพ 16

ในชั่วโมงที่ 48 พบว่าค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของ NDF ของอาหารทดลองมีค่าเท่ากับ 43.80, 45.23, 31.07 และ 66.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของ NDF ของอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 66.86 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของ NDF ต่ำที่สุดเท่ากับ 31.07 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ดังแสดงในตาราง 29 และภาพ 16

ตาราง 29 ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของ NDF ในอาหารทดลอง

อาหารทดลอง	ค่าการย่อยได้ของ NDF (%)	
	ชั่วโมงที่ 24	ชั่วโมงที่ 48
สูตรที่ 1	29.45 ^C	43.80 ^B
สูตรที่ 2	42.74 ^B	45.23 ^B
สูตรที่ 3	28.19 ^C	31.07 ^C
สูตรที่ 4	58.92 ^A	66.86 ^A

^{ABC} ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่มีตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)



ภาพ 16 ค่าการย่อยได้ของ NDF ของอาหารทดลอง ที่ชั่วโมงแช่บ่มที่ 24 และ 48 ชั่วโมง

4. การศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าและอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าร่วมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่นโดยวิธีใช้สารบ่งชี้

จากการศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในอาหารชั้นทั้ง 4 สูตร คืออาหารที่มีกากส่าเหล้า 100 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 1) อาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ผสมรำละเอียด 50 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 2) อาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ผสมรำละเอียด 25 เปอร์เซ็นต์และรำหยาบ 25 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 3) อาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ผสมข้าวโพดบด 50 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 4) เมื่อให้อาหารชั้นร่วมกับหญ้ารัฐสดเป็นแหล่งอาหารหยาบ โดยใช้วิธีการศึกษาการย่อยได้ในตัวสัตว์โดยใช้สารบ่งชี้คือเถ้าที่ไม่ละลายในกรด (acid insoluble ash ; AIA) โดยให้สัตว์ทดลองได้รับวัตถุแห้งจากอาหารชั้นในอัตรา 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ร่วมกับวัตถุแห้งจากอาหารหยาบคือหญ้ารัฐสดในอัตรา 2.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว พบว่า ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีน เยื่อใย และ NDF ของอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าสูงที่สุดคือ 75.10, 88.82, 94.48, 83.58 และ 78.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุดคือ 42.38, 72.17, 85.37, 68.61 และ 59.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 30

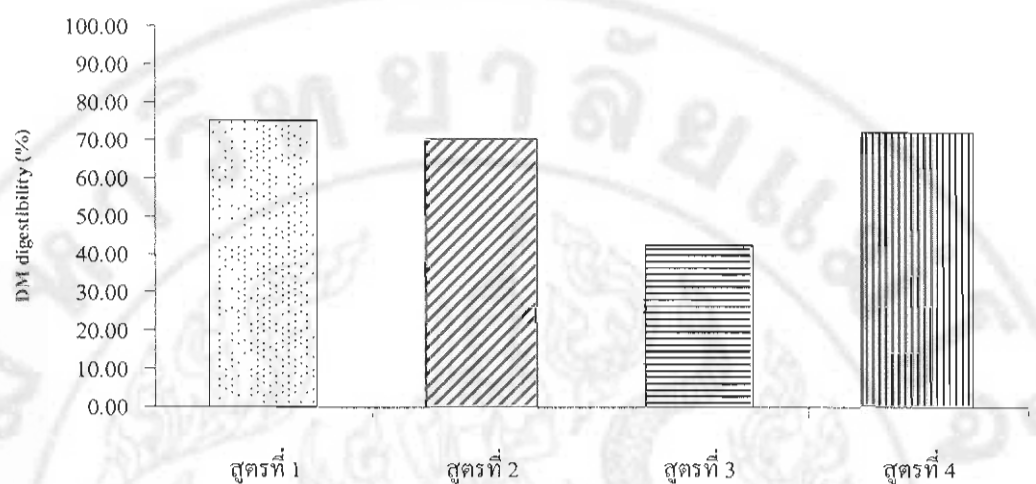
ตาราง 30 ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของโภชนะของอาหารทดลองด้วยวิธีใช้สารบ่งชี้

อาหารทดลอง	ค่าการย่อยได้ (%)				
	DM	OM	CP	CF	NDF
สูตรที่ 1	75.10 ^A	88.82 ^A	94.48 ^A	83.58 ^A	78.33 ^A
สูตรที่ 2	69.81 ^C	85.75 ^C	92.47 ^B	79.89 ^B	76.92 ^B
สูตรที่ 3	42.38 ^D	72.17 ^D	85.37 ^D	68.61 ^C	59.32 ^C
สูตรที่ 4	72.59 ^B	87.55 ^B	90.70 ^C	79.84 ^B	76.88 ^A

ABCD ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

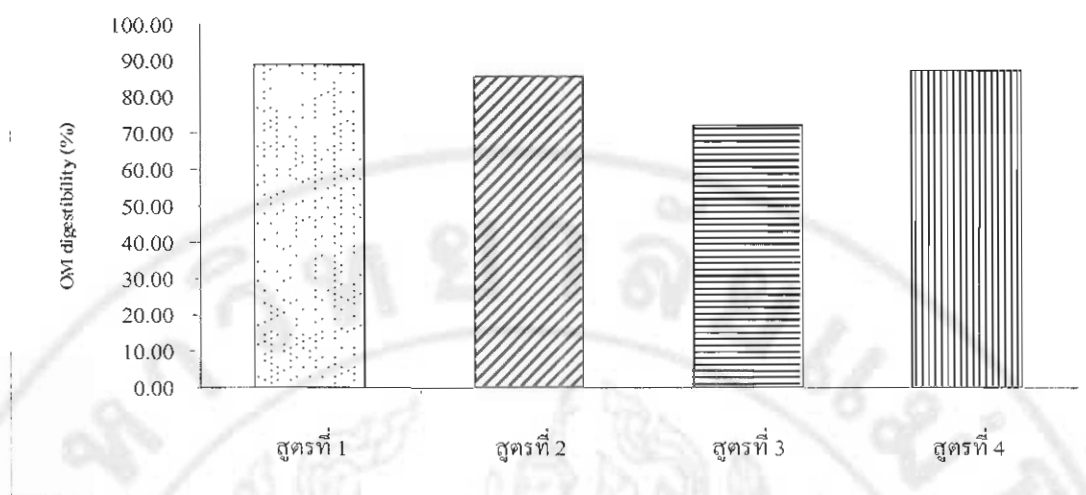
ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุแห้งของอาหารชั้นทั้ง 4 สูตรเมื่อให้ร่วมกับหญ้ารัฐสด มีค่าเท่ากับ 75.10, 69.81, 42.38 และ 72.59 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยกลุ่มทดลองที่ได้รับอาหารชั้นสูตรที่ 1 ร่วมกับหญ้ารัฐสด มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุแห้งสูงที่สุดเท่ากับ 75.10 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มทดลองที่ได้รับอาหาร

ชั้นสูตรที่ 3 ร่วมกับหญ้าธัญพืชสด มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุดิบต่ำที่สุดเท่ากับ 42.38 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในภาพ 17



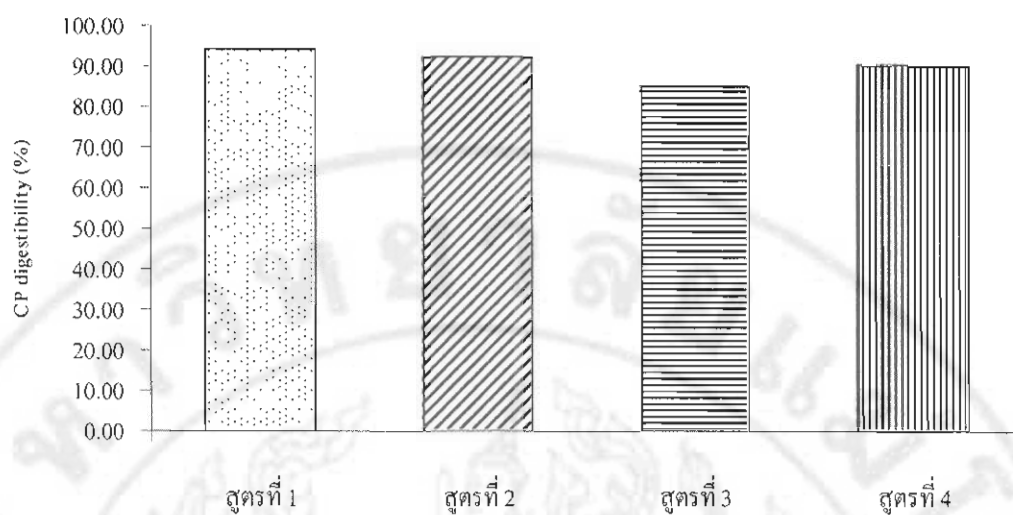
ภาพ 17 แสดงค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบของอาหารทดลองด้วยวิธีใช้สารบ่งชี้

ด้านค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุของกลุ่มทดลอง พบว่ากลุ่มทดลองที่ได้รับอาหารชั้นสูตรที่ 1 (กากสำเหล้า 100 เปอร์เซ็นต์) ร่วมกับหญ้าธัญพืชสด มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุสูงที่สุดเท่ากับ 88.82 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มทดลองที่ได้รับอาหารชั้นสูตรที่ 3 (กากสำเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ผสมรำละเอียด 25 เปอร์เซ็นต์และรำหยาบ 25 เปอร์เซ็นต์) ร่วมกับหญ้าธัญพืชสด มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 72.17 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุของอาหารทดลองเมื่อให้ร่วมกับหญ้าธัญพืชสด มีค่าเท่ากับ 88.82, 85.75, 72.17 และ 87.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ดังแสดงในภาพ 18



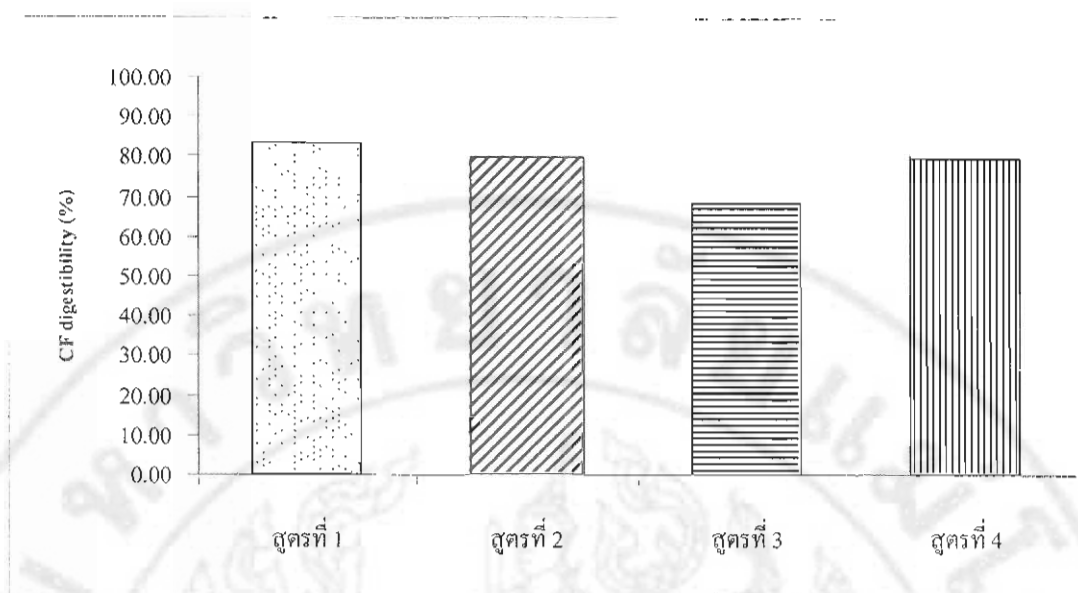
ภาพ 18 แสดงค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุของอาหารทดลองด้วยวิธีใช้สารบ่งชี้

กลุ่มทดลองที่ได้รับอาหารชั้นสูตรที่ 1 ร่วมกับเหี่ยวรัฐสดมีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของโปรตีน สูงที่สุดเท่ากับ 94.48 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มทดลองที่ได้รับอาหารชั้นสูตรที่ 3 ร่วมกับเหี่ยวรัฐสดมี ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของโปรตีน ต่ำที่สุดเท่ากับ 85.37 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของอาหารชั้น ทั้ง 4 สูตรเมื่อให้ร่วมกับเหี่ยวรัฐสด มีค่าเท่ากับ 94.48, 92.47, 85.37 และ 90.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ดังแสดงในภาพ 19



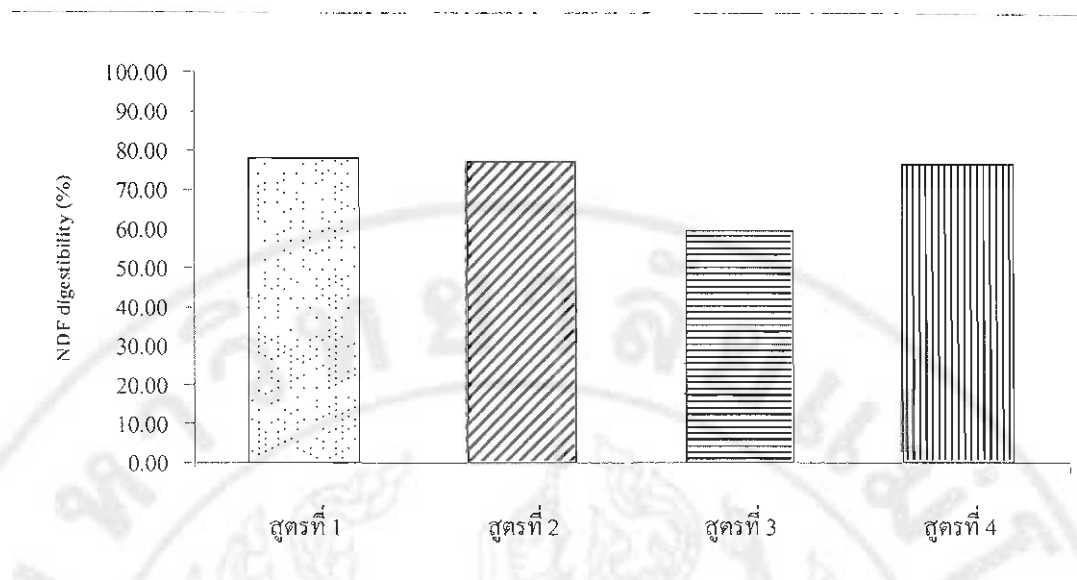
ภาพ 19 แสดงค่าการย่อยได้ของโปรตีนของอาหารทดลองด้วยวิธีใช้สารบ่งชี้

ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของเยื่อใยของอาหารทดลองเมื่อให้ร่วมกับหญ้าธัญพืช มีค่าเท่ากับ 83.58, 79.89, 68.61 และ 79.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยกลุ่มทดลองที่ได้รับอาหารข้นสูตรที่ 1 ร่วมกับหญ้าธัญพืชมีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของเยื่อใยสูงที่สุดเท่ากับ 83.58 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มทดลองที่ได้รับอาหารข้นสูตรที่ 3 ร่วมกับหญ้าธัญพืช มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของเยื่อใยต่ำที่สุดเท่ากับ 68.61 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในภาพ 20



ภาพ 20 แสดงค่าการย่อยได้ของเชื้อใยของอาหารทดลองด้วยวิธีใช้สารบ่งชี้

ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของ NDF ของอาหารชั้นทั้ง 4 สูตรเมื่อให้ร่วมกับหญ้าธัญพืช มีค่าเท่ากับ 78.33, 76.92, 59.32 และ 76.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยกลุ่มทดลองที่ได้รับอาหารชั้นสูตรที่ 1 เมื่อให้ร่วมกับหญ้าธัญพืช มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของ NDF สูงที่สุดเท่ากับ 78.33 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มทดลองที่ได้รับอาหารชั้นสูตรที่ 3 เมื่อให้ร่วมกับหญ้าธัญพืช มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของ NDF ต่ำที่สุดเท่ากับ 59.32 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ดังแสดงในภาพ 21



ภาพ 21 แสดงค่าการย่อยได้ของ NDF ของอาหารทดลองด้วยวิธีใช้สารบ่งชี้

อาหารที่มีกากส่าเหล้า 100 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 1) เมื่อให้ร่วมกับหญ้าหูก มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุดิบ อินทรีย์วัตถุ โปรตีน เยื่อใย และ NDF สูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 75.10, 88.82, 94.48, 83.58 และ 78.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) และอาหารชั้นสูตรที่ 3 (อาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ผสมรำละเอียด 25 เปอร์เซ็นต์และรำหยาบ 25 เปอร์เซ็นต์) เมื่อให้ร่วมกับหญ้าหูก มีค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุดิบ อินทรีย์วัตถุ โปรตีน เยื่อใย และ NDF ต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 42.38, 87.55, 90.70, 79.84 และ 76.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. คุณค่าทางโภชนาของอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าและอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าร่วมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่น

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของกากส่าเหล้าที่เป็นผลพลอยได้จากการผลิตเหล้ากลั่นจากข้าวเหนียว ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่ามีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุดิบแห้งมีค่าเท่ากับ 14.56 เปอร์เซ็นต์ และค่าเฉลี่ยอินทรีย์วัตถุ โปรตีน เยื่อใย ไขมัน NDF และ NFE มีค่าเท่ากับ 97.66, 45.25, 8.08, 3.59, 31.34 และ 40.74 เปอร์เซ็นต์ในวัตถุดิบแห้งตามลำดับ ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนของกากส่าเหล้าจากการทดลองนี้มีค่าต่ำกว่ารายงานของ ธวัชชัย และคณะ (2545) ที่รายงานว่ากากส่าเหล้าจากข้าวเหนียวมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนเท่ากับ 57.62 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้เปอร์เซ็นต์โปรตีนที่มีในกากส่าเหล้าจากข้าวเหนียวที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ยังมีค่าสูงกว่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนจากกากส่าเหล้าที่ได้จากพืชชนิดอื่น ดังรายงานของ Getachew *et al.* (2004) พบว่ากากส่าเหล้าจากเมล็ดธัญพืชมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนเท่ากับ 31.42 เปอร์เซ็นต์ ส่วน Klopfenstein (1996) รายงานว่ากากส่าเหล้าจากเมล็ดธัญพืชมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนเท่ากับ 25.00 เปอร์เซ็นต์ และกากส่าเหล้าจากข้าวบาร์เลย์มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนเท่ากับ 16.80 เปอร์เซ็นต์ ด้าน Hill (2002) รายงานจากการวิเคราะห์กากส่าเหล้าจากข้าวสาลีมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนเท่ากับ 27.90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนรายงานของ Huang *et al.* (1999) พบว่ามีเปอร์เซ็นต์โปรตีนของกากส่าเหล้าจากข้าวสาลีมีค่าเท่ากับ 19.90 เปอร์เซ็นต์ กากส่าเหล้าจากข้าวบาร์เลย์ ดังรายงานของ Mustafa *et al.* (2000) พบว่ามีค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนเท่ากับ 16.80 เปอร์เซ็นต์ และกากส่าเหล้าจากข้าวโพดตามรายงานของ Woods *et al.* (2003a) มีค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนเท่ากับ 30.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การที่ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนของกากส่าเหล้ามีค่าแตกต่างกันน่าจะมีผลมาจากการผลิตเหล้ากลั่นในแต่ละชุมชนมีวัตถุดิบและลูกแป้ง หรือขั้นตอนในการผลิตที่แตกต่างกันออกไปซึ่งมีผลต่อกระบวนการหมักและคุณค่าทางอาหาร สอดคล้องกับรายงานของสุพัฒน์ และกำพล (2545) ซึ่งรายงานว่ากากส่าเหล้าที่ได้จากการผลิตเหล้าจากวัตถุดิบต่างชนิด หรือแม้แต่ว่ากากส่าเหล้าที่ได้จากการผลิตเหล้าจากวัตถุดิบชนิดเดียวกันจะมีคุณค่าทางโภชนาที่แตกต่างกัน เนื่องจากมีขั้นตอนในการผลิตที่แตกต่างกัน รวมทั้งในการผลิตเหล้ากลั่นในแต่ละพื้นที่มีการใช้วัตถุดิบ และเชื้อยีสต์หรือลูกแป้งที่มีส่วนประกอบต่างกันจึงทำให้คุณค่าทางโภชนาที่มีค่าแตกต่างกันได้

เปอร์เซ็นต์ไขมันของกากส่าเหล้าจากข้าวเหนียวที่ใช้ในการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.59 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำกว่ารายงานของ ธวัชชัย และคณะ (2545) ซึ่งรายงานว่ากากส่าเหล้าจากข้าว

เนื้อมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันเท่ากับ 9.42 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันของกากสำเหลือจากข้าวเหนียวที่ใช้ในการทดลอง ก็มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่ากากสำเหลือจากข้าวบาร์เลย์ ตามรายงานของ Mustafa *et al.* (2000) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันเท่ากับ 5.90 เปอร์เซ็นต์

ส่วนค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ NDF ของกากสำเหลือจากข้าวเหนียวที่ใช้ในการทดลองมีค่าเท่ากับ 31.34 เปอร์เซ็นต์ มีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ NDF ของกากสำเหลือจากเมล็ดธัญพืช ดังรายงานของ Getachew *et al.* (2004) และ Klopfenstein (1996) มีค่าเท่ากับ 32.32 และ 39.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ NDF ของกากสำเหลือจากข้าวสาลี ตามรายงานของ Hill (2002) มีค่าเท่ากับ 34.70 เปอร์เซ็นต์

เมื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาของอาหารชั้นที่ใช้ในการทดลองทั้ง 4 สูตร คืออาหารชั้นที่มีกากสำเหลือ 100 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 1) อาหารชั้นที่มีกากสำเหลือ 50 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับรำละเอียด 50 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 2) อาหารชั้นที่มีกากสำเหลือ 50 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับรำละเอียด 25 เปอร์เซ็นต์และรำหยาบ 25 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 3) และอาหารชั้นที่มีกากสำเหลือ 50 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับข้าวโพดบด 50 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 4) พบว่าอาหารชั้นทุกสูตรมีเปอร์เซ็นต์วัตถุดิบอินทรีย์วัตถุ โปรตีน เยื่อใย และไขมัน แตกต่างกัน เนื่องจากอาหารชั้นแต่ละสูตรมีส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ต่างกัน จึงทำให้มีคุณค่าทางโภชนาต่างกัน โดยกากสำเหลือ 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุดิบต่ำที่สุดและมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนในวัตถุดิบสูงที่สุด แต่เมื่อนำมาผสมร่วมกับรำละเอียด รำหยาบ และข้าวโพดบด ก็ทำให้มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนลดลง แต่มีเยื่อใยและไขมันเพิ่มขึ้น เพราะวัตถุดิบอาหารสัตว์ดังกล่าวมีเปอร์เซ็นต์เยื่อใย และไขมันในปริมาณที่สูงกว่ากากสำเหลือแต่มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำกว่า จึงทำให้สัดส่วนของโภชนามีค่าแตกต่างกันได้ โดยอาหารชั้นที่มีกากสำเหลือ 50 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับรำละเอียด 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงที่สุด ซึ่งเป็นส่วนของไขมันที่มาจากรำละเอียด เมื่อวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของอาหารชั้นทั้ง 4 สูตรจะเห็นได้ว่ามีคุณค่าทางอาหารสูงและสามารถนำมาใช้เป็นอาหารชั้นเลี้ยงโคได้ กากสำเหลือ (100 เปอร์เซ็นต์) แม้ว่าจะมีคุณค่าทางอาหารสูงโดยเฉพาะค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีน แต่มีวัตถุดิบต่ำซึ่งอาจมีผลต่อการใช้เลี้ยงโคได้ เพราะจะทำให้ได้คุณค่าทางอาหารลดลงเนื่องจากมีวัตถุดิบน้อย การนำเอากากสำเหลือมาใช้ประโยชน์ควรคำนึงถึงปริมาณวัตถุดิบประกอบด้วย

2. การศึกษาการสลายตัวของโภชนะในอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าและอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าร่วมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่นโดยวิธีใช้ถุงไนลอน

2.1 การสลายตัวของวัตถุแห้งของอาหารทดลอง

ผลการศึกษาการสลายตัวของวัตถุแห้งของอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าจากข้าวเหนียวเป็นส่วนประกอบโดยวิธีใช้ถุงไนลอนพบว่ากากส่าเหล้าจากข้าวเหนียวที่ใช้ในการทดลองมีส่วนของวัตถุแห้งที่ละลายได้ทันที (a) ในกระเพาะหมัก มีค่าเท่ากับ 32.00 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกับส่วนของวัตถุแห้งที่ละลายได้ทันทีของกากส่าเหล้าจากข้าวโพดที่ Woods *et al.* (2003a) รายงานไว้คือ 31.77 เปอร์เซ็นต์ แต่มีค่าของส่วนวัตถุแห้งที่ละลายได้ทันที (a) สูงกว่ากากข้าวมอลต์ จากรายงานของ จิรวัดน์ (2545) ซึ่งมีค่า 20.90 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ Mustafa *et al.* (2000) รายงานค่าวัตถุแห้งที่ละลายได้ทันทีของกากส่าเหล้าจากข้าวบาร์เลย์และกากส่าเหล้าจากข้าวสาลีพบว่ามีความเท่ากับ 21.55 และ 25.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

กากส่าเหล้าจากข้าวเหนียวที่ใช้ในการทดลองมีค่าส่วนของวัตถุแห้งที่ไม่ละลายแต่สามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ (b) เท่ากับ 67.98 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าสูงกว่าส่วนของวัตถุแห้งที่ไม่ละลายแต่สามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ ของกากส่าเหล้าจากข้าวสาลี (60.74 เปอร์เซ็นต์) และกากส่าเหล้าจากข้าวบาร์เลย์ (49.75 เปอร์เซ็นต์) ตามรายงานของ Mustafa *et al.* (2000) ส่วน Woods *et al.* (2003a) รายงานว่ากากส่าเหล้าจากข้าวโพดมีส่วนของวัตถุแห้งที่ไม่ละลายแต่สามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ มีค่าเท่ากับ 59.12 เปอร์เซ็นต์ และกากข้าวมอลต์มีส่วนของวัตถุแห้งที่ไม่ละลายแต่สามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์มีค่าเท่ากับ 53.50 เปอร์เซ็นต์ (จิรวัดน์, 2545)

การที่กากส่าเหล้าแต่ละชนิดมีค่าการละลายได้ของวัตถุแห้ง (a) และส่วนของวัตถุแห้งที่ไม่ละลายแต่สามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ (b) แตกต่างกันเนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเหล้ากลั่นแตกต่างกัน เป็นผลจากวัตถุดิบแต่ละชนิดมีคุณค่าทางโภชนาที่ต่างกัน นอกจากนี้กระบวนการผลิตเหล้าของแต่ละพื้นที่ก็มีวิธีการต่างกันด้วย (Getachew *et al.*, 2004) นอกจากนี้ Huang *et al.* (1999) ยังกล่าวว่ากากส่าเหล้ามีส่วนของคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ในกระเพาะหมักอยู่ในปริมาณน้อย และมีปริมาณเยื่อใยสูง ดังนั้นจึงทำให้วัตถุแห้งที่ละลายได้ของกากส่าเหล้าแต่ละชนิดมีค่าค่อนข้างต่ำ และมีส่วนของวัตถุแห้งที่ไม่ละลายแต่สามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์สูง ซึ่งมีผลในการสลายตัวของวัตถุแห้งในระยะแรกจะมีค่าต่ำ แต่เมื่อข้าวโม่งแช่บ่มนานขึ้นการสลายตัวของวัตถุแห้งก็จะมีค่าเพิ่มมากขึ้น

ค่าเฉลี่ยอัตราการย่อยสลายของวัตถุแห้ง (c) ของกากส่าเหล้าจากข้าวเหนียวที่ใช้ในการทดลองมีค่าเท่ากับ 0.008 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง มีค่าสูงกว่าอัตราการย่อยสลายของกากส่าเหล้าจาก

ข้าวโพด คือ 0.003 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง (Woods *et al.*, 2003a) แต่มีค่าต่ำกว่ากากข้าวมอลต์ คือ 0.026 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมงที่รายงานโดย จิรวัดน์ (2545) และมีค่าต่ำกว่ากากส่าเหล้าจากข้าวบาร์เลย์และกากส่าเหล้าจากข้าวสาลี จากรายงานของ Mustafa *et al.* (2000) ซึ่งมีค่า 0.41 และ 0.35 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง ตามลำดับ กากส่าเหล้าจากข้าวเหนียวที่ใช้ในการทดลอง มีช่วงเวลาที่วัตถุแห้งเริ่มถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ (L) เท่ากับ 0.0 ชั่วโมง นั่นคือเมื่อกากส่าเหล้าเข้าสู่กระเพาะรูเมนก็สามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ซึ่งจุลินทรีย์สามารถเข้าใช้ประโยชน์ได้ทันที แต่กากข้าวมอลต์ (จิรวัดน์, 2545) กากส่าเหล้าจากข้าวบาร์เลย์และกากส่าเหล้าจากข้าวสาลี (Mustafa *et al.*, 2000) มีช่วงเวลาที่จุลินทรีย์เข้าย่อยสลายเป็นเวลา 1.5, 0.35 และ 0.20 ชั่วโมง ตามลำดับ นั่นคือเมื่ออาหารเข้าสู่กระเพาะรูเมนแล้วจุลินทรีย์ไม่สามารถย่อยสลายได้ในทันที และต้องใช้เวลาในการเข้าย่อยสลาย การที่กากส่าเหล้าจากข้าวเหนียวที่ใช้ในการทดลองมีอัตราการย่อยสลาย (c) ของวัตถุแห้งของมีค่าสูงที่สุด และมีช่วงเวลาที่วัตถุแห้งเริ่มถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ (L) เท่ากับ 0 ชั่วโมงเป็นผลสอดคล้องกับค่าการละลายได้ (a) ของกากส่าเหล้าจากข้าวเหนียวที่มีค่าสูงที่สุดเช่นกัน

ประสิทธิภาพการย่อยสลายของวัตถุแห้งของกากส่าเหล้าจากข้าวเหนียวที่ใช้ในการทดลองที่อัตรา 0.05 ส่วนต่อชั่วโมง ($ED_{0.05}$) มีค่าเท่ากับ 55.78 เปอร์เซ็นต์ นั่นคือเมื่ออาหารไหลผ่านกระเพาะรูเมนในอัตราส่วน 0.05 ชั่วโมง อาหารจะถูกย่อยสลาย 55.78 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าเฉลี่ยมีค่าสูงกว่ากากส่าเหล้าจากข้าวโพดมีค่าเท่ากับ 52.11 เปอร์เซ็นต์ (Woods *et al.*, 2003a) และกากส่าเหล้าจากข้าวสาลีมีค่าเท่ากับ 52.18 เปอร์เซ็นต์ (Mustafa *et al.*, 2000) ส่วนกากส่าเหล้าจากข้าวบาร์เลย์มีค่าเท่ากับ 43.92 เปอร์เซ็นต์ (Mustafa *et al.*, 2000) และกากข้าวมอลต์มีค่าเท่ากับ 36.70 เปอร์เซ็นต์ (จิรวัดน์, 2545) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับค่าการละลายได้ (a) ของวัตถุแห้งและส่วนของวัตถุแห้งที่ไม่ละลายแต่สามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ (b) ของกากส่าเหล้าจากข้าวเหนียวที่ใช้ในการทดลองที่มีค่าทั้งสองสูงกว่ากากส่าเหล้าชนิดอื่น ๆ

เมื่อเปรียบเทียบค่าการสลายตัวของวัตถุแห้งของอาหารขึ้นทั้ง 4 สูตร คืออาหารขึ้นที่มีกากส่าเหล้า 100 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 1) อาหารขึ้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับรำละเอียด 50 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 2) อาหารขึ้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับรำละเอียด 25 เปอร์เซ็นต์และรำหยาบ 25 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 3) และอาหารขึ้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับข้าวโพดบด 50 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 4) ในกระเพาะรูเมน พบว่าอาหารทดลองทุกสูตรมีค่าการสลายตัวสูงขึ้นเมื่อชั่วโมงแช่บ่มนานขึ้น โดยอาหารขึ้นสูตรที่ 2 มีค่าการสลายตัวของวัตถุแห้งสูงที่สุดในชั่วโมงที่ 48 (83.31 เปอร์เซ็นต์) และอาหารขึ้นสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุดในชั่วโมงที่ 48 (65.36 เปอร์เซ็นต์) การที่อาหารขึ้นสูตรที่ 2 มีค่าการสลายตัวของวัตถุแห้งสูงที่สุด เนื่องจากอาหารขึ้นสูตรที่ 2 มีส่วนประกอบของรำละเอียดในอัตราส่วนที่มากกว่าอาหารขึ้นสูตรที่ 3 ซึ่งมีรำหยาบเป็น

ส่วนประกอบร่วมด้วย จึงทำให้จุลินทรีย์สามารถใช้ประโยชน์จากอาหารชั้นสูตรที่ 2 ได้ดีกว่าอาหารชั้นสูตรที่ 3 เพราะในรำหยาบอาจมีปริมาณของลิกนินและซิลิกา ซึ่งจุลินทรีย์ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (บุญล้อม, 2541)

จากการสลายตัวของวัตถุแห้งของอาหารชั้นทั้ง 4 สูตร พบว่าอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีส่วนของวัตถุแห้งที่ละลายได้ทันที (a) ในกระเพาะรูเมนมีค่าสูงที่สุดคือ 32.00 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าต่ำที่สุดคือ 6.80 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าอาหารทดลองทั้ง 4 สูตรมีค่าการละลายได้ค่อนข้างต่ำเพราะในกากส่าเหล้ามีส่วนของคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่ายอยู่น้อย (Huang *et al.*, 1999) แต่ส่วนของวัตถุแห้งที่ไม่ละลายแต่สามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ (b) ของอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าสูงที่สุดคือ 81.90 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุดคือ 47.15 เปอร์เซ็นต์ การที่อาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าการละลายได้ (a) ของวัตถุแห้งต่ำจึงทำให้สัดส่วนของวัตถุแห้งที่ไม่ละลายแต่สามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ (b) มีค่าสูงขึ้น

อาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 100 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 1) มีค่าศักยภาพในการย่อยสลายได้ของวัตถุแห้ง (a+b) สูงที่สุด คือ 99.98 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ผสมรำละเอียด 25 เปอร์เซ็นต์และรำหยาบ 25 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 3) มีค่าต่ำที่สุดคือ 64.75 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าการละลายได้ (a) สูงที่สุดและมีส่วนที่ไม่ละลายแต่สามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ (b) ค่อนข้างสูงจึงทำให้มีศักยภาพในการย่อยสลายได้ (a+b) สูงที่สุด แต่อาหารชั้นสูตรที่ 3 ซึ่งมีค่าการละลายได้ (a) และส่วนที่ไม่ละลายแต่สามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ (b) ต่ำที่สุดจึงทำให้มีค่าศักยภาพในการย่อยสลายได้ (a+b) ต่ำที่สุด เนื่องจากอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีส่วนประกอบของรำหยาบซึ่งเป็นส่วนของเปลือกข้าวที่มีลิกนินเป็นองค์ประกอบ จึงทำให้เกิดการย่อยสลายได้ต่ำ โดยลิกนินไม่สามารถละลายได้และจุลินทรีย์ไม่มีเอนไซม์ในการย่อยสลายเพื่อใช้ประโยชน์ได้

อัตราการย่อยสลาย (c) ของวัตถุแห้งของอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าสูงที่สุดคือ 0.146 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมงและอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีอัตราการย่อยสลายต่ำที่สุดคือ 0.008 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง นั่นคืออาหารชั้นสูตรที่ 3 มีการสลายตัวของวัตถุแห้งได้ดีที่สุด นอกจากนี้อาหารชั้นทั้ง 4 ชนิดมีช่วงเวลาวัตถุแห้งเริ่มถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ (L) เมื่ออาหารเข้าสู่กระเพาะรูเมน 0 ชั่วโมง นั่นคือจุลินทรีย์สามารถเข้าย่อยสลายอาหารและนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันทีเมื่ออาหารเข้าสู่กระเพาะรูเมน

ประสิทธิภาพการย่อยสลายวัตถุแห้งที่อัตรา 0.02, 0.05 และ 0.08 ส่วนชั่วโมง ($ED_{0.02}$, $ED_{0.05}$ และ $ED_{0.08}$) หมายถึงอัตราการไหลผ่านของวัตถุแห้งในอาหารภายในกระเพาะรูเมนที่ 0.02, 0.05 และ 0.08 ชั่วโมง ของอาหารชั้นสูตรที่ 2 มีค่าสูงที่สุดคือ 75.08, 66.28 และ 60.53 เปอร์เซ็นต์

ตามลำดับและประสิทธิภาพการย่อยสลายวัตถุแห้งที่อัตรา 0.02 ส่วนต่อชั่วโมงของอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุด (61.33 เปอร์เซ็นต์) แต่ที่อัตรา 0.05 และ 0.08 ส่วนต่อชั่วโมงพบว่าอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าต่ำที่สุดคือ 53.00 และ 46.80 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งประสิทธิภาพการย่อยสลายวัตถุแห้งที่อัตรา 0.02, 0.05 และ 0.08 ส่วนต่อชั่วโมง ($ED_{0.02}$, $ED_{0.05}$ และ $ED_{0.08}$) ของอาหารชั้นสูตรที่ 2 ที่มีค่าสูงที่สุด มีความสอดคล้องกับค่าการสลายตัวของวัตถุแห้งที่ชั่วโมงที่ 2 ถึง 48 ของอาหารชั้นสูตรที่ 2 ซึ่งมีค่าสูงที่สุด

2.2 การสลายตัวของอินทรีย์วัตถุของอาหารทดลอง

เมื่อนำค่าการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุของกากส่าเหล้าจากข้าวเหนียวที่ใช้ในการทดลองไปคำนวณหาค่าการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุพบว่ากากส่าเหล้ามีค่าอินทรีย์วัตถุที่ละลายได้ทันที (a) มีค่าเท่ากับ 35.70 เปอร์เซ็นต์ มีค่าใกล้เคียงกับกากส่าเหล้าจากข้าวโพด (32.28 เปอร์เซ็นต์) และกากข้าวมอลต์ (36.74 เปอร์เซ็นต์) จากรายงานของ Woods *et al.* (2003a) กากส่าเหล้ามีส่วนของอินทรีย์วัตถุที่ไม่ละลายแต่สามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ (b) เท่ากับ 64.30 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่ากากส่าเหล้าจากข้าวโพด และกากข้าวมอลต์ (47.92 และ 59.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ตามรายงานของ Woods *et al.* (2003a) ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับส่วนของวัตถุแห้งที่ละลายได้ทันทีและส่วนของวัตถุแห้งที่ไม่ละลายแต่สามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์

อัตราการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุของกากส่าเหล้ามีค่าเท่ากับ 0.009 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง มีค่าต่ำกว่าการรายงานของ Woods *et al.* (2003a) ที่รายงานว่ากากส่าเหล้าจากข้าวโพด และกากข้าวมอลต์มีอัตราการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 0.03 และ 0.04 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง ตามลำดับ

ประสิทธิภาพการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุของกากส่าเหล้าที่อัตรา 0.02, 0.05 และ 0.08 ส่วนต่อชั่วโมงเท่ากับ 69.05, 58.48 และ 55.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับประสิทธิภาพการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุของกากส่าเหล้าจากข้าวโพด (64.72, 52.80 และ 47.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และกากข้าวมอลต์ (67.33, 57.12 และ 52.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ตามรายงานของ Woods *et al.* (2003a)

2.3 การสลายตัวของโปรตีนของอาหารทดลอง

ส่วนของโปรตีนที่ละลายได้ทันทีของกากส่าเหล้าจากข้าวเหนียวที่ใช้ในการทดลองมีค่า 17.80 เปอร์เซ็นต์ มีค่าใกล้เคียงกับกากส่าเหล้าจากข้าวบาร์เลย์ (19.77 เปอร์เซ็นต์) จากรายงานของ Mustafa *et al.* (2000) และกากส่าเหล้าจากกากเบียร์มีค่าเท่ากับ 19.60 เปอร์เซ็นต์ (Chiou *et al.*, 1995) นอกจากนี้ยังมีค่าต่ำกว่ากากส่าเหล้าจากข้าวสาลี (Mustafa *et al.*, 2000) กากส่าเหล้าจาก

เมลิคธัญพืช (Chiou *et al.*, 1995) และกากข้าวมอลต์ (Woods *et al.*, 2003b) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 34.08, 42.70 และ 42.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ส่วนของโปรตีนที่ไม่ละลายแต่สามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ของกากส่าเหล่านี้มีค่า 82.20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าสูงกว่ากากส่าเหล่านี้ที่ได้จากวัตถุดิบชนิดอื่น ๆ ตามรายงานของ Mustafa *et al.* (2000) ที่มีส่วนของโปรตีนที่ไม่ละลายแต่สามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ของกากส่าเหล่านี้จากข้าวบาร์เลย์ มีค่าเท่ากับ 68.44 เปอร์เซ็นต์ และกากส่าเหล่านี้จากข้าวสาลีมีค่าเท่ากับ 59.40 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกากส่าเหล่านี้จากเมลิคธัญพืช และกากเบียร์ ตามรายงานของ Chiou *et al.* (1995) พบว่ามีค่าเท่ากับ 21.70 และ 47.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และจากรายงานของ Woods *et al.* (2003b) พบว่ากากข้าวมอลต์มีค่าส่วนของโปรตีนที่ไม่ละลายแต่สามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์มีค่าเท่ากับ 44.72 เปอร์เซ็นต์

กากส่าเหล่านี้จากข้าวเหนียวที่ใช้ในการทดลองมีค่าอัตราการสลายตัวของโปรตีนเท่ากับ 0.002 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับอัตราการสลายตัวของโปรตีนของกากส่าเหล่านี้จากข้าวโพด และกากข้าวมอลต์ (0.005 และ 0.005 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง ตามลำดับ) จากรายงานของ Woods *et al.* (2003b) และมีค่าต่ำกว่ากากส่าเหล่านี้จากข้าวบาร์เลย์ และกากส่าเหล่านี้จากข้าวสาลี (0.78 และ 0.63 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง ตามลำดับ) ตามรายงานของ Mustafa *et al.* (2000) นอกจากนี้ยังมีค่าต่ำกว่ากากส่าเหล่านี้จากเมลิคธัญพืช (8.60 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง) และกากเบียร์ (4.70 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง) จากรายงานของ Chiou *et al.* (1995)

ประสิทธิภาพการย่อยได้ของโปรตีนของกากส่าเหล่านี้ที่อัตรา 0.02 ส่วนต่อชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 57.15 เปอร์เซ็นต์ มีค่าใกล้เคียงกับกากส่าเหล่านี้จากเมลิคธัญพืช (60.30 เปอร์เซ็นต์) และกากเบียร์ (52.90 เปอร์เซ็นต์) ตามรายงานของ Chiou *et al.* (1995) ประสิทธิภาพการย่อยได้ของโปรตีนของกากส่าเหล่านี้ที่ 0.05 ส่วนต่อชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 39.48 เปอร์เซ็นต์ มีค่าใกล้เคียงกับกากเบียร์ (42.60 เปอร์เซ็นต์) จาการายงานของ Chiou *et al.* (1995) และ ประสิทธิภาพการย่อยได้ของโปรตีนของกากส่าเหล่านี้ที่ 0.08 ส่วนต่อชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 34.73 เปอร์เซ็นต์ มีค่าใกล้เคียงกับกากเบียร์ (37.10 เปอร์เซ็นต์) ตามรายงานของ Chiou *et al.* (1995)

2.4 การสลายตัวของเยื่อใยของอาหารทดลอง

การสลายตัวของเยื่อใยของอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล่านี้เป็นส่วนประกอบ พบว่ามีค่าการสลายตัวเพิ่มขึ้น เมื่อชั่วโมงแช่บ่มนานขึ้น โดยอาหารชั้นสูตรที่ 2 ซึ่งมีรำละเอียดเป็นส่วนประกอบ มีค่าเฉลี่ยการสลายตัวสูงที่สุด (77.44 เปอร์เซ็นต์) และอาหารชั้นสูตรที่ 3 ซึ่งมีรำละเอียดและรำหยาบเป็นส่วนประกอบ มีค่าเฉลี่ยการสลายตัวของเยื่อใยต่ำที่สุด (59.02 เปอร์เซ็นต์) เนื่องจากใน

อาหารชั้นสูตรที่ 3 มีรำหยาบเป็นส่วนประกอบซึ่งเป็นส่วนที่มีลิกนินเป็นโครงสร้างรวมอยู่ ลิกนินเป็นสารที่ไม่ใช่คาร์โบไฮเดรต ทนทานต่อการย่อยของกรด และไม่มีเอนไซม์ของสัตว์ชนิดใดที่จะสามารถย่อยได้ (เทอดชัย, 2548) จึงทำให้เยื่อใยในอาหารชั้นสูตรที่ 3 เกิดการสลายตัวได้น้อย

เมื่อนำค่าการสลายตัวของเยื่อใยไปคำนวณค่าพารามิเตอร์ พบว่าอาหารชั้นสูตรที่ 2 มีเยื่อใยที่ละลายได้ทันทีสูงสุด (41.70 เปอร์เซ็นต์) และอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าต่ำที่สุด (15.90 เปอร์เซ็นต์) ส่วนของเยื่อใยที่ไม่ละลายแต่สามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ในอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 76.80 เปอร์เซ็นต์ และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด อาหารสูตรที่ 4 มีข้าวโพดบดเป็นส่วนประกอบ และมีส่วนของคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่ายอยู่ในปริมาณสูง ซึ่งเป็นส่วนที่สัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มาก (พันทิพา, 2543) จึงทำให้มีค่าศักยภาพการย่อยสลายได้ของเยื่อใยของอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 92.70 เปอร์เซ็นต์

ประสิทธิภาพการย่อยสลายของเยื่อใยที่อัตรา 0.02, 0.05 และ 0.08 ส่วนต่อชั่วโมงของอาหารชั้นสูตรที่ 2 มีค่าสูงที่สุด เนื่องจากอาหารชั้นสูตรที่ 2 มีส่วนประกอบของรำละเอียดอยู่ซึ่งจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้เป็นพลังงานได้ดี จึงทำให้อาหารชั้นสูตรที่ 2 มีประสิทธิภาพการย่อยสลายได้ดีที่สุด

2.5 การสลายตัวของ NDF ของอาหารทดลอง

การสลายตัวของ NDF ของกากส่าเหล้าจากข้าวเหนียวที่ใช้ในการทดลองที่ชั่วโมงที่ 48 มีค่าเท่ากับ 76.08 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับกากส่าเหล้าจากข้าวโพด (68.80 เปอร์เซ็นต์) และกากส่าเหล้าจากเมล็ดธัญพืช (75.70 เปอร์เซ็นต์) จากรายงานของ Robinson *et al.* (1999)

ส่วนของ NDF ที่ละลายได้ทันทีของกากส่าเหล้าจากข้าวเหนียวที่ใช้ในการทดลองมีค่าเท่ากับ 7.30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าต่ำกว่ากากส่าเหล้าจากข้าวบาร์เลย์ และกากส่าเหล้าจากข้าวสาลี (14.89 และ 19.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ตามรายงานของ Mustafa *et al.* (2000) และกากส่าเหล้ามีส่วนของ NDF ที่ไม่ละลายแต่สามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์มีค่าเท่ากับ 92.70 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่ากากส่าเหล้าจากข้าวบาร์เลย์และกากส่าเหล้าจากข้าวสาลี ซึ่งมีค่าเท่ากับ 52.98 และ 66.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Mustafa *et al.*, 2000)

อัตราการสลายตัวของ NDF ของกากส่าเหล้าจากข้าวเหนียวมีค่าต่ำกว่ากากส่าเหล้าจากข้าวบาร์เลย์และกากส่าเหล้าจากข้าวสาลี (0.01 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับ 0.33 และ 0.31 เปอร์เซ็นต์) จากการรายงานของ Mustafa *et al.* (2000) กากส่าเหล้ามีช่วงเวลาที่ NDF เริ่มถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ 0.0 ชั่วโมง เมื่อกากส่าเหล้าเข้าสู่กระเพาะรูเมนจุลินทรีย์ก็สามารถเข้าย่อยสลาย NDF ได้

ทันที แต่กากส่าเหล้าจากข้าวบาร์เลย์และกากส่าเหล้าจากข้าวสาลีมีช่วงเวลาที่ NDF เริ่มถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์เท่ากับ 1.3 ชั่วโมง (Mustafa *et al.*, 2000)

กากส่าเหล้ามีประสิทธิภาพการย่อยสลายของ NDF ที่อัตรา 0.05 ส่วนต่อชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 51.58 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่ากากส่าเหล้าจากข้าวบาร์เลย์และกากส่าเหล้าจากข้าวสาลีที่มีประสิทธิภาพการย่อยสลายของ NDF ที่อัตรา 0.05 ส่วนต่อชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 35.98 และ 45.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ตามรายงานของ Mustafa *et al.* (2000)

3. การศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าและอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าร่วมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่นโดยใช้ชุดกระเพาะหมักเทียมตามวิธี *in vitro* true digestibility (IVTD)

จากการศึกษาการย่อยได้ของอาหารชั้นทั้ง 4 สูตร คืออาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 100 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 1) อาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับรำละเอียด 50 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 2) อาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับรำละเอียด 25 เปอร์เซ็นต์และรำหยาบ 25 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 3) และอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับข้าวโพดบด 50 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 4) โดยวิธี *in vitro* true digestibility (IVTD) พบว่าอาหารทดลองทุกสูตรมีค่าการย่อยได้ของโภชนะเพิ่มขึ้นเมื่อชั่วโมงแช่บ่มนานขึ้นจาก 24 ชั่วโมงเป็น 48 ชั่วโมง การที่อาหารทดลองทุกสูตรมีค่าการย่อยได้ของโภชนะ (วัตถุดิบแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีน เยื่อใย และ NDF) เพิ่มขึ้นเมื่อชั่วโมงแช่บ่มนานขึ้น แสดงให้เห็นว่าโภชนะในกากส่าเหล้าและอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าร่วมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่น สามารถถูกใช้ประโยชน์ได้โดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน โดยค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบแห้งและอินทรีย์วัตถุมีค่าค่อนข้างสูง แต่ค่าการย่อยได้ของโปรตีนมีค่าค่อนข้างต่ำ แสดงให้เห็นว่าจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนใช้ประโยชน์จากโปรตีนในกากส่าเหล้าได้น้อย การที่จุลินทรีย์ใช้ประโยชน์จากโปรตีนในกากส่าเหล้าและอาหารที่มีกากส่าเหล้าเป็นส่วนประกอบได้น้อยน่าจะเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นว่าโปรตีนในกากส่าเหล้าอาจจะถูกไหลผ่านไปในกระเพาะแท้และลำไส้เล็ก ซึ่งจะถูกใช้ประโยชน์โดยการย่อยจากเอนไซม์ในตัวของสัตว์และถูกดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง เช่นเดียวกับโปรตีนไหลผ่านชนิดอื่น (เทอดชัย, 2542)

ส่วนค่าการสลายตัวของเยื่อใยและ NDF ของอาหารชั้นทั้ง 4 สูตรก็มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อชั่วโมงแช่บ่มนานขึ้น โดยอาหารชั้นสูตรที่ 4 สามารถถูกย่อยได้สูงที่สุดแสดงให้เห็นว่าเยื่อใยของข้าวโพดที่เป็นส่วนประกอบในอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีส่วนที่สลายได้ในกระเพาะรูเมนสูงกว่าเยื่อใยของรำละเอียดและรำหยาบ

3.1 การย่อยได้ของวัตถุแห้งของอาหารทดลอง

การย่อยได้ของวัตถุแห้งของอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าและอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าร่วมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่น พบว่ามีค่าการย่อยได้เพิ่มขึ้นจาก 24 ชั่วโมงถึง 48 ชั่วโมงในทุกกลุ่มการทดลอง ในชั่วโมงที่ 24 การย่อยได้ของอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 100 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 1) มีค่าสูงที่สุด (51.10 เปอร์เซ็นต์) และอาหารชั้นสูตรที่ 3 (กากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ ผสมรำละเอียด 25 เปอร์เซ็นต์และรำหยาบ 25 เปอร์เซ็นต์) มีค่าต่ำที่สุด (42.10 เปอร์เซ็นต์) แต่ในชั่วโมงที่ 48 พบว่าอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ผสมข้าวโพดบด 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการย่อยได้สูงที่สุด (59.42 เปอร์เซ็นต์) และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุด (46.38 เปอร์เซ็นต์) เนื่องจากในอาหารสูตรที่ 1 มีค่าการละลายได้จากการทดลองด้วยวิธีใช้ถุงไนลอนสูงที่สุด จึงทำให้มีค่าการย่อยได้ในชั่วโมงที่ 24 สูงที่สุด แต่เมื่อเวลาเพิ่มมากขึ้นค่าการย่อยได้กลับเพิ่มขึ้นไม่มาก ตรงข้ามกับอาหารชั้นสูตรที่ 4 ที่มีค่าการย่อยได้ค่อนข้างต่ำในชั่วโมงที่ 24 แต่ในชั่วโมงที่ 48 กลับมีค่าการย่อยได้เพิ่มขึ้นในปริมาณที่สูงกว่าอาหารชั้นสูตรอื่น ๆ

การย่อยได้ของอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุดทั้งชั่วโมงที่ 24 และชั่วโมงที่ 48 เนื่องจากมีส่วนประกอบของรำหยาบ ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วยเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน เป็นส่วนที่ถูกย่อยได้ยากและต้องใช้เวลาในการย่อยโดยจุลินทรีย์ ในชั่วโมงต้น ๆ จึงมีค่าการย่อยได้ต่ำที่สุด แต่มีแนวโน้มที่จะถูกย่อยได้มากขึ้นหากชั่วโมงการแช่บ่มนานขึ้น

3.2 การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุของอาหารทดลอง

ค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุของอาหารชั้นทั้ง 4 สูตร พบว่าในชั่วโมงที่ 24 อาหารชั้นสูตรที่ 1 (กากส่าเหล้า 100 เปอร์เซ็นต์) มีค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุสูงที่สุด (51.30 เปอร์เซ็นต์) และอาหารชั้นสูตรที่ 3 (กากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ ผสมรำละเอียด 25 เปอร์เซ็นต์และรำหยาบ 25 เปอร์เซ็นต์) มีค่าต่ำที่สุด (41.30 เปอร์เซ็นต์) แต่การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุของอาหารทดลองในชั่วโมงที่ 48 พบว่า อาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าสูงที่สุด (61.33 เปอร์เซ็นต์) และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุด ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับการย่อยได้ของวัตถุแห้งของอาหารทดลอง

3.3 การย่อยได้ของโปรตีนของอาหารทดลอง

ในชั่วโมงที่ 24 พบว่าการย่อยได้ของโปรตีนของอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าสูงที่สุด (40.85 เปอร์เซ็นต์) และอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าต่ำที่สุด (21.49 เปอร์เซ็นต์) ในชั่วโมงที่ 48 อาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าสูงที่สุด (48.42 เปอร์เซ็นต์) และอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าต่ำที่สุด (30.01 เปอร์เซ็นต์) ถึงแม้ว่าอาหารชั้นสูตรที่ 1 จะมีจำนวนโปรตีนสูงที่สุด แต่อาจเป็นโปรตีนที่สามารถถูกย่อยได้น้อยใน

กระเพาะรูเมน จึงทำให้ค่าการย่อยได้ของโปรตีนของอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าต่ำที่สุด แต่อาหารชั้นสูตรที่ 3 มีปริมาณของโปรตีนค่อนข้างต่ำแต่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้เป็นพลังงานได้ค่อนข้างสูง จึงทำให้ค่าการย่อยได้ของโปรตีนของอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าสูงที่สุด

3.4 การย่อยได้ของเยื่อใยของอาหารทดลอง

การย่อยได้ของเยื่อใยของอาหารทดลองทั้ง 4 สูตรพบว่าทั้งช่วงโม่งที่ 24 และ 48 อาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าการย่อยได้สูงที่สุด (72.40 และ 90.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าการย่อยได้ต่ำที่สุด (36.03 และ 37.59 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) จะเห็นได้ว่าอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีเปอร์เซ็นต์เยื่อใยค่อนข้างน้อย คือ 9.02 เปอร์เซ็นต์และเป็นเยื่อใยที่ละลายได้ง่าย ทำให้ถูกย่อยสลายได้เกือบทั้งหมดจึงทำให้มีค่าการย่อยได้ของเยื่อใยสูงที่สุด แต่ในอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีส่วนประกอบของเยื่อใยอยู่ในปริมาณมากคือ 22.46 เปอร์เซ็นต์ และเป็นเยื่อใยที่ละลายได้ยากเพราะมีส่วนของรำหยาบเป็นส่วนประกอบ จึงทำให้เกิดการย่อยสลายได้ค่อนข้างน้อย

3.5 การย่อยได้ของ NDF ของกากสำเหล้า

การย่อยได้ของ NDF ที่ช่วงโม่งที่ 24 และ 48 พบว่าค่าการย่อยได้ของ NDF ในอาหารชั้นทั้ง 4 สูตรสอดคล้องกับค่าการย่อยได้ของเยื่อใย คืออาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าการย่อยได้สูงที่สุด (58.92 และ 66.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าการย่อยได้ต่ำที่สุด (28.19 และ 31.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) เนื่องจากอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีรำหยาบเป็นส่วนประกอบ ซึ่งรำหยาบเป็นส่วนที่ได้จากเปลือกข้าว มีลิกนินและซิลิกาเป็นโครงสร้าง จึงทำให้เกิดการย่อยได้ของ NDF ต่ำ เพราะเอนไซม์จากจุลินทรีย์ไม่สามารถย่อยสลายลิกนินและซิลิกาได้

4. การศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในอาหารชั้นที่มีกากสำเหล้าและอาหารชั้นที่มีกากสำเหล้าร่วมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่นโดยวิธีใช้สารบ่งชี้

จากการศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในอาหารชั้นทั้ง 4 สูตร คือ อาหารชั้นที่มีกากสำเหล้า 100 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 1) อาหารชั้นที่มีกากสำเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับรำละเอียด 50 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 2) อาหารชั้นที่มีกากสำเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับรำละเอียด 25 เปอร์เซ็นต์และรำหยาบ 25 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 3) และอาหารชั้นที่มีกากสำเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับข้าวโพดบด 50 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 4) พบว่าค่าการย่อยได้ของโภชนะในกากสำเหล้า 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด

กากส่าเหล้า 100 เปอร์เซ็นต์มีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง 75.10 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงกว่าอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้า 50 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับข้าวโพดบด 50 เปอร์เซ็นต์ (72.59 เปอร์เซ็นต์) ส่วนการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุพบว่าอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าสูงที่สุด (88.82 เปอร์เซ็นต์) และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุด (72.17 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับค่าการย่อยได้ของโปรตีน เยื่อใย และ NDF ที่อาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าการย่อยได้สูงที่สุด (94.48, 83.58 และ 78.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าการย่อยได้ต่ำที่สุด (85.37, 68.61 และ 59.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ)

จากผลการทดลองจะเห็นว่าอาหารชั้นสูตรที่ 1 เป็นกากส่าเหล้า 100 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนค่อนข้างสูง ซึ่งเป็นอาหารที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานในการสร้างโปรตีนของจุลินทรีย์ได้ดี (บุญล้อม, 2542) นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งของไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (non protein nitrogen; NPN) ซึ่งจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เกือบทั้งหมด (Satter and Roffler, 1975) และยังเป็นโปรตีนไหลผ่าน (by pass protein) ที่ดีอีกด้วย (Huang *et al.*, 1999) จึงทำให้อาหารจากกากส่าเหล้าถูกใช้ประโยชน์ได้ดีในขณะที่ยังมีอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีส่วนประกอบของรำหยาบซึ่งมีส่วนประกอบของลิกนินอยู่มาก ส่วนใหญ่จะพบลิกนินในส่วนที่แข็งของพืช เช่นเปลือก ชัง หรือส่วนที่เป็นเยื่อใยของลำต้น ลิกนินเป็นสารที่ไม่ใช่คาร์โบไฮเดรตสามารถทนทานต่อการย่อยของกรด และไม่มีเอนไซม์ของสัตว์ชนิดใดที่สามารถย่อยได้ (เทอดชัย, 2548) ด้วยเหตุนี้จึงทำให้อาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าการย่อยได้ค่อนข้างต่ำ

5. เปรียบเทียบการย่อยได้ของโภชนะในอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าและอาหารชั้นที่มีกากส่าเหล้าร่วมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่นจากการทดลองทั้ง 3 การทดลอง

จากการทดลองทั้ง 3 การทดลอง จะเห็นได้ว่าผลการทดลองมีความแตกต่างกัน โดยค่าการสลายตัวของโภชนะที่ทดลองด้วยวิธีการใช้ถุงไนลอน ซึ่งเป็นการศึกษาในกระเพาะรูเมน โภชนะในอาหารชั้นสามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ พบว่าการสลายตัวของโภชนะในอาหารชั้นสูตรที่ 2 มีค่าดีที่สุดยกเว้นโปรตีน และการสลายตัวของโภชนะในอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าต่ำกว่าอาหารชั้นสูตรอื่น ๆ แต่การสลายตัวของโปรตีนมีค่าสูงที่สุดในช่วงแรก เนื่องจากมีโปรตีนที่ละลายได้ทันที (a) ในปริมาณค่อนข้างสูง สอดคล้องกับประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนะที่อัตรา 0.02, 0.05 และ 0.08 ส่วนต่อชั่วโมง ซึ่งในอาหารชั้นสูตรที่ 2 มีค่าสูงที่สุด ยกเว้นประสิทธิภาพการย่อยได้ของโปรตีนที่อัตรา 0.02, 0.05 และ 0.08 ส่วนต่อชั่วโมง ซึ่งอาหารชั้นสูตรที่ 3 จะมีค่าสูงที่สุด การที่อาหารชั้นสูตรที่ 3 มีประสิทธิภาพการย่อยได้ของโปรตีนที่อัตรา 0.02, 0.05 และ 0.08 ส่วนต่อชั่วโมงสูงที่สุด เนื่องจากอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีโปรตีนที่ละลายได้ง่ายเป็นส่วนประกอบอยู่ใน

รำละเอียด จึงทำให้มีค่าการสลายตัวของโปรตีนและประสิทธิภาพการย่อยได้ของโปรตีนที่อัตรา 0.02, 0.05 และ 0.08 ส่วนต่อชั่วโมงสูงที่สุด แต่การย่อยได้ของโภชนะอื่นในอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุด

การทดลองด้วยเครื่องมือชุดกระเพาะหมักเทียมตามวิธี *in vitro* true digestibility (IVTD) ซึ่งเป็นวิธีการทดลองการย่อยได้ของโภชนะ โดยใช้เครื่องมือเลียนแบบกระเพาะรูเมน พบว่าการย่อยได้ของวัตถุดิบและอินทรีย์วัตถุ ให้ผลใกล้เคียงกันคือ ในชั่วโมงที่ 24 ค่าการย่อยได้ของอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าสูงที่สุดแต่ในชั่วโมงที่ 48 พบว่าอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าการย่อยได้สูงที่สุด แต่ค่าการย่อยได้ของโปรตีนในอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าสูงที่สุดทั้งชั่วโมงที่ 24 และ 48 สอดคล้องกับค่าการสลายตัวของโปรตีนด้วยวิธีการใช้เทคนิคถุงไนลอน ส่วนค่าการย่อยได้ของเยื่อใยและ NDF ในอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีค่าสูงที่สุด เนื่องจากอาหารชั้นสูตรที่ 4 มีข้าวโพดบดเป็นส่วนประกอบ และมีการโบไฮเดรตที่ละลายได้ง่ายอยู่ในปริมาณที่สูงที่สุด จึงทำให้มีค่าการย่อยได้ของเยื่อใยและ NDF สูงที่สุด ผลการทดลองที่ได้จากการทดลองด้วยเครื่องมือชุดกระเพาะหมักเทียมตามวิธี *in vitro* true digestibility (IVTD) ให้ผลแตกต่างจากวิธีการใช้เทคนิคถุงไนลอนซึ่งเป็นวิธีการทดลองในตัวสัตว์ โภชนะที่ถูกย่อยมีการไหลเวียนออกจากกระเพาะรูเมน แต่การทดลองด้วยเครื่องมือชุดกระเพาะหมักเทียมเป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการ โภชนะที่ถูกย่อยภายในเครื่องมือชุดกระเพาะหมักเทียมไม่สามารถไหลเวียนไปที่อื่นทำให้ผลการทดลองแตกต่างกันได้ แต่ผลการทดลองจากการทดลองด้วยเครื่องมือชุดกระเพาะหมักเทียมตามวิธี *in vitro* true digestibility (IVTD) สามารถใช้ประเมินค่าการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนได้

การทดลองด้วยวิธีใช้สารบ่งชี้พบว่า การย่อยได้ของโภชนะในอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีค่าสูงที่สุด และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุด ซึ่งมีผลสอดคล้องกับการทดลองด้วยวิธีการใช้เทคนิคถุงไนลอน เพราะอาหารชั้นสูตรที่ 1 มีศักยภาพในการย่อยได้ (a+b) ของโภชนะสูงที่สุด และอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีศักยภาพในการย่อยได้ของโภชนะต่ำที่สุด แต่ผลการทดลองจากวิธีใช้สารบ่งชี้มีผลแตกต่างจากวิธีการทดลองด้วยเครื่องมือชุดกระเพาะหมักเทียม เนื่องจากการทดลองด้วยวิธีใช้สารบ่งชี้เป็นการทดลองในตัวสัตว์ และสัตว์เคี้ยวเอื้องจะใช้ประโยชน์จากโปรตีนและสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (non protein nitrogen; NPN) ได้ดี แสดงให้เห็นว่าอาหารชั้นสูตรที่ 1 สามารถถูกใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ในตัวสัตว์ได้เกือบทั้งหมด จึงทำให้มีค่าการย่อยได้ของโภชนะสูงที่สุด ส่วนอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีค่าการย่อยได้ของโภชนะต่ำที่สุด ทั้ง ๆ ที่การทดลองด้วยวิธีการใช้ถุงไนลอนและการทดลองด้วยเครื่องมือชุดกระเพาะหมักเทียมมีค่าการสลายตัวและการย่อยได้ค่อนข้างดี เนื่องจากอาหารชั้นสูตรที่ 3 มีส่วนผสมของรำหยาบซึ่งเป็นส่วนของเปลือกข้าว

มีลิกนินและซัลฟิคาเป็นโครงสร้าง ซึ่งนำย่อยจากตัวสัตว์หรือนำย่อยจากจุลินทรีย์ไม่สามารถย่อยสลายได้ จึงทำให้อาหารชั้นสูตรที่ 3 มีการย่อยได้ต่ำที่สุด

ในการนำกากสำเห้ไปใช้เลี้ยงสัตว์ ควรนำไปผสมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่นที่เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต เช่น รำละเอียดและข้าวโพดบด เพื่อให้มีพลังงาน คุณค่าทางโภชนาะและมีความน่ากินเพิ่มมากขึ้น จากผลการทดลองพบว่าการนำเอาอาหารชั้นสูตรที่ 2 (กากสำเห้ 50 เปอร์เซ็นต์ ผสมรำละเอียด 50 เปอร์เซ็นต์) ไปใช้ประโยชน์ จะเป็นผลดีต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์มากที่สุด เพราะมีราคาค้นทุนต่ำช่วยลดต้นทุนในการผลิตได้ เกษตรกรสามารถหารำละเอียดได้ง่ายตามท้องถิ่น และอาหารชั้นสูตรนี้มีคุณค่าทางโภชนาะค่อนข้างสูง มีความน่ากิน เกษตรกรสามารถนำไปใช้ในการเลี้ยงสัตว์เลี้ยงเองได้ดี

